PESQUERIAS RELEVANTES DE MEXICO

XXX ANIVERSARIO DEL INP

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA 1962-1992 TOMO II

SECRETARIA
DE MEDIO AMBIENTE,
RECURSOS NATURALES Y PESCA

INSTITUTO
NACIONAL
DE LA
PESCA

Directorio

Julia Carabias Lillo
Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

Antonio J. Díaz de LeónCorral
Presidente del Instituto Nacional de la Pesca

Pablo Arenas-Fuentes
Director General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros

Porfirio Álvarez-Torres
Director General de Investigación en Acuacultura

Óscar Ramírez-Flores
Director General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable

Alfredo Sánchez-Palafox
Director General de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Información adicional: teléfonos 604 9169 y 688 1469 (Dr. Antonio J. Díaz de León Corral) o 688 0677 (Biól. Alfredo Sánchez-Palafox)

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
XXX ANIVERSARIO

Coordinador de la Edición: Alfredo Sánchez Palafox

Secretarios de la Edición: Dilio F. Fuentes Castellanos y Susana García-Real Peñaloza

Primera edición, diciembre de 1996
ISBN: 968-817-412-2

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
Lateral de Anillo Periférico Sur 4209
Fraccionamiento Jardines en la Montaña
14210 Delegación Tlalpan, México, D.F.
Instituto Nacional de la Pesca
Pitágoras No. 1320, Santa Cruz Atoyac
03310 Delegación Benito Juárez, México, D.F.

Derechos reservados conforme a la ley
IMPRESO EN MÉXICO/PRINTED IN MEXICO

ÍNDICE

Presentación
Margarita Lizárraga Saucedo†

Prólogo
Aurelio Solórzano Preciado

La pesquería de camarón de alta mar. Pacífico de México 3
Rodríguez de la Cruz Ramírez, C. y E. A. Chávez Ortiz.

La pesquería de camarón de alta mar. Golfo de México y Caribe mexicano 29
Navarrete Del Próo, A. y A. Gracia Gasca.

La pesquería de camarón en aguas protegidas Pacífico de México 65
Hernández Carballo, A. y E. Macías.

El cultivo de camarón en México 95
Garduño Argueta, H.

La comercialización del camarón 103
Vidali Carbajal, C.

La pesquería de abulón 121
Ortíz Quintanilla, M. y G. León Carballo.

El cultivo del recurso abulonero 153
Muciño Díaz, M.

La pesquería del ostión
García Sandoval, S.; R. de Lara Andrade; B. Paredes Cruz; R. Rodríguez Castro y C. Cortéz Cantera. **167**

Principales recursos malacológicos de Baja California Sur
Massó Rojas, J.A.; J.A. Vélez Barajas; M. del C. Fajardo León y J. Singh Cabanillas. **201**

Principales recursos malacológicos del Golfo de México
Baqueiro Cárdenas, E. **249**

La pesquería de pulpo del Golfo de México y Caribe mexicano
Solís Ramírez, M. **263**

El calamar: una pesquería en desarrollo
De la Rosa Barrera, M.; J. T. Silva, V. M. García Tirado y S. García Peña. **287**

Equinodermos: erizo de mar
Palleiro Nayar, J.; D. Aguilar Montero y J. Manuel Romero Martínez. **313**

Holoturoideos: pepino de mar
Girón Botello, R.; J. Singh Cabanillas y J. A. Vélez Barajas. **337**

La pesquería de tiburón en México
Castillo Genis L.; F. Márquez Farías; J. Uribe M.; R. Bonfil Sánders; D. de Anda; R. Mena; R. Vélez y D. Mendizábal O. **365**

La pesquería de sardina y anchoveta
Lluch Belda, D.; J. Arvizu M.; S. Hernández Vázquez; D. B. Lluch Cota; C. A. Salinas Zavala; T. Baumgartner; G. Hammann; A. Cota Villavicencio; C. E. Cotero A.; W. García-Franco; O. Pedrín Osuna; Y. Green Ruiz; S. Lizárraga Saucedo; Ma. de los Á. Martínez Zavala;

R. Morales Azpeitia; M. Q. Nevares Martínez; J. P. Santos Molina; R. I. Ochoa Báez; R. Rodríguez Sánchez; J. R. Torres Villegas y F. Páez Barrera. **419**

La pesquería de mojarra
Solís Celada, F., C. Quiroga Brahms y A. Valdés Guzmán. **539**

La pesquería de robalo
Quiroga Brahms, C., F. Solís Celada y J. Estrada García. **559**

La pesquería de lisa
Vasconcelos Pérez, J., S. Sánchez González y L. Schultz Ruíz. **581**

La pesquería del mero
Contreras Gutiérrez, M. **597**

La pesca deportiva de picudos
Macías Zamora, R.; A. L. Vidaurri S. y A. Klett T. **613**

Panorama de la pesca ribereña nacional
Fuentes Castellanos, D. F. **639**

Pesquerías ribereñas del Pacífico mexicano
Cruz Romero, M.; E. Espino Barr y A. García Boa. **649**

Embalses del estado de Michoacán, México
Orbe Mendoza, A.; M. Guzmán Arroyo y R. Flores Herrera. **673**

Tecnologías de captura
Villaseñor Talavera, R.; A. Balmori Ramírez; S. Ramos Carrillo y D. Aguilar Ramírez. **699**

Tecnologías de procesamiento
Díaz López, M. L. y L. Bojórquez. **839**

Ballenas
Fleischer, L. **881**

Delfines
Pérez Cortez M., H.; O. Maravilla Chávez y Ulloa Ramírez. **935**

Vaquita
Villa Ramírez, B. **955**

Pinnípedos
Maravilla Chávez, O.; L. Fleischer y P. A. Loreto Campos. **969**

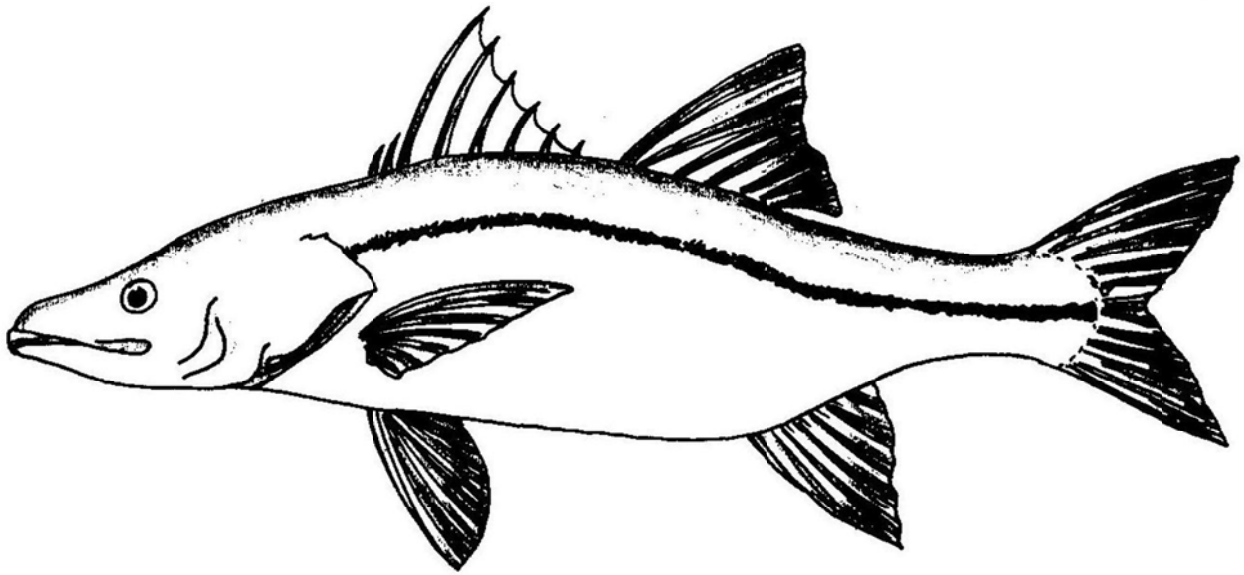
Tortugas Marinas en México
Márquez Millán, R. y M. Á. Carrasco A. **989**

Los cocodrilos de México.
Casas Andreu, G. **1043**

Totoaba
Rosales Juárez, F. y D. Molina Valdez. **1061**

El caracol púrpura
Acevedo García, J.; M. A. Escalante Cavazos y M. Turok Wallace. **1079**

Robalo



LA PESQUERÍA DE ROBALO

Cecilia Quiroga Brahms
Francisco Solís Celada
Jaime Estrada García
CRIP-Alvarado, INP

Recurso Pesquero

Especies que conforman el recurso

Las especies conocidas con el nombre común de robalo, chucumite, constantino, machín, garabato, etcétera, taxonómicamente se ubican en el género *Centropomus* de la familia Centropomidae, del orden Perciformes. En el continente americano existen 9 especies, de las cuales 4 se encuentran en el Océano Atlántico: *C. undecimalis, C. poeyi, C. paralelus* y *C. ensiferus;* 4 en el Pacífico: *C. nigrescens, C. armatus, C. robalito* y *C. unionensis;* y una en ambos océanos: *C. pectinatus*. De éstas, 8 se presentan en los litorales mexicanos, y sólo *C. unionensis,* se localiza de Centroamérica al norte de Perú. Cabe señalar que existen discrepancias en relación a la presencia de *C. ensiferus* en aguas nacionales; sin embargo, puede afirmarse que su presencia en las capturas es ocasional y que no existe reporte de ella en el Golfo de México.

Los diversos nombres comunes con que se conocen estas especies son los siguientes:

- *Centropomus pectinatus* (Poey): México: robalo, robalo de aleta prieta, constantino; Estados Unidos de América: tarpon snook; Francia: crossie constantin; Inglaterra: tarpon snook; Colombia: baileta.

- *Centropomus nigrescens* (Günter): México: robalo prieto; España: robalo redondo; Francia: crossie epineux; Inglaterra: back snook; Colombia: robalo negro; Costa Rica: gualaje.

- *Centropomus robalito* (Jordan y Gilbert): México y España: robalo de aleta amarilla; Francia: crossie aile jaune; Inglaterra: yellowfin snook; Colombia: conguito; Panamá: conguito de aleta dorada.

- *Centropomus armatus* (Gill): México: robalo; España: robalo gualajo; Francia: crossie; Inglaterra: armed snook; Colombia: gualajo; Panamá: robalo corcovado.

- *Centropomus undecimalis* (Bloch): México y España: robalo blanco, carrarín; Inglaterra y Estados Unidos de América: common snook; Francia: crossie blank.

- *Centropomus poeyi* (Chávez): México y España: robalo prieto, machín; Francia: crossie mexicain.

- *Centropomus parallelus* (Poey): México: chucumite; Estados Unidos de América: little snook; Guyana: loubin; Martinica: brochet.

El grupo de los robalos presenta características morfológicas que los distinguen de los demás peces: cuerpo alargado, con el lomo elevado; línea lateral evidentemente marcada, casi recta, continuándose en la caudal; cabeza grande, algo deprimida, con la mandíbula inferior proyectante; preopérculo muy aserrado, opérculo sin espinas; dos aletas dorsales diferenciadas, contiguas o separadas, la primera formada por fuertes espinas conectadas con una membrana y la segunda con una espina más débil y radios en número variable; aleta anal similar a la segunda dorsal y casi opuesta o por detrás de ella; caudal ahorquillada; y ventrales subabdominales.

Suelen alcanzar tallas considerables dependiendo de la especie; presentan rangos de los 15 a los 60 cm para las especies del Pacífico, y de 30 a 100 para las del Golfo de México.

Las características distintivas de las siete especies que constituyen la pesquería de robalo en México, son las siguientes:

C. pectinatus (Robalo de aleta prieta o constantino)

Color café oliváceo o gris acero en el dorso; vientre y costados de color grisáceo claro o plateado. Las aletas dorsales son amarillentas con los dos primeros radios negros. La línea lateral es negra. Preorbital con aserraciones en posición retrosa; línea lateral con más de 70 poros; aleta anal con más de seis radios, con la segunda y tercera espinas muy largas y de igual longitud, casi igual a la altura del cuerpo; borde superior del ángulo del preopérculo armado con seis o siete espinas largas, paralelas; con 66 a 72 escamas a lo largo de la línea lateral. Alcanza un tamaño de 30 cm.

C. nigrescens (Robalo prieto del Pacífico)

Gris azulado o azul negro en el dorso, vientre plateado. Costados con puntuaciones grises, aletas de color gris. Preorbital entero o débilmente aserrado. Línea lateral con 65 a 70 poros; aleta anal con seis radios, de 73 a 80 escamas en una serie longitudinal; de 9 a 10 entre la mitad de la segunda aleta dorsal y la línea lateral.

C. robalito (Robalo de aleta amarilla)

Dorso azul grisáceo, vientre plateado. La línea lateral no es negra. Aletas de color gris. La membrana entre las espinas anales no es negra. Preorbital con aserraciones en posición retrosa; línea lateral frecuentemente negra, con más de 70 poros; aleta anal con más de seis radios, de 47 a 50 escamas en la línea lateral, de 10 a 14 escamas predorsales; el maxilar no alcanza a rebasar la pupila.

C. armatus (Robalo)

Azul grisáceo en el dorso, plateado en el vientre. Costados con puntuaciones negras. Las membranas entre las espinas de la aleta dorsal y anal son de color negro intenso. Preorbital con aserraciones en posición retrosa; línea lateral frecuentemente negra, más de 70 poros en dicha línea; aleta anal con más de seis radios, de 51 a 53 escamas en la línea lateral, de 16 a 18 escamas predorsales; el maxilar alcanza a rebasar la pupila.

C. undecimalis (Robalo blanco)

Cuerpo plateado brillante con tonos de azul grisáceo en el dorso y la línea lateral negra; los costados se ven oscurecidos por pequeños puntos negros. La tercera espina anal es negra. Su cuerpo es robusto, alargado, con el lomo no muy elevado; preorbital ligeramente aserrado, a veces liso; mandíbula inferior proyectante; línea lateral negra, recta, extendiéndose en la caudal; primera dorsal con 8 espinas, segunda dorsal con una espina y 10 radios, muy separada de la primera; anal con tres espinas y seis radios, con un origen ligeramente detrás de la segunda dorsal; escamas pequeñas, de 65 a 78 a lo largo de la línea lateral. Llega a alcanzar más de un metro de longitud.

C. poeyi (Robalo prieto)

Dorso y costados negros, vientre plateado; aletas dorsales, caudal y anal amarillas con puntos negros; pectorales y pélvicas pálidas. Línea lateral negra. De 78 a 91 escamas en una serie longitudinal; segunda aleta dorsal con una espina y 9 radios; de 9 a 12 branquispinas en la rama inferior del primer arco branquial; 6 radios anales y de 15 a 16 radios en las pectorales; la segunda espina anal cabe de 1.6 a 2.3 veces en la longitud cefálica; las aletas pélvicas no alcanzan el ano; la altura máxima del cuerpo cabe 3.6 a 4.3 veces en la longitud patrón.

C. parallelus (Chucumite)

Dorso azul grisáceo, vientre plateado. La línea lateral es negra, las aletas oscuras y la tercera aleta anal negra. De 62 a 91 escamas en una serie longitudinal; de 10 a 13 branquispinas en la rama inferior del primer arco branquial, 6 radios anales y de 15 a 16 en las pectorales; la segunda espina anal muy grande, su longitud cabe de 1.1 a 1.5 veces en la longitud cefálica; las aletas pélvicas alcanzan o pasan el ano.

Distribución geográfica y ecótica

La familia Centropomidae se distribuye en ambas costas americanas, limitándose a las zonas tropicales, siendo particularmente abundante en México.

La distribución de todos los robalos requiere termoclinas por arriba de los 15°C, por lo cual se restringe a aguas tropicales y se asocia a las desembocaduras de los grandes ríos y lagunas costeras, realizando cortos movimientos en la proximidad de las playas y hacia el interior de los ríos; en el Golfo de México los registros más altos de captura coinciden con las desembocaduras de los ríos Pánuco, Tecolutla, Nautla, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta: en el Pacífico se han reportado en los ríos Yaki, Presidio, Papagayo, Lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca, y Mar Muerto en Chiapas. La mayor abundancia de estas especies en el Golfo de México se debe a la presencia de gran cantidad y volumen de corrientes fluviales, anotando que el 26% del dren nacional tiene su cauce en el estado de Veracruz.

De acuerdo a sus hábitos eurihalinos requieren de aguas marinas, salobres y dulces para completar su ciclo biológico. En consecuencia realizan migraciones estacionales de acuerdo a su estadio de desarrollo; empero, las más distantes son hacia aguas continentales, pues no se alejan demasiado de la playa cuando ocurren en aguas marinas. Por lo general permanecen en aguas continentales, salobres o dulces, alimentándose y creciendo hasta alcanzar la madurez sexual; para desovar bajan a aguas marinas salobres.

Chávez (1981) reporta que, en la cuenca baja del Papaloapan, *C. poeyi* realiza movimientos migratorios desde aguas interiores con objeto de desovar en la desembocadura o en sus playas cercanas; después del desove, los peces regresan a las aguas interiores, no necesariamente a la misma cuenca, en virtud de un ejemplar que viajó 333 km penetrando al río Grijalva.

Volpe (1959) señala que el recorrido promedio para *C. undecimalis* en Florida no rebasa los 6 km, moviéndose hacia aguas marinas, esteros o paralelamente a la costa, reportando un desplazamiento máximo de 38 km a lo largo de la costa. Por otro lado, Hernández (1985) localiza la misma especie a 200 km de la costa, estableciendo su migración río abajo durante los meses de octubre a diciembre en el Río San Pedro, Tab., estimando que la velocidad promedio fue de 834 m/día. Calculó que los organismos llegan a aguas marinas en 8 meses y desovan en los meses de junio a agosto.

De los robalos del Pacífico, *C. pectinatus* se localiza de las costas de Guaymas, Son. a Colombia; *C. nigrescens* de las costas de Baja California a Perú, siendo particularmente abundante en el estado de Chiapas; *C. robalito*, desde el Golfo de California hasta Panamá; *C. armatus*, desde California hasta Ecuador.

En cuanto a los robalos del Atlántico, *C. pectinatus* se encuentra de Florida a Río de Janeiro, Brasil, y en el Golfo de México de Tamaulipas a Tabasco. *C. undecimalis* desde Carolina del Sur, en Estados Unidos, hasta Río de Janeiro, y en México se distribuye desde Tamaulipas hasta la Laguna de Términos, siendo particularmente abundante en Veracruz y Tabasco. *C. poeyi* se localiza en Veracruz y Tabasco, con mayor abundancia en la cuenca baja del Papaloapan, y ampliamente distribuida en la red de ríos y lagunas que forman el Sistema Lagunar de Alvarado. Penetra en los ríos a considerable distancia del mar, con registros de hasta 200 km de la costa sobre el Río San Pedro, Tabasco. Es la única especie que ha sido reportada exclusivamente en aguas mexicanas. *C. parallelus* se distribuye del sur de Florida a Santos, Brasil; en México se captura desde Tamaulipas a Tabasco, siendo de gran importancia en las desembocaduras del Río Pánuco y Támesis.

Hábitat y relaciones ecóticas

Todos los robalos son especies demersales, que habitan fondos blandos, arenosos y fundamentalmente fangosos de aguas no muy profundas. En etapas de crecimiento, se asocian a comunidades de manglares, de lirio acuático o pastos marinos. De acuerdo a su ciclo biológico, alternan su permanencia en aguas marinas costeras, esteros, ríos y lagunas, mostrando así su amplia tolerancia a la concentración de sales. No se conocen con exactitud los límites de su rango de tolerancia a los cambios de temperatura; sin embargo, el hecho de habitar aguas de poca profundidad sugiere que soportan fluctuaciones térmicas considerables. Diversos autores han reportado que las bajas temperaturas afectan la fisiología de los robalos, tornando lentos sus movimientos y aun matándolos cuando son muy bajas; mientras que entre los últimos días de primavera y los primeros del otoño, cuando la temperatura es elevada, los robalos se reúnen para la reproducción y el desove.

Se ha señalado que los robalos son de hábitos solitarios; sin embargo, realizan migraciones masivas que los pescadores llaman "arribazón" o "corrida", formando grandes cardúmenes en las bocas de ríos y lagunas, que tienen por objeto la preservación de la especie a través de la reproducción.

Son ubicados dentro de los consumidores terciarios; los adultos son carnívoros muy voraces, se alimentan de numerosas especies juveniles de peces, tales como: anchoveta, mojarra, ronco, bagre, guavina, corvina, lebrancha, lenguado, mojarra blanca y pinta, entre otros; de crustáceos como camarones y jaibas; y moluscos como caracoles y almejas. En etapas juveniles se alimentan de zooplancton.

Según Hernández (1987), *Centropomus undecimalis* parece mostrar preferencia hacia los peces como la "arenga" (*Dorosoma anale*), mojarras (*Cichlasoma* spp.), "sardinas" (Characinidae) y "agujón" (*Hyporhamphus mexicanus*), que constituyen el 81.1% del alimento de los machos y el 68.8% de las hembras; los cangrejos siguen en importancia a las "piguas" representando ambos el 6.6%; los vegetales ocupan el 1.11% atribuido a ingestión incidental y otros como conchas de almeja y gusanos ocupan el 3.33%.

Marshall (1958) menciona que en Florida, *C. undecimalis* se alimenta principalmente de peces y camarones, estando en segundo orden los cangrejos y otros crustáceos.

Reproducción y crecimiento

En términos generales, se considera que la reproducción se inicia en primavera y finaliza a principios del otoño. El máximo desove se presenta en junio, julio y agosto.

Según Marshall (1959), el grueso de la reproducción para *C. undecimalis* en Florida, ocurre entre mayo y junio pudiendo prolongarse hasta principios de noviembre. El periodo de reproducción y el de mayor captura coinciden, dada la mayor concentración de robalos sobre las costas, canales y ríos que acuden al desove.

Según Chávez (1961), Volpe (1959) y Marshall (1958) la zona de reproducción de *C. undecimalis* se localiza en el mar, en sitios poco profundos no retirados de la costa, y frente o cerca de la desembocadura de los ríos; y para *C. parallelus* en la desembocadura de los ríos.

Chávez (1961) reporta para las cuatro especies presentes en Alvarado, Ver., las siguientes temporadas de reproducción: *C. undecimalis* inicia en mayo, se extiende hasta octubre, presentándose con mayor intensidad entre junio y julio; *C. parallelus* tiene un periodo largo de 8 meses con dos picos de intensidad, uno en mayo-junio y otro en octubre-noviembre; sin precisarlo, estima que *C. pectinatus* inicia su reproducción en mayo y termina en noviembre; *C. poeyi* la inicia los últimos días de mayo, continuando hasta septiembre con una intensidad máxima en julio y agosto.

Gilmore *et al.* (1983), considerando experiencias sobre reclutamiento de juveniles de *C. undecimalis*, encontraron que existen periodos prolongados de reproducción, con meses pico de la actividad. Menciona que para la costa oeste de Florida, la primera etapa de reproducción se realiza en mayo y junio, pudiendo continuar hasta noviembre, y presentando mayor actividad al comenzar el verano. En cambio, para los robalos de la costa este, el periodo de máxima reproducción se desarrolla desde agosto hasta octubre.

Zamudio (1987) reporta que en el desarrollo gonádico de *C. poeyi* en la cuenca baja del Papaloapan, verificándose el proceso de maduración dentro del periodo de enero a abril, se presentan el desove de mayo a septiembre con dominancia entre julio y agosto.

Según Hernández (1987), *C. undecimalis*, en la parte alta del Río San Pedro, no presenta signos

de maduración gonádica, atribuyendo esto a sus requerimientos salinos para el desove.

Marshall (1958) señala que la madurez sexual de *C. undecimalis* en aguas del estado de Florida, se alcanza entre los 337 y 486 mm de longitud furcal en hembras; para los machos el rango se encontró entre 338 y 578 mm, siendo la talla más frecuente de madurez la de 500 mm; para ambos sexos el 50% son maduros aproximadamente a los 400 mm y casi la totalidad son maduros a los 500 mm.

Chávez (*op. cit.*) menciona que la talla mínima de madurez sexual en *C. undecimalis* es de 388 mm en hembras y 343 mm en machos; la hembra sexualmente madura más pequeña que encontró de *C. parallelus* fue de 150 mm y en el macho de 154 mm; para *C. pectinatus*, en hembras 297 mm y en machos 261 mm.

Todas las especies de robalo presentan un alto índice de fecundidad; Volpe (*op. cit.*) contó huevecillos de un robalo con longitud furcal de 584 mm y, empleando el método volumétrico de Lagler, encontró aproximadamente 1 440 000 huevos; Chávez encontró para la misma especie 2 678 000 huevecillos en una hembra de 1 100 mm de largo y 12 kg de peso; en *C. parallelus* una hembra de 263 mm y 242 gr tenía 376 mil huevecillos.

Volpe (*op. cit.*), calculando el crecimiento de *C. undecimalis*, obtuvo que la tasa de crecimiento es alta durante el segundo año de vida, luego es totalmente uniforme hasta el quinto año y después declina ligeramente. La tasa de crecimiento por edades en los machos es menor que en las hembras. Lo anterior lo determinó en base a lecturas de otolitos, en las que consideró que las zonas opacas y traslúcidas de la estructura se forman anualmente, que el número de anillos se incrementa con la longitud, y que el otolito crece en la misma proporción del pez. Señala que las escamas no se pueden utilizar pues la lectura resulta imprecisa y compleja.

En las capturas de la zona de Alvarado y sus vecindades, Chávez (1963) reporta que la longitud máxima de los ejemplares, notablemente variable dependiendo de la especie, se presenta como sigue: para *C. undecimalis* se obtuvo un organismo de 1 100 mm de longitud, mientras la talla comercial más frecuente fue de 750 mm; de *C. parallelus* se midió un ejemplar de 430 mm, presentando una moda de 250 mm; con *C. pectinatus* se registró una talla de 390 mm, observando una moda en la captura de 300 mm; para *C. poeyi* se obtuvo una longitud máxima de 900 mm, y la talla comercial de mayor frecuencia fue de 700 mm. Señala, sin embargo, que existen reportes de ejemplares de mayor longitud, sobre todo en aguas norteamericanas, destacando que se trata de casos excepcionales.

Descripción de las operaciones de pesca

A pesar de que la pesca de arrastre de alta mar captura incidentalmente robalos, las embarcaciones que se emplean usualmente en su captura son lanchas de entre 16 y 28 pies de eslora, construidas con madera o fibra de vidrio, con motor fuera de borda que no pasa de 48 HP y una capacidad de acarreo promedio de dos toneladas.

Dado que las mismas unidades se emplean para operar simultáneamente más de un tipo de red, que las operaciones de captura se dirigen a diversos recursos dependiendo de la época del

año, que la misma red robalera pesca otro tipo de recursos como meros, huachinangos, pargos, cazón, mojarras, etcétera, bajo el rubro general de "escama", no hay datos precisos relativos al número de embarcaciones y artes de pesca que se dedican específicamente a la extracción del robalo.

Por otro lado, para la pesca de robalo se emplean varios tipos de redes tales como chinchorros playeros, agalleras, trasmallos, atarrayas, espineles y líneas de mano. En los esteros, se emplea la fisga.

Métodos y artes de pesca

Redes agalleras o tendales

Se utilizan en aguas marinas y en aguas protegidas. Son los artes de mayor importancia en la captura de robalo. Las dimensiones de la red "robalera" oscilan entre la longitud de 100 y 400 metros, presentando de 50 a 60 mallas de caída, luz de malla de 6 a 7 pulgadas y el diámetro de hilo entre el No. 15 y el 18.

Para la operación, la red desenredada se coloca sobre la cubierta de la lancha, ubicando la relinga superior hacia la popa; se lanza al agua desde uno de los costados de la embarcación, deslizando el paño a la misma velocidad que la lancha. Para la maniobra se requieren tres pescadores; uno controlando el motor y los otros tirando de la red evitando que se enrede. Esta red es calada en el fondo en aguas costeras frente a las barras y bocas de ríos y lagunas, y colocada perpendicularmente a la costa o a la ribera, respectivamente. El enmalle se realiza durante la noche y las redes son levantadas al amanecer.

Esta operación también se lleva a cabo durante el día y con dos embarcaciones. La red atada por los extremos a las dos lanchas es calada a fondo o media agua; las embarcaciones se mueven con motor en un semiarrastre, con el objeto de que la red se mantenga abierta.

Trasmallo

Es un arte de pesca considerado dentro del grupo de las agalleras, porque opera mediante el mismo mecanismo, pero se diferencia en la sobreposición de dos redes de diferente luz de malla. Este equipo se utiliza para la pesca del robalo, ya sea en aguas continentales o costeras.

Chinchorro playero

Este tipo de redes, a pesar de que no están diseñadas para la extracción de este recurso, lo capturan frecuentemente. Son redes activas, presentan una línea de flotación y una relinga de lastre proporcionalmente balanceada para permitir el ajuste a fondo y la formación de una bolsa. Su longitud puede llegar hasta 1 000 metros; es calada en aguas costeras en forma de semicírculo mediante una embarcación con motor fuera de borda, requiriéndose para su recuperación de 15 a 26 pescadores jalando desde la orilla de la costa.

Atarraya

Se emplea exclusivamente en las orillas de los cuerpos de agua continentales como ríos, esteros y lagunas. Es usada por un solo pescador, que utiliza o no una lancha, la cual puede tener o no motor. Se lanza de tal forma que cuando llegue a la superficie, el círculo que forma la red se extienda lo más posible. Es frecuentemente empleada para la captura de chucumite en aguas interiores y en la reventazón de las olas. El producto de esta red es generalmente para consumo doméstico.

Espineles

Pertenecen al grupo de los palangres y se componen de línea madre de 50 a 80 m, reynales de 60 a 70 cm de largo, enganchados a la línea madre con una separación de 1.5 a 1.8 m y en cuyo extremo va el anzuelo. El orinque se ata al extremo de afuera de la línea madre, mientras que la otra punta lleva una boya que lo mantiene en la superficie. El empleo de los espineles es cada vez menor en la cuenca del Papaloapan y en el sistema lagunar de Alvarado. Sin embargo, se dirige al chucumite, guavino y ocasionalmente al robalo.

Áreas de operación

Las zonas de operación de la flota se encuentran en aguas interiores que desembocan al mar, o bien en el mar, muy cerca de la costa. Las embarcaciones no se alejan más de 50 metros de la línea de playa y van costeando, tirando los lances en profundidades que van de 1 a 15 brazas. Esta forma de localización del robalo, permite suponer que los cardúmenes no solamente salen y entran en un mismo sistema hidrológico, sino que al llegar al mar migran costeando hasta introducirse en otra cuenca.

Los robalos abundan en ambos litorales; en el Pacífico se pesca en pequeñas cantidades en los esteros de Sinaloa, Nayarit y Chiapas; las capturas de alta mar se realizan fundamentalmente frente a San Blas, Nay., y Manzanillo, Col.

En el litoral Atlántico las principales áreas de pesca abarcan las costas de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche como zonas de mayor captura; las lagunas costeras como Tamiahua y Pueblo Viejo, en Veracruz, y la desembocadura de algunos ríos como el Papaloapan, Pánuco, Támesis, Tuxpan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta.

En virtud de que esta pesquería no requiere de flota de altura y, consecuentemente, de muelles *ad hoc* para atraque, la flota menor puede arribar en cualquier localidad. Sin embargo, los desembarques se efectúan con más frecuencia en puertos cercanos a las áreas de pesca, en donde se encuentran mejores condiciones para la comercialización. Los más importantes en el Golfo de México son: Tampico, Tamps.; Villa Cuauhtémoc, Tamiahua, Tuxpan y Alvarado, Ver.; Puerto Ceiba, Frontera e Isla Aguada, Tab., y Ciudad del Carmen, Camp.

Situación actual y desarrollo histórico de la flota

Los registros oficiales y aun los datos que presentan los documentos de referencia, no establecen una distinción laboriosa, difícil y poco práctica a propósito de valorar un solo recurso dentro de la multiplicidad de especies capturadas por embarcaciones y artes de pesca ribereños, al señalar el número y las características de las unidades de producción robalera. Sin embargo, el desarrollo global de la flota menor se puede asumir como un indicador del incremento relativo del esfuerzo sobre el recurso. El incremento sostenido del número de embarcaciones menores en los últimos años es evidente; de 1980 a 1989, se registraron 27 194 unidades en 1980, 70 398 en 1989. Esto equivale al 159% de incremento nacional de embarcaciones menores en diez años; correspondiendo al litoral Pacífico un incremento del 133% y al Golfo de México y Mar Caribe del 187% en el mismo periodo, siendo superior el número de unidades en la costa del Pacífico.

Dada la relativa facilidad para la adquisición de este tipo de embarcaciones y sus equipos, en comparación con la flota de altura, la incorporación masiva de personas a la pesca de ribera y la dificultad que presenta la evaluación del potencial de un grupo tan grande de especies de escama ribereña, es imponderable el dimensionamiento de la flota y los tipos y cantidades de artes de pesca que se aplican a los recursos costeros. Como parámetro para referirse a esta situación, la producción de robalo se puede presumir estable con tendencia a la baja, mientras que el incremento en el número de embarcaciones es aritmético.

Destaca en este sentido el estado de Veracruz, donde las capturas de la pesca ribereña aportan alrededor del 80% del volumen de la entidad, registrándose el 22% de las embarcaciones menores del país con el más alto crecimiento, el cual aumentó de 6 742 en 1980, a 15 236 en 1989, es decir, el 126% en dicho periodo (Fig. 1 y 2).

Eficiencia operativa

Al ser un recurso ribereño de escasa profundidad, su captura es relativamente sencilla ya que generalmente se realiza en cardúmenes y sin requerir de tecnología especializada. Los sistemas empleados a la fecha, en particular las redes agalleras, son eficientes. Cabe anotar que la pesca de robalo es azarosa pues depende de la localización de los cardúmenes, pudiendo existir lances sin éxito alguno, y otros sorprendentes por el volumen de captura. A este respecto, a continuación se describe brevemente una operación de pesca llevada a cabo en el mes de agosto de 1992.

El arte de pesca utilizado es una red tipo "charanga" que consiste en un tendal adaptado, al cual se le ha sumado al centro un bolso de malla menor. Se utilizan tres lanchas con motor fuera de

Figura 1
Producción de robalo (1968-1989) y número de embarcaciones menores (1980-1989). Pacífico

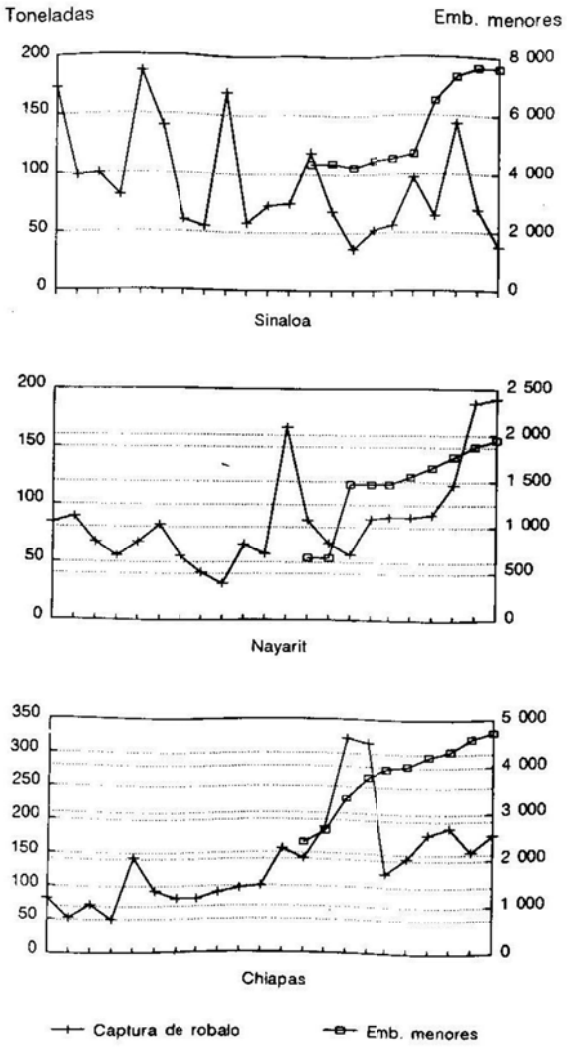
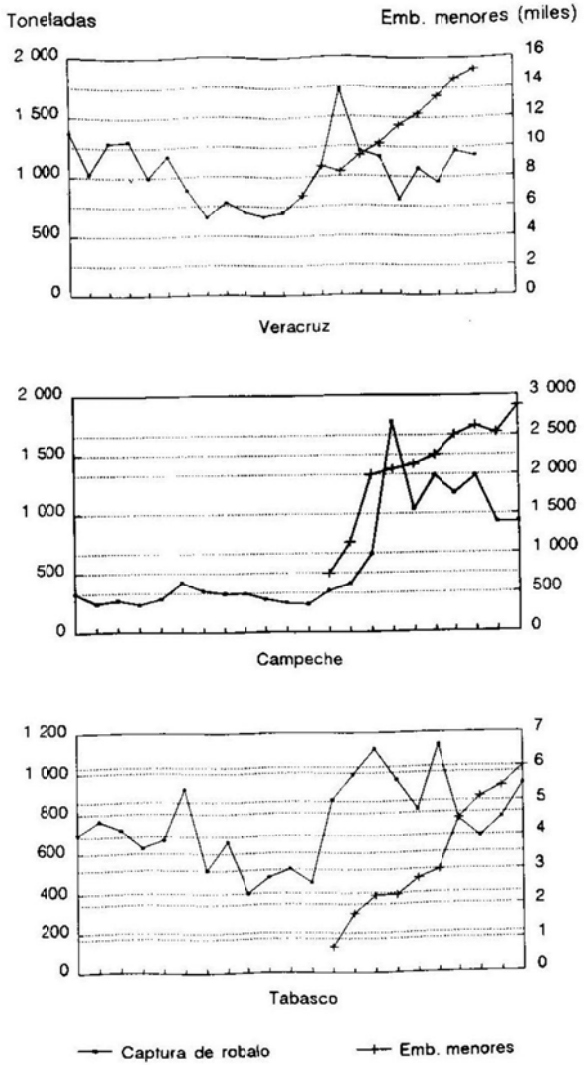


Figura 2
Captura de robalo (1968-1989) y número de embarcaciones menores (1980-1989). Golfo de México.



borda y quince hombres. El lance se realiza a 30 m de la costa en una profundidad de 4 ó 5 brazas. Tras "patrullar" la mar en busca de los robalos, aproximadamente a 20 km al sur de la barra de Alvarado, se detectan los robalos y se inicia el lance. La red se tira por babor iniciando por el extremo que lleva un poste atado a las dos relingas; la extienden dos lanchas y la tercera va desenredándola. La red se recoge jalándola desde tierra, donde poco a poco se va cerrando un cerco y los peces que no han sido atrapados por las branquias, van retrocediendo hacia el bolso quedando aglomerados. A fin de que los peces queden en la red, hay uno o dos buzos dentro del cerco que los obligan a caer en la malla. El resultado de este lance reúne 126 robalos, con un peso entre 3 y 4 kg, sumando 480 kg en total.

Captura del recurso

La producción nacional de robalo de 1950 a 1989 ha oscilado entre las dos y cinco mil toneladas. En la década de los cincuenta se obtuvieron capturas entre las 2 000 y 3 300 toneladas anuales; para los años sesenta se tuvo un incremento poco significativo, registrando entre 2 600 y 3 700 toneladas por año; durante la década de 1970, y a partir de 1974, se presentó un descenso de las capturas anuales, registrando 2 000 y 2 500 toneladas; sin embargo, en los años precedentes a la década se obtuvieron anualmente de 3 800 a 5 000 toneladas, llegando a 4 370 en 1989 (Tabla 1).

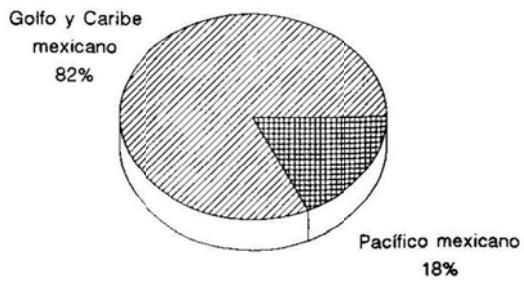
Los volúmenes registrados en el Pacífico son muy inferiores a los del Golfo; del total registrado en el país para 1989, corresponden al Golfo 3 690 (84%) y 680 (16%) al Pacífico; considerando el periodo de 1980 a 1989, en promedio las capturas del Golfo han representado el 82% y las del Pacífico el restante 18% (Fig. 3).

Tabla 1
Producción pesquera nacional de robalo en el periodo 1950-1989

Año	(t)	Año	(ton)	Año	(ton)	Año	(ton)
1950	3 246						
1951	3 279	1961	2 740	1971	2 710	1981	3 822
1952	2 593	1962	3 677	1972	2 864	1982	5 482
1953	3 040	1963	2 976	1973	3 423	1983	4 951
1954	2 816	1964	3 363	1974	2 441	1984	3 955
1955	3 043	1965	2 998	1975	2 145	1985	4 229
1956	3 102	1966	3 001	1976	2 270	1986	3 849
1957	2 900	1967	2 879	1977	2 055	1987	3 989
1958	1 942	1968	3 039	1978	2 303	1988	4 016
1959	2 772	1969	2 599	1979	2 459	1989	4 370
1960	2 930	1970	2 833	1980	2 895		

FUENTE: 1950-1967 Dpto. de Regulación de Pesq. de la Delegación Federal de Pesca en Veracruz. 1968-1979 Compilación del Biól. Aurelio Solórzano. 1980-1989 *Anuarios Estadísticos de la SEPESCA.*

Figura 3
Producción nacional de robalo. Litoral Pacífico y Golfo-Caribe. Promedio 1980-1989



En el Pacífico la pesquería se ha mantenido relativamente estable, habiéndose registrado en 1968 un total de 459 t y 680 t en 1989, con un promedio anual de capturas de 753 t en el periodo 1980-1989. Para el Golfo de México y Mar Caribe, ha existido mayor fluctuación manteniéndose entre 2 000 y 3 000 toneladas hasta 1981, y llegando a registrarse hasta 4 000 durante los años de 1980 (Tabla 2 y Fig. 4).

En ambos casos, las capturas no corresponden a la tendencia del número de embarcaciones menores, pero representa el incremento indirecto del esfuerzo de pesca sobre el recurso.

En relación a las especies que mayores capturas aportan a los estados, dependiendo su abundancia relativa de la zona y temporada de pesca, durante el periodo 1968-1989, se observa que el

Figura 4
Participación en las capturas de robalo en los estados de la República Mexicana (1980-1989)

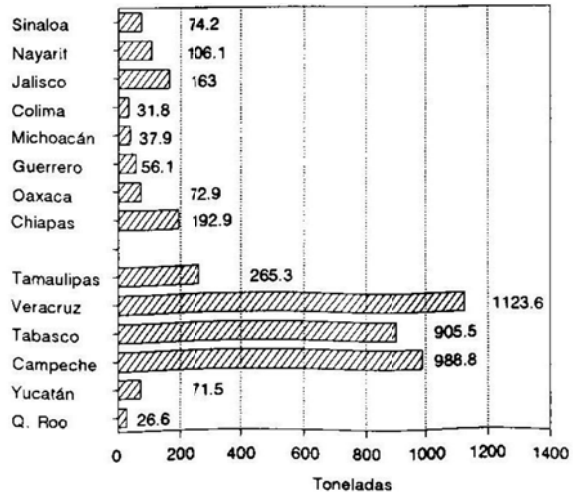


Tabla 2

Captura anual de robalo en la pesqueria mexicana por estados, en el periodo 1980-1989

Entidad	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
BCN									1	
BCS				1	3	9	14	16	11	14
Sonora				2	1	1	5	2		
Sinaloa	119	68	36	52	56	97	64	143	69	38
Nayarit	86	66	56	87	89	89	91	117	188	192
Jalisco		533	628	9	91	7	7	87	159	109
Colima	34		33	15	39	24	53	36	42	42
Michoacán	18	25	258	11	5	6	11	18	10	17
Guerrero		41	105	82	86	58	65	43	46	35
Oaxaca		44	113	126	117	86	56	78	54	55
Chiapas	141	189	322	315	120	143	179	189	153	178
Total Pacífico	463	993	1560	700	607	520	545	729	733	680
Tamps.	137	267	275	198	208	318	201	232	289	528
Veracruz	834	1 072	1 729	1 211	1 163	807	1 068	956	1 219	1 177
Tabasco	866	991	1 120	965	816	1 138	763	679	776	941
Campeche	351	405	658	1 776	1 032	1 322	1 170	1 318	926	930
Yucatán	35	87	130	87	81	82	58	42	34	79
Q. Roo	4	7		14	48	42	44	33	39	35
Total Golfo-Caribe	2 231	2 829	3 919	4 251	3 348	3 618	3 304	3 260	3 283	3 690
Total	2 694	3 822	5 482	4 951	3 955	4 229	3 849	3 989	4 016	4 370

FUENTE: *Anuarios Estadísticos de SEPESCA*.

robalo blanco, el prieto y el chucumite son los más abundantes en el Golfo de México, en yirtud de la escasez del constantino. La captura se ha distribuido en los estados de la forma siguiente: Veracruz (33%); Tabasco (27%); Campeche (29%); Tamaulipas (8%); Yucatán (2%) y Quintana Roo (menos de 1%) (Fig. 5).

Cabe hacer notar que la participación por estado se modificó en la última década con respecto a la anterior, disminuyendo la participación porcentual de Veracruz y Tamaulipas y ascendiendo la de Tabasco y Campeche.

El estado de Veracruz ha tenido grandes fluctuaciones en las capturas. Hasta 1973, las capturas reportaron de 1 000 a 1 500 t, bajando a un promedio de 600 de 1974 a 1980, para recuperarse hacia el inicio de la década de los ochenta con más de 1 000 t anuales, registrán-

Figura 5
Participación de los estados del Golfo-Caribe en la captura de robalo, 1980-1989

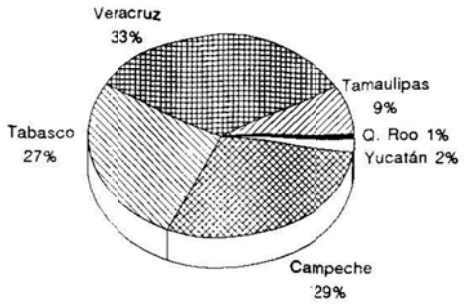
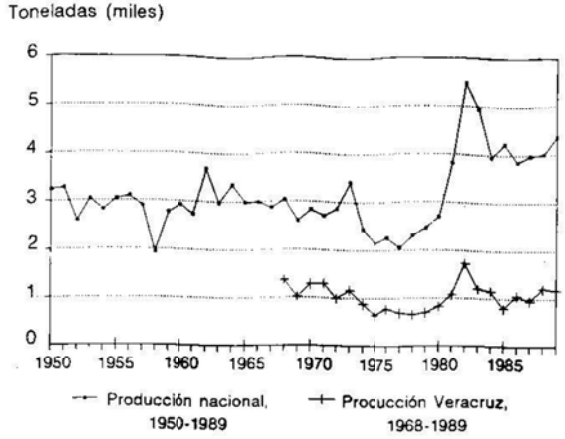


Figura 6
Captura nacional de róbalo y en el estado de Veracruz.



dose 1 177 t para 1989. El promedio anual es de 1 036 t (Fig. 6).

Cabe anotar que los registros de captura para los años de 1945 a 1950, en el estado de Veracruz, arrojaron cifras de 2 a 4 mil toneladas, y que a partir de esa fecha no se ha repetido. Las Oficinas de Pesca de la entidad con mayores volúmenes de captura promedio anual de 1988 a 1991 son: Ciudad Cuauhtémoc 134 t, Pánuco 185, Tamiahua 65, Tecolutla 28, Nautla 51, Veracruz 34, Alvarado 221, Tlacotalpan 63, Coatzacoalcos 293, y La Laja, Naranjos y Tuxpan con menos de 20 ton. El porcentaje de participación por zonas se presenta como sigue: zona norte (Ciudad Cuauhlémoc, Pánuco, La Laja, Naranjos, Tamiahua y Tuxpan) con el 37%; zona centro (Tecolutla, Nautla, Veracruz, Alvarado, Tlacotalpan y Catemaco) 37%; y la zona sur (Coatzacoalcos) con el 26%. Destacan por sus registros las Oficinas de Pesca de Coatzacoalcos (25.5%), Alvarado (19.2%) y Pánuco (16.1%), (Tabla 3 y Fig. 7).

Figura 7
Registros de captura de robalo por Oficina de Pesca en Veracruz, 1988-1991

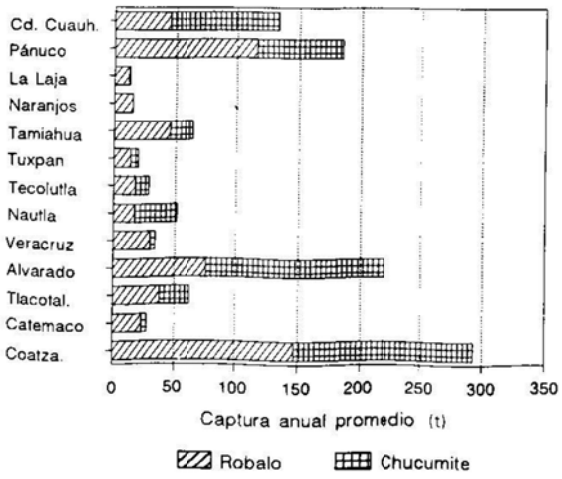


Tabla 3

Captura promedio por Oficina de Pesca en Veracruz, en el periodo 1988-1991

Oficina	(kg) Robalo	Chucumite	Total
Cd. Cuauh.	44 894	88 733	133 627
Pánuco	116 249	68 610	184 859
La Laja	11 965	854	12 819
Naranjos	14 824	255	15 079
Tamiahua	45 727	19 374	65 101
Tuxpan	13 660	5 818	19 478
Tecolutla	17 431	11 033	28 465
Nautla	17 382	33 924	51 306
Veracruz	29 968	3 742	33 710
Alvarado	76 768	144 041	220 809
Tlacotal.	37 984	25 334	63 319
Catemaco	23 697	3 891	27 588
Coatzacoalcos	147 103	145 862	292 966
Total	597 657	551 475	1 149 132

FUENTE: Delegación Federal de Pesca en Veracruz.

El estado de Tabasco ha tenido un comportamiento similar a Veracruz, con una declinación importante de 1973 a 1979, disminuyendo su captura anual de 923 a 451 t, recuperándose hacia 1980 y respondiendo al incremento de las embarcaciones menores. El registro obtenido para 1985 fue de 1 138 t, disminuyendo en los años subsecuentes, no obstante el crecimiento continuo de la flota menor, capturando en 1989, 941 t. Las oficinas con mayor registro en este estado son Villahermosa, Frontera, Puerto Ceiba, Sánchez Magallanes y Emiliano Zapata.

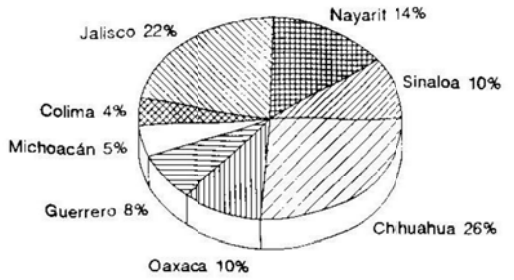
Campeche registró capturas alrededor de 250 y 400 ton por año, durante la década de los setenta; sin embargo, para 1982 registró un importante ascenso en la flota menor, subiendo de 1 135 a 1 993 lanchas (76% de un año a otro) lo cual se vio reflejado en las capturas de robalo que, a partir de ese año, superaron las mil toneladas anuales. No obstante el crecimiento sostenido de flota, durante 1988 y 1989 las capturas no llegaron a las mil toneladas. Las oficinas que registran mayor captura son Ciudad del Carmen, Isla Aguada y Champotón.

En el litoral del Pacífico, en todos los estados, a excepción de Baja California y Sonora, cuya producción es incipiente, los registros de las capturas de robalo durante el periodo 1980-1989 se distribuyen de la siguiente manera: Chiapas 26%, Nayarit 14%, Sinaloa 10%, Jalisco 22%, Oaxaca 10%, Guerrero 8%, Michoacán 5% y Colima 4% (Fig. 8).

En Sinaloa, las capturas han sido oscilantes con tendencia descendente. En la última década, de 188 t registradas en 1980, se registraron

Figura 8

Participación de los estados del Pacífico en la producción de robalo, 1980-1989



38 para 1989; el promedio anual de capturas es de 89 toneladas.

En Nayarit, los registros se presentan inconsistentes, con fluctuaciones que van de 30 a 192 toneladas anuales, obteniendo un promedio de 87 t anuales; a partir de 1983 se observa un crecimiento sostenido, llegando a las 192 t en 1989, coincidiendo el incremento con el crecimiento de la flota menor.

Chiapas es el estado con mayor volumen registrado en el Pacífico, sin considerar dos años cuyos registros fueron excepcionales: 1982-1983. Su tendencia ha ido en ascenso, de 120 t registradas en 1984 se obtuvieron 178 para 1989. Dicho incremento se mantiene a la zaga del crecimiento de la flota menor.

Temporada de captura

De acuerdo a los registros de captura mensual durante el periodo 1968-1979 de la SEPESCA, la distribución porcentual promedio de las capturas por estado litoral en el Pacífico muestra que la pesquería se realiza durante todo el año, con diferente intensidad y rendimientos a lo largo del mismo. (Tabla 4 y Fig. 9).

En Sinaloa, las capturas se observan con leves fluctuaciones, siendo los meses más altos mayo, agosto y octubre; en Nayarit, a partir de enero las capturas se elevan gradualmente, para llegar a su máximo en octubre, con un 17% del total anual; en Chiapas, no obstante que las fluctuaciones no son prominentes, se presentan dos picos de abundancia en febrero y junio-julio.

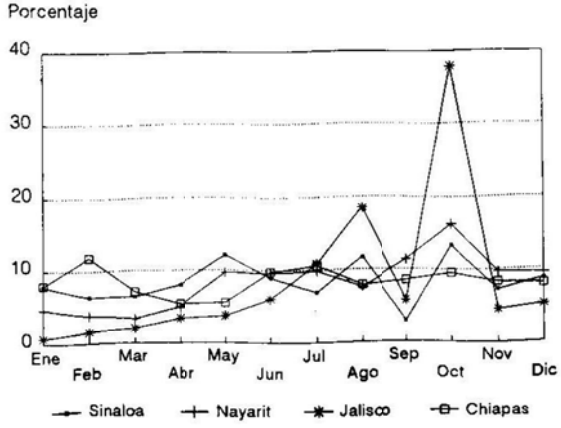
En los estados del Golfo de México, Veracruz presenta las capturas más fluctuantes, con dos picos notables en marzo y julio: a la pri-

Tabla 4
Estacionalidad de las capturas de robalo en los estados del litoral Pacífico de 1968 a 1979

	Sinaloa %	Nayarit %	Jalisco %	Chiapas %
Ene	7.79	4.66	0.74	8.00
Feb	6.38	3.80	1.60	11.83
Mar	6.35	3.37	2.02	7.03
Abr	7.94	4.94	3.39	5.35
May	12.06	9.70	3.70	5.49
Jun	8.93	9.62	6.04	9.75
Jul	6.89	9.80	10.32	10.55
Ago	11.64	7.55	18.44	7.82
Sep	2.85	11.30	5.70	8.40
Oct	13.30	16.19	37.91	9.52
Nov	7.20	9.63	4.53	8.30
Dic	8.60	9.44	5.11	7.96
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

FUENTE: Solórzano, com. per.

Figura 9
Estacionalidad de las capturas de robalo en los principales productores del Pacífico, 1968-1979



mera se le denomina localmente la "arribazón de cuaresma", y se atribuye al regreso de los robalos a aguas poco salinas; y el segundo corresponde a la época de reproducción masiva (Tabla 5 y Fig. 10). En Tabasco, se observa el mismo comportamiento, mientras que en Campeche las capturas son regulares a lo largo del año, con leve ascenso hacia diciembre y enero.

Regulación del recurso

La pesquería de este recurso en el Golfo de México está sujeta a una reglamentación desde 1934, en que se estableció una veda del 5 de mayo al 30 de junio para el robalo prieto y blanco, en la zona comprendida de Soto la Marina, Tamps., a Barra de Chachalacas, Ver.; y del 1o. de julio al 15 de agosto de Barra de Chachalacas a Barra Tonalá, en el mismo estado (frontera con Tabasco). El periodo de veda se ha modificado a lo largo del tiempo en diversas ocasiones, a manera de adecuaciones locales, sin ser oficiales; una de ellas abarca tres temporadas de 11 días cada una, establecidas en junio, julio y agosto, que van desde cinco días antes, hasta cinco días después de la luna llena.

Existe una veda oficial para el chucumite en aguas interiores, vigente para el estado de Veracruz durante el periodo del 1o. al 15 de marzo y del 16 al 31 de abril. Para el sureste y el Pacífico no existe veda.

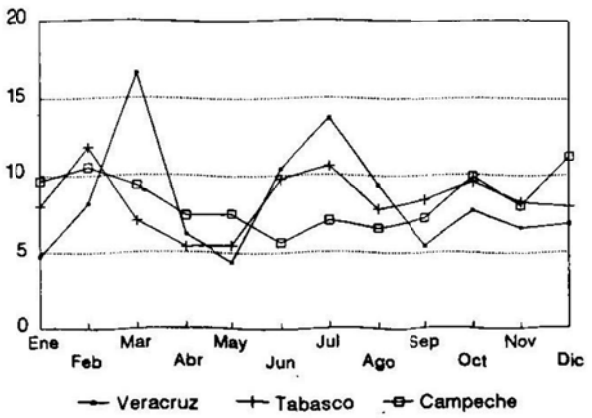
La antigüedad de la disposición que determina el periodo y las zonas de veda, así como la aplicación de las mismas, revela que a corto plazo debe ser revisada y adecuada a las condiciones actuales de este recurso. Al respecto se debe anotar la importancia que reviste la necesidad de estudios precisos para tal fin,

Tabla 5
Estacionalidad de las capturas de robalo en los estados del Golfo de México en 1968 a 1979

	Tamaulipas %	Veracruz %	Tabasco %	Campeche %
Ene	7.48	4.74	10.49	9.65
Feb	5.62	8.18	20.84	10.52
Mar	3.99	16.57	11.03	9.33
Abr	2.45	6.14	4.29	7.37
May	3.10	4.38	4.67	7.54
Jun	3.85	10.41	7.80	5.63
Jul	4.34	13.66	5.63	7.03
Ago	3.86	9.40	5.53	6.58
Sep	7.52	5.44	6.10	7.23
Oct	24.15	7.68	6.10	9.88
Nov	15.37	6.60	6.27	8.05
Dic	18.28	6.80	11.30	11.19
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

FUENTE: Solórzano, com. per.

Figura 10
Estacionalidad de capturas de robalo en los principales productores del Golfo y Caribe, 1968-1979



así como la implementación de otras medidas de regulación indispensables para su conservación.

Costos de operación

Reiterando la indefinición de límites en las operaciones de pesca específicas para el robalo, dado que se realiza como parte de una pesca multiespecífica, aunado a que la captura de la especie varía de acuerdo al arte que se emplee, es difícil precisar los costos de operación.

En referencia al más generalizado, la red agallera, se puede hablar de una faena de pesca con duración de una noche, donde participan de 3 a 5 hombres por lancha y se pueden emplear de 1 a 3 lanchas en una operación. Los aspectos financieros que involucra esta pesca incluyen los activos fijos: embarcación, motor fuera de borda y redes; los costos son variables e implican fundamentalmente el gasto de combustible y lubricante para el motor, así como de hielo para conservar el producto. Los consumos en una faena son sumamente variables, pues dependen del desplazamiento de las lanchas durante la localización del recurso.

Industrialización

Dado el alto precio de este producto, es importante que en la presentación se identifique como tal a la vista del consumidor. Resulta difícil darle un valor agregado mediante su industrialización, por lo que la mayor parte de la producción de robalo (85%) se expende eviscerado, como robalo fresco entero, y en algunos casos entero congelado. El resto (15%), se eviscera y filetea previo a su comercialización, envolviendo individualmente los filetes en plástico o papel encerado expendiéndose congelados. Para obtener un kilogramo de filete se requieren 3 kilos de robalo entero, lo que eleva considerablemente su precio final.

Comercialización

La gran calidad, sabor y apariencia del robalo, le hace merecer una alta estima por parte del consumidor, y catalogarlo como especie fina de escama, lo que establece una demanda asegurada; sin embargo, por su elevado precio, el más alto en el mercado nacional en cuanto a escama se refiere, alcanzando en el Distrito Federal en 1991 un precio promedio al menudeo de $21 830 pesos, resulta poco accesible para la mayoría de la población, teniendo acceso a él consumidores de altos ingresos.

Los robalos del Golfo de México tienen mucha aceptación en los mercados del centro del país, recibiendo el nombre genérico de robalo blanco. La presentación fresco entero es la que acapara la preferencia del consumidor, si bien los filetes tienen gran demanda. En el Distrito Federal, Guadalajara, Monterrey, Veracruz y Mazatlán se comercializan los volúmenes más importantes de este producto. También se exportan pequeños volúmenes a Estados Unidos, tanto en presentación de fresco entero como fileteado o en postas.

Estado actual de la pesquería

El robalo constituye una pesquería de gran importancia a nivel nacional, no sólo por sus excelentes propiedades alimenticias, sino porque nuestro país es uno de los privilegiados al contar con este recurso en ambas costas, siendo especialmen-

te pródigas las aguas del Golfo de México. La gran importancia comercial del robalo, por los volúmenes de captura, la predilección y el alto precio en el mercado, así como su accesibilidad para ser capturado, ha ocasionado la creciente intensidad en su explotación. Las capturas masivas coinciden con las concentraciones de la población en épocas de reproducción, ocasionando que su extracción se verifique precisamente cuando el pez acude a desovar, lo cual atenta contra su preservación.

De acuerdo a su hábitat costero y de aguas interiores; a que es un recurso que, en conjunto con las especies ribereñas, representa la fuente principal de ingresos y de abastecimiento de productos marinos para consumo directo; a que el esfuerzo de pesca es muy susceptible de incremento, manifiesto en el 159% de aumento en la última década, las medidas regulatorias para esta pesquería, existentes hace 58 años, no han conseguido equilibrar el esfuerzo de pesca en relación a la capacidad de recuperación de las poblaciones del recurso.

Otro factor importante es la extracción de la "manjúa" o "tismiche", nombre dado a las grandes concentraciones de especies de peces y crustáceos en etapa juvenil o larvaria que remontan los ríos formando un cordón en los márgenes. A pesar de que esta captura está prohibida, el control oficial no ha conseguido disminuir suficientemente la actividad clandestina. Sumado a lo anterior hay que considerar la creciente contaminación de aguas que reciben residuos industriales, agroquímicos y urbanos.

La investigación científica sobre el recurso, especialmente en México, ha sido hasta la fecha escasa, esporádica, desintegrada y discontinua. Los trabajos publicados al respecto, no obstante su gran calidad y mejor intención, no han tenido una secuencia que permita contar con todos los elementos para normar el manejo de la pesquería.

En Estados Unidos se han realizado diversos estudios relativos a *C. undecimalis*, por ser la especie que se distribuye en las costas de Texas. En México, salvo estudios aislados, de carácter naturalista y descriptivo, los estudios biológicos del grupo se inician a fines de la década de los cincuenta, años en que no se conocían aún todas las especies de robalo. La especie *Centropomus poeyi*, la más abundante en el Golfo de México y al parecer endémica de este sitio, es descrita en 1961 por el biólogo Humberto Chávez. A partir de entonces, los estudios continuaron de forma discontinua y, en suma, ha sido escasa la producción científica relativa, no existiendo hasta la fecha un marco estructural a nivel nacional para organizar y sumar los esfuerzos de las diversas instancias de investigación pesquera del país.

Ante tal situación es de suma importancia generar un programa nacional de estudio y evaluación sistemática de esta pesquería en virtud de su gran importancia económica y su alta vulnerabilidad. La investigación se debe abocar al conocimiento biológico pesquero, con la finalidad de emitir a la mayor brevedad las medidas reglamentarias que permitan su explotación responsable, determinando la captura máxima sostenible y ajustando las vedas y tallas mínimas de pesca a las condiciones actualizadas del recurso.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a las personas que amablemente colaboraron e hicieron posible la realización de este documento, en

especial al Biól. Aurelio Solórzano por su aportación de datos y documentos; y al Ing. Pesq. Antonio Valdez Guzmán por su información referente a artes de pesca.

Bibliografía

AMEZCUA, L.F. y YÁÑEZ, A.A., 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM 7 (1): 69-117.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos.* Dpto. de Pesca. Dirección Nacional del Instituto Nacional de la Pesca. Serie Científica Nº 19. México.

CERVIGON, F. y W. FISHER. 1979. *Catálogo de especies marinas de interés económico potencial para América Latina.* Parte 1-Atlántico centro y suroccidental. Roma, FAO/PNUD, SIC/79/1: 372 p.

CHÁVEZ, E., 1972. Notas acerca de la ictiofauna del estuario del río Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. *Mem IV Cong. Nac. Ocean.* México. Pp. 177-199.

CHÁVEZ, H., 1961. Estudio de una nueva especie de robalo del Golfo de México y redescripción de *Centropomus undecimalis* (Bloch) (Pisc., Centropom). *Ciencia XXI* (2): 75-83.

CHÁVEZ, H., 1962. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del estado de Veracruz. *Revista Ciencia*, Contr. 3 de la Estación de Biología Marina del Instituto Tecnológico de Veracruz. México.

CHÁVEZ, H., 1981. Mercado de robalo prieto *Centropomus poeyi*, en la cuenca del río Papaloapan. *Ciencia Pesquera*: 17-26.

CHIRICHIGNO N., W. FISHER y C.E. NAUEN (comps). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico potencial para América Latina.* Parte 2-Pacífico centro y suroriental. Roma, FAO/PNUD, SIC/82/2: 599 p.

FUENTES, C.D., 1973. *Contribución al conocimiento de la biología del robalo prieto (Pisces, Centropomus poeyi Chávez) en el área de Alvarado, Ver. México.* Instituto Nacional de la Pesca. México.

GUITART, D.J., 1977. *Sinopsis de los peces marinos de Cuba*, Tomo 3. Academia de Ciencias de Cuba, Cuba.

GILMORE, R.G., DONOHOE CH. J. y COOKE D.W., 1983. *Obsevations on the distribution and biology of east central Florida populations of the common snook (C. undecimalis Bloch).*

HERNÁNDEZ, S.A., 1987. *Biología y pesquería del robalo blanco (Centropomus undecimalis , Bloch) en el río San Pedro, Tabasco.* Informe Técnico. Instituto Tecnológico del Mar. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP. México.

MARSHALL, A.R., 1958. A survey of the snook fishery of Florida, with studies of the biology of the principal species, *Centropomus undecimalis* (Bloch). *Fla State Bd. Conser. Tech. Ser.* 22: 5-37.

RAMÍREZ, E., *et al.*, 1965. *Estudios preliminares sobre los peces marinos de México.* Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras de la SIC. Vol. I. México.

RAMÍREZ, G.R., 1962. Los Robalos. *Revista El Pescador*, 5:12-18.

RUIZ, D.M., 1978. *Recursos pesqueros de la costa de México.* Ed. Limusa, S.A de C.V. México.

SÁNCHEZ, G.P., YÁÑEZ A., A. y AMEZCUA L.F., 1981. Diversidad, distribución y abundancia de las especies y poblaciones de peces demersales de la Sonda de Campeche (Verano 1978). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol.* UNAM 8:(1): 209-240.

SECRETARÍA DE PESCA. 1980. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1981. *Anuario Estadístico Pesquero.* 1981. Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1982. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1983. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1984. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1985. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1986. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1987. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1988. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

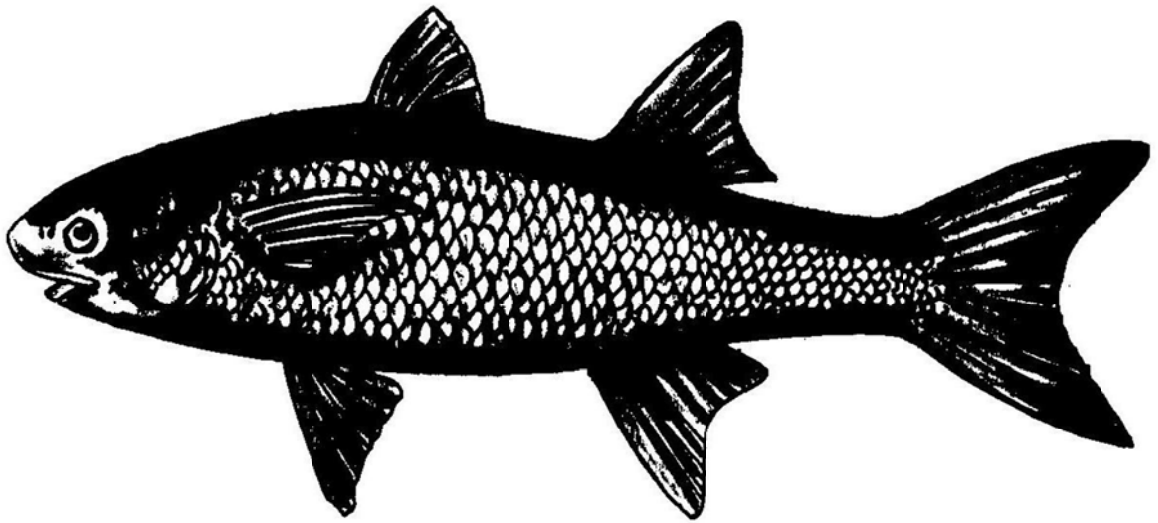
SECRETARÍA DE PESCA. 1989. *Anuario Estadístico Pesquero.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

VOLPE, A.V., 1959. Aspects of the biology of the common snook *Centropomus undecimalis* (Bloch), of southwest Florida. *Fla. State Bd. Conser. Tech. Ser., 31.* USA.

YÁÑEZ A., A., SÁNCHEZ G. P., VILLALOBOS Z. G. y RODRÍGUEZ C.R., 1985. Distribución y abundancia de las especies dominantes en las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental mexicana del Golfo de México. En: *Recursos pesqueros potenciales de México; la pesca acompañante del camarón.* Prog. Univ. de Alimentos, Ins. Cienc. Mar y Limnol., Inst. Nal. de la Pesca. UNAM. México. Pp. 315-398.

ZAMUDIO, S.L., 1987. *Estudio comparativo del robalo prieto (Centropomus poeyi) en Alvarado, Ver.* Informe Técnico. Instituto Tecnológico del Mar. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP.

Lisa



LA PESQUERÍA DE LISA

Javier Vasconcelos Pérez
Susana Sanchez González
Lilia Schultz Ruiz
Dirección de Análisis de la Pesquerías, INP

Recurso pesquero

Especies que conforman el recurso

La pesquería de lisa en México está soportada por dos especies: *Mugil cephalus* y *Mugil curema*. Ambas presentan características morfológicas semejantes, habitan ecosistemas comunes y sus hábitos alimenticios y de reproducción son también similares.

En la época de reproducción, las lisas se concentran formando cardúmenes que migran de las lagunas costeras hacia el mar, en donde se lleva a cabo el desove. Para los habitantes de las zonas litorales y lagunas costeras, este recurso adquiere importancia social y económica, porque se destina para abasto popular y carnada. En la temporada de reproducción se comercializa la hueva de lisa (gónada), que alcanza un valor elevado y tiene gran demanda en el mercado exterior.

La temporada de reproducción es la más crítica para las especies, ya que al mismo tiempo que tiene una gónada valiosa, es muy vulnerable al arte de pesca.

Se capturan con redes agalleras y tamaños promedio de malla de cuatro pulgadas para la lisa y tres para la lebrancha; sin embargo pueden quedar atrapadas, lisas o lebranchas, en ambas redes. Lo mismo sucede con la atarraya, chinchorro o atravesada, en las que además quedan atrapadas otras especies.

Posición taxonómica

Phyllum:	Vertebrata
Serie:	Pisces
Clase:	Teleostomi
Subclase:	Actinopterygii
Orden:	Mugiliformes
Familia:	Mugilidae
Género:	*Mugil* (Linné, 1758)
Especie:	*Mugil cephalus* (Linné, 1758)
Especie:	*Mugil curema* (Cuvier y Valenciennes, 1836)

Estas especies se conocen comúnmente con los siguientes nombres regionales:

- *Mugil cephalus*: Lisa, lisa macho, cabezuda, cabezona, churra, curisma y striped mullet.
- *Mugil curema*: Lebrancha, churra y white mullet.

Distribución geográfica

La lisa es una especie cosmopolita de mares tropicales y templados. En las costas americanas se conoce desde Cabo Cod, Canadá, hasta Brasil en el Atlántico y desde Monterey, Cal., hasta Chile, en el Pacífico. En México es común en ambas costas.

La lebrancha también es cosmopolita, habita mares cálidos y templados y es conocida en ambas costas de América. En el Atlántico se localiza desde Cabo Cod hasta Brasil y en el Pacífico desde las costas del Golfo de California hasta Chile (SIC, 1976). En México se localiza a lo largo de ambas costas y es más abundante en las lagunas costeras y litorales de los estados del norte del Golfo de California, Sinaloa, Nayarit, Oaxaca y Chiapas, en el Pacífico y hacia el noreste del Golfo de México en las costas de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Campeche, principalmente en las Lagunas: Madre y San Andrés, en Tamaulipas; Tamiahua, Pueblo Viejo, Mandinga y Alvarado, en Veracruz; y Términos, en Campeche (Meza Flores, 1985, García, 1982, Briones, 1983, Chávez, 1985, Rodríguez *et al.*, 1985 y Ramos, 1986).

Hábitat y ecología

Tanto la lisa como la lebrancha se localizan en mar abierto y en aguas costeras, incluyendo playas, bahías, lagunas costeras, esteros, manglares y ríos con mareas. Habitan en aguas turbias de fondos limosos en los trópicos; también frecuentan aguas claras sobre fondos arenosos de coral y acantilados rocosos (Cervigón, 1967). Ambas pasan la mayor parte de su ciclo biológico en aguas protegidas, y durante el periodo de reproducción se congregan en cardúmenes para emigrar a la zona costera donde realizan el desove; posteriormente las larvas migran hacia las áreas de aguas protegidas en donde se llevarán a cabo las etapas de alimentación y crecimiento, hasta la fase adulta.

Presentan una amplia tolerancia a la salinidad, encontrándose lo mismo en aguas dulces que en hipersalinas; se alimentan de detritus orgánico, algas filamentosas y ocasionalmente de ostrácodos, nemátodos, foraminíferos, microgasterópodos, anélidos, isópodos y diatomeas bentónicas (Patnaik, 1966; Randall, 1967; Yáñez-Arancibia, 1976 y 1978). Compiten por el alimento con: el macabí (*Elops saurus*), la trucha (*Cynoscion nebulosus*) y la lacha (*Brevoortia patronus*), entre otros (Darnell, 1961). Algunos autores encontraron una estrecha relación entre el camarón y la lisa en cuanto a sus hábitos alimenticios (Carranza, 1972; García, 1982). Entre sus enemigos naturales se encuentran las siguientes especies: *Sciaenops ocellata*, *Cynoscion nebulosus* (Gunther, 1945), *Lepisosteus osseus*, *Paralichthys lethostigma*, *Cacharinus leucas;* Cervigón (*op. cit.*) menciona que los juveniles de *Pomatomus saltatrix* persiguen a los de lisa.

Ambas especies son migratorias, es decir, realizan desplazamientos en determinadas épocas del año para efectuar la reproducción; se intercalan periodos sedentarios relativamente tróficos con movimientos locales, consistentes en general de desplazamientos dentro de los estuarios en busca de alimento (Subrahmanyam y Drake, 1975 y Thompson, 1953). La época de migración varía año con año. Empieza con un incremento en el tamaño de los cardúmenes, seguido por movimientos corriente abajo en los ríos y estuarios hacia mar abierto, lo que se conoce como corrida reproductora. Estos movimientos están influenciados por los cambios en la temperatura, ya que se realizan cuando comienza a elevarse, y disminuyen hacia el verano y otoño, siendo más tardío en los trópicos y subtrópicos, como es el caso del

norte de la República Mexicana, donde la temporada de reproducción se prolonga hasta el invierno.

Reproducción y crecimiento

Uno de los aspectos más importantes para el conocimiento del ciclo de vida de una especie es la reproducción. La investigación en este aspecto para las especies de lisas ha estado encaminada al conocimiento de la temporalidad y de la fecundidad. Existen diversos trabajos que describen la entrada de individuos reclutas a la pesquería, la cual coincide con su primera temporada de desove. Márquez (1974) hace una aportación sobre el comportamiento reproductor y crecimiento de la lisa en la Laguna de Tamiahua, Ver.

En el norte del Golfo de México la temporada de reproducción de la lisa comienza en el mes de octubre, presentando previamente una etapa de crecimiento en volumen (engorda) en las partes altas de las lagunas, iniciando un desplazamiento hacia el mar en el mes de noviembre, donde el desove alcanza su mayor intensidad, disminuyendo notablemente a finales de diciembre y enero. La lebrancha inicia el ciclo de desove en enero, alcanzando su máximo nivel en febrero y culminando hacia junio (García, 1980; Ibáñez, 1989; y Mendizábal y Vasconcelos, 1978).

En el Pacífico se observa que la lisa se encuentra madura durante los meses correspondientes a otoño e invierno, con un periodo de plena madurez y actividad desovante, evidente a partir del mes de noviembre, prolongándose hasta febrero, con dos variantes: en el Pacífico norte, el máximo desove se presenta en diciembre y enero, y en el Pacífico sur, específicamente en el Golfo de Tehuantepec, el máximo ocurre entre noviembre y diciembre (Briones, 1981 y Ramos, 1986). Mientras, la lebrancha presenta un amplio periodo de reproducción que permite distinguir una variación de la maduración en tiempo y espacio, de tal manera que en el Pacífico norte se encuentra madura y desovando entre los meses de mayo a julio, y en el Pacífico sur entre mayo y agosto (Briones, 1981, y Ramos, 1986). Por lo anterior, se observa que los periodos de reproducción de ambas especies se traslapan parcialmente.

La fecundidad es uno de los aspectos tratados como un parámetro poblacional importante con valor para diversos estudios biológico-pesqueros, como es el cálculo del potencial reproductor de una población para la estimación de la sobrevivencia desde la fase de huevo hasta el reclutamiento. Forma parte del análisis del ciclo de vida para calcular el tamaño de la población en el mar y es importante su uso en acuacultura para el proceso de desove e incubación de huevos. Se define como el mecanismo compensatorio a la mortalidad, expresado en el número de óvulos de un individuo o de una población en un solo desove.

Se han hecho diferentes estimaciones de este parámetro en las áreas de mayor abundancia, como son el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Baja California y Sinaloa, cuyos resultados se presentan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1
Fecundidad de la lebrancha (*Mugil curema*)

Número óvulos	Método	Número de ejemp.	Tallas cm	Loc.	Autor	Año
283 000	Gravim.	25	22-27	Ver.	Vasconcelos	1987
780 787	Gravim.	27	21-29	Oax.	Ramos	1986
954 900	Histolog.	381		Nay.	Villaseñor	1990

Tabla 2
Fecundidad de la lisa (*Mugil cephalus*)

Número óvulos	Método	Número de ejemp.	Tallas cm	Loc.	Autor	Año
1 842 180	Volum.	14	44-56	Tampico	Solis	1966
910 000	Gravim.	45	32-44	Tamps.	Vasconcelos	1987

Tabla 3
Lisa. Talla y peso de primera madurez

Talla M	Talla H	Peso M	Peso H	Localidad	Autor	Año
33	33-46			Florida	Jacot	1920
33	35			Florida	Hubbs	1921
23-29	24-31	300	310	Florida	Broadhead	1953
	25			Florida	Stenger	1959
	23-27	232	232	Florida	Greeley	1987
24	25.8			G. de México	Thompson	1963
	20			Tamaulipas	Díaz	1980
33.2	37.4	208	217	Tamaulipas	García	1982
	31.8		338	Veracruz	Ibáñez	1989

Tabla 4
Lebrancha. Talla y peso de primera madurez

Talla M	Talla H	Peso M	Peso H	Localidad	Autor	Año
	26	166	183	Tamaulipas	García	1982
18.9	21.9			Tamaulipas	Dueñas	1981
	27			Veracruz	Rivera	1981
20	20			Cuba	Álvarez	1976
18.6	20.4	60.2	68.8	Veracruz	Ibáñez	1989

En cuanto a la talla y peso de la primera madurez para ambas especies, se presentan las tablas 3 y 4, tomadas de Ibáñez (1989).

La estimación de los parámetros de crecimiento ha sido definida por diversos autores, en ambos litorales y para las dos especies, como se señala en las tablas 5 y 6.

Descripción de las operaciones de pesca

Unidad de pesca

Las embarcaciones empleadas en la captura son las llamadas menores, construidas de madera o fibra de vidrio, propulsadas con motor fuera de borda. Las características de las embarcaciones son:

- Eslora: de 5.5 a 9 m.
- Capacidad de carga: 1 a 2 ton.
- Motor fuera de borda de 15, 25 y 40 HP marca Evinrude, Johnson y Yamaha.
- Neveras: 400 kg de capacidad (algunos), (Tabla 7).

Artes de pesca

Para la captura de la lisa y la lebrancha se utilizan artes y métodos de pesca similares, y en los más de los casos son capturadas con la misma red.

Red agallera

La red agallera es conocida también como tendal. Está compuesta por una relinga superior llamada línea de flotadores y una inferior con plomos. Su

longitud varía entre 200 y 300 metros y su altura de 2 a 4 metros. La abertura de la malla es de 2 a 3 pulgadas.

El material de construcción es nylon monofilamento color blanco, verde o azul del número 0.55. Los cabos son de polipropileno o polietileno de 8 a 6 mm de diámetro. Las boyas son de poliuretano número C-4 y C-5. Los plomos son de 50 a 100 gramos cada uno.

La red se opera de dos maneras diferentes. En la primera se utiliza como red de cerco de enmalle, para lo cual los pescadores a bordo de la embarcación, después de localizar el cardumen, lo rodean con la red, formando un círculo. Posteriormente apalean el agua y golpean la lancha provocando ruido para que los peces se espanten, y al intentar huir se enmallen, procediendo a recolectar la red con la captura por uno de sus extremos.

Atarraya

Es un arte cónico formado por paño de red, con tamaño de malla que varía de 1.0 a 2.75 pulgadas. El material de construcción es monofilamento; el diámetro varía de 2 a 5 metros y está bordeado por una línea de plomos de 3 a 6 mm de diámetro, sobrecabo de seda o propileno. El centro de la red se encuentra sujeto por un destorcedor unido a un cordel de 3 a 6 metros de largo, en cuyo extremo se hace un nudo con el que se ata a la mano del pescador (Villaseñor, 1988).

Es un arte de pesca individual que se maneja desde embarcaciones menores o desde la orilla. Esta red se lanza formando un círculo con plomos en el borde, que al caer cubre a los peces. Los bordes se van juntando, se cierra la red y se atrapan los peces.

Tabla 5
Lisa. Parámetros de crecimiento

Localidad	L	K	T	Autor	Año
Tamiahua	482.36	0.2542	0.6074	Díaz	1987
Tamiahua	510.0	0.3425	0.114	Márquez	1974
Oaxaca	646.7	0.3455	0.67	Ramos	1986
Oaxaca	432.35	0.2977	0.5980	Antonio	1986
Oax.-Chis.	458.172	0.2553	0.8013	Ramos	1985

Tabla 6
Lebranche. Parámetros de crecimiento

Localidad	L	K	T	Autor	Año
Tamaulipas	413.0	0.45	0.56	García	1980
Oaxaca	516.0	0.29	0.18	Ramos	1986
Colima	260.0	0.3377	2.33	DEPES	1979
Oax.-Chis.	400.0	0.22	0.3275	Ramos	1985
Mayar (H)	355.6	0.289	1.23	Villaseñor	1988
Mayar (M)	319.25	0.4154	−0.8346	Villaseñor	1988

Chinchorro

Es un arte compuesto por varias secciones de paño. Opera al arrastre sobre la playa. Su construcción se basa en un conjunto de paños con una bolsa central y dos alas sujetas a una relinga inferior de plomos y lastre para permitir la formación de una pared de trabajo y bolsa, así como un ajuste al fondo que no permite el escape de las especies. La longitud va de 150 a 300 m y la altura de la bolsa puede llegar a 6.5 metros con abertura de malla entre 2 a 2.5 pulgadas, mientras que la de las alas va de 3 a 6 pulgadas.

El material empleado es nylon multifilamento del número 16 y 18, mientras que el copo tiene nylon número 12 o 14. Es un arte de arrastre o

Tabla 7
Embarcaciones inscritas en el *Registro Nacional de la Pesca 1989*

Entidad	Embarcaciones para la pesca ribereña
Baja California	2 235
Baja California Sur	2 186
Sonora	2 794
Sinaloa	7 618
Nayarit	1 947
Jalisco	2 577
Colima	1 047
Michoacán	3 105
Guerrero	4 212
Oaxaca	2 531
Chiapas	4 722
Total del Pacífico	34 974
Tamaulipas	5 650
Veracruz	15 236
Tabasco	6 014
Campeche	2 872
Yucatán	1 760
Quintana Roo	956
Total del Golfo de México	32 488

FUENTE: Secretaría de Pesca, *Anuario Estadístico, 1989.*

barrido. Se cala un extremo del arte en la orilla de la playa y se trata de encerrar al cardumen con el resto de la red, auxiliándose de una lancha rápida, la cual se desplaza en forma de semicírculo dirigiéndose a la playa. Posteriormente se recobra la red por ambos lados hasta llegar al copo, el cual se saca a la playa y se recoge el producto.

Atravesada

Es un arte de pesca fija que se usa en Tarabitas (Laguna de Tamiahua, Ver.), en la época en que esta especie migra al mar. Se coloca atravesando el canal de las lagunas —una hondonada—, que comunica Tarabitas con la Laguna de Tamiahua. La red tiene una longitud máxima de 173 metros con una luz de malla de 12 a 13 cm y 4.60 a 5 metros de altura (López, 1982).

Captura del recurso

Áreas de captura

Básicamente la captura del recurso se realiza en los siguientes sistemas lagunarios:

Sonora: Bahía Yavaros.
Sinaloa: Sistema Lagunar Huizache-Caimanero-Teacapán, Ensenada del Pabellón, La Reforma, Topolobampo (Bahía Chuira) y Huitusi-El Coloradito.
Nayarit: Sistema Lagunar Agua Brava, Estero San Cristóbal, Sistema Pozo Rey y Bahía Matanchén.
Jalisco: Vallarta, Melaque, Barra de Navidad.
Colima: Cuyutlán.
Michoacán: Colola, Lázaro Cárdenas.
Guerrero: Zihuatanejo, Papanoa, Coyuca, San Marcos y Chautenco.
Oaxaca: Laguna de La Pastoría, lagunas Inferior, Oriental, Occidental y Mar Muerto.
Chiapas: Arriaga, Paredón, Tonalá.
Tamaulipas: Laguna Madre, Laguna Morales, Río Soto La Marina, Barra del Tordo, Barra de Ostiones, La Pesca y Laguna San Andrés.
Veracruz: Complejo Lagunar Pueblo Viejo-Tamiahua-Tampamachoco, Mandinga y Sontecomapa, Alvarado.
Tabasco: Machona y Mecoacán, Sánchez Magallanes y Frontera.

Campeche: Laguna de Términos, Champotón.
Yucatán: Celestún.

Temporada de captura

La lisa y la lebrancha se capturan durante todo el año; sin embargo, la mayor abundancia se obtiene cuando se concentran en grandes cardúmenes superficiales cerca de la costa, durante su migración reproductiva, que es cuando se denomina lisa gorda.

La información sobre la producción mensual por estado, resumida en las tablas 8 y 9, se obtuvo de los *Anuarios Estadísticos* de la Secretaría de Pesca y en ellos se observa la temporalidad de las dos especies en ambos litorales.

Comportamiento de la captura

En 1989, la producción nacional de lisa fue de 12 875 t, correspondiendo el 62.2% al Golfo de México y el 37.8% al Pacífico.

El comportamiento de la captura de lisa en el Pacífico ha registrado un descenso de 4 000 toneladas en los últimos 9 años. Esta captura se ve grandemente influenciada por el comportamiento de la del estado de Sinaloa, que registró una baja de 3 400 toneladas en 1982 a 1 062 en 1989 (Fig. 1). Hasta 1985, el segundo estado en producción en el Pacífico fue Sonora, mostrando una captura constante a lo largo de los años, misma que osciló entre 1 840 t en 1982 a 533 en 1989, con un promedio de 1 065 en este periodo.

Sin embargo, a partir de 1985 este segundo lugar es ocupado por el estado de Oaxaca, cuya captura ha mostrado variaciones que alcanzan un máximo de 2 211 t en 1986, y descienden bruscamente a 939 en 1987, manteniéndose como

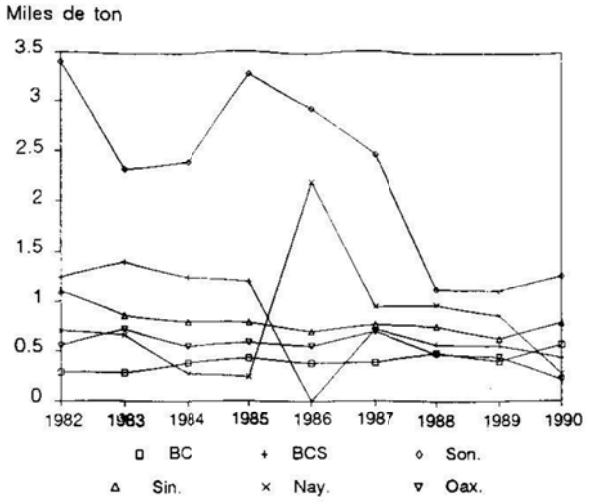
Tabla 8
Temporada de captura de lisa

Estado/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pacífico												
B. California		x	x						x	x		
B. Cal. Sur		x	x						x	x		
Sonora		x	x						x	x		
Sinaloa		x	x						x	x		
Nayarit								x	x	x		
Jalsco		x	x	x							x	
Colima				x	x			x	x	x	x	
Michoacán			x	x					x			
Guerrero	x		x	x	x	x	x	x	x	x		
Oaxaca		x	x	x		x	x		x	x		
Chiapas			x					x			x	
Golfo de México												
Tamaulipas										x	x	x
Veracruz								x		x	x	x
Tabasco								x		x		
Campeche									x			x
Yucatán	x										x	
Q. Roo											x	

Tabla 9
Temporada de captura de lebrancha

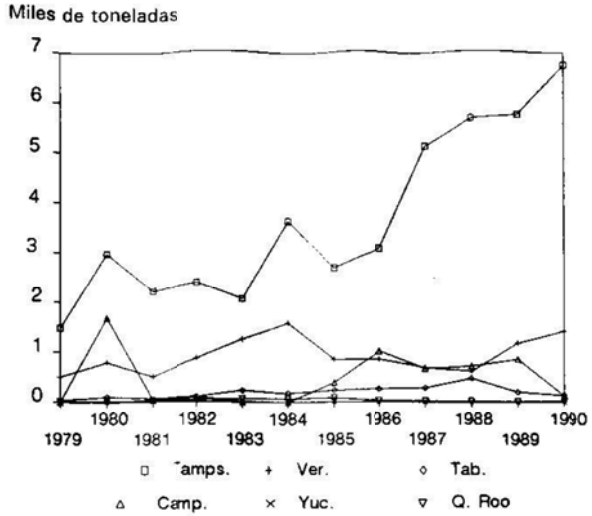
Estado/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pacífico												
Sonora	x	x									x	x
Chiapas								x	x	x	x	x
Golfo de México												
Tamaulipas											x	x
Veracruz										x	x	x
Campeche			x					x		x	x	x

Figura 1
Captura de lisa en el Pacífico, 1982-1990



FUENTE: *Anuarios Estadísticos* de la Secretaría de Pesca.

Figura 2
Captura de lisa en el Golfo de México, 1979-1990



FUENTE: *Anuarios Estadísticos* de la Secretaría de Pesca.

segundo lugar productor del Pacífico de 1987 a 1989.

La captura en los estados de Nayarit y Chiapas tiene un comportamiento muy estable, cuyo promedio a lo largo de 8 años es de 800 t para Nayarit y 624 para Chiapas.

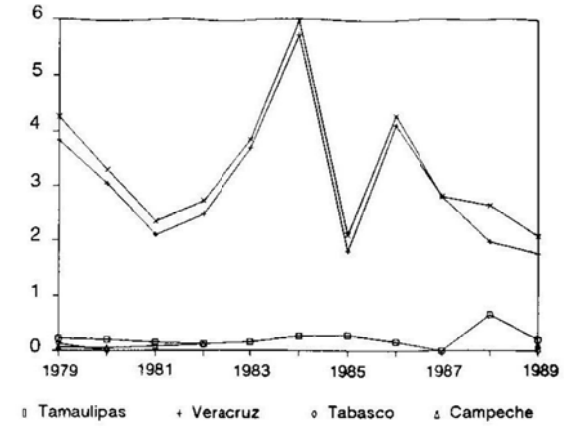
En el Golfo de México, el estado de mayor producción, que está en constante ascenso, es Tamaulipas, con una captura de 1 481 t en 1979 a 5 818 en 1989 (Fig. 2). El segundo es Veracruz, el cual muestra una recuperación a partir de 1988. El tercero en importancia para la pesquería de lisa es Campeche, que muestra oscilaciones y una caída en 1990. Tabasco, Yucatán y Quintana Roo contribuyen con un bajo porcentaje a la captura del Golfo de México.

La capturanacional de lebrancha en 1989 fue de 2 206 t, siendo el 94% producido en el Golfo de México y el 6% en el Pacífico.

De 1979 a 1989 la captura de lebrancha muestra una tendencia a la baja, con una máxima captura en 1984 en la que casi alcanza las 6 000 t, sin embargo, el promedio de las capturas anuales a lo largo de 10 años está muy por debajo de esta cifra (Fig. 3).

El mayor volumen se obtiene en el estado de Veracruz. a pesar de que, excluyendo los años de 1984 y 1986 que fueron francamente altos, muestra una tendencia a la baja. El segundo estado en producción es Tamaulipas, mostrando una captura constante, sin grandes variaciones a lo largo de 10 años.

Figura 3
Captura de lebrancha, Golfo de México
Miles de toneladas



FUENTE: *Anuario Estadístico* de la Secretaría de Pesca.

Regulación del recurso

Antecedentes

A partir de 1927 se ha venido reglamentando la pesquería de lisa y lebrancha, tomando en consideración distintos aspectos, tanto de las características biológicas de las especies (talla mínima de captura y madurez sexual), como de los artes de pesca (luz de malla) para áreas restringidas o para todo el país, sufriendo diferentes cambios desde entonces a la fecha.

La necesidad de reglamentar la pesquería se hizo evidente, primero en la costa del noroeste, donde se restringió la captura de ambas especies desde Bahía Santa María hasta los límites de Sinaloa y Sonora. En 1933 se estableció la veda para el litoral del Golfo de México.

Con el tiempo, la veda ha sufrido modificaciones, como consecuencia de un mayor conocimiento de la naturaleza, dinámica del recurso, y de las condiciones socioeconómicas en las que incide la pesquería.

Estimaciones de la temporada de veda

Tanto la lisa como la lebrancha se destinan para abasto popular y como carnada para la captura de otras especies. Sin embargo, en la temporada de reproducción se comercializa la hueva (gónada), la cual alcanza un valor muy elevado (comparado con los especímenes) y tiene gran demanda en el mercado exterior. La temporada de reproducción es la más crítica para estas especies, ya que al mismo tiempo que tiene una gónada valiosa, es vulnerable al arte de pesca, por lo que se considera que es esta etapa la que debe protegerse para garantizar la reproducción y permanencia de la especie como recurso.

En el norte de Veracruz y sur de Tamaulipas, el periodo de maduración y desove de la lisa (proceso de reproducción) se presenta entre los meses de octubre y enero, mientras que la lebrancha lo realiza entre diciembre y abril, muestra evidente de una sobreposición del proceso reproductivo de ambas especies en los meses de diciembre y enero, por lo que, tratando de encontrar un equilibrio biológico y socioeconómico, se busca el aprovechamiento del recurso, parcialmente en el periodo de reproducción (cuando la hueva alcanza un alto valor comercial). Considerando lo anterior y que ambas especies se capturan al mismo tiempo, así como en el mismo espacio geográfico, se propuso un periodo de veda simultáneo para ambas especies, pretendiendo el aprovechamiento y protección del recurso, sin descuidar las actividades socio-económicas y la fácil aplicación de la norma (Vasconcelos y Sánchez, 1989).

En el Pacífico, la lisa se reproduce durante otoño-invierno (noviembre a febrero) con dos modalidades: en la parte norte entre diciembre y enero, y en la parte sur de noviembre a diciembre mientras que la lebrancha lo hace aparentemente durante todo el año, aunque masivamente de marzo a junio. Por lo cual la veda para ambas especies se da en épocas diferentes para el norte y el sur del Pacífico.

Tallas mínimas de captura

La talla mínima de captura se ha dado con base en la talla de primera madurez, la cual es diferente para cada especie; en la lisa se alcanza aproximadamente a los dos años y en la lebrancha a los tres, de tal modo que para el Golfo de México, la talla mínima de captura de la lisa (longitud total) es de 31 cm y de la lebrancha de 26 cm. Para el Pacífico la reglamentación es la misma.

Regulaciones específicas y locales

La reglamentación de las especies que nos ocupan es diferente para ambos litorales, ya que cada pesquería tiene características regionales propias.

Actualmente la regulación para el litoral del Pacífico es la siguiente:

Región noroeste

Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco.

Veda:	Lisa: 1o. de diciembre al 31 de enero.
	Lebrancha: 1o. de abril al 30 de junio.
Luz de malla:	Lisa: 3.5 pulgadas, 89 mm.
(agalleras)	Lebrancha: 2.75 pulgadas, 71 mm.
Talla mínima:	Lisa: 30 cm.
	Lebrancha: 28 cm.

Región del Pacífico centro y sur

Aguas litorales de Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Veda:	Lisa: 1o. de noviembre al 31 de diciembre.
	Lebrancha: 15 de mayo al 15 de julio.
Luz de malla:	Lisa: 3.5 pulgadas, 89 mm.
(agalleras)	Lebrancha: 2.75 pulgadas, 71 mm.
Talla mínima:	Lisa: 30 cm.
	Lebrancha: 28 cm.

En el Golfo de México la veda se establece para ambas especies en las siguientes temporadas.

Región Tamaulipas y norte de Veracruz

Veda:	1 al 31 de diciembre y 1 al 29 de febrero.
Luz de malla:	Lisa: 3.5 pulgadas, 89 mm.
(redes agalleras)	Lebrancha: 2.75 pulgadas, 71 mm.
Talla mínima:	Lisa: 30 cm.
	Lebrancha: 28 cm.

En el resto del Golfo de México, costas del sur de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo no existe veda, ya que se considera que debido a la baja de producción que tiene el recurso, una veda impediría el desarrollo de esta pesquería.

Desembarques de las capturas

La mayor parte de las bases de operación no son puertos pesqueros en el sentido estricto del término, debido a la falta de instalaciones básicas de infraestructura portuaria especializada. En algu-

nos casos sólo se trata de campamentos pesqueros en los que no se dispone ni de muelle de desembarque.

Las Oficinas de Pesca en las que se concentra información sobre la mayor producción de lisa y lebrancha (Sepesca, 1988-1989) son:

- Para la lisa: San Fernando, Tamps.; Juchitán, Oax.; Huatabampo, Son.; Guaymas, Son.; La Reforma, Sin.; Barra de Navidad, Jal.; Tuxpan, Nay.; Topolobampo, Sin.; Arriaga, Chis.; Guasave, Sin.; Tonalá, Chis.; Agiabampo, Son.; Mazatlán, Sin.; Navolato, Sin.; Tampico, Tamps.; Cd. Obregón, Son.; Mexicali, BC; Culiacán, Sin.; Manzanillo, Col.; Escuinapa, Sin.; El Dorado, Sin.; La Paz, BCS y Matamoros, Tamps.

- Para la lebrancha: Naranjos y La Laja, Ver.; Soto La Marina, Tamps.; Villa Cuauhtémoc y Tamiahua, Ver.; Tampico, Tamps.; Isla Aguada y Cd. del Carmen, Camp.; Guaymas, Son.; Juchitán, Oax. y Arriaga, Chis.

Fase de industrialización

Organización Institucional

En ella intervienen los sectores social y privado. El primero participa a través de sociedades cooperativas de producción pesquera, uniones ejidales y uniones de pescadores; el privado con empresas particulares y permisionarios.

Sistemas de manejo

La mayoría de los pescadores venden su producto en fresco, inmediatamente después de capturado.

Algunos guardan su producto en cajas de madera, plástico o piletas de concreto cubiertas con capas de hielo picado para su conservación, mientras es entregado al intermediaro para su comercialización.

Procesamiento

El procesamiento de este producto es mínimo, la transformación es rudimentaria con escaso valor agregado, orientada a procesos elementales como seco salado, ahumado y enhielado.

El producto es consumido regionalmente fresco, seco, salado o ahumado; la hueva es secada y salada.

La lisa y lebrancha son especies que tienen un bajo precio en el mercado. Por esto, y con el objeto de no elevar el precio al consumidor, se procura no agregarle ningún valor en la comercialización, por lo que la presentación más generalizada es fresco enhielado. Para esto el pez, después de ser capturado, se selecciona, lava, eviscera, y mezcla con hielo fino (Tabla 10).

Uno de los métodos de presentación más antiguo es el salado. Primero se lava el producto con agua de mar limpia a la cual se le agregan 200 gramos de sal por cada 10 litros. Se realiza un corte por debajo o a un lado de las agallas para que el pez desangre, se le extraen las vísceras y se lava. Se le quitan escamas, cabeza, aletas y piel. Los peces pequeños se salan enteros, los grandes se filetean, se meten en salmuera y secan al aire libre.

Otro método frecuente es el ahumado. Al pescado se le separa la cabeza, se abre y se mete en salmuera; se seca. Posteriormente se introduce en el ahumador frío con temperaturas de 32 a

38 grados centígrados, o caliente a temperaturas de 65 a 88 grados centígrados.

Tabla 10

Industria congeladora según litoral y entidad federativa, 1989

Litoral y entidad	Núm. de plantas	Capacidad instalada (ton por hora)
Baja California	22	20.7
Baja California Sur	19	15.0
Sonora	29	18.4
Sinaloa	82	20.2
Nayarit	5	5.0
Jalisco	21	7.2
Colima	5	1.3
Michoacán	3	3.0
Guerrero	1	1.3
Oaxaca	13	3.3
Chiapas	1	0.8
Litoral del Pacífico	201	96.2
Tamaulipas	20	12.4
Veracruz	3	4.2
Tabasco	11	1.8
Campeche	41	31.1
Yucatán	12	4.8
Quintana Roo	7	1.5
Golfo de México y Caribe	94	55.8
Total	295	152.0

Diagnóstico de la pesquería y situación de la investigación científica del recurso

La lisa y lebrancha forman parte de una pesquería compleja, en la que intervienen aspectos sociales y económicos que en ocasiones son más importantes que los factores biológicos de los recursos. Regionalmente, son los aspectos socio-económicos los determinantes para el desarrollo de la pesca ribereña.

La información relativa al estudio de la biología de las especies *M. curema* y *M. cephalus* ha sido una contribución importante; aspectos como taxonomía, ciclo de vida, reproducción, alimentación y movimientos, han sido estudiados, pero sin duda quedan grandes lagunas de conocimientos en relación a estas dos especies.

La investigación en biología pesquera ha aportado conocimientos en los principales parámetros poblacionales, enfocados al análisis monoespecífico de las pesquerías, en cuya obtención han participado diferentes instituciones y universidades del país.

Poco se ha avanzado en la determinación de la unidad de esfuerzo, por lo que no se cuenta con evaluaciones poblacionales.

En el futuro es necesario incrementar esfuerzos en el conocimiento de las pesquerías tropicales. En este contexto, resulta indispensable prestar especial atención al análisis de la unidad de esfuerzo, aplicación de modelos multiespecíficos, así como análisis de aspectos socioeconómicos, que nos permitan aplicar modelos de rendimiento bioeconómico. Todo esto es determinante para establecer criterios encaminados a la administración de la pesca ribereña en México.

Alternativas para la administración de la pesquería

Se ha llegado a la conclusión de que para administrar una pesquería no es suficiente conocer la

cantidad y calidad de "materia prima", es decir, del recurso. Tampoco proponiendo una cantidad "x" de captura como único criterio.

Existe una corriente mundial de investigadores que aceptan que, además del conocimiento biológico del recurso, es necesario atender el aspecto social y económico de la pesquería, que nos brinde un diagnóstico integral que aporte elementos técnicos para la toma de decisiones.

El principal problema para el conocimiento integral es que no existen datos suficientes para el estudio biológico, económico y social de pesquerías tropicales. Por lo tanto, una de las necesidades más apremiantes en apoyo a la investigación es identificar los datos necesarios, cómo y en dónde se pueden obtener y sistematizarlos para organizar un banco de información útil a fin de abastecer modelos de pesquerías tropicales y rendimiento bioeconómico.

Otro elemento de administración podría ser el ordenamiento. Aquí es importante ubicar a la pesca ribereña en su correcta dimensión, en función de su aportación al desarrollo, en la que, en contraposición con una máxima ganancia (concepto clásico de rentabilidad), las pesquerías tropicales en su conjunto deberán generar mayor cantidad de empleos directos e indirectos, aportar alimento a la comunidad ribereña, abastecer al mercado nacional para el consumo humano directo y arraigar a la comunidad a su lugar de origen.

Agradecimientos

Agradecemos al Hidrobiól. Ernesto O. Albavera Padilla por su colaboración en el desarrollo de este documento, y a la Biól. María Eugenia Arenas por su apoyo en la edición final.

Bibliografía

BROADHEAD. 1958. Growth of the black mullet (*Mugil cephalus L.*) in west and nortwesth Florida. *Tech. Ser.* No. 25, Mar. Lab. Univ. Miami, USA.

DÍAZ PARDO, E. y S. HERNÁNDEZ VÁZQUEZ. 1980. Crecimiento, reproducción y hábitos alimenticios de la lisa *Mugil cephalus* en la laguna de San Andrés, Tamps. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.*, México.

DÍAZ RAMOS, J. A., 1987. *Contribución al conocimiento de la pesquería de lisa (Mugil cephalus, L. 1758), en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.* Tesis Prof. Fac. Ciencias, UNAM.

GARCÍA, S., 1980. *Contribución al estudio de la pesquería de Lisa (Mugil cephalus L.) en la Laguna de Tamiahua, Ver.*, INP, SEPESCA, México.

GARCÍA, S., 1982. *Algunas observaciones sobre la biología y pesquería de lebrancha (Mugil curema C y V) del sur de Tamaulipas.* Proyecto Escama del Golfo Zona NE, CRIP.

GARCÍA, S., 1982. *Contribución al conocimiento de la biología de lisa (Mugil cephalus) de la Laguna Madre, Tamps., México.* Proyecto Escama del Golfo Zona NE, CRIP. Tampico, Secretaría de Pesca.

IBÁÑEZ, A.L., y R CAMPOS. 1989 (en prensa) Contribución al conocimiento de los ciclos de vida de *M. cephalus y M. curema* para el complejo lagunar Tamiahua-Tampamachoco. Ver., Mex. *Rev. Inv. Mar.* La Habana, Cuba.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A.L., L. YAÑEZ., R. CAMPOS y D. MARTÍNEZ. 1988. Análisis del comportamiento de las capturas de *Mugil curema* y *Mugil cephalus* (y otras especies: moluscos, crustáceos y peces) en el periodo 82-87 en el complejo lagunar Tamiahua Tampamachoco, Ver., Méx., *I Congr. Nal. de Ictiol.* La Paz, BCS.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L., Distribución temporal de tallas de lisa, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) y de la lebrancha *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) en la zona sur de la laguna de Tamiahua.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L. Coexistence of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* in a coastal lagoon to the northwest of the Gulf of Mexico.

LÓPEZ, C. J., 1982. *Descripción de la unidad de pesquerías de la lisa Mugil cephalus (Linneaus, 1758) y de la lebrancha Mugil curema (Valenciennes, 1836) del Golfo de México.* Tesis Profesional Fac. de Ciencias, UNAM.

MÁRQUEZ-MILLÁN, R., 1974. *Observaciones sobre mortalidad total y crecimiento en longitud de la lisa (Mugil cephalus) en la laguna de Tamiahua, Ver., México,* INP. de la SIC.

PÉREZ GARCÍA, M. A., A. L. IBÁÑEZ. 1992. Morfometría de los peces *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Mugiliformes: Mugilidae) en Veracruz, México. *Rev. Biología Tropical.*

POLANCO JAIMES, E., *et al.*, 1987. *Pesquerías mexicanas. Estrategias para su administración.* Secretaría de Pesca, México.

RAMOS CRUZ, S., 1986. *Estudio biológico pesquero de la lebrancha Mugil curema Valeciennes y la lisa Mugil cephalus Linnaeus, en las lagunas de Oaxaca y Chiapas.* México. CRIP-Salina Cruz, INP. México.

RODRÍGUEZ DE LA C., M. C., 1988. *Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías.* Secretaría de Pesca, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1987. *Esquema de regulación, propuesta para la administración de la pesquería de lisa.* Consulta popular para la planeación democrática de la pesca en materia de administración pesquera. Com. Nal. Cons. de Pesca. México.

SECRETARÍA DE PESCA. *Anuarios Estadísticos* de 1979 a 1989.

SOLÍS, R. M. J., 1966. *Estudio preliminar de fecundidad en lisa (Mugil cephalus).* Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. SIC, México.

VASCONCELOS, J. *et al.*, 1992. Fecundidad de la lisa *Mugil cephalus* en la laguna de San Andrés, Tamp., y de la lebrancha *Mugil curema* en la laguna de Pueblo Viejo, Ver. *VII Congreso Nacional de Oceanografía,* México.

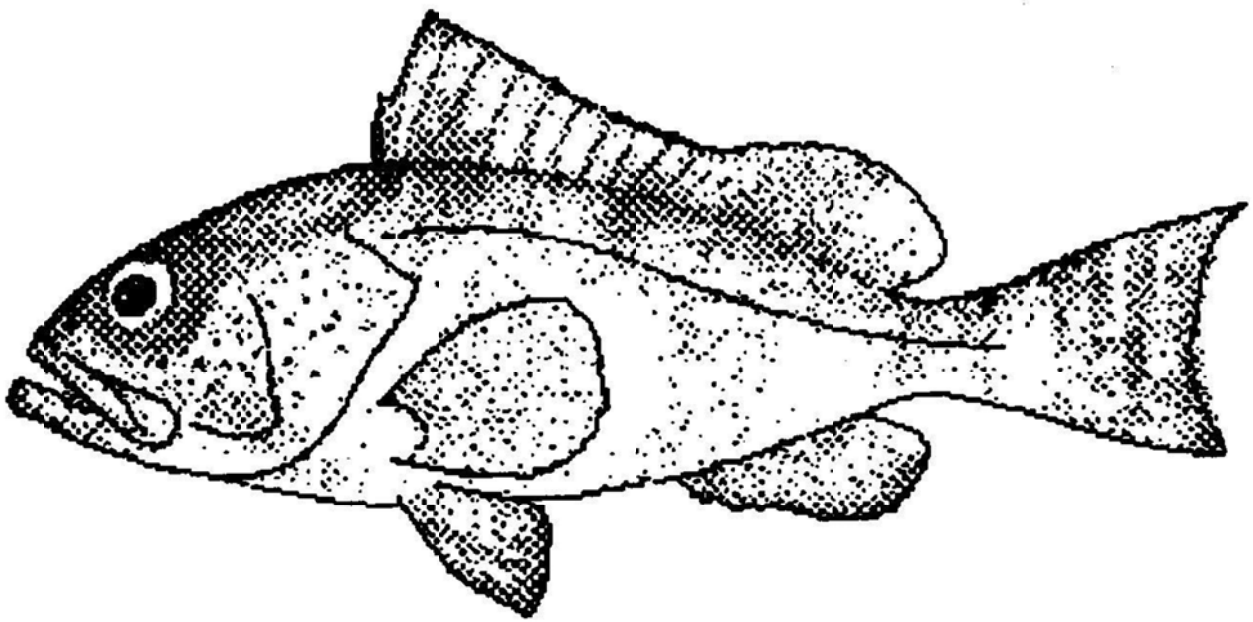
VASCONCELOS, J. y S. SÁNCHEZ. 1989. *Informe técnico para el establecimiento de la veda de la lisa Mugil cephalus y la lebrancha Mugil curema en los litorales de la República Mexicana.* Inf. Tec. Instituto Nacional de la Pesca, México.

VILLASEÑOR, R., y S. SARMIENTO N., 1988. *Biología pesquera de Mugil curema (Valenciennes 1938, Pisces: Mugilidae) y caracterización ambiental en zonas estuarinas y marinas adyacentes a San Blas, Nay., Océano Pacífico, México.* Informe de investigación, Depto. de Biología, Esc. Sup. de Ing. Pesq. Univ. Aut. Nay.

VILLASEÑOR, R., y A. GONZÁLEZ V., 1990. Aspectos reproductivos de lisa blanca *Mugil curema* (Valenciennes 1838 Pisces: Mugilidae) en aguas estuarinas marinas de San Blas, Nayarit, México. *II Congr. de Cienc. Mar.* La Habana, Cuba.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, L. A., 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes, en áreas naturales de crianza, alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. *An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM 3(1).

Mero



ESTADO ACTUAL DE LA PESQUERÍA DE MERO (*Epinephelus morio*) EN YUCATÁN, MÉXICO

Martín Contreras Gutiérrez, Víctor Moreno García, Rogerio Burgos Rosas
Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén

El recurso

Especies que conforman el recurso

Se llama mero a la especie *Epinephelus morio,* la más abundante, que se captura por las flotas mayor y menor o ribereña (Fig. 1). En esta pesquería también se capturan otras especies, en porcentajes importantes, a saber: cachipluma *(Calamus punctatus, C. nodosus, C. penna),* mojarrón *(Calamus bajonado),* chacchí *(Haemulon plumieri),* pargo criollo *(Lutjanus analis),* pargo mulato *(L. griseus),* corvinato *(Lopholatilus chamaeleonticeps),* mero blanco *(Epinephelus flambolimbatus),* extraviado *(Lopholatilus sp.),* negrillo *(Epinephelus nigritus),* abadejo *(Mycteroperca bonaci),* aceitero *(Mycteroperca interstitialis),* huachinango de Castilla *(Lutjanus campechanus),* huachinango de aleta negra *(L. bucanella),* huachinango de ojo amarillo *(L. vivanus),* rubia *(L. synagris),* coloradito *(Rhomboplites aurorubens y Pristipomoides macrophtalmus),* canané *(Ocyurus chrysurus),* coronado *(Seriola sp.),* cherna *(Epinephelus itajara),* y en el segundo semestre del año los barcos mereros también se dedican a la captura del pulpo *(Octopus maya y O. vulgaris),* que en ocasiones alcanza el 100 % de la captura del viaje, especialmente en los meses de agosto y septiembre (Contreras[1]; Guthers[2]). En la flota ribereña la fauna acompañante del mero se compone principalmente de chacchí, rubia, canané, mojarra y buulcay *(Diplectrum formosum).*

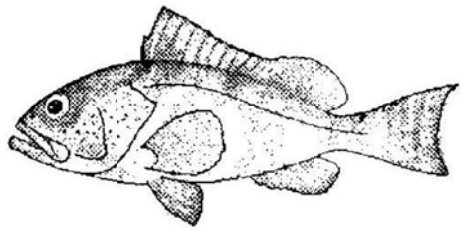


Fig 1. Mero ***Epinephelus morio***

[1] CONTRERAS, G.M., V. Moreno G., R. Burgos R. Informe de peces demersales, México. IX Reunión MEXUS-GOLFO, Cancún, Q. Roó, México, 1984.

[2] GUTHERS, E., B. Bohr, W. Nelson, A. Kemmerer. A summary of MEXUS-GOLFO cooperative demersal fish research. 1978 to 1982. VII Reunión MEXUX-GOLFO. Veracruz, Ver., México. 1982 (Inédito).

El mero se captura en proporción del 80% al 100% con respecto a las especies que conforman la fauna acompañante, dependiendo de la temporada, la profundidad y el tipo de fondo. En la pesca costera el mero representa el 78%, en tanto que cerca de los bajos (arrecifes y cayos) y el talud continental el mero representa alrededor del 83% y en los ceibadales llega hasta el 98%. En cambio, durante la temporada de pulpo representa el 60%. En la flota mayor el porcentaje promedio de mero en 1988 fue de 98%. En la flota menor, en el mismo, período fue de 77%.

Situación geográfica

La Península de Yucatán comprende los estados de Campeche, Quintana Roó y Yucatán y se encuentra al sudeste de la república Mexicana. Está formada por suelo calcáreo de origen reciente, que emergió por depositación de carbonatos durante el Paleoceno hace 70 millones de años, según la Carta General de la República Mexicana de 1968, citada por Contreras [3]. Es una llanura en relieve moderado, con sólo una elevación llamada Sierrita de Campeche, en Hecelchacán, Camp. En su parte norte no presenta cuerpos de agua superficiales ni ríos, sólo escurrimientos subterráneos que cuando erosiona el techo por efecto de las corrientes, éste se hunde y forma los cenotes o dolinas, que son cuerpos de agua bajo el relieve general del suelo, casi siempre de forma redondeada y profundidad variable (Fig. 2).

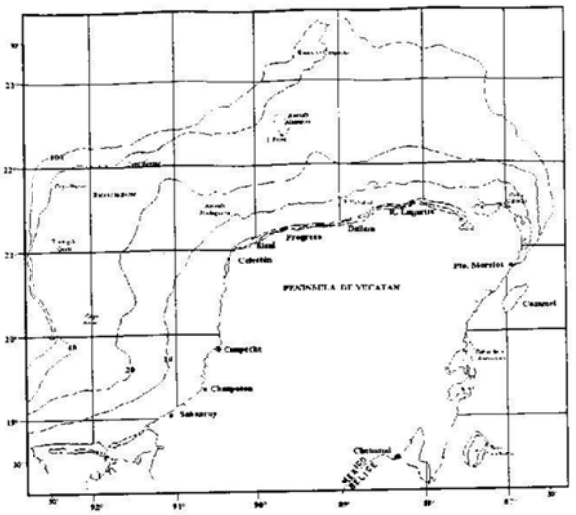


Figura 2. Península de Yucatán.

Casi a todo lo largo de la costa se encuentra una ría o ciénaga, de agua salobre en su mayor parte, con algunas áreas de gran concentración salina, que se aprovechan comercialmente. Hay otras partes con poca salinidad debido principalmente a afloraciones de agua dulce.

La plataforma continental, también conocida como banco o sonda de Campeche, tiene su límite alrededor de la isobata de 200 metros de profundidad y una superficie de 134,888 Km^2 (INEGI, 1987), lo que la convierte en la más extensa de México. Sus límites son: al este el canal de Yucatán por los 86°20' Long. O, al oeste por los 92°30' Long. O los bajos arrecifales de Arcas y Triángulos, al sur la Isla del Carmen a los 18°37' y al norte a los 24°00' en el talud continental, llamado cantil por los pescadores (Carta No. 411 de NOAA).

Según el tipo de fondos hasta los 200 metros de profundidad, la sonda de Campeche se puede

[3] CONTRERAS, E. F. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo. SEPESCA. México, D.F. 1985. (Inédito)

dividir en dos partes: en la primera, que se extiende por la bahía de Campeche, es en su mayoría lodoso y arenoso: en la segunda, que se extiende por el norte de Triángulos hasta el Canal de Yucatán, predominan los fondos coralinos y arenosos. Los fondos fangosos se encuentran en las zonas más profundas. En ambos tipos de fondos se encuentran concentraciones de vegetales marinos que en ocasiones cubren grandes extensiones y reciben el nombre de ceibadales (Fig. 3).

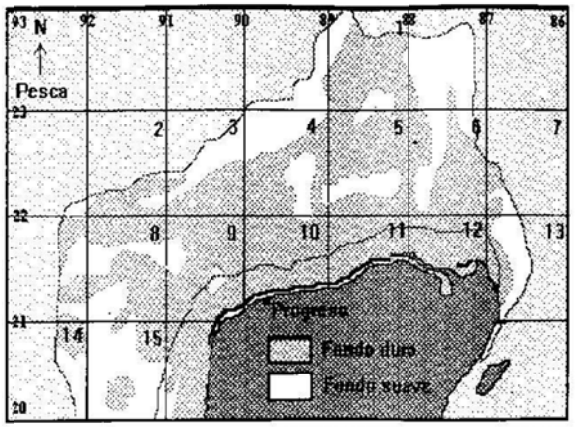


Figura 3. Fondos duros y suaves de acuerdo al mapa de García (1974).

Con respecto al clima, en la península de Yucatán es caliente húmedo, con temperatura media anual sobre los 22 °C y dos estaciones lluviosas separadas por una temporada seca de febrero a mayo. Esta situación térmica y la posición geográfica favorecen los vientos alisios, que provienen del este-sureste, son débiles o moderados con rachas de 20 a 30 Km/h y dominan de abril a agosto, que es la mejor temporada para la pesca, ya que la flota puede operar casi todos los días.

La temporada de frentes fríos, con vientos frescos y fuertes Norte va de noviembre a marzo. Su velocidad suele ser de 60-80 Km/h con rachas huracanadas. Al llegar al continente estos vientos suben y por tener agua que recogen a su paso por el Golfo de México, producen abundantes lluvias.

La temporada de ciclones se inicia en septiembre y termina en diciembre. Se originan en las Antillas y se dirigen al noroeste (Widger, 1966). Muchos pasan por la Isla de Cuba y el canal de Yucatán; pero algunos se desvían y se dirigen al Golfo de México. Son vientos muy fuertes, con rachas que superan los 100 Km/h (el "Gilbert" (1988) alcanzó rachas de 280 Km/h). A su paso por las Antillas y el Atlántico recogen mucha agua, por lo que producen lluvias abundantes.

Hábitat y relaciones ecológicas.

Epinephelus morio se distribuye a lo largo de las costas orientales de América, desde Massachussetts, U.S.A, hasta Río de Janeiro, Brasil, incluyendo el Golfo de México y Mar Caribe (Moe, 1969). Rivas (1970) y Hoese (1977) mencionan que se le encuentra en las Bermudas y África Occidental. Guitart (1977) y Duarte-Bello y Buesa (1973) lo reportan en Cuba (Fig. 4). Es un pez demersal de los más grandes y pesados en los fondos rocosos y arrecifales en que vive, en aguas tropicales con temperaturas sobre los 20 °C, pero se le encuentra con más frecuencia en aguas de 23 a 25 °C, sobre fondos duros. Se refugia en fondo marino y normalmente no se aleja de su madriguera. Los juveniles viven muy cerca de la costa, a profundidades entre 10 y 30 metros. A medida que crecen se adentran en aguas más profundas. Los adultos viven entre los 30 y 60 metros de profundidad, pero se han encontrado hasta los 80 metros.

Figura 4. Distribución mundial de *Epinephelus morio*.

El mero ocupa la parte alta de la pirámide tráfica en su hábitat, por lo que sus competidores son muy escasos en número, tales como los negrillos, abadejos, pargos y chernas, de tal manera que es la especie dominante con un 83 % en comparación con las demás especies.

El mero se alimenta de animales vivos que captura cerca de su madriguera. Su dieta la componen principalmente crustáceos como cangrejos, jaibas y camarones y en ciertas temporadas se alimenta de langosta tractor (un estomatópodo). También se alimenta de peces menores que él que viven en el fondo, y de moluscos como almejas, caracoles, calamares y de pulpos. El mero se alimenta con la misma voracidad durante todo el año, aun en temporada de reproducción, lo cual lo hace altamente vulnerable a la pesca, ya que muerde la carnada aunque tenga el estómago lleno.

Reproducción y crecimiento

La época de reproducción comienza a fines de otoño, tiene su máximo en invierno y termina a principios de la primavera. El cortejo nupcial se realiza entre los 36 y 73 metros de profundidad, especialmente en la zona oriental del Banco de Campeche (de Las Coloradas al Contoy) y alrededor del Arrecife Alacranes (Contreras [4]). La fecundación es externa y los gametos, huevos y larvas son planctónicos. El mero desova una vez al año. En las costas de Florida lo hace de abril a mayo a una profundidad de 24 a 27 metros (Moe, 1969). En el campo pesquero de Las Coloradas, Yucatán, se encontraron individuos maduros a más de 20 brazas de profundidad durante el invierno y con tallas desde 36 cm de longitud furcal.

Los huevos del mero tienen una gota de aceite, no tienen filamento u otros apéndices y su tamaño es semejante al de otros peces pelágicos marinos. Los análisis gonádicos del mero del Banco de Campeche muestran que el número promedio de huevecillos es de 3'356,000 en animales de 630 a 940 mm de longitud furcal y peso entre 3,100 a 10,000 g.

El mero es una especie protogina que tiene la particularidad de cambiar de sexo en cierto tiempo de su vida. Generalmente nace como hembra, aunque eventualmente se han encontrado machos pequeños en los muestreos. A los 3 o 4 años de edad, cuando llega a adulto, comienza a cambiar de sexo cada temporada de reproducción, y entre los 12 y 14 años su sexo

[4] CONTRERAS, G. M. Areas y temporada de desove de mero *(Epinephelys morio,* en el Banco de Campeche. Inf. Téc. Int. SEPESCA, INP, CRIP-Yucalpetén. 1988.

se estabiliza, casi siempre como macho. Se han encontrado hembras de más de 14 años, pero esto también ha sido raro. La proporción de sexos encontrada durante los cruceros de investigación es, en promedio, de 10 hembras por cada macho.

El mero es un pez de los mas robustos y longevos, su crecimiento es muy lento (unos 8 cm al año). Al principio crece rápido y conforme va alcanzando la talla máxima su crecimiento en longitud se hace más lento, pero va ganando en peso. Los meros más viejos encontrados han sido de unos 21 años (González, 1974), aunque se ha calculado que pueden llegar a vivir hasta 32 (Fuentes, 1987).

El estudio del crecimiento de *Epinephelus morio* ha sido abordado por varios investigadores mediante diferentes métodos, tanto directos (lectura de estructuras rígidas) como indirectos (análisis de frecuencia de tallas) (Tabla 1).

Tabla I. Métodos utilizados para determinar la edad y obtener los parámetros del modelo de von Bertalanffy.

Métodos	K	Linf (cm)	W (g)	t_0	Referencia
Directos					
Hueso urohial	0.9983	675	1010.4	- -	González (1974)
Hueso urobial	0.10	860	- -	1.5	Valdés y Padrón (1980)
Hueso urohial	0.105	963	- -	-1.926	Valdés et al. (1987)
Otolitos	0.1126	928	7153.3	0.095	Muhlia (1976)
Otolitos	0.159	800	7065.6	-1.21	Doi *et al.* (1981)
Otolitos	0.1849	820	8893.0	-0.666	Rodríguez (1986)
Otolitos	0.1202	936	12364	-1.211	Guzmán (1986)
Indirectos					
Frec. tallas	0.056	950	- -	3.16	Ramos *et. al.*, citado por Valdés (1980)
Elefan 1	0.1708	985	14406	-0.272	Arreguín (1987)
Elefan 1	0.194	851	9297	-0.413	Arreguín (1987)
Frecc. tallas	0.095	960	14480	-0.266	Fuentes (1987)

Condición actual de las poblaciones

Seijo (1986) desarrolló un modelo de simulación de manejo en el cual incorporó aspectos biológicos, económicos e institucionales, y menciona la participación de tres flotas en esta pesquería. Sus conclusiones muestran una clara tendencia a la sobrepesca, probablemente causada por una alta presión sobre los juveniles por la flota artesanal. Por otro lado, Arreguín-Sánchez (1991) a partir de un modelo logístico basado en el análisis de datos de captura y esfuerzo, calculó el tiempo de recuperación de la población explotada con diferentes intensidades de pesca y encontró que en ausencia de mortalidad por pesca y en un nivel promedio de reclutamiento, la población necesita cinco años para alcanzar un tamaño equivalente al 50% de la población máxima, que puede ser soportada por el ecosistema (Py) y necesita 14 años a la tasa de explotación que se dio en 1986. Finalmente, Contreras et al. (1990) usando Análisis de Población Virtual (APV) muestran un importante decremento (cercano al 30%) en tamaño de la población desde 1980, a niveles de explotación (patrones y tasas) similares a los estimados en la década anterior.

En conclusión, las tendencias anuales de explotación detectadas a través del APV con datos de captura y edad (independientemente de si la estabilidad se asume en el análisis o si el análisis de cohortes es adecuado) sugiere cue esta pesquería ha sido estable durante los últimos 15 años.

Contornos de densidad del recurso

Son pocos los trabajos publicados sobre el cálculo de la densidad de peces demersales y en particular de mero. Grande *et al.* (1986) determinaron la densidad en el invierno de 1986 en 381.25 Kg/mn^2 con información de un crucero

de investigación y supusieron una distribución homogénea en toda el área, sin descartar tipos de fondo. Con respecto al método utilizado, se puede decir que, cuando se asume que un arte de pesca captura todos los individuos presentes en el área de influencia, se suele subestimar la densidad de la población e introducir errores en la estimación de la biomasa total.

Burgos *et al.* (1992) calcularon la densidad del mero con base en la captura de la flota mayor mexicana, que representa el 66% de la captura total de mero en la zona de estudio, el 34 % restante, lo capturan la flota costera y la cubana. La flota costera mexicana opera en su mayor parte en profundidades menores a los 27 metros. La densidad en peso encontrada en términos de kg/mn^2 fue en verano 251.6, en otoño 266.2, en invierno 143.9 y en primavera 179.9. La densidad estacional por zona se muestra en la figura 5, en la que se aprecia claramente que en la zona oriental se registra la mayor densidad en cada estación, ya que la captura fue estable y la superficie de trabajo fue la más pequeña. La densidad relativa promedio anual en toda el área fue de 210.4 kg/mn^2.

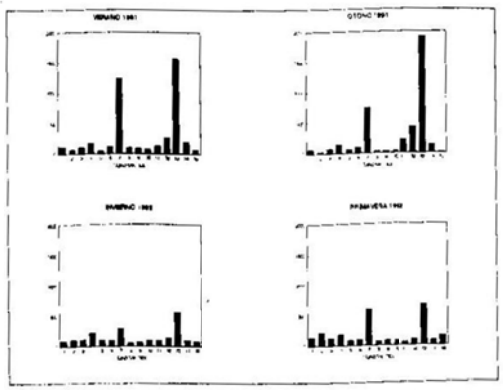


Figura 5. Densidad estacional de mero (kg/mn^2)

En términos generales, la captura de mero representa entre el 80 y el 100% de la captura total de los barcos mereros según la temporada. Los promedios generales de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) representan 2,317 kg en verano, 2,019 en otoño, 1,848 en invierno y 2,221 en primavera.

Por otra parte, los cambios en el tamaño de las poblaciones tales como el número de peces en un año dado puede estar asociado con la variabilidad del reclutamiento; sin embargo, a partir de 1980 las poblaciones han tenido un nivel más bajo que los años anteriores. Es importante notar que la magnitud del esfuerzo de pesca no cambió y la tendencia de las cohortes se conserva estable, de lo que se concluye que la estabilidad de la población se puede asumir como un criterio general, aunque un decremento en la abundancia de la población es obvio desde 1980.

Cambios en la población influidos por el ambiente y por la pesca

El patrón de explotación muestra tendencias similares en las cohortes analizadas de 1979 a 1987, con la mortalidad por pesca (F) más alta en las edades más abundantes. Esto sugiere que la probabilidad de captura depende en buena parte de la abundancia de la población. Los patrones de explotación de 1973 a 1978 fueron similares en todas las cohortes y los del periodo 1979 a 1983 sugieren cambios importantes en 1979, cuando la mortalidad por pesca mostró una tendencia diferente. Se asume que estos cambios fueron causados por una perturbación del ambiente y no por actividad pesquera. Arreguín-Sánchez *et al.* (1990) mencionan una falla grande en el reclutamiento en 1980 por alta

mortalidad en las primeras etapas de desarrollo, que probablemente ocurrieron en 1979 como resultado del derrame del pozo "Ixtoc I" en el Banco de Campeche, lo que indujo al mismo tiempo un cambio en las estrategias regionales de pesca en la mayoría de las pesquerías.

Descripción de las operaciones de pesca
Métodos y artes de pesca

Los barcos de la flota mayor mexicana llevan en promedio siete pescadores, un cocinero y el capitán (patrón de pesca), quien es el responsable de la tripulación y de lograr buenas capturas mediante el conocimiento de los fondos, navegación y situación sobre los campos pesqueros (Fig. 6). Cada pescador se embarca en un alijo, lleva un palangre y lo lanza al fondo, lo deja reposar media hora y lo levanta a mano revisando los anzuelos y reponiendo las carnadas perdidas con lo que queda listo para el siguiente lance. Mientras reposa el palangre, lanza sus líneas de mano, cada una con dos o tres anzuelos. Estas operaciones se inician al amanecer y se terminan con el ocaso. Se emplea un pequeño receso al medio día para tomar alimentos. Un viaje de pesca dura normalmente 15 días. Deapués de cada desembarque, el barco permanece en puerto unos 8 días. Al pescador se le paga según el peso en kilogramos que haya capturado.

La línea que se utiliza es de monofilamento de nylon del No. 100 y el anzuelo es curvo tipo japonés (huachinanguero) del No. 4. El palangre consiste de una línea gruesa llamada línea madre de la que penden entre 30 y 40 anzuelos por medio de otro nylon del No. 60, más delgado que la línea madre, denominado reinal, en cuyo extremo se amarra el anzuelo. Como carnada se utiliza principalmente sardina y otras especies pequeñas que se capturan y que no son comerciales, tales como el buulcay, el jenígüano, el coloradito, el chacchí y otros (Fig. 7).

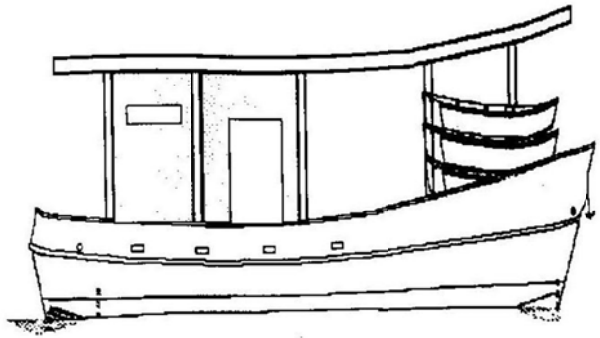


Figura 6. Barco mexicano dedicado a la captura de mero mostrando los alijos.

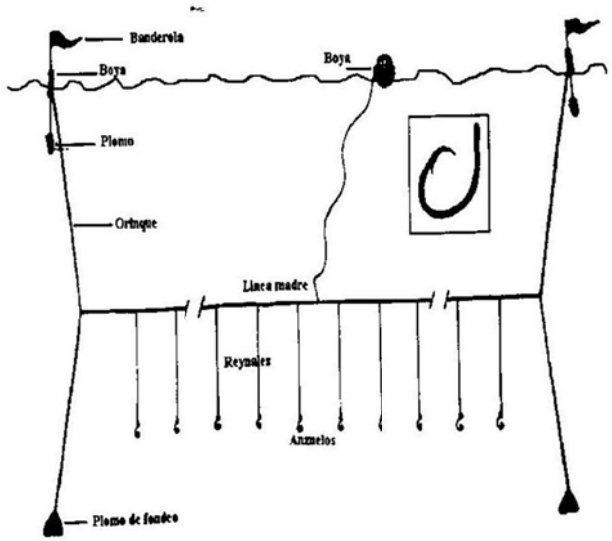


Figura 7. Palangre utilizado por la flota mexicana en la captura de mero en Yucatán

Actualmente se tiende a utilizar el cobralíneas, que consiste en un carrete hidráulico en el que se enrolla la línea madre, la cual llega a medir hasta 60 km de longitud. En tal caso el palangre se lanza desde el barco en secciones de 300 a 500 anzuelos. Utilizando este arte de pesca, se reduce el esfuerzo humano y el riesgo de perder a los pescadores en los casos de mal tiempo inesperado (como ha sucedido en varias ocasiones con el uso de los alijos). El único inconveniente es que se usa mucho más carnada que en el palangre de uso común.

Áreas de operación de la flota

El área de operación de la flota es el Banco de Campeche que se encuentra al norte y oeste de la península de Yucatán comprende de los 86°30' a los 92°20' Long. Oeste y de los 20°00' a los 24°00' Lat. Norte. La flota opera sobre los fondos duros, hábitat de la especie.

El área de distribución probable de mero se determinó con base en el mapa de fondos del Banco de Campeche (García, 1974), tomando en cuenta sólo los fondos duros y arrecifales; por tanto, no incluye meros que puedan encontrarse en mucho menor escala en áreas fangosas y arenosas.

Desarrollo histórico y situación actual de las embarcaciones pesqueras

Hay tres tipos de embarcaciones que participan en esta pesquería y son las siguientes:

a) La llamada flota mayor del estado de Yucatán, que cuenta con 578 unidades, formada por naves nodriza de 14 a 22 m de eslora, cada una con 7 a 10 alijos sin motor y de 9 a 12 tripulantes. Cada pescador opera un palangre de fondo con 25 a 50 anzuelos y dos o más líneas de mano, a profundidades entre 15 y 60 brazas, más frecuentemente a menos de 30. Los viajes son de 15 días en promedio.

b) Las naves cubanas, que son aproximadamente 32 barcos nodriza de 22 m de eslora, con seis lanchas de 5 m de eslora, con motor estacionario y un total de 18 tripulantes. Los pescadores utilizan palangres de fondo de 350 anzuelos y realizan de 6 a 7 lances diarios. Pescan generalmente entre las 12 y 35 brazas de profundidad y capturan principalmente individuos adultos. Los viajes de pesca duran entre 20 y 30 días. Trabajan en flotillas de seis barcos.

c) La flota artesanal o flota menor, constituída por aproximadamente 3395 embarcaciones de eslora menor a 10 m, algunas con uno o dos alijos sin motor y dos pescadores que operan con líneas de mano o palangres de fondo de 50 a 150 anzuelos, entre las 3 y las 15 brazas de profundidad, en zonas donde predominan los meros jóvenes. Sus viajes son generalmente de un día.

Aunque las operaciones de la pesquería de mero o cherna americana capturan gran variedad de especies demersales y algunas pelágicas, gran parte de las investigaciones desarrolladas por México, Estados Unidos y Cuba se enfocan principalmente al conocimiento biológico del mero y a la evaluación de la población para su administración como recurso natural renovable.

La tabla 2 muestra el desarrollo histórico de las flotas mayor y menor mexicanas, la proporción de éstas de 1982 a 1989 y el incremento

de las embarcaciones menores con respecto a las mayores.

Tabla 2. Embarcaciones mayores o menores de la flota merera mexicana en la península de Yucatán de 1982 a 1989 y tendencia en proporción

AÑO	MAYORES	MENORES	PROPORCION DE MENORES : MAYORES	
			OBSERVADO	CALCULADO
1982	3,708	40,249	10.9 : 1	09.8 : 1
1982	3,798	42,398	11.2 : 1	11.5 : 1
1984	3,511	44,911	12.8 : 1	13.6 : 1
1985	3,472	48,431	14.0 : 1	15.0 : 1
1986	3,336	54,956	16.5 : 1	16.7 : 1
1987	3,271	62,773	19.2 : 1	18.4 : 1
1988	3,223	66,408	20.6 : 1	20.1 : 1
1989	3,273	70,398	21.5 : 1	21.8 : 1

a=-3377 b=1.7 r=0.99

Captura del recurso

Áreas de captura

El área donde se pesca el mero es la zona de fondo duro con accidentes topográficos como cuevas, hondonadas, sierras, promontorios, arrecifes, pastos marinos y restos de naufragios, situados en la plataforma continental de la península de Yucatán. El fondo adecuado para el desarrollo del mero se encuentra disperso y, por tanto, no hay una zona específica para la captura y esto obliga a que las embarcaciones se repartan en toda la plataforma. En invierno se localizan áreas definidas de concentración reproductora del mero, lo que provoca la agrupación de naves pesqueras alrededor del Cayo Alacranes y la parte oriental del Banco de Campeche, en los campos pesqueros de Trincheras y el Contoy.

Temporadas de captura

El mero se captura durante todo el año con las limitantes que imponen las condiciones ambientales como los vientos del nortes y ciclones. De agosto a diciembre se realiza la captura de pulpo y una parte importante de la flota mayor y casi toda la menor se dedican a pescar este molusco. En verano es la más alta captura del año, gracias a condiciones ambientales favorables, como vientos de 20 a 25 Km/h y días con mayor número de horas de luz. La menor captura de mero es en otoño, debido a la influencia de condiciones tales como vientos violentos del nortes y ciclones, y por otra parte la opción de la captura del pulpo.

Regulación del recurso

En 1969 se estableció una talla mínima de captura de mero de 30 cm de longitud total, con el fin de evitar la captura excesiva de juveniles, sobre todo en las operaciones de la flota menor. Por otra parte, dado que es una pesquería de participación internacional, los pescadores de la República de Cuba han capturado mero en nuestra Zona Económica Exclusiva durante más de 100 años y por ello a partir de 1976 se le asignó a Cuba una cuota de captura, que inicialmente fue de 10,000 toneladas anuales y con el tiempo se ha modificado varias veces y ahora es de 3900 t anuales de mero y especies afines. Estas modificaciones han obedecido a los resultados de las evaluaciones científico-técnicas realizadas conjuntamente entre México y Cuba.

Captura y esfuerzo pesquero

La captura por unidad de esfuerzo pesquero (CPUE) es un índice de la abundancia promedio del recurso durante una unidad de tiempo. Para determinar el esfuerzo de la pesquería de mero se utilizan como unidades: a) viaje de pesca (15 días y 8 pescadores en promedio); y b) alijo por día (jornada de un pescador en un alijo en un día efectivo de pesca de 8 horas de duración en promedio).

La captura promedio anual de la flota merera mayor en el período 1984-1990 fue de 8,847 t, en el que el mero representó el 86.3% (7,635 t) del total desembarcado. El promedio anual de captura y CPUE estacional de la flota mayor de 1984 a 1990 se muestra en la tabla 3. En verano se observan las mayores capturas (2,525 t), porque entonces las condiciones del clima permiten hacer más viajes y es mayor el número de días efectivos de pesca. En otoño se observan las capturas más bajas (1,968 t en sólo 532 viajes), debido a las condiciones del clima y a la desviación del esfuerzo a otras pesquerías. En primavera y verano las capturas han sido más o menos estables, mientras que en invierno han variado de un año a otro y en otoño se observa un incremento debido a la participación del pulpo en la captura.

Tabla 3. Comportamiento estacional de la captura (t) de emero por unidad de esfuerzo de 1984 a 1990, en la península de Yucatán.

Estación	Captura Total	Captura Mero	Número Viajes	Número Jornadas	Número Alijos
Iniverno	2.270.0	2.216.5	768	7980	6184
Primavera	2,083.1	1,996.9	797	9037	6528
Verano	2,525.6	2,198.9	882	10123	6882
Otoño	1,968.4	1,231.3	532	5457	4269
Total	8,847.2	7,643.8	2979	32597	23863

Desembarques de las capturas

A lo largo de la costa de la península de Yucatán existen 26 puertos de desembarque, de los cuales los más importantes son:

a) En el estado de Campeche: Ciudad del Carmen, Palizada, Sabancuy, Champotón, Ceibaplaya y Campeche.

b) En el estado de Yucatán: Celestún, Progreso, Telchac. Dzilam de Bravo y Río Lagartos.

c) En el estado de Quintana Roó: Holbox, Isla Mujeres, Cancún, Puerto Morelos, Cozumel, Punta Allen y Chetumal.

Los volúmenes de captura de mero en las diferente entidades se muestran en la tabla 4. En Yucatán se descarga el 78.6% del mero capturado en el Golfo de México, seguido por el Puerto de la Habana, Cuba con el 20.6% y en Campeche y Quintana Roó con menos del 1% en conjunto.

Tabla 4. Captura de mero y especies afines desembarcadas en las diferentes entidades mexicanas y en Cuba de 1986 a 1990.

Año	Campeche	Q. Roó	Yucatán	Cuba
1986	56.2	2500	8080	2663
1987	38	-	10393	3224
1998	40	-	12091	2698
1989	28.6	-	9087	112
1990	16.3	-	11235	1672
PROM.	35.8	50.0	101177.2	673.8

En Yucatán, que es el principal productor, el puerto más importante es Progreso, cuya contribución en los últimos tres años (1990-1992) ha sido de 62.5% a 68.0% del total desembarcado en el estado, lo cual se debe a que es el puerto con mayor infraestructura para el manejo de los productos pesqueros, principalmente especies de escama.

Descripción de las capturas

El mero se captura desde la clase de talla 25-29 cm de longitud furcal hasta un máximo en la clase 80-84 cm. Los individuos capturados fuera de este intervalo son muy escasos y no representan en conjunto ni el 1% del total desembarcado. En los muestreos de captura de las flotas mayor y menor y en los cruceros de investigación conjunta México-Cuba la talla más significativa de primera captura (reclutamiento al arte de pesca) ha sido la clase 25-29, especialmente en pesca costera.

La mayor mortalidad por pesca la soportan los individuos con tallas entre 35 y 49 cm de longitud furcal, que representan el 70% de la captura total. Los peces de mayores tallas encontrados en la descarga han sido de la clase 85-89 cm con el 0.15% y los más pequeños de la clase 20-24 cm con el 0.14% en el período comprendido de 1989 a 1992.

En el análisis realizado a las tallas medias de los muestreos cubanos y mexicanos combinados se observa un aumento de ésta de 1980 a 1992 (Fig. 6). En la talla media de México por separado se ve un aumento mientras que la talla media de Cuba, al igual que la obtenida en los 17 cruceros de investigación realizados hasta la fecha, se ha mantenido estable.

Fase de industrialización

La pesquería del mero es la actividad más importante de la industria pesquera del estado de Yucatán y también es un renglón importante de producción de alimentos a nivel de subsistencia en los estados de Quintana Roo y Campeche. En Yucatán la captura representa el 51.2% del total y da ocupación a la mayor parte de los recursos humanos involucrados en el sector pesquero, que son 7,430 pescadores, además de los que trabajan en las congeladoras y en la comercializacion del producto, según los Anuarios Estadísticos de Pesca.

La infraestructura pesquera está en función de los volúmenes de captura del mero y especies afines. Esto significa que el proceso se destina principalmente a las especies de escama. En Progreso, que es el puerto principal, se encuentran alrededor de 12 empresas cuya capacidad instalada es mayor de 10 toneladas diarias de congelación. Por esta razón, el abasto de producto siempre es menor a la capacidad instalada de la industria.

El procesamiento que se da al producto es principalmente en fresco (enhielado), congelado y fileteado, este último en cajas de cinco libras (2.268 Kg).

Fase de comercialización

Los principales mercados nacionales son las ciudades de México, Guadalajara y Puebla. El mercado exterior se reduce a los Estados Unidos exclusivamente y el producto se transporta en barco refrigerado y en avión. El producto capturado por los pescadores cubanos se desembarca fresco en el puerto de la Habana, Cuba.

Alternativas para la administración de la pesquería

El objetivo de la administración de la pesquería es mantener la estabilidad del recurso y de su explotación. La pesquería de mero se encuentra en el máximo de su capacidad de captura, que se

ha mantenido estable durante los últimos 15 años. Dado que se utiliza la máximo capacidad de generación de biomasa de la población (excedentes), es necesario garantizar la sobrevivencia de un número suficiente de adultos desovadores que permita mantener el nivel de reclutamiento que a su vez permita mantener la estabilidad de la pesquería.

Tomando en cuenta lo anterior, es recomendable:

a) reducir gradualmente la cuota asignada a la República de Cuba hasta cancelarla definitivamente en el año 2000;

b) reducir el esfuerzo pesquero aplicado, queesde unas 2,500 embarcaciones ribereñas a 1,500 y no aumentar el número de embarcaciones mayores que es de unas 500; y

c) aplicar de manera efectiva en la práctica la regulación de la talla mínima de captura que es de 30 cm de longitud total, no autorizando el uso de anzuelos pequeños para la pesca comercial.

Diagnóstico de la pesquería y situación de la investigación científica del recurso

Históricamente, el esfuerzo de pesca ha aumentado de manera continua. En 1968 la flota mayor de Yucatán, incluidas las embarcaciones mereras y huachinangueras, constaba de 130 unidades y la artesanal de 470 (Solís, 1969). En 1985 la flota mayor tenía 22 y la artesanal 933 (Fuentes, 1987) y para 1993 la flota mayor era de 578 y la menor de 3395. Paralelamente al aumento de las embarcaciones, también ha aumentado el número de alijos y el número de anzuelos. Se están sustituyendo las embarcaciones de casco de madera por cascos de metal y en la actualidad ya son pocas las lanchas costeras de madera pues han sido sustituidas por cascos de fibra de vidrio. También ha aumentado la distancia del puerto base a los campos pesqueros y la profundidad de operación.

La flota cubana se ha mantenido estable en número de embarcaciones (32), pero ya se sustituyeron los barcos de casco de madera por los de casco de metal tipo Caribe y la zona de operación se ha mantenido en la parte oriental del Banco de Campeche a más de 15 brazas de profundidad.

La presión de pesca se ha aplicado por la flota costera a los juveniles que viven en aguas cercanas a la costa, y por parte de la flota mayor y la flota cubana sobre los adultos, que en invierno aprovechan concentraciones reproductoras para matar grandes cantidades de reproductores.

Se han realizado varias evaluaciones de la biomasa y los volúmenes de esta especie en el Banco de Campeche. Zupánovic y González (1975) calcularon la biomasa total en 80,000 t y una captura anual de 8,000 y 12,000 t. Blanco *et al.* (1980) utilizando datos de 1976 estimaron que la captura en equilibrio podría ser entre 18,000 y 24,000 t. Arreguín-Sánchez (1989), García *et al.* (1986) y Fuentes y Contreras (1986) obtuvieron cifras de 12,000, 12,700 y 12,500 t, respectivamente. Valdés *et al.* (1991) determinaron un rendimiento sostenible de 15,470 t y una biomasa de 79,206 t.

En una evaluación conjunta México-Cuba, Contreras *et al.* [5] determinaron un rendimiento

máximo sostenible de 16,739 t y una biomasa de 111,985 t. Basurto [6] calcula un tamaño teórico de la población de mero en Quintana Roó de 5,046 t y en el Estado de Campeche no se ha evaluado el recurso.

Doi *et al.* (1981) advierten que aumentar los niveles de captura podría alterar el proceso reproductor y enfatizan la necesidad de reglamentar la pesquería.

Si bien se ha mantenido estable el volumen de captura alrededor de 12,000 t anuales, el rendimiento por unidad de esfuerzo ha permanecido en descenso como resultado del aumento del esfuerzo de pesca, por lo cual es urgente establecer algunas de las alternativas de manejo del recurso si se quiere preservar esta pesquería para las generaciones futuras de pescadores de la península de Yucatán.

Bibliografía citada

BURGOS, R. R., V. Moreno G., M. Contreras G., M. Pérez P. 1992. Densidad del mero *(Epinephelus morio)* en el Banco de Campeche, México. 45 rd. Annual meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Nov. 1991. Mérida, Yuc., México.

CONTRERAS, G. M., F. Arreguín-Sánchez, J.A. Sánchez Ch., V. Moreno G., M.A. Cabrera-Vázquez. 1990. Mortality and population zize of the redgrouper *(Epinephelus morio)* Fishery from the Campeche Bank. 43 rd. Annual meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Nov. 1990. Miami, Florida, U.S.A.

DUARTE-BELLO, P.P. y R.J. Buesa, 1973. Catálogo de peces cubanos. Univ. de La Habana. Cienc. Serv. 8, Inv. Mar. No. 3 pp. 255.

FUENTES, C. D. 1987. La pesquería del mero en el Banco de Campeche. Memorias VII Cong. Nal. de Ocean., Ensenada, B.C. México, Julio 1987.

GONZÁLEZ, P. D., S. Zupanovic y H. E. Ramis. 1974. Biología pesquera de la cherna americana del Banco de Campeche. Res. de Inv. CIP-La Habana, Cuba.

GUITART, DARIO. 1977. Sinópsis delos peces marinos de Cuba. Vol. III. Inst. de Oceanología, La Habana, Cuba.

HOESE, H. D. y R. Moore H. 1977. Fishes of the Gulf of México, Texas, Louissiana, and adjacents waters. Texas and M. University Press Drawer C. College Station. Texas, U.S.A.

MOE, M.A. JR. 1969. Biology of the redgrouper *(Epinephelus morio Val.)* from the Eastern Gulf of México. Fla. Bd. Conserv. Mar. Lab. Prof. Pap. Serv. No. 10: pp 95.

RIVAS, L. 1970. The red grouper of the Gulf of México. Commer. Fish. Rev. 32 (10): 24-30.

WIDGER, K. W. 1966. Meteorologial satellites. NASA. New York, U.S.A.

[5] CONTERAS G.R. Valdés A., V. Moreno G., R. Burgos R., S. F. Nieto M., J. Pol P., S. Moreno A. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero *(Epinephelus morio,* Val., 1828) en el Banco de Campeche 19911-11992. SEPESCA, INP, CRIP-Yucalpetén, Méx., MIP, INP, CIP-La Habana, Cuba. 1993. Doc. Int.)

[6] Basurto, O. M. Descripción del estado actual de la pesquería de peces demersales en la zona Norte de Quintana Roó. SEPESCA, INP, México, D.F. 1991 (Inf. Int.).

Picudos

La pesca deportiva de picudos

René Macías Zamora
Ana Luisa Vidaurri S.
CRIP-Manzanillo, INP

Alejandro Klett T.
CRIP-La Paz, INP

Recurso pesquero

Introducción

El término "picudos" ha sido ampliamente aceptado para denominar a los grandes peces de las familias Xiphiidae e Istiophoridae, caracterizados por tener la mandíbula superior extremadamente elongada (Fig. 1). Constituyen un grupo de especies pelágicas distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de todos los océanos del mundo. Incluyen 2 familias, 4 géneros y 12 especies, de las cuales las siguientes concurren en los Océanos Pacífico e Índico: *Xiphias gladius* (pez espada), *Istiophorus platypterus* (pez vela), *Tetrapturus angustirostris* (pez aguja corta), *Tetrapturus audax* (marlin rayado), *Makaira mazara* (marlin azul) y *Makaira indica* (marlin negro). En el Océano Atlántico las especies representativas de este grupo son: *Xiphias gladius* (pez espada), *Istiophorus albicans* (pez vela), *Tetrapturus pfluegeri* (aguja picuda), *Tetrapturus albidus* (marlin blanco), *Makaira nigricans* (marlin azul del Atlántico). Además, existen las siguientes especies de distribución limitada al Mar Mediterráneo: *Tetrapturus belone* (marlin del Mediterráneo) y *Tetrapturus georgei* (marlin peto), (Nakamura, 1985).

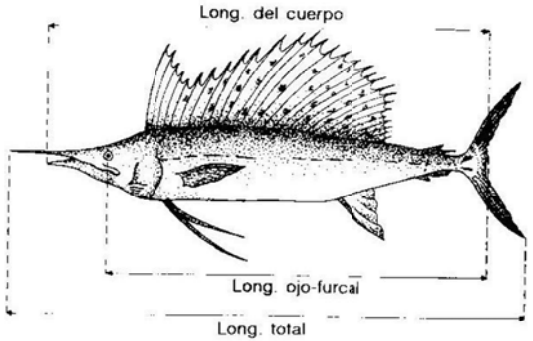


Figura 1

Pez vela (Istiophorus platypterus). Medidas corporales

Los peces picudos son organismos depredadores que ocupan los últimos estratos de la trama trófica y prácticamente carecen de enemigos naturales. Por lo general, son organismos solitarios, aunque con frecuencia se han reportado formando grupos de varias decenas de individuos.

Este grupo de peces tiene una gran importancia económica, tanto por la pesquería deportiva como por la pesca comercial de alta mar y ribereña. Esta dualidad de intereses, aunada a la dificultad que implica la evaluación de una pesquería multiespecífica de especies altamente migratorias, hacen que la administración del recurso sea de particular complejidad.

Existe poca información sobre su aprovechamiento comercial y deportivo en los litorales del Golfo de México y el Mar Caribe, por lo que el presente trabajo se centrará fundamentalmente en las pesquerías del litoral del Pacífico mexicano.

La pesca comercial en lo que hoy es la Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEEM), se inició durante el año de 1956 por parte de embarcaciones con bandera japonesa. Para 1963, su operación se había extendido a la mayor parte de las aguas tropicales y subtropicales de la zona (Squire y Au, 1988).

Según Kume y Joseph (1969), la pesca con palangre al este de los 130°W, se inició en 1956 por parte de las embarcaciones japonesas en aguas ecuatoriales, extendiéndose posteriormente hacia el norte y el sur. Estos autores hacen un análisis de la pesca palangrera en el Océano Pacífico Oriental (PO) durante el periodo 1964-1966, examinando estadísticas de captura y esfuerzo para estudiar la distribución geográfica.

En el Océano Pacífico mexicano, las especies de "picudos" más importantes por su volumen de captura, desde el punto de vista deportivo y comercial, son el marlin rayado (*Tetrapturus audax*), en el área norte del país, reportándose para la pesca deportiva un 55% en la zona de Buenavista y 80% en Los Cabos, BCS; en la pesca comercial durante 1980-1990 registró el 66.5% de la captura; y el pez vela (*Istiophorus platypterus*), en la zona centro y sur, quien representa siempre más del 50% y ocasionalmente hasta el 90% de la captura en los torneos de pesca deportiva en los principales puertos de esta área (Santana, 1988), y en la pesca comercial de la flota palangrera que operó con base en Manzanillo, Col. (4 barcos palangreros). Representó casi el 40% de la captura total en número de organismos (Macías y Santana, 1987; Márquez, 1991).

Carey (1990) encontró que el pez espada permanece en aguas profundas durante el día, emergiendo a aguas superficiales durante la noche. Este comportamiento bien podría explicar la baja incidencia de esta especie en la captura deportiva.

Distribución geográfica y ecótica

La mayoría de las especies de "picudos" tiene una amplia distribución que comprende los mares tropicales y templados de todos los océanos del mundo, pero existen áreas de especial abundancia. En el Pacífico Oriental, de acuerdo con Miyabe y Bayliff (*op. cit.*), y Squire y Au (*op. cit.*), se encuentran zonas de alta concentración de estas especies localizadas dentro de la Zona Económica Exclusiva Mexicana.

El marlin rayado es una especie indopacífica, aunque sus mayores concentraciones ocurren en el Océano Pacífico, entre los 40° norte y sur, con una franja de baja incidencia entre los 10°N y los 5°N, y al este de los 130°W (Howard y Ueyanagi, 1969).

El pez vela presenta una distribución circuntropical. Sus mayores concentraciones ocurren, sin embargo, frente a las costas continentales, entre los 30° de latitud norte y sur, aunque en el Pacífico su distribución está mucho más extendida que en el Atlántico y el Índico. En México, su presencia se acentúa durante la primavera y verano, en aguas del Golfo de México y el Caribe, mientras que en el Pacífico mexicano sus mayores índices de abundancia se registran al sur de los 25°N, y al este de los 110°W (Beardsley *et al.*, 1974).

El pez espada es una especie cosmopolita, presente en todos los océanos del mundo entre los 50 de latitud Norte y Sur. En el Océano Pacífico se registran tres áreas de alta densidad: Pacífico noroccidental, sudoccidental y oriental (Sakagawa, 1989).

Reproducción y crecimiento

Son especies dioicas y ninguna muestra un aparente dimorfismo sexual, expuesto en características morfológicas o patrones de colores (Nakamura, 1985).

Las tasas de crecimiento del marlin rayado han sido estudiadas sucesivamente por Royce, Koto y Merret (Ueyanagi y Wares, 1974), en base a progresiones modales de longitud orbitofurcal, quienes registraron 4, 6, y 4 clases modales, respectivamente. Royce y Merret coincidieron en sus estimaciones, utilizando datos de Hawaii y Sudáfrica, mientras que Koto se basó en información del Pacífico noroccidental.

De Sylva (1957) concluye en un análisis de edad y crecimiento de velas del sureste de Florida, que la mayoría de la población consiste de peces menores de tres años de edad, y opina que la pesquería deportiva invernal es casi o enteramente dependiente de peces con seis y dieciocho meses de edad. En el verano la mayoría de los peces capturados son de uno a dos años de edad.

Modificaciones en las poblaciones del recurso producidas por cambios ambientales y por actividad de captura

Squire y Au (1990) coinciden con el Informe del Comité Técnico de Picudos, en el sentido de que la pesca deportiva ha sido afectada, durante diversos periodos del pasado, por la pesca comercial ejercida sobre estos recursos en distintas áreas de la ZEE del Pacífico mexicano. Dichos efectos no sólo se derivan del esfuerzo excesivo aplicado durante ciertas etapas de la pesquería, sino también de la concentración del mismo, en áreas específicas en las que la pesca deportiva ostenta una importancia significativa.

Estos autores encontraron que las tendencias de las tasas de captura deportiva para la zona de Los Cabos, BCS, están positivamente correlacionadas con las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) de la flota comercial en el área delimitada por los 20º y 25ºN, y los 105º y 115ºW. Dichas tendencias fueron claramente declinantes para el periodo 1968-1977, y en menor grado, de 1981-1986. Asimismo, refieren que las tasas de captura, tanto comerciales como deportivas, registraron recuperaciones sustanciales, cuando la intensidad de las operaciones de la flota comercial se vio temporalmente restringida.

En particular, para el marlin rayado, hacen un análisis de la interacción entre la pesca comercial y deportiva en la zona sur de Baja California (Los Cabos), en base al comportamiento de la CPUE obtenida por las dos pesquerías. Sostienen que cuando la pesca comercial se detuvo durante 1977-1980, la CPUE se elevó después de un largo periodo de declinación a niveles cercanos a la pre-explotación, tanto en la pesca deportiva como en la comercial, para de nuevo volver a declinar durante la operación de la flota mexicana.

Considerando estos periodos, posteriores al establecimiento de la ZEEM, es posible observar dos situaciones: una de ellas presenta el comportamiento de la CPUE con niveles muy bajos de esfuerzo que propicia la reconstrucción de los stocks en esa área, alcanzando niveles cerca-

nos a la pre-explotación, y la otra, exhibe un periodo en el cual se ejerce un cierto nivel de esfuerzo por parte de la flota palangrera con bandera mexicana, provocando una disminución en el valor del índice de CPUE, esto es, la pendiente de la CPUE cambia desde un valor positivo con un bajo nivel de esfuerzo (1977-1980), hasta un valor negativo con un nivel de esfuerzo superior (1980-1985). De acuerdo con Csirke (1980), quien describe los cambios en el esfuerzo y el rendimiento en la historia generalizada de una pesquería, parece razonable suponer que entre estos niveles de esfuerzo existe uno de forma tal que la pendiente de la CPUE sea cero y permita bajo esas condiciones la coexistencia de los dos tipos de pesquería.

Por otro lado, de acuerdo con Sparre (1989), la sobrepesca del crecimiento se presenta debido a una alta presión de pesca, de forma que la mayoría de los peces son capturados cada vez más jóvenes; y refleja la competencia entre las unidades de pesca que inciden sobre el recurso. Este proceso se puede detectar cuando existe una disminución en la talla o peso promedio de los organismos capturados.

Algunos autores como Williams (1970), al examinar las capturas de una pesquería deportiva de pez vela en las costas de Kenya, durante un periodo de 10 años, indicaron que mientras la captura por unidad de esfuerzo y las capturas se incrementaban existió una disminución sostenida en el peso promedio y la mediana de los peces capturados; y Beekett (1971), citado por Palko *et al.* (1981), encontró una rápida declinación en el peso promedio del pez espada capturado en la pesquería palangrera canadiense, disminuyendo de aproximadamente 120 kg en 1963 a 60 kg en 1969. Estos autores coinciden en afirmar que una disminución en la talla promedio en estos organismos es consecuencia de la presión ejercida sobre el recurso por la explotación pesquera.

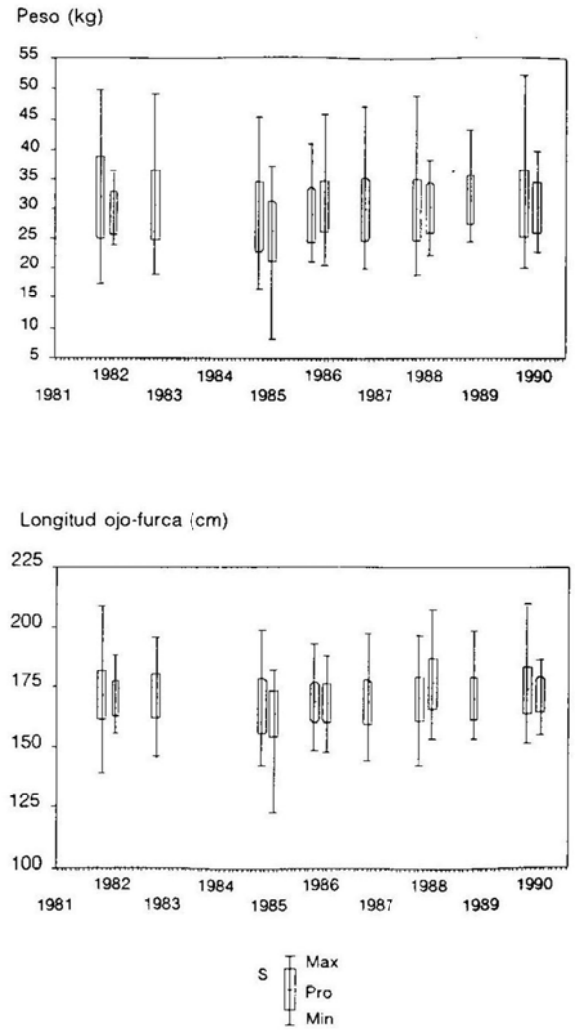
Lo anteriormente citado sugiere que en periodos relativamente cortos (6 a 10 años) es posible encontrar evidencias de una disminución considerable del peso promedio de los organismos presentes en la captura, causada por un incremento en la mortalidad por pesca.

Un análisis de variancia para los 13 torneos de Manzanillo, durante la temporada 1981-1990, a fin de identificar cambios en el peso y/o longitud promedio de los organismos durante esta temporada (Fig. 2), indica que se rechaza la hipótesis nula de que las medias son iguales ($P < 0.01$).

Mediante mínimas diferencias significativas se encontró que los torneos que difieren con el 99% de identificar cambios en el peso o longitud promedio de los organismos durante esta tempo-

Considerando lo anterior, los resultados del análisis de variancia realizado indican un posible equilibrio de la pesquería al no presentar evidencias de una disminución sostenida en el peso o talla promedio de los organismos capturados en este periodo (1981-1990). Cabe mencionar que los torneos que presentan diferencias significativas con respecto a los demás, son eventos intermedios del periodo considerado y no indican un decremento sostenido en alguna de las medidas corporales consideradas. Sin embargo, es necesario no olvidar que en los últimos años (sin saber exactamente cuándo) se suspendieron los premios a los organismos más pequeños, medida que posiblemente haya provocado en cierta forma el corrimiento de la clase modal de tallas y pesos a intervalos de clase mayores, repercutiendo también en las tallas y pesos promedio.

Figura 2
Peso y longitud promedio para pez vela en torneos nacionales e internacionales de pesca deportiva en Manzanillo, Col., 1981-1990



Vale la pena señalar que el hecho de identificar torneos que difieren significativamente en el valor medio, parece indicar que la selectividad del arte de pesca permite capturar un amplio espectro de tamaños de organismos en estos eventos deportivos y es capaz de reflejar así cambios en la talla promedio del stock explotado.

Con objeto de evaluar la tendencia de la CPUE en la pesquería del pez vela se analizó una serie histórica (1954-1989) de capturas y esfuerzos en los torneos internacionales de pesca deportiva en Manzanillo, Col., presentada por el Club Deportivo de Pesca Manzanillo, A.C. en los folletos publicitarios de sus torneos editados cada año. Esta información fue validada con los archivos existentes en la Delegación Federal de Pesca del estado de Colima a partir de 1981 y con muestreos biológicos de las capturas en dichos eventos desde 1985 a la fecha (Fig. 3).

El establecimiento de la ZEEM (en 1976), considerado como un parteaguas en la evolución de la pesquería en esta área, aparentemente se ve reflejado en la evolución de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en estos eventos. El desarrollo del esfuerzo pesquero para esta zona durante la temporada 1956-1980, reportado por Squire y Au (*op. cit.*), (Fig. 4), presenta un incremento constante para todo el periodo, mientras que para esta misma temporada, en los torneos de pesca deportiva se observa una disminución del índice CPUE que se extiende hasta 1976. A partir de este año se aprecia una estabilización con fluctuaciones que no se correlacionan en forma aparente con los altibajos en el esfuerzo de la flota palangrera mexicana, la cual inició sus operaciones durante 1980 y operó en forma irregular hasta 1990. En la figura 3 se presentan como áreas sombreadas las épocas en que no se otorgaron permisos para pesca con palangre en estas aguas. Las variacio-

Figura 3
Tendencia de la CPUE en torneos de pesca deportiva. Las áreas sombreadas representan épocas sin permiso para pesca palangrera. Las flechas representan ocurrencia del fenómeno "El Niño"

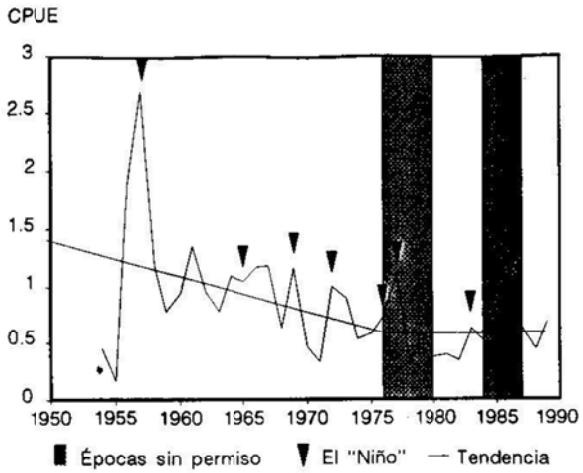
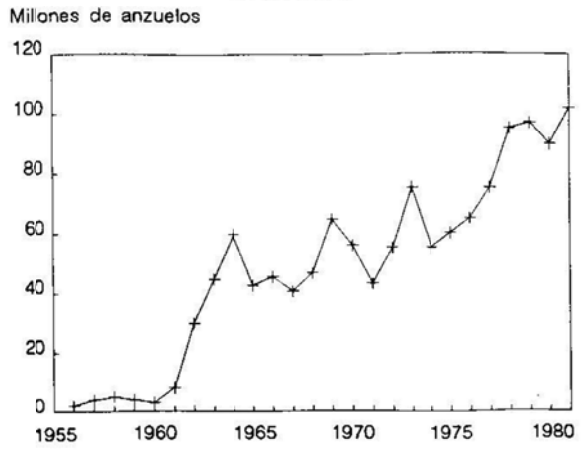


Figura 4
Esfuerzo de los barcos palangreros japoneses al este de los 130°W



FUENTE: Squire, 1988.

nes antes mencionadas pueden atribuirse a otro tipo de factores ajenos al esfuerzo pesquero, como de tipo ambiental o de muestreo.

Debido a lo anterior, y con el fin de aislar y explicar las variaciones ajenas a la presión del esfuerzo pesquero sostenido sobre el recurso por la flota palangrera internacional en las aguas mexicanas, se ajustaron a la serie dos rectas de tendencia: la primera abarca desde el inicio de la serie (1954) y se extiende hasta 1976; la segunda comprende el periodo 1976-1989.

Para el primer periodo se aprecia un decremento sostenido en este índice (pendiente de -0.03243 y una ordenada al origen de 3.084638, esto es, de 1.33 velas por pescador en 1957 a 0.65 en 1976), que parece corresponder al incremento del esfuerzo aplicado por la flota internacional. Para la temporada 1976-1989, se aprecia una estabilización de este índice, con una pendiente de la recta de tendencia de 0.00088 y la ordenada al origen de 0.725334 (Fig. 3).

Con el fin de comparar estas pendientes, se efectuó un análisis de covarianza, comprobándose que las tendencias en estas dos épocas son significativamente diferentes ($P < 0.01$). Esto es: la pendiente negativa (tendencia a disminuir) cambia a una pendiente ligeramente mayor que cero (positiva) que representa un equilibrio de las capturas por pescador en los últimos 15 años de la serie, a pesar de que en esta última temporada (sin saber la fecha exacta) se implementaron algunas medidas que posiblemente hayan tenido alguna influencia negativa sobre el índice; por ejemplo, se suspendió el premio "por marea" (premio al pescador que captura más kilogramos de producto) provocando que el pescador perdiera el interés por presentar todas las piezas capturadas. Además, se estableció que

todas las piezas presentadas al jurado (registradas) serían propiedad del Club de Pesca. Por lo anterior, es común que el pescador, sabiendo esto, cuando obtiene varias piezas presenta sólo la o las más grandes, conservando el resto de la captura para su consumo.

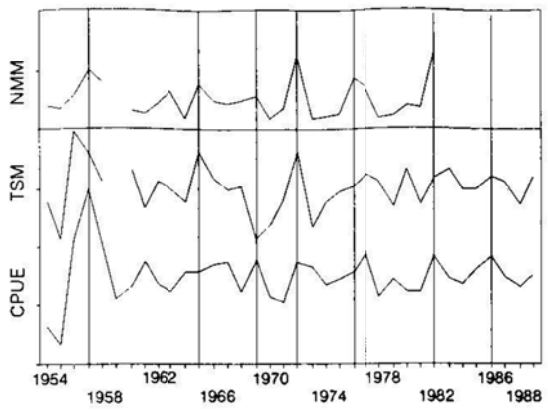
Después de filtrar estas tendencias de la serie original, se obtuvo una serie que presenta fluctuaciones que se correlacionaron con indicadores de variaciones en las condiciones ambientales, considerándose en particular la temperatura superficial del mar (TSM) y el nivel medio del mar (NMM), parámetros que se encuentran estrechamente relacionados con la ocurrencia del fenómeno de "El Niño" (Mysak, 1986; William *et al.*, 1978; Wallace, 1985; Hamilton y Emery, 1985; Cannon *et al.*, 1985; Tabata, 1985). El análisis de estas series se realizó por medio de sus anomalías construidas, restando a cada uno de los valores el valor promedio de la serie.

En las series residuales de CPUE, TSM y NMM, se observa que grandes picos (o anomalías) coinciden entre las series y muchos de ellos a su vez con eventos de "El Niño", representados en la gráfica con líneas verticales (Fig. 5). Fechas de ocurrencia según Norton, *et al.*, 1985.

Se consideró el valor promedio del parámetro durante noviembre, como representativo del año por ser el mes durante el cual se llevaron a cabo los eventos de pesca deportiva. El análisis de estas series se realizó a través de sus anomalías, construidas restando el promedio de la serie a cada uno de los valores.

Con el objeto de cuantificar la correlación existente entre las series, se efectuó un análisis de correlación cruzada, ensayando desde menos 10 hasta más 10 retardos.

Figura 5
Serie histórica de CPUE, TSM y NMM en Manzanillo, Col. Las líneas verticales representan años de ocurrencia del fenómeno "El Niño"



Los correlogramas realizados entre las series de CPUE, TSM y NMM presentan el valor máximo de este índice cuando el número de retardos es igual a cero (CPUE vs TSM; r = 0.4747, CPUE vs NMM; r = 0.4829, TSM vs NMM; r = .5070), esto es, las series son más parecidas cuando se comparan sin desfasamiento entre ellas.

El valor relativamente bajo del coeficiente de correlación cruzada, aunque estadísticamente significativo, puede ser debido a la gran variabilidad en el índice CPUE, influida por un gran número de factores que afectan el éxito de pesca, como son el estado del mar, la velocidad del viento, la lluvia, el tipo de carnada, etc., que tienen un efecto casi aleatorio en el resultado de las operaciones de pesca. Por otro lado, el índice CPUE utilizado como indicador de abundancia y en este caso, se considera confiable (más que el mismo indicador en la pesca comercial) debido a que las características del arte de pesca, el método de

pesca, la especie objetivo, el esfuerzo, la zona de pesca, la temporada, el tipo de embarcaciones, incluso muchas personas participantes en estos torneos, han permanecido prácticamente constantes a lo largo de su desarrollo y, dado que es un evento tradicional, ha sido debidamente fiscalizado por un jurado exprofeso, que también ha sido integrado por las mismas personas durante muchos años.

Los correlogramas realizados indican una correlación significativa entre las series cuando son comparadas en fase, esto es, cuando el número de retardos es igual a cero. Este resultado parece indicar que la respuesta inmediata del índice CPUE a un aumento en la TSM y en el NMM (parámetros asociados con la ocurrencia de "El Niño") es debido a que las variaciones en estos parámetros afectan marcadamente la disponibilidad local del recurso, reflejándose así en la CPUE de la pesca deportiva, sin implicar necesariamente un incremento en la población o stock, esto es, las temperaturas anómalamente altas en estas latitudes propician la presencia de estos organismos durante la temporada en que se lleva a cabo el evento. Bajo condiciones normales estos peces se desplazan hacia el sur coincidiendo con el desplazamiento de las isotermas, provocando así una disminución local en la abundancia.

Se calculó el espectro de las series residuales con el fin de identificar las frecuencias más importantes presentes en ellas (Chatfield, 1980). Siendo algunas comunes entre ellas, particularmente las correspondientes a los periodos de 5.14 y 9 años que aparecen en forma destacada en las tres series, mismas que son frecuentemente asociadas a eventos de "El Niño". Mysak (1986) reporta un ciclo de 5-6 años en el nivel del mar y en la temperatura superficial del mar; Thompson y Tabata (1981), citados por Mysak (*op. cit.*), detectaron una señal de 5.7 años en el nivel del mar; Huato (1988) encuentra ciclos con periodos de 4.8 y 8.3 años en la TSM y de 4.8 y 8.1 en el NMM, entre otros, que coinciden aproximadamente con los presentes en las series analizadas.

Con los valores obtenidos como estimaciones iniciales de las cinco frecuencias presentes en la serie de CPUE, se obtuvieron las amplitudes, las fases y las frecuencias optimizadas mediante el método del descenso cíclico para ajustar un modelo de componentes armónicos a la serie (Bloomfield, 1976), obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Parámetros del modelo de componentes armónicos para la serie de captura y esfuerzo de la pesca deportiva (1954-1989)

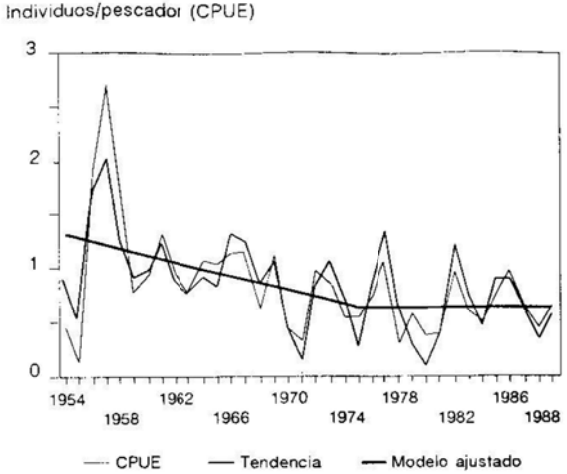
Wi	Ai	øi	Ti
1.5282	0.2586	2.1888	4.1
0.7014	0.2501	−2.5243	8.9
1.2395	0.2654	2.5575	5.0
2.4302	0.1397	1.0378	2.6
1.9506	0.1593	0.9111	3.2

Wi = frecuencias angulares
Ai = amplitudes
øi = fases
Ti = periodos en años

El modelo de componentes armónicos se ajusta significativamente ($P < 0.005$) a los datos de CPUE en la pesca deportiva (Fig. 6).

Este tipo de modelos de componentes armónicos brindan una cierta capacidad productiva, cuya confiabilidad se encuentra estrechamente aso-

Figura 6
CPUE en torneos de pesca deportiva en Manzanillo y modelo armónico ajustado



ciada al porcentaje de variación explicada, esto es, al grado de ajuste a los datos observados y a la permanencia de los fenómenos presentes durante el periodo ajustado.

Utilizando el coeficiente de determinación, se observó que los cinco componentes armónicos del modelo, junto con las rectas de tendencia, explican el 72.76% de la variación total. Este porcentaje es altamente satisfactorio ($P < 0.01$), si como se mencionó anteriormente se toma en cuenta que la influencia de otros factores sobre la CPUE tienen un efecto casi aleatorio, provocando grandes variaciones que no están relacionadas con la abundancia, pero que influyen directamente en la disponibilidad local del recurso.

Descripción de las operaciones de pesca (flota nacional)

Métodos y artes de pesca

Pesca deportiva

La pesca deportiva de "picudos" se realiza exclusivamente por troleo con diversos tipos de carnada, en cruceros que varían en cuanto a horas de duración en un promedio de 6 a 8 horas. Es una categoría de la actividad pesquera que se practica con fines de esparcimiento en embarcaciones que varían desde lanchas con motor fuera de borda hasta yates de más de 30 pies de eslora. La participación de aficionados nacionales y extranjeros en esta actividad es significativa; en 1989 cerca de 420 000 personas practicaron la pesca deportiva. De ellos, 313 000 fueron extranjeros y se realizaron en el país 126 torneos de pesca deportiva en diferentes zonas de captura, tanto en aguas marinas como continentales. Del total de eventos realizados, 102 fueron de categoría nacional y 24 internacional. Operan más de 25 700 embarcaciones de pesca deportiva, de las cuales alrededor del 70% son de origen extranjero, mismas que participan en los diversos torneos que se realizan en el país. Existen, asimismo, 194 empresas prestadoras de servicio en la pesquería y 96 clubes y asociaciones de pescadores deportivos (Anónimo, 1991).

Pesca comercial

La flota palangrera comercial con bandera mexicana inició su operación en el año de 1980. Estuvo constituida por 21 embarcaciones, que operaron en forma discontinua, con una capacidad de acarreo de 120 a 200 toneladas y palangres de deriva de entre 1 200 y 2 500 anzuelos. Estos barcos

realizaron generalmente un lance de pesca diario durante sus viajes que, dependiendo de la autonomía de la embarcación, variaron entre 28 y 60 días de duración. El número de viajes al año por barco fue muy variable, desde la total inactividad hasta años con 5 o 6 viajes de pesca.

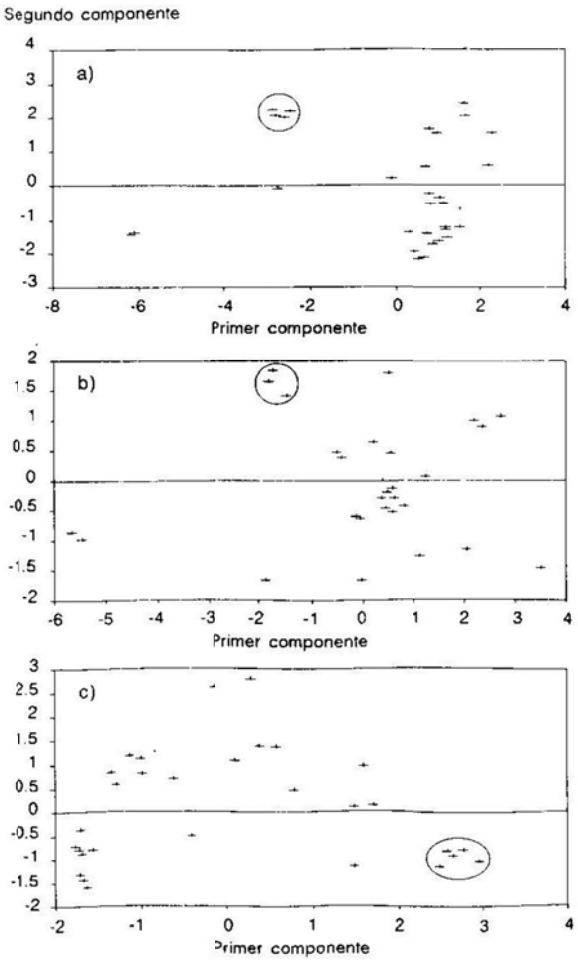
Con el fin de efectuar una agrupación objetiva de las embarcaciones que componen la flota palangrera mexicana, considerando tanto las características físicas de la unidad como la composición específica de la captura registrada, se realizó un análisis de componentes principales (Pielou, 1984).

Al aplicarse el análisis de componentes principales a la matriz de información relativa a la flota palangrera, considerando tanto las variables físicas como de la composición específica y graficarse los barcos en función de los dos primeros componentes se aprecia la formación de dos grupos de unidades. Lo mismo sucede cuando se efectúa el mismo proceso considerando en forma independiente las características físicas y la composición específica de las unidades de pesca (Fig. 7).

Con base en la agrupación efectuada sobre el análisis de componentes principales, se observa que la flota se encuentra dividida básicamente en dos grupos: el primero de ellos que agrupa a la gran mayoría de las unidades de pesca y comprende a las embarcaciones con base en Ensenada; y el segundo, con base en Manzanillo, compuesto por cuatro buques que comparten las características de reportar un gran porcentaje de tiburón y pez vela en sus capturas, combinado con cantidades pequeñas de las especies de marlin y espada que comparten con el puerto base. Además, se aprecia la separación de un buque

Figura 7

Gráfica de los dos primeros componentes. Se encierra en un círculo el grupo principal de buques que reportan al pez vela como principal especie de pico capturada. Se utilizan como variables: a) características de las embarcaciones y composición específica de sus capturas, b) características de las embarcaciones y c) composición específica de la captura



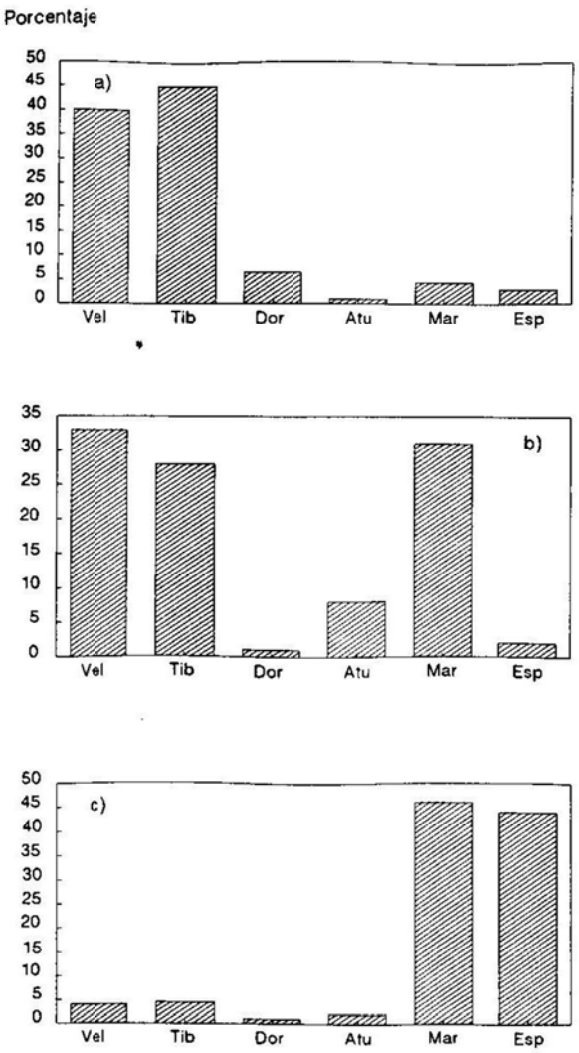
muy grande de la flota ensenadense y de dos embarcaciones relativamente pequeñas con base en Manzanillo.

Antes de continuar, es necesario aclarar que algunas de las unidades de pesca, en particular los barcos llamados Chidoris, cambiaron de nombre y administración a Copemapros, por lo que la lista de 31 embarcaciones se reduce sustancialmente (oficialmente se concedieron permisos para la operación de 21 embarcaciones); en el presente análisis se consideran como unidades diferentes, con el fin de contemplar la posibilidad de un cambio en la estrategia operativa de la unidad al cambiar su administración. Hasta aquí, el análisis nos indica que los barcos que operan con base en el Puerto de Manzanillo parecen ser diferentes del resto de la flota, considerando en conjunto sus características tanto físicas como operacionales. Podría pensarse que esta diferencia proviene tal vez sólo de uno de estos aspectos, por ejemplo, de la composición específica de la captura, pues al ser totalmente diferente del resto de las unidades provocaría la separación de éstas a pesar de que sus características físicas fueran completamente similares o viceversa. Por esta razón, se llevó a cabo el análisis en dos formas: (1) introduciendo como variables los porcentajes de cada una de las especies capturadas por cada una de las unidades de pesca; (2) introduciendo como variables las características físicas para cada una de las unidades. Los resultados de estos procesos se pueden apreciar en las figuras 7b y 7c destacando el hecho de que en los dos casos persiste la agrupación de la flota manzanillense, pero su separación no es tan obvia como al considerar los dos aspectos en conjunto (Fig. 7a). Esto nos indica que existen diferencias, tanto operacionales como catastrales que hacen de esta fracción de la flota palangrera mexicana una entidad diferente.

En la figura 8 se presenta la composición de las capturas reportadas por los diferentes grupos de embarcaciones que componen la flota mexicana (agrupados en este caso sólo en función de sus nombres, ya que la coincidencia entre ellos implica generalmente una administración y estrategia operativa común), sobresaliendo el hecho de que el grupo denominado Tiburones reporta grandes capturas de tiburón y cantidades comparables de pez vela; asimismo, los Alianzas informan de capturas relativamente altas de pez vela y tiburón, diferenciándose de los primeros en que también reportan cantidades considerables de marlin y espada; el grupo denominado Copemapros se distingue porque no presenta reportes de capturas de pez vela ni tiburón. Ahora, si observamos la distribución del esfuerzo pesquero ejercido por los grupos de embarcaciones de la flota palangrera mexicana en la figura 9 y la distribución de las áreas de abundancia para cada una de las especies en la figura 10, es evidente que existe coincidencia entre la zona de influencia del grupo de embarcaciones que tienen como base el puerto de Manzanillo (que reportan capturas considerables de pez vela y tiburón) y el área de abundancia en capturas de pez vela. También es importante destacar que, de las embarcaciones que tienen como base el puerto de Ensenada, las que reportan capturas de pez vela y tiburón (los Alianzas) han operado en la parte sur del PO, área de gran abundancia en esta especie. Los barcos con esta misma base, que prácticamente no han operado en esta zona (grupo Copemapros), reportan cantidades mínimas de pez vela y tiburón.

Sin embargo, si comparamos los grupos de embarcaciones operando bajo condiciones similares, esto es, operando en la misma área durante la misma temporada, podemos apreciar que la composición de la captura se mantiene para los grupos. Esto parece ser producto, a decir de

Figura 8
Composición específica de la captura por grupos en la flota palangrera mexicana; a) Tiburones, b) Alianzas y c) Copemapros



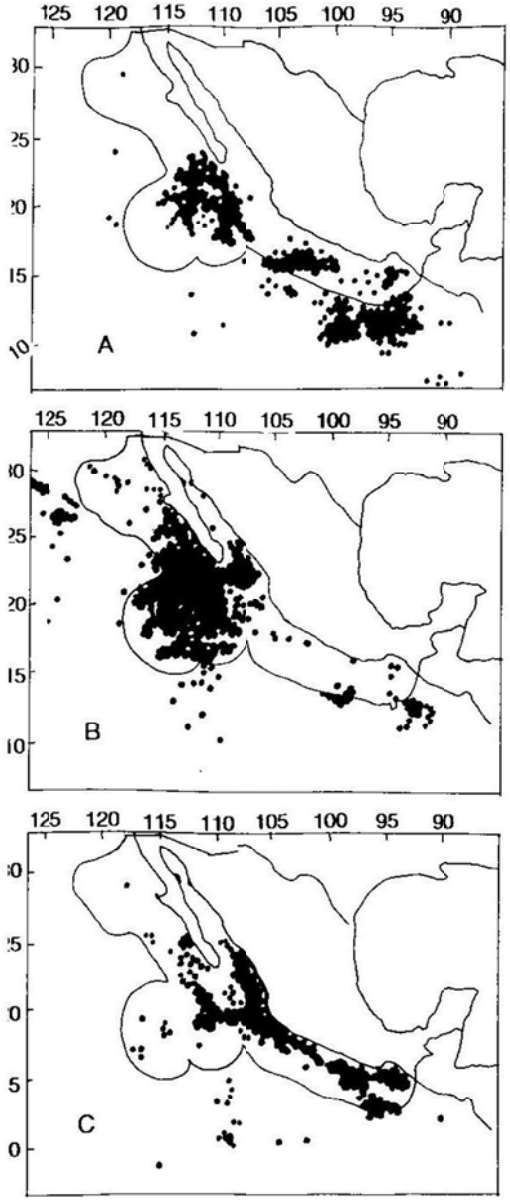


Figura 9

Distribución geográfica del esfuerzo ejercido por la flota palangrera mexicana durante 1980-1990, por los grupos: a) Alianzas, b) Copemapros y c) Tiburones

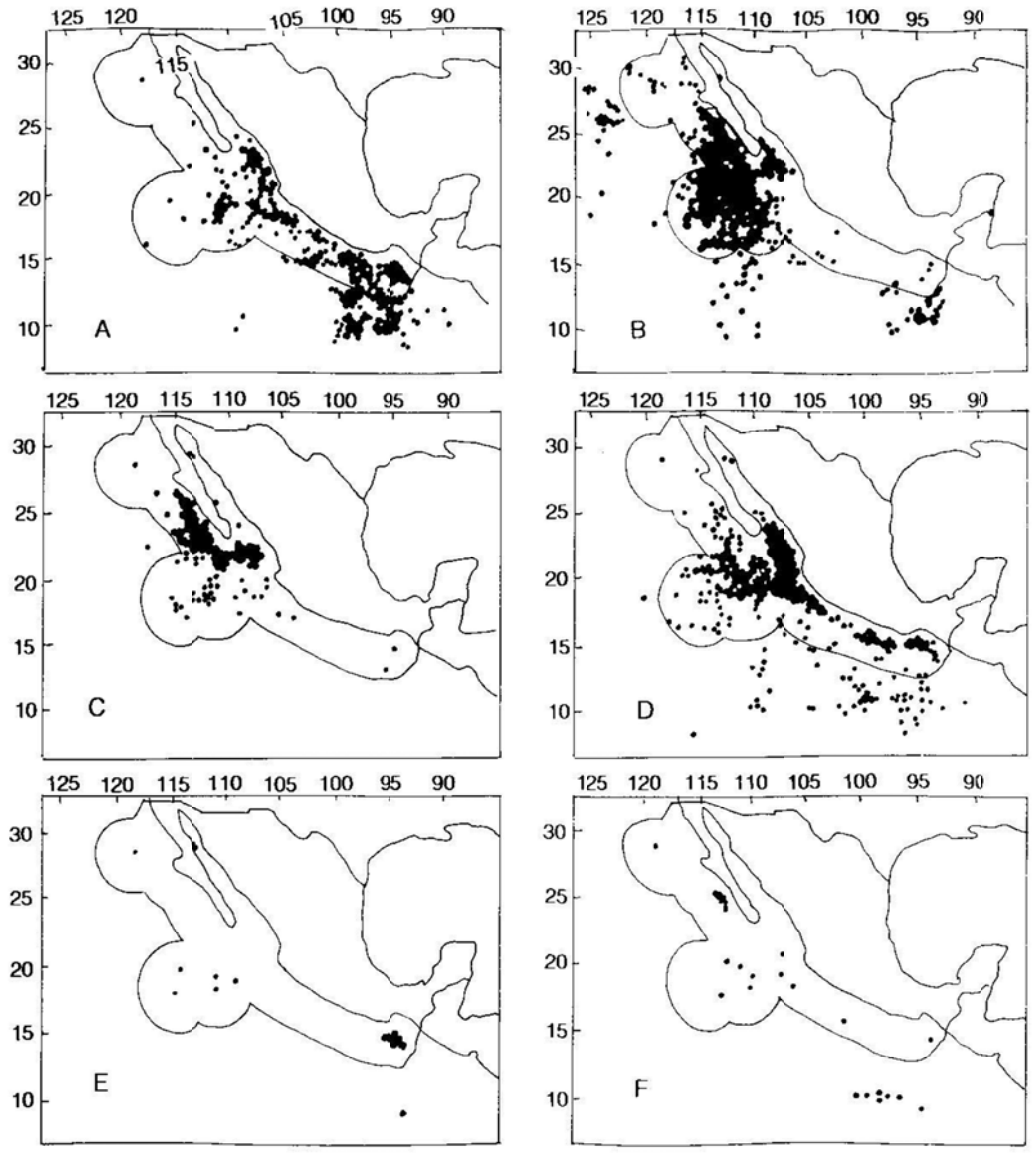


Figura 10

Zonas de abundancia por especie, utilizando como índice los lances con más del 50% de organismos de la especie en cuestión:
a) Pez vela
b) Marlin
c) Espada
d) Tiburón
e) Dorado
f) Atún

los pescadores, de algunas características del palangre, el tipo de carnada utilizado y la estrategia operacional característica de cada grupo. En otras palabras, si la flota opera en el mismo lugar al mismo tiempo, la flota de Manzanillo captura mayor cantidad de pez vela mientras que el resto captura marlin y espada en mayor proporción.

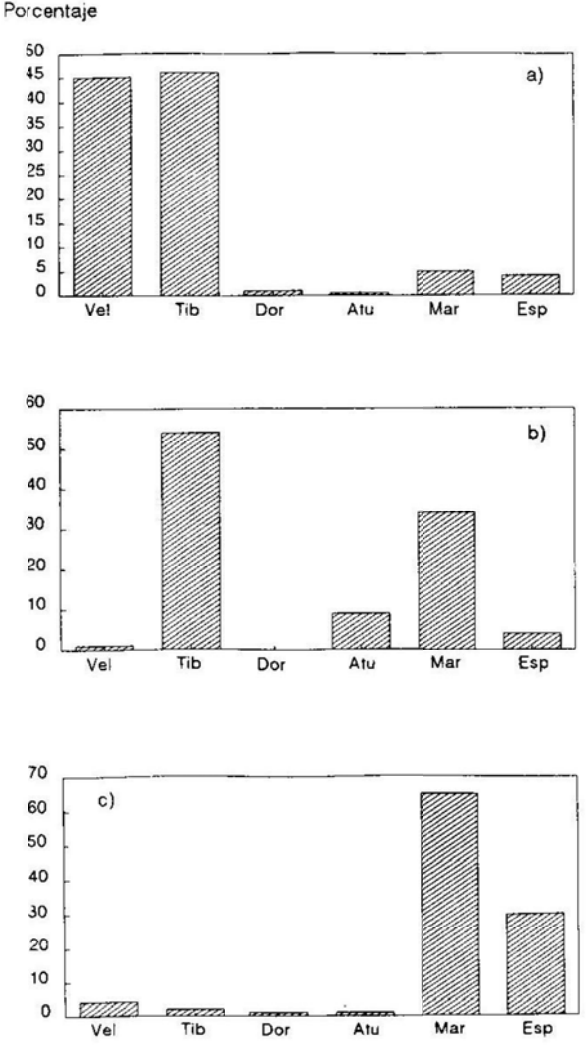
En la figura 11 se presenta la composición específica (en número de organismos por cada mil anzuelos) obtenida en los meses de octubre (1980-1990), operando en una zona comprendida entre los 19 y 24 grados de latitud norte y los 105 y 114 grados de longitud oeste por la flota palangrera mexicana.

Con base en lo anterior, podemos intuir que tanto la zona de pesca como las características operacionales de la flota son determinantes en la composición específica de la captura, esto es, la operación de la flota palangrera en una franja costera dentro de la ZEEM en su parte centro y sur brinda capturas muy abundantes en pez vela, mientras que la actividad en la parte norte, en particular en la boca del Golfo de California y alrededor de las Islas Clipperton, proporciona capturas abundantes de marlin y pez espada. Estas zonas de operación, combinadas con ciertas particularidades de las embarcaciones, aún no completamente determinadas, propician una mayor selectividad de la flota hacia una u otra especie de pico.

En función a la agrupación realizada se seleccionó al grupo de buques Tiburones como representativo de la tendencia de la CPUE del pez vela en la pesquería, reportando 1 995 lances desde julio de 1983 a octubre de 1990.

Se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio mensual en la pesca comercial;

Figura 11
Composición específica de la captura de la flota palangrera mexicana por grupos durante el mes de octubre en una misma zona del Pacífico Norte Mexicano; a) Tiburones, b) Alianzas y c) Copemapros



los huecos existentes en la serie (1983-1990) se calcularon mediante interpolación lineal. Se aplicaron promedios móviles de orden 3 para suavizar la serie, se calculó el espectro (periodograma) para identificar las frecuencias más importantes presentes en ella (Chatfield, *op. cit.)*, mediante el método del descenso cíclico (Bloomfield, *op. cit.*). Se calcularon las amplitudes y fases de los componentes armónicos presentes y se optimizaron las frecuencias. Se filtraron las componentes estacionales identificadas de la serie original; la tendencia (supuesta lineal) de la serie residual se calculó mediante mínimos cuadrados y se probó mediante la "t" de Student (Daniel, 1979).

El análisis espectral de la serie de CPUE en la pesca comercial (Fig. 12a) detectó dos frecuencias presentes en ella, con periodos de 12.01 y 42.57 meses (Fig. 12b). Después de filtrar estos componentes armónicos de la serie original, se calculó la pendiente de la serie residual obteniéndose: m = 0.359 (r = 0.53), estadísticamente diferente de cero (t = 5.80; t(0.95) = 1.6641). En la figura 13 se presenta la serie suavizada, el modelo de dos componentes armónicos que representa las variaciones estacionales, la serie residual y la tendencia (lineal) calculada por mínimos cuadrados.

En la figura 12a se presenta el número de organismos capturados por cada mil anzuelos en la pesca palangrera comercial y la misma serie suavizada con promedios móviles de orden 3. Es necesario mencionar que el área de operación de esta flota fue influenciada por la época de temporales; esto es, durante la temporada de ciclones, la flota operó en la parte norte de su zona de influencia desplazándose hacia el Pacífico centro y sur durante el resto del año. Estos desplazamientos estacionales y los cambios a largo plazo

Figura 12

a) Número de pez velas capturado por cada mil anzuelos (CPUE) y serie suavizada con promedios móviles de orden 3; b) Periodograma para la serie de CPUE suavizada

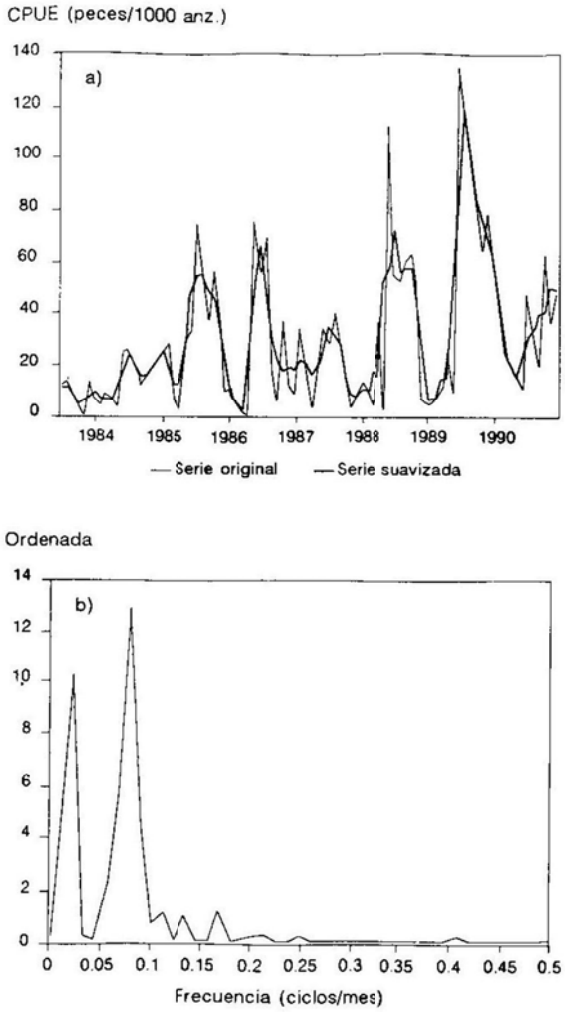
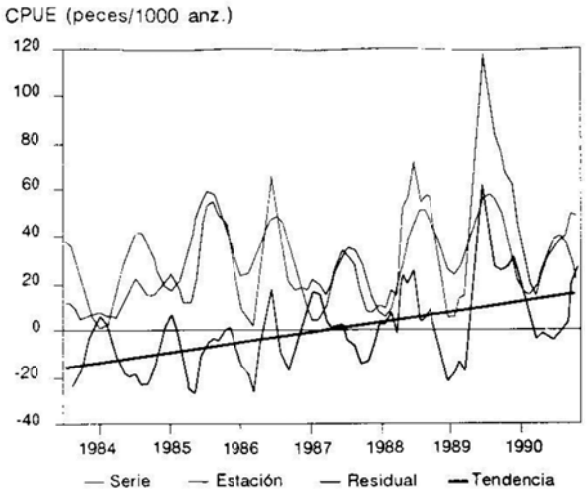


Figura 13
Tendencia de la CPUE para pez vela en la flota palangrera mexicana, 1983-1990



en las condiciones ambientales (fluctuaciones con periodos mayores a un año, que se pueden asociar principalmente al fenómeno oceanográfico "El Niño" (Masaki, 1985) influyen en el índice CPUE. Tratando de eliminar estos cambios, en la medida de lo posible, se estimaron las freuencias más importantes presentes en la serie, identificando dos componentes armónicos (Fig. 12b) que contienen gran parte de la variación observada. Estas fluctuaciones estacionales fueron filtradas de la serie obteniéndose una serie residual que, teóricamente, para una pesquería en equilibrio o subexplotada debe ser constante, esto es, una pendiente (tendencia) de cero. Y, también teóricamente, para una pesquería sobrexplotada, esta pendiente debe ser negativa y diferente (significativamente) de cero. Csirke (1980) menciona que al estabilizarse una población se estabiliza también la captura por unidad de esfuerzo y en la medida en que el esfuerzo pesquero se mantenga constante, las capturas también serán constantes.

Considerando lo anterior, es congruente suponer que los resultados, en particular el hecho de que la pendiente presente un valor positivo, sugieren que el recurso se encuentra en una fase de recuperación, posterior a un periodo de intensa explotación. Otra posible causa de la tendencia que se presenta podría estar asociada a la adquisición de una mayor destreza en el manejo de los artes de pesca de la tripulación de los barcos; sin embargo, esto parece poco probable, ya que de acuerdo a comunicaciones personales de patrones y pescadores de estos buques, el periodo máximo requerido para dominar completamente la operación de estos equipos, en su caso no excedió de 12 meses.

Lo discutido anteriormente está de acuerdo con los resultados obtenidos en la pesca deportiva y la tendencia en los indicadores, tanto en la pesca comercial como deportiva, y engloba el esfuerzo conjunto ejercido por las dos flotas, las cuales aparentemente explotan el mismo stock.

Captura del recurso

Áreas de captura

Pesca deportiva

Dada la distribución del recurso y la infraestructura de servicios de la pesca deportiva, ésta se realiza predominantemente en la zona del Pacífico: Ensenada y San Felipe en Baja California; Loreto, Mulegé, La Paz y Los Cabos en Baja California Sur; Puerto Peñasco, Guaymas y San Carlos en Sonora; Mazatlán en Sinaloa; San Blas y Cruz de Huanacaxtle en Nayarit; Puerto Vallarta y Barra

de Navidad en Jalisco; Manzanillo en Colima; Lázaro Cárdenas en Michoacán; Zihuatanejo-Ixtapa y Acapulco en Guerrero; Puerto Escondido y Huatulco en Oaxaca.

En el litoral Golfo-Caribe destacan: Tampico en Tamaulipas; Tecolutla, Alvarado y Veracruz en Veracruz; Ciudad del Carmen en Campeche; Yucalpetén y Progreso en Yucatán; y Cancún y Cozumel en Quintana Roo.

Pesca comercial

Utilizando como indicador de la abundancia aparente los lances de la flota palangrera mexicana que obtuvieron más del 50% de organismos de estás especies, en la figura 10 se presentan las regiones donde se realizaron dichos lances para las principales especies capturadas, apreciándose una distribución diferencial por especie. En particular, el pez vela presenta una distribución más costera en la zona centro y sur de la ZEEM, desde la boca del Golfo de California hasta el Golfo de Tehuantepec, sólo ligeramente traslapada con el área de abundancia del marlin y el pez espada, que abarca la boca del Golfo de California, la porción sur de la Península de Baja California y la zona de las islas Revillagigedo.

Temporada de captura

Pesca deportiva

La pesca deportiva en el sur del estado de Baja California Sur se extiende a todo el año. Esto se debe a que el patrón estacional de las especies disponibles en la zona complementa los periodos de ausencia o mayor escasez de algunas especies, con la elevación de la abundancia relativa de las otras.

En la zona de Los Cabos, el marlin rayado presenta sus máximos niveles de abundancia en los meses de diciembre y enero, y de abril a junio, con un decremento relativo durante el pico del invierno. Durante el verano, los índices de abundancia de esta especie se reducen a niveles mínimos, con motivo de su migración reproductiva.

Squire y Suzuki (1990) reportan que del tercero al cuarto trimestre del año, se registra una intrusión de organismos del Pacífico norte hacia la zona de Los Cabos, mientras que del cuarto al primero, se establece un desplazamiento hacia el sur y suroeste de este mismo contingente. Sin embargo, este alejamiento de la zona (de individuos del Pacífico norte) se ve compensado por la incorporación sucesiva de organismos procedentes del Pacífico sudoriental durante el segundo trimestre del año. Este comportamiento migratorio explica el decremento relativo de las tasas de captura durante los meses de invierno.

Durante la época de mayor escasez de marlin rayado (julio a octubre), se acentúa la presencia del pez vela y del marlin azul.

La presencia del pez vela en las áreas de Los Cabos se extiende de julio a diciembre, mientras que en Buenavista tierde a aparecer con un mes de anticipación. Sus picos de abundancia generalmente se presentan de agosto a octubre.

El marlin azul también ocurre de julio a noviembre, en ambas zonas. Sus niveles de incidencia en las áreas de Los Cabos y Buenavista han fluctuado en forma mutuamente suplementaria hasta 1989, decreciendo paralelamente en ambas zonas, a partir de 1990.

Pesca comercial

La abundancia de pez vela y tiburón en las capturas del grupo Tiburones muestra un comportamiento opuesto a lo largo del año (cuando existen porcentajes grandes de pez vela, las capturas de tiburón son bajas y viceversa), comportamiento que puede ser atribuido a la distribución geográfica del esfuerzo, afectada estacionalmente por la época de temporales, lo cual motiva que se opere en zonas de características diferentes; en particular durante esta temporada, la flota se desplaza hacia el norte de la ZEEM.

Regulación del recurso

La Ley sobre la Zona Exclusiva de Pesca de la Nación, publicada en el *Diario Oficial de la Federación,* el 20 de enero de 1967, antes de la existencia de la Zona Económica Exclusiva, fijó su jurisdicción exclusiva para fines de pesca en una zona de 12 millas marinas contadas a partir de la línea desde la cual se mide la anchura del mar territorial, que hasta entonces era de 9 millas marinas, extendiéndose el régimen legal vigente aplicable al mar territorial.

Por otro lado, el 10 de mayo de 1972 se publicó la Ley Federal para el Fomento de la Pesca, la cual entró en vigor el 25 del mismo mes y año, donde se estableció la reserva de las especies marlin, pez espada, pez vela, sábalo, pez gallo y dorado para la pesca deportiva. Asimismo, en 1983, durante los trabajos de la Comisión de Pesca de la Cámara de Diputados y en la Consulta Popular para la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo, se estimó conveniente que en la ZEEM del país se reservara una franja de 50 millas a lo largo de los litorales para la pesca deportiva de "picudos", ampliándose así la de 30 millas que preveían los permisos originalmente expedidos.

El Comité Técnico Consultivo de la Pesquería de Picudos y Especies Afines (CTC), constituido en México el 25 de septiembre de 1986 por la Secretaría de Pesca (Anónimo, 1987), presenta en agosto de 1987 el informe final de análisis de las pesquerías, en el cual, después de analizar estadísticas de captura y esfuerzo, propone alternativas de reglamentación precautorias en la ZEEM, y hace evidente la necesidad de continuar con los estudios de la pesquería de este recurso (Anónimo, 1987b). Con base en este documento, la Secretaría de Pesca establece zonas de protección en las que no se otorgan permisos de pesca comercial para captura de especies reservadas a la pesca deportiva.

La Ley de Pesca en vigor desde junio de 1992 establece que se destinan exclusivamente para pesca deportivo-recreativa las especies que determine el reglamento dentro de una franja de 50 millas náuticas, contadas a partir de la línea base desde la cual se mide el mar territorial. No podrán realizarse actividades de pesca distintas a las de investigación sobre las especies destinadas a la pesca deportivo-recreativa en las áreas de refugio que para éstas pudiera establecer la Secretaría de Pesca.

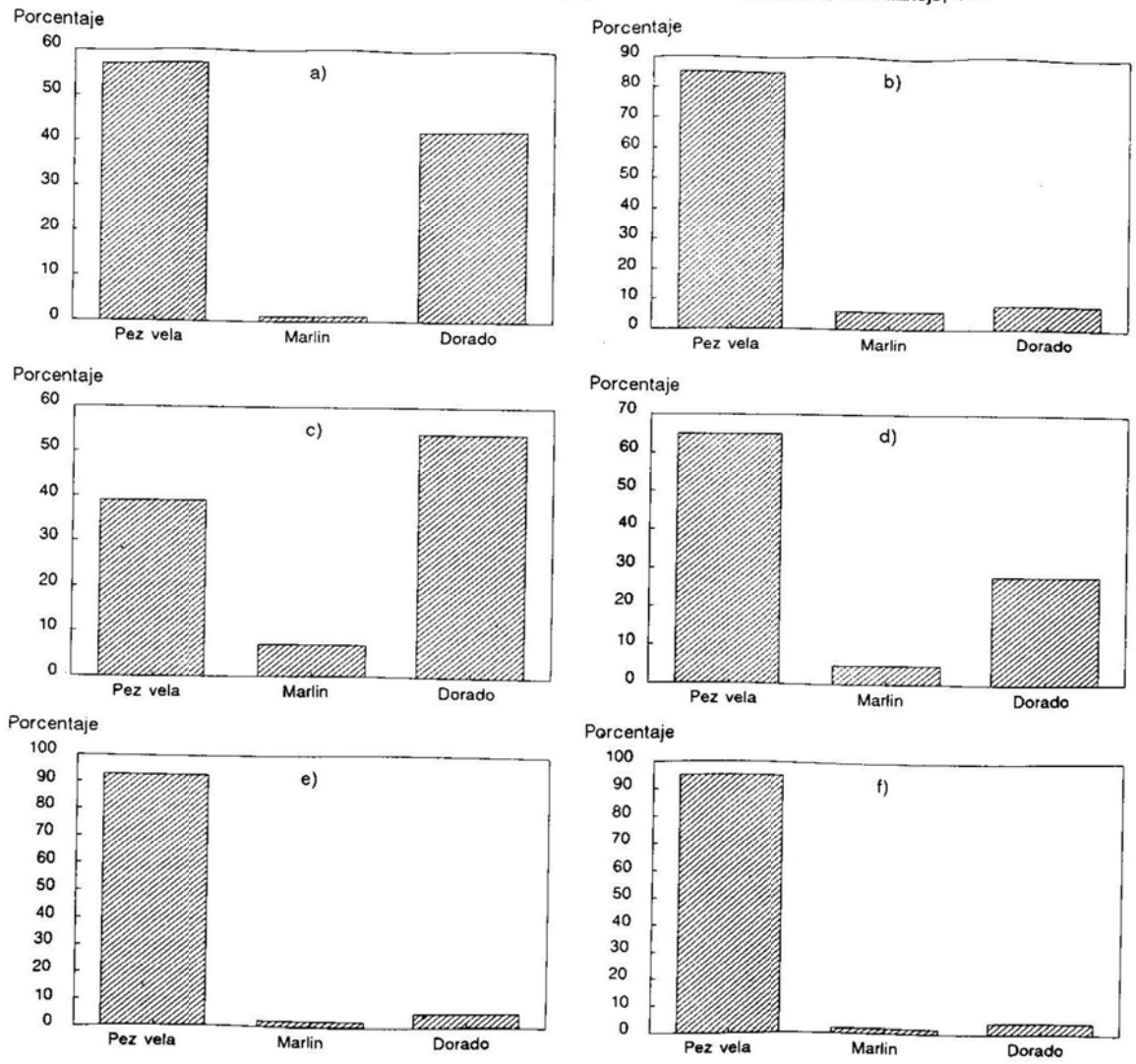
Actualmente (1992), y desde 1990, no se autoriza la pesca comercial con palangre dentro de la ZEEM.

Descripción de las capturas

La composición de las capturas en los torneos de pesca deportiva realizados en el área del Pacífico centro y sur está constituida por pez vela, dorado y marlin, principalmente; además, se presentan en menor proporción atún, tiburón y wahoo. En la figura 14 se observan porcentajes promedio de la composición específica, en torneos realizados en diferentes puertos de esta zona.

Figura 14

Composición específica de la captura en torneos de pesca deportiva en: a) San Blas, Nay.; b) Puerto Vallarta, Jal.; c) Barra de Navidad, Jal.; d) Manzanillo, Col.; e) Lázaro Cárdenas, Mich.; f) Zihuatanejo, Gro.



En relación a la talla de los organismos capturados, tanto en la pesca comercial como deportiva, la mayoría de los autores coincide con una distribución típicamente unimodal respecto a las tallas y pesos de los organismos, aunque se han reportado amplias variaciones en los resultados.

La composición por tallas para pez vela, dentro de la pesca deportiva y comercial en el Pacífico centro y sur, presenta una distribución unimodal coincidente con lo reportado para la misma especie por diferentes autores. En la figura 15 se presentan los polígonos de frecuencia, apreciándose la similitud entre la clase modal de las dos pesquerías.

Se analizaron las tallas, pesos y CPUE obtenidos en muestreos biológicos de 13 torneos de pesca deportiva, realizados en el puerto de Manzanillo, Col., desde noviembre de 1981 a febrero de 1990. Para los eventos de la temporada 1981-1985, la clase modal se encontró entre 165 a 170 cm y de 1986-1988 se observa un aparente corrimiento de la moda hacia el intervalo de 170 a 175 cm. El peso de los organismos varió entre 8.0 y 52.2 kg; la distribución es unimodal, variando de 25 a 38 kg. Al igual que las tallas, para la temporada 1981-1985, la clase modal se encuentra entre 26 y 32 kg y para 1986-1988 la clase modal se incrementa entre 30 y 36 kg.

En el sur del estado de Baja California Sur, el marlin rayado presenta una distribución unimodal de tallas, con un rango de 160 a 250 cm LSF (140 - 210 cm LOF). Sus medias de captura variaron alrededor de los 205 cm LSF, y los 55 kg de peso. El pez vela también registró una distribución unimodal de tallas, con un rango de 145 a 235 cm LSF (120 - 210 cm LOF), promediando alrededor de 193 cm de LSF, y 31 kg de peso.

Diagnóstico y alternativas para la administración de la pesquería

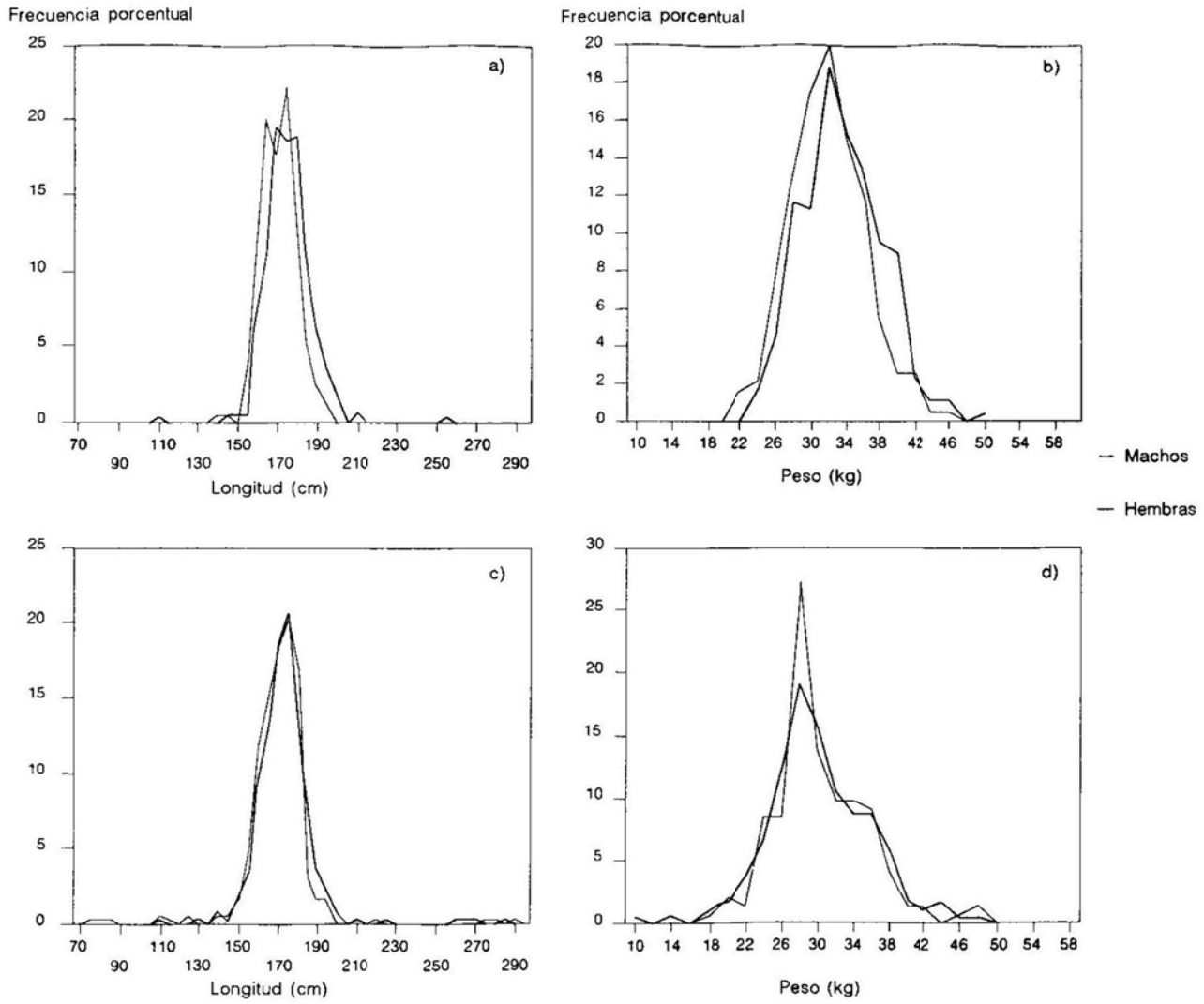
Del análisis realizado previamente se puede concluir lo siguiente:

- La captura por unidad de esfuerzo en los torneos de pesca deportiva parece ser un buen indicador de la abundancia del recurso, ya que un gran número de factores que afectan el éxito de pesca permanecen prácticamente constantes, situación que no ocurre en la pesca comercial en la que existe una gran variabilidad en los artes y métodos de pesca, influida por cambios en la especie objetivo.

- El establecimiento de la ZEEM propició la recuperación de las poblaciones de estas especies en forma local, reflejándose en la CPUE en la pesca deportiva.

- Las fluctuaciones en la captura por pescador en los torneos de pesca deportiva del pez vela en Manzanillo, se encuentran correlacionadas con variaciones en los parámetros ambientales como la temperatura superficial del mar y el nivel medio del mar; ambos parámetros son indicadores de la presencia y magnitud del fenómeno climatológico conocido como "El Niño", presentándose una relación directa con estos factores, esto es: a valores altos de temperatura y nivel medio del mar, corresponden valores altos de captura por unidad de esfuerzo. Para el caso del marlin rayado, en la zona norte del Pacífico mexicano (zona de Los Cabos), el efecto de este fenómeno parece tener un efecto contrario, obteniéndose bajos índices de CPUE durante su influencia.

Figura 15
Composición de las capturas de pez vela: a) por tallas en la pesca deportiva, b) por pesos en la pesca deportiva, c) por tallas en la pesca comercial, y d) por pesos en la pesca comercial



- Las regiones de alta densidad de marlin rayado y pez vela presentan una distribución geográfica diferente y sólo ligeramente traslapadas.

- Aparentemente los niveles de esfuerzo aplicados por la flota palangrera mexicana (posteriores a 1976) afectaron en forma diferente al marlin y al vela, hecho que puede explicarse en base a la composición de la captura y a la zona de operación de la flota. De las 21 embarcaciones, sólo 4 de ellas incidieron directamente sobre el pez vela, 11 gravitaron sobre el marlin y espada, mientras que las restantes ejercieron esfuerzo tanto sobre marlin y espada como sobre pez vela.

La flota palangrera mexicana presenta características operacionales que permiten su categorización y parecen ser motivo de la selectividad específica exhibida en la captura.

Considerando los principales indicadores de alerta en una pesquería, como son la disminución de la captura por unidad de esfuerzo y la disminución sensible y sostenida de la talla (o edad) promedio de los organismos presentes en la captura, el pez vela (*Istiophorus platypterus*) del PO, parece haber alcanzado un nivel de equilibrio, asociado con la disminución del esfuerzo pesquero ejercido sobre el recurso por la flota palangrera internacional, desde el establecimiento de la ZEEM en el año de 1976. Se puede suponer que el esquema de explotación posterior a esta etapa no representa un peligro para esta especie; y se puede concluir que el recurso, hasta 1976, estuvo sometido a un esfuerzo pesquero que afectó en forma sensible la captura por unidad de esfuerzo en los torneos de pesca deportiva realizados en Manzanillo. El nivel de esfuerzo aplicado por la flota palangrera mexicana, que operó de 1980 a 1989, no parece estar relacionado con los altibajos de la captura en la pesca deportiva, ni parece tener un efecto considerable sobre este índice. Considerando lo anterior, y sabiendo que se retiraron los permisos para pesca comercial a la flota palangrera mexicana, parece lógico concluir que el recurso se encuentra subutilizado.

Las medidas de regulación implementadas por el gobierno mexicano sobre las especies de "picudos" dentro de la ZEEM del Pacífico, a pesar de ser especies altamente migratorias, pueden tener un efecto sensible, al menos en las tasas de captura locales.

Con base en las características operacionales de la flota palangrera nacional y la distribución de las especies que conforman el recurso, aparentemente es posible establecer medidas para la administración de cada una de ellas, en forma independiente de las demás especies de pico.

Para marlin rayado es necesario determinar el nivel de esfuerzo que permita la coexistencia de los dos tipos de aprovechamiento, el cual aparentemente debe ser mayor que el ejercido durante 1977-1980, y menor que durante 1980-1986.

Partiendo de la información disponible, y considerando que desde 1990 no se otorgan permisos para pesca con palangre en el Pacífico mexicano, se concluye que las poblaciones de marlin rayado y pez vela, que en conjunto constituyen la fracción mayoritaria del recurso de los peces picudos en la ZEE del Pacífico mexicano, aparentemente se encuentran subutilizadas.

Parece congruente suponer entonces que existe un cierto nivel de esfuerzo de la flota comercial que puede permitir la coexistencia de los dos

tipos de aprovechamiento sin que se afecte en forma significativa la pesca deportiva; y la estrategia para la administración de estas pesquerías podría considerar permisos que no excedan el nivel de esfuerzo anual (en número de anzuelos operados por año) ejercido por la flota que operó con bandera mexicana en su breve historial, acompañado esto de una legislación que asegure la operación de las unidades, conservando ciertas características del arte y el método de pesca utilizados. Asimismo deberán operar dentro de un área determinada, de acuerdo a la especie objetivo de la pesquería.

Bibliografía

ANÓNIMO. 1987. *Diario Oficial de la Federación;* Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, 28 de agosto de 1987.

— 1987b. *Informe final de análisis de la pesquería.* Comité Técnico Consultivo de la Pesquería de Picudos y Especies Afines. Documento interno INP. SEPESCA. México. 103 p.

— 1991c. *Fomento y modernización de la pesca deportivo recreativa* (1991-1994). SEPESCA. México. 63 p.

BEARDSLEY, G.L., JR., N.R. MERRETT y W.J. RICHARDS. 1975. Synopsis of the sailfish, *Istiophorus platypterus* (Shaw and Nodder, 1791). *NOAA Tech. Rep. NMFS (Spec. Sci. Rep. Fish. Ser),* (675) Part 2: 95-120

BLOOMFIELD, P., 1976. *Fourier analysis of time series: An introduction.* John Wiley and Sons, New York. 257 p.

CHATFIELD, C. y COLLINS, A.J., 1980. *Introduction to multivariate analisys.* Chapman and Hall. London, New York 245 p.

CSIRKE, J., 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. *FAO, Doc. Téc. Pesca,* (192): 82 p.

HAMILTON, K. y W.J. EMERY. 1985. Regional atmospheric forcing of interannual surface temperature and sea level variability in the northeast Pacific. En: Wooster, W. y D.L. Fluharty (Eds.) *El Niño, North.* Pp. 22-30.

HOWARD, J. y UEYANAGI, S., 1965. Distribution and relative abundance of billfishes (*Istiophoridae*) of the Pacific Ocean. *Stud. Trop. Oceanogr. Rosenstiel School of Marine and Athmospheric Sciences,* Miami, Fla., (2). 134 p.

HUATO, S. LEONARDO. 1988. *Fluctuaciones espacio temporales en la estructura de tallas de Sardinops sagax en el Golfo de California.* Tesis de grado. IPN. México. 64 p.

KUME, S., J. JOSEPH. 1969. La pesca japonesa con palangre de atunes y peces espada en el océano Pacífico Oriental al Este de los 130°W, 1964-1966. *Inter. Amer. Trop. Tuna Comm Bull.* 13 (2): 277-418.

MACÍAS Z.R. y H. SANTANA H., 1987. *Informe de avance del proyecto picudos y afines correspondiente al periodo marzo de 1986 marzo de 1987.* Informe interno CRIP-Manzanillo, INP, SEPESCA, México. 35 p.

MÁRQUEZ, F.J.F., 1991. *Esfuerzo y distribución de las especies capturadas por el barco palangrero Tiburón IV, en el Pacífico mexicano. (Octubre-Noviembre 1988).* Tesis Fac. Ciencias Marinas. Univ. de Colima, Manzanillo, Col., México. 86 p.

MASAKI, K., 1985. El Niño effects in the Kuroshio and westhern north Pacific. En: Wooster W.S. y D.L. Fluharty (Eds.). *El Niño North.* Pp. 44-72.

MIYABE, N. y W.H. BAYLIFF. 1987. Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el Océano Pacífico Oriental, 1971-1980. *Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* 19(1): 123-159.

MYSAK, L.A., 1986. El Niño, interannual variability and fisheries in the northeast Pacific Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 464-497.

NAKAMURA, I., 1985. FAO species catalogue. Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. *FAO Fish. Synop.,* (125) Vol. 5: 65 p.

NORTON, J., D. MCLAIN, R. BRAINARD y D. HUSBY. 1985. The 1982-83. El Niño. Event of Baja and Alta California and its ocean climate context. En: Wooster W.S. y D.L. Fluharty (Eds.). *El Niño North*. Pp. 44-72.

PALKO, B.J., G.L. BEARDSLEY y W.J. RICHARDS. 1981. Synopsis of the biology of the Swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus. *NOAA Tech. Rep. NMFS circ.*, (441): 21 p.

PIELOU, E.C., 1984. *The interpretation of ecological data. A primeron classification and ordination*. John Wiley and Sons, New York. 263 p.

SAKAGAWA, G.T., 1989. Trends in fisheries for swordfish in the Pacific Ocean. En: R. Stroud (Ed.), *Planning the future of Billfishes. Research and management in the '90s and beyond*. Mar. Rec. Fish. 13, Proc. Int. Billfish Symp., Kailua-Kona, HI., 1988. Part 1: Fishery and Stock Synopses, Data Needs and Management. NCMC, Savannah, Ga., Pp. 61-80.

SANTANA H.H., 1988. *Informe de avance del Proyecto de investigación del recurso picudos y especies afines*. Informe interno. CRIP-Manzanillo, Col. INP; SEPESCA. México.

SPARRE, P., URSIN, E. y VENEMA, S.C., 1989. Introduction To Tropical Fish Stock Assessment. Part 1, Manual. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 306. 1 Rome, FAO 1989. 337 p.

SQUIRE, J.L., D.W. K. AU. 1988. Management of striped Marlin (*Tetrapturus audax*) resources in the northeast Pacific. A case for local depletion and core area management (DRAFT).

TABATA S., 1985. El Niño, effects along and off the Pacifc coast of Canada during 1982-83. En: Wooster W.S. y D.L. Fluharty (Eds.). *El Niño, North*. Pp. 85-96.

UEYANAGI, S. y WARES, P., 1975. Synopsis of biological data on striped Marlin *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887). En: R. Shomura y F. Williams (Eds.), *Proc. Int. Billfish Symp.*, Kailua-Kona, HI., 1972. Part 3: Species Synopses. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675. Pp. 132-159.

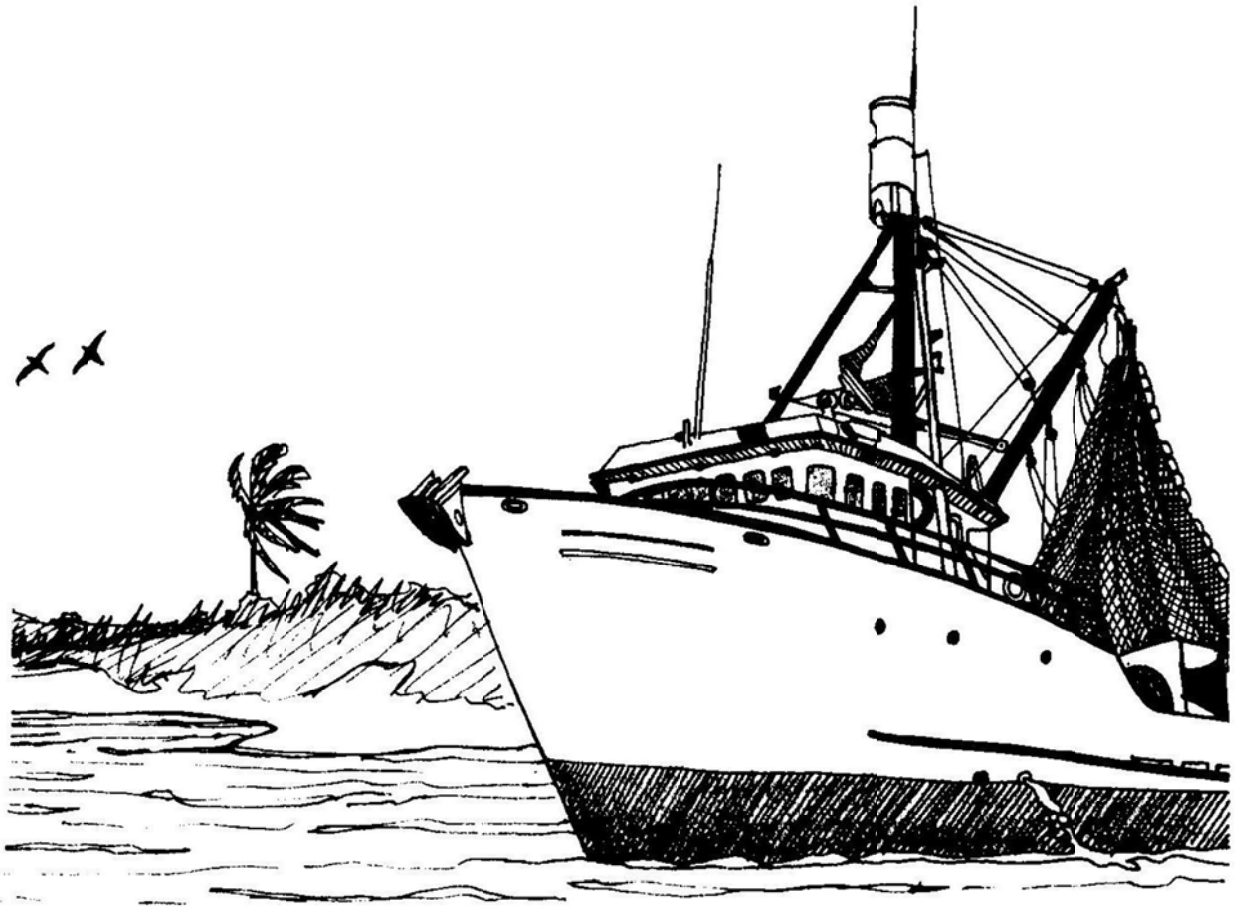
WALLACE, J.M., 1985. Atmospheric response to equatorial sea-surface temperature anomalies. En: Wooster, W. S. y D. L. Fluharty (Eds.). *El Niño, North*. Pp. 9-21.

WILLIAM, F. ROYCE. 1972. *Introduction to tropical fishery sciences*. Academic Press, New York. 351 p.

WILLIAMS, F., 1970. The sport fishery for sailfish at Malindi Kenya, 1958-1968 with some biological notes. *Bull. Mar. Sci.* 20: 830-852.

WILLIAM, H.Q., D. ZOPF, K. SHORT y T. W. RICHARD. 1978. Historical trends and statistics of the southern oscillation, El Niño, and Indonesian droughts. *Fishery Bulletin* 76(3): 663-678.

AMBIENTE LITORAL



Panorama de la pesca ribereña nacional

Dilio Fuentes Castellanos

Introducción

Pesca ribereña es la que se realiza en la franja costera, a una profundidad máxima de 10 a 15 brazas (18 a 27 metros), así como en lagunas costeras, bahías, estuarios y aguas continentales, e involucra a las concernientes actividades de preservación de productos, transformación industrial, distribución y comercialización, en forma integral.

El término ribereño tiene connotación geográfica y su ámbito guarda estrecha relación con el ambiente terrestre. A eso debe, en parte, su complejidad. También suele usarse el término artesanal, que alude a la técnica o forma de operación. Sin embargo, existe pesca artesanal no ribereña a gran distancia de la costa (como la del mero en Yucatán), y podría haber moderna tecnología, no artesanal, en la pesca costera.

Hablar de la pesca ribereña es tocar la esencia de la actividad pesquera de cualquier país ubicado en la zona tropical o subtropical, y en menor medida en latitudes mayores. Es hablar de lo más complejo y problemático de la pesca mundial, cuya causa se resume en una sola palabra: diversidad. Diversidad en las variables ambientales, en la enorme cantidad de especies y sus interacciones, en la amplísima gama de alternativas tecnológicas, en variables sociales y económicas que cambian aun entre microrregiones de un mismo país, en los métodos de la ciencia y la tecnología que se requieren para comprender la pesca ribereña y, como consecuencia de lo anterior, en las respectivas opciones políticas.

Conocer y resolver los problemas de la pesca ribereña podría satisfacer necesidades fundamentales del desarrollo pesquero, entendido como el incremento de la producción y la captación económica con el mayor beneficio social.

Impacto de la pesca ribereña sobre la actividad pesquera

Para ubicar a la pesca ribereña en la actividad pesquera nacional, resultan útiles las cifras que aparecen en las tablas 1 y 2, las cuales muestran que de todas las unidades de pesca (embarcaciones con su tripulación y equipo), el 92.5% corresponde a la pesca ribereña; de este total el sector social participa en un 46%, que a su vez representa el 92.5% de las embarcaciones de la pesca ribereña. Es decir, la pesca ribereña la realizan mayoritariamente los pescadores asociados. El 32% del tonelaje neto de la flota nacional corresponde a la pesca ribereña, lo cual se explica por la predominancia de embarcaciones pequeñas;

Tabla 1

Influencia de la pesca ribereña en el sector pesquero nacional

Concepto	Total 1988	Pesca ribereña (pr)	PR (%)
No. de embarcaciones (100%)	69 631	66 408	95.4
No. emb. sector social (46.6%)	33 334	30 829	92.5
Tonelaje neto de la flota	232 119	74 164	32.0
Número de pescadores	157 852	134 412	85.2
Longitud de atraque (m)	24 529	3 337	13.6
Captura total (t)	1 394 175	257 265	18.5
Capt. cons. hum a. dulce (100%)	117 983	177 983	100.0
Valor de la producción CHD ($M)	2 231 594	1 794 545	80.0

FUENTE: *Anuario estadístico*, 1988. Secretaría de Pesca.

Tabla 2

Embarcaciones pesqueras destinadas a la pesca ribereña

Año	Total embarcaciones	Pesca ribereña (pr)	PR (%)
1979	30 418	27 194	89.4
1980	36 041	32 510	90.2
1981	41 147	37 463	91.0
1982	43 957	40 249	91.6
1983	46 196	42 398	91.8
1984	48 422	44 911	92.7
1985	51 403	48 431	94.2
1986	58 292	54 956	94.3
1987	66 044	62 773	95.0
1988	69 631	66 408	95.4

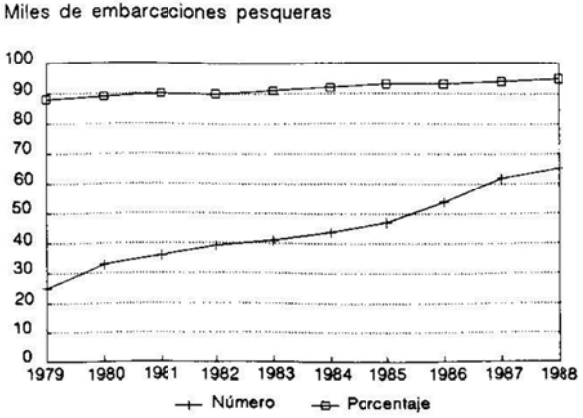
FUENTE: *Anuario estadístico* (1979-1988), Secretaría de Pesca.

sin embargo, agrupa al 85.2% de los pescadores del país. Por otro lado, utiliza solamente el 13.6% de la longitud de atraque disponible en muelles pesqueros, que se reserva prioritariamente a los barcos de mayor porte. Aporta el 18.5% de la captura nacional, incluida la destinada a usos industriales; pero es responsable del 65.9% de la producción destinada al consumo humano directo, que incluye valiosos productos de exportación y la mayoría del abasto interno de origen acuático. Toda la producción pesquera de agua dulce (19.6% del total nacional para consumo humano directo), es resultado de la pesca ribereña. Finalmente, esta actividad genera el 80.4% del valor económico de la captura usada para consumo humano directo.

La participación en la flota nacional no es casual: en diez años, de 1979 a 1988, el número de embarcaciones ribereñas se incrementó de 27 194 a 66 408 (144%) y ocupó entre el 89.4% y el 95.4% del gran total (Fig. 1).

Figura 1

Número de embarcaciones de pesca ribereña y su proporción (%) con respecto a la flota pesquera nacional por año



Recursos pesqueros ribereños

Diversidad relativa de las capturas

La pesca ribereña involucra la captura de cientos de especies diferentes. Por ejemplo, en Colima y en el norte de Quintana Roo, las capturas registradas incluyen más de 100 especies (Cruz, 1988, Cruz *et al*, 1991a y 1991b; Basurto, 1988); en la captura de chinchorro playero en Yucatán aparecen unas 60 (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1987); en la de mero 40 (Arceo *et al.*, 1987); y en la de tiburón 26 especies (Bonfil, 1987). Pero las especies que los pescadores salen a pescar, y que suelen dar nombre a las pesquerías, no son tan numerosas. Las principales pesquerías ribereñas se encuentran conformadas más o menos de 7 a 14 recursos que varían según la región geográfica litoral. Frecuentemente los cuatro o cinco recursos ribereños más abundantes aportan alrededor del 75% de la captura total.

A escala nacional, el registro concentrado de capturas para consumo humano directo (SEPESCA, 1979-1988), incluye 32 rubros, de los cuales 27 corresponden a la pesca ribereña. En la tabla 3 aparecen 22 de ellos y en esa relación se observa que la captura se dispersa ampliamente entre las diferentes especies; es decir, se obtiene una baja proporción de cada una. En este caso, los 22 rubros cubren menos del 50%.

Tabla 3
Principales pesquerías ribereñas de México

Pesquería	Miles de toneladas (kilotoneladas: kt)	(%)	(%) acum.
1 Mojarra	87	11.9	11.9
2 Ostión	56	7.7	19.6
3 Carpa	27	3.7	23.3
4 Tiburón	21	2.9	26.2
5 Almeja	21	2.9	29.1
6 Lisa	14	1.9	31.0
7 Cazón	11	1.5	32.5
8 Barrilete	10	1.4	33.9
9 Pulpo	8	1.1	35.0
10 Charal	8	1.1	36.1
11 Sierra	8	1.1	37.2
12 Bandera	7	1.0	38.2
13 Bonito	6	0.8	39.0
14 Róbalo	5	0.7	39.7
15 Caracol	5	0.7	40.4
16 Mero de Costa	5	0.7	41.1
17 Macarela	5	0.7	41.8
18 Jurel	4	0.5	42.3
19 Corvina	4	0.5	42.8
20 Langostino	4	0.5	43.3
21 Pargo	4	0.5	43.8
22 Bagre	4	0.5	44.3
Otras	407	55.7	100.0
Total	731	100.0	

Operaciones de pesca

Embarcaciones, artes y métodos de pesca

En la pesca ribereña se utiliza una gran diversidad de artes de pesca. Asimismo existe una amplia gama de variantes dentro de cada tipo en cuanto a dimensiones, materiales de construcción y formas de empleo. Se pesca lo mismo "a pie" que con pequeñas embarcaciones a motor fuera de borda, o con otras que tienen un cierto grado de equipamiento. La tabla 4 contiene una relación de los principales tipos de artes de pesca utilizados en la pesca ribereña. En ella se ilustra la gran variedad y diversidad de los tipos de artes utilizados en esta actividad de pesca.

Tabla 4
Principales artes y métodos de pesca empleados en la captura ribereña

I Tipo de Arte
1. Líneas y anzuelos (variantes)
   - Línea de mano
   - Palangre vertical a mano o con carrete mecánico
   - Palangre de fondo (cimbra o espinel)
   - Palangre de deriva pelágico
   - Curricán (línea al remolque)
   - Línea pulpera al gareteo (sin anzuelo)
   - Robador de Calamar (potera)
2. Redes (variantes)
   - Agallera de deriva, demersal o pelágica
   - Agallera fija o semifija, demersal o pelágica
   - Trasmallo
   - Chinchorro playero
   - Chinchorro de arrastre de fondo o pelágico
   - Chinchorro langostero
   - Red de sitio langostera
   - Atarraya ("suripera")
   - Almadraba
   - Charanga
   - Cierra o atravesada
   - Triángulo o rombo (arrastre a pie)
   - Nasa o jarro jaibero
   - Red de cuchara y red de mariposa
   - Nasa o jarro calamarero (con luz)
3. Trampas, tapos y refugios artificiales (variantes)
   - Trampa langostera
   - Trampa para peces de fondo
   - Trampa para langostino
   - Trampa cangrejera
   - "Sombra" o "Casita cubana"
   - Tapos y bayucos
4. Otros:
   - Gafas ostioneras
   - Rastras almejeras

II Tipo de Captura
Buceo (Con gancho, fisga o arpón)
   - A pulmón o libre
   - Autónomo (con tanque de aire comprimido)
   - Hookah (con compresor de aire y manguera)

La selección y uso de artes de pesca no siempre responde a las necesidades de las pesquerías. En un área se usa un arte eficiente para una determinada pesquería, que en cambio se desconoce o no se utiliza en otra, a veces vecina. Otras veces, se usa con malos resultados un método de captura que en otra área resulta exitoso. Esto suele suceder cuando no se consideran las condiciones ambientales, la organización social, las necesidades y la destreza necesaria para la captura, que generalmente son específicas de cada región.

La mayor parte de la pesca ribereña se lleva a cabo con pequeñas embarcaciones a motor fuera de borda, que consumen gasolina; con altos costos de operación, muy poca autonomía, reducido radio de acción y mínimas condiciones de seguridad. Generalmente, sin equipamiento ni medios para preservar el producto e incurriendo en la captura excesiva de individuos en fase juvenil o adulta, en plena época de reproducción, y en aguas someras o protegidas. Algo así como "matar a la gallina de los huevos de oro"... para sobrevivir.

La tecnificación es mínima, debido a la falta de asistencia técnica. Generalmente no se usa equipo electrónico de navegación, de comunicación o para la detección del recurso, ni equipos mecánicos que faciliten las maniobras de pesca.

Captura de recursos ribereños

Las capturas nacionales para consumo humano directo muestran variaciones estacionales pronunciadas con resultados mejores en primavera y otoño, que supuestamente debieran compensar las bajas capturas del verano y el invierno (Fig. 2).

Figura 2
Variación mensual de la captura nacional para consumo humano directo en 1988

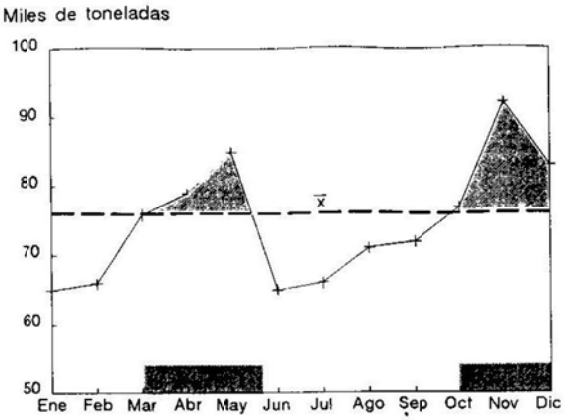
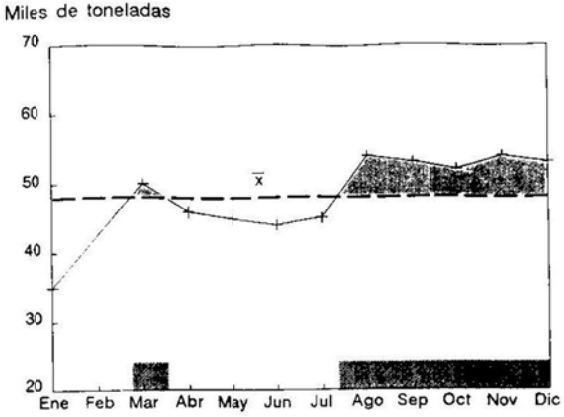


Figura 3
Variación mensual de la captura ribereña para consumo humano directo en 1988



En la pesca ribereña las fluctuaciones son menos pronunciadas y, aunque hay un cierto incremento en primavera, el periodo de mayor bonanza se sitúa claramente entre agosto y diciembre, a pesar de los ciclones y vientos violentos del norte que prevalecen en esa época del año (Fig. 3).

La tendencia histórica de las capturas es francamente ascendente (Fig. 4 y 5). Entre 1976 y 1990 se observó un incremento del 228% en la captura nacional para consumo humano directo y del 339% en la correspondiente a la pesca ribereña.

Las diferentes regiones del país reportan situaciones críticas, que en parte se explican al dividir la captura entre el número de embarcaciones para obtener una medida (aunque sea burda) del rendimiento estimado sobre captura por unidad de esfuerzo. Como muestra la figura 6, el rendimiento

Figura 4
Captura para consumo humano directo, total y por pesca ribereña (PR)

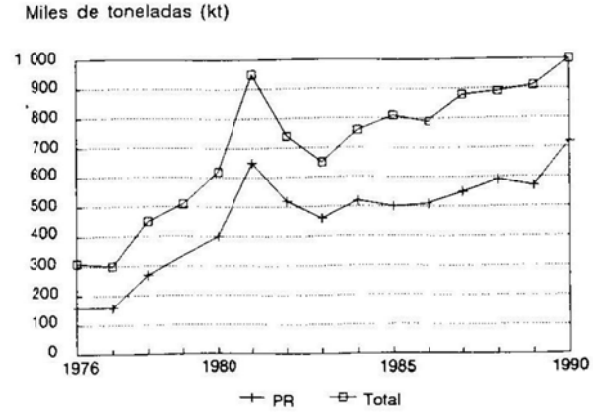


Figura 5
Participación relativa (%) de la pesca ribereña en la captura para consumo humano directo

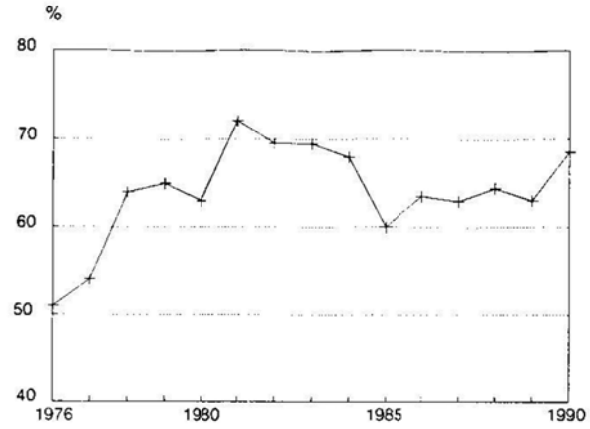
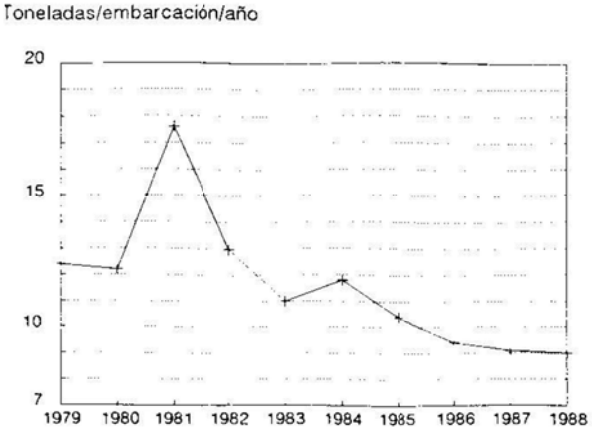


Figura 6
Rendimiento anual de la pesca ribereña para consumo humano directo



por unidad de esfuerzo para la pesca ribereña ha decrecido de 1982 a la fecha.

Es decir, la misma disponibilidad de los recursos se reparte entre un mayor número de pescadores y de unidades de pesca, por lo que el rendimiento por unidad de esfuerzo se ha abatido considerablemente. Este decremento en las capturas puede deberse a dos factores concomitantes: por un lado a una posible declinación en la disponibilidad de algunos de los recursos ribereños, combinado con un bajo rendimiento de pesca.

Esto es lo que se refleja a escala global, pero la situación varía de una pesquería a otra. En algunas pesquerías se ha reportado una sobreexplotación del recurso, como son los casos del caracol en Quintana Roo (De la Torre, 1984; Quijano, 1987 y 1988), del abulón en Baja California (Doi, *et al.*, 1977; Arreguín-Sánchez, 1987), de las tortugas marinas a escala nacional (Márquez, 1982; Márquez *et al.*, 1987; Márquez y Villanueva, 1988; Peñaflores y Natarén, 1988), de la almeja catarina en Baja California Sur (Baqueiro, *et al.*, 1981) y de la pesquería multiespecífica de chinchorro playero en Yucatán (Arreguín-Sánchez, *et al.*, 1987). Otros recursos se encuentran subexplotados, como son los casos de los peces costeros en Colima (Cruz *et al.*, 1991), el huachinango y la langosta en Yucatán (González, 1987; Fuentes, *et al.*, 1988), y varias especies de peces en Sonora (Rosales, 1987). En otros casos, simplemente se observan bajos rendimientos por deficiencias tecnológicas. Mientras tanto, el número de embarcaciones y de pescadores sigue en aumento y esto deberá considerarse en el campo administrativo de este tipo de pesquerías. Además, conocer la realidad requiere de analizar por separado el comportamiento de cada uno de estos recursos.

Alternativas para la investigación de los recursos ribereños

La investigación pesquera es responsabilidad legal del Instituto Nacional de la Pesca, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Pesca. Asimismo, es una tarea, que en forma creciente, realizan otros centros de investigación e instituciones de educación superior.

En cuanto a investigación se refiere, el INP cuenta con 423 estudios realizados entre 1971 y 1990. De ellos, el 43% atiende necesidades de la pesca ribereña, sin tomar en cuenta estudios oceanográficos, metodológicos o de tecnología industrial que a veces se relacionan con ella. La temática de los estudios abarca, en orden prioritario, los siguientes grandes rubros:

- Biología pesquera, análisis poblacional, evaluación de recursos y estudios de crecimiento y reproducción.
- Análisis estadístico de capturas y de esfuerzos, incluidos diagnósticos de las pesquerías.
- Estudios de distribución y abundancia de los recursos y un conjunto de temas como tecnología de captura, cuadro ambiental, identificación taxonómica y otros.

La mayoría de estos estudios tienen como propósito fundamentar diversas medidas de administración de los recursos o de regulación pesquera.

Regulación pesquera

Toda la legislación vigente en materia de preservación de recursos y su ambiente, o regulación de pesquerías, ha sido resultado de los estudios y recomendaciones del INP. Sin embargo, no todas ellas han sido escuchadas, lo que en ocasiones ha propiciado el colapso de algunas pesquerías.

Una revisión general de las medidas de regulación de las pesquerías ribereñas, permite fácilmente concluir que no cubre las necesidades mínimas en tal sentido. Aunado a ello, cabe destacar que, en ocasiones, las medidas de regulación no se respetan con la suficiente observancia. Las medidas más frecuentes, dirigidas hacia la conservación de estos valiosos recursos pesqueros, son las siguientes:

- Prohibición de la captura en tiempo o en áreas particulares (vedas).
- Prohibición del uso de algunos artes de pesca o regulación de la luz de malla de las redes.
- Establecimiento de tallas mínimas de captura; y,
- Eventualmente, cuotas de captura.

Pocas veces se combinan más de cos de estas medidas y rara vez se aplican otras como la limitación del ingreso a la pesquería mediante control de permisos de pesca, restricción del esfuerzo de pesca a través del número de barcos o de instrumentos de pesca, tallas máximas de captura y otras.

Problemas de la pesca ribereña en México

A continuación se proporciona una relación de los problemas más relevantes que ha confrontado la pesca ribereña en México durante la última década. Estos factores han sido tomados de un docu-

mento publicado por la Secretaría de Pesca (SEPESCA, 1985), y se refieren tanto a deficiencias u omisiones por parte del sector primario o social de la pesca (pescadores) como de los sectores público y privado de esta actividad productiva.

- Subexplotación de un considerable número de especies.
- Poca información sobre el potencial pesquero de una gran diversidad de especies costeras susceptibles de captura.
- Explotación selectiva de las especies mejor cotizadas.
- Bajos rendimientos debido al uso de técnicas y medios de captura ineficientes.
- Falta de estandarización de los equipos y artes de pesca.
- Falta de centros regionales de acopio para la distribución del producto final.
- Carencia o subutilización de la infraestructura para la recepción y conservación de las capturas.
- Dificultad para conseguir refacciones a causa de problemas para su importación.
- Insuficiencia general, tanto de servicios como de insumos para la pesca.
- Decremento general en la demanda de alimentos, particularmente de pescado y mariscos.
- Alto costo de insumos para la actividad pesquera, que ha disminuido su rentabilidad e incrementado sus costos.
- Descapitalización por efecto de devaluaciones, inflación, altas tasas de interés bancario y disminución de las inversiones.
- Retraso en la autorización de presupuestos de paraestatales y de préstamos de Banpesca al sector productivo.
- Falta de integración de proyectos de fomento de las industrias conexas a los programas de desarrollo pesquero.
- Falta de asistencia técnica sistemática, teórico-práctica y cotidiana, dentro de las propias asociaciones de productores y en la industria.
- Deficiencias de administración, gestión financiera y mercadeo.
- Deficiencias en el conocimiento sobre aspectos tales como: tecnología de captura, preservación de productos, industrialización y comercialización (particularmente en cuanto al mercado de exportación).

Por su parte, merece mención especial la alarma generada por la aparición y propagación del cólera desde Sudamérica, atribuida por la prensa internacional al consumo de pescado y mariscos. Este hecho afectó notablemente la demanda de estos productos en nuestro país.

Recomendaciones tendientes a optimizar la pesca ribereña

- Algunos de los problemas que han sido identificados, podrían ser abordados de inmediato; otros, a mediano y largo plazos. Si bien no todos son responsabilidad

del Gobierno Federal, la mayoría requiere de apoyo oficial o de acuerdos intersectoriales.

En el mediano plazo, pero empezando desde ahora, debe transformarse la flota ribereña, de tal modo que la mayoría de las embarcaciones a motor fuera de borda se sustituyan por otras de 31 a 40 pies de eslora, con motor estacionario a diesel, cabina, nevera o refrigeración, equipamiento electrónico y mecánico, y autonomía de tres a seis días. Esta medida técnica podría abatir costos de operación y mejorar la seguridad y comodidad de los tripulantes. Proporcionaría mayor eficiencia operativa, y con ello mejoraría la calidad del producto.

En lo que se refiere a su optimización en la navegación, su potencia y autonomía permitirían una ampliación de las áreas de pesca y una importante reducción de la incidencia de pesca sobre juveniles.

Otro aspecto urgente es revisar y actualizar las medidas de administración de los recursos y sus pesquerías, lo que podría hacerse a corto plazo mediante el análisis de datos acumulados por el Instituto Nacional de la Pesca y otras instituciones de investigación, así como mediante el desarrollo de proyectos de investigación especialmente diseñados para ese fin.

Finalmente, es recomendable el desarrollo de políticas tendientes a propiciar la plena utilización de asesores técnicos (nacionales, en primer término) por las entidades productoras y la industria, en los términos ya expuestos. Hay que recordar que la productividad suele mantener estrecha dependencia con la ciencia y la técnica.

Bibliografía

ARCEO B.P., D. FUENTES C., M. CONTRERAS G., V. MORENO, G. y L. JUÁREZ M., 1987. *Sinopsis de datos biológicos del mero (Epinephelus morio Valenciennes).* INP-Sepesca. (Inédito).

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., 1987. Tiempo de recuperación de los bancos de abulón amarillo de la costa occidental de la península de Baja California, México. *VII Congr. Nal. Oceanog.* INP-Sepesca.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., J.C. SEIJO G., D. FUENTES C. y M. SOLÍS R., 1987. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y región adyacente. *Contrib. Invest. Pesq. Doc. Téc.* 4. CRIP-Yucalpetén. INP-Sepesca. Cinvestav-Mérida.

BAQUEIRO, C.E., I. PEÑA R. y J.A. MASSÓ R., 1981. Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la ensenada de La Paz, BCS, México. *Ciencia Pesquera*: 57-66.

BASURTO, O.M., 1988. Descripción del estado de la pesquería de peces demersales en la zona norte de Quintana Roo. *Los Recursos Pesqueros del País.* INP-Sepesca. Pp. 479-496.

BONFIL, S.R., 1987. Composición por especies de la pesquería de tiburón y cazón en Yucatán y relaciones mofométricas de las principales especies. *Contrib. Invest. Pesq. Doc. Téc.* 1. CRIP Yucalpetén. INP-Sepesca.

CRUZ, R.M., 1988. Problemática de la investigación del recurso escama ribereña. CRIP-Manzanillo. *Los Recursos Pesqueros del País.* INP-Sepesca. Pp. 329-338.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1991a. Evaluación del potencial de la pesca ribereña en el estado de Colima. CRIP-Manzanillo. INP-Sepesca (en prensa).

—, 1991b. Lista de peces del litoral colimense. INP-Sepesca (en prensa).

DE LA TORRE, A.R., 1984. Pesquería de caracol en Quintana Roo. *Ser. Divulg.* No. 14 (21 pp.). INP-Sepesca.

DOI, T., S.A. GUZMÁN, V. MARÍN A., M. ORTÍZ Q., J. CAMACHO A. y T. MUÑOZ L., 1977. Análisis de la población y la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en el área de Punta Abreojos e Isla Cedros, BC. *Serie Científica* No. 18. INP-Sepesca.

FUENTES, C.D., P. ARCEO B. y S. SALAS M., 1988. Consideraciones preliminares para el manejo de la pesquería de langosta en el estado de Yucatán. En: P. Briones F. y R. del Arenal (Eds.). *Taller regional sobre manejo de la pesquería de la langosta*. Comité Téc. Consult. Prog. Lang. Golfo de México y Caribe. ICNL (UNAM)-INP(Sepesca). Pp. 65-74.

GONZÁLEZ, M.E., 1987. *Análisis de la pesquería de huachinango, Lutjanus campechanus, del Banco de Campeche*. Tesis de Maestría en Ciencias. INP-Cinvestav-Mérida.

MÁRQUEZ M.R., M. SÁNCHEZ P., D. RÍOS O., A. VILLANUEVA, J. DÍAS F. y I. ARGÜELLO V., 1987. La tortuga *Lepidochelys kempi* en Rancho Nuevo, Tamps. *VII Congr. Nal. Oceanog.* INP-Sepesca.

MÁRQUEZ, M.R., 1982. Situación actual y recomendaciones para el manejo de tortugas marinas de la costa occidental mexicana, en especial la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*. *Ciencia Pesquera* (3): 83-91.

PEÑAFLORES, S.C. y J.E. NATARÉN R., 1988. Resultado de acciones proteccionistas para las tortugas marinas en el estado de Oaxaca. *Los Recursos Pesqueros del País*. INP-Sepesca. Pp. 339-350.

QUIJANO F., A.D., 1987. Algunos conceptos de ordenación para la pesquería de caracol en Quintana Roo, México. *VII Congr. Nal. Oceanog.* INP-Sepesca.

QUIJANO F., A.D., 1988. El recurso caracolero en el Caribe mexicano. *Los Recursos Pesqueros del País*. INP-Sepesca. Pp. 497-512.

SECRETARÍA DE PESCA. 1979-1988. *Anuario Estadístico*. Dir. Gral. Prog. e Informática. Sepesca.

SECRETARÍA DE PESCA. 1985. *Programa de servicio social profesional de asistencia técnica a la pesca ribereña*. Sepesca. México.

ROSALES, J.F., 1987. Perspectivas de la escama en el Pacífico mexicano (1. Sonora). *VII Congr. Nal. Oceanog.* INP-Sepesca.

PESQUERÍAS RIBEREÑAS DEL PACÍFICO MEXICANO

Mirna Cruz Romero
Elaine Espino Barr
Arturo García Boa
CRIP-Manzanillo, INP

Introducción

Un análisis retrospectivo a través de la disposición de México hacia sus costas, y concretamente hacia sus recursos pesqueros, nos muestra que desde la época precortesiana los mexicanos han utilizado pescados y mariscos como parte de su dieta alimentaria, de sus necesidades y de sus tradiciones.

Con el paso del tiempo, el aprovechamiento de los recursos acuáticos ha requerido de leyes y normas para asegurar sus existencias; ha reclamado también mejoras en la tecnología de captura, con el afán de impulsar la actividad y hacerla más eficiente.

Bajo este marco, el gobierno ha implementado propuestas concretas, dirigidas particularmente a la promoción de la pesca ribereña; el Plan Nacional de Desarrollo de la Pesca y sus Recursos, SEPESCA (1990), señala textualmente lo siguiente:

"La captura de especies de escama, con embarcaciones menores, artes y equipo de pesca frecuentemente artesanales y rudimentarios, y realizada relativamente a corta distancia de la costa, constituye una de las actividades pesqueras más antiguas y tradicionales en México. Es también área de interés central para la política pesquera por su contribución a la alimentación de las propias comunidades y al abasto para consumo interno; por su importancia en la ocupación principal o complementaria y por su aportación al ingreso familiar ..."

Como una estrategia de modernización, en el Plan Nacional se instituye el Programa de Desarrollo Integral de la Pesca Ribereña, el cual prevé llevar a cabo acciones tendientes a superar la problemática que tradicionalmente ha frenado el avance de esta actividad, debido a la escasa tecnología de extracción, a la casi nula infraestructura, a la falta de apoyo crediticio al pescador ribereño, a las dificultades en la comercialización y a las endebles condiciones socioeconómicas de las comunidades. Estas son, entre otras, las limitantes que cercan el desarrollo de esta actividad y que, a pesar de los obstáculos que debe sortear cotidianamente, se mantiene productiva.

Es importante resaltar que no solamente México ha demostrado interés y capacidad para apoyar e impulsar la pesca ribereña, ya que en el contexto latinoamericano los países hacen esfuerzos a través de organismos como la Comisión Permanente del Pacífico Sur, en donde Chile,

Colombia, Ecuador y Perú realizan evaluaciones de sus recursos y pesquerías artesanales. Por otro lado, la Red Regional de Pesquerías Artesanales para América Latina (CIID-ECODEMAR) apoyada por el gobierno de Canadá, desarrolla diferentes programas en torno al concepto de "Desarrollo Costero Integrado" (DCI) que enfatiza la interrelación que existe entre la comunidad, los recursos, las tecnologías y el ambiente (Tarifeño *et al.*, 1991). Siguiendo el mismo orden de ideas, Buzeta (1991) señala que el modelo de "DCI" es una herramienta de diagnóstico y un marco de referencia para la acción en el sector pesquero artesanal, pues considera los elementos básicos que influyen en el Sector desde una perspectiva multidisciplinaria, explicando su importancia relativa y la dinámica interna del Sistema.

La trascendencia del esfuerzo latinoamericano, en su propósito de conocer el importante papel que juega la pesca artesanal en el entorno socioeconómico, ha tenido eco en el III Seminario Latinoamericano efectuado en Lima, Perú, en 1991, en el que participaron 13 países, entre ellos México, con sus experiencias en este campo.

En el presente trabajo se hará referencia, de una manera general, a los antecedentes de la investigación sobre pesquerías ribereñas del litoral del Pacífico mexicano y, de una manera especial, a los estudios en la costa de Colima, en donde, desde 1983, el Instituto Nacional de la Pesca (INP), a través de su personal en el CRIP Manzanillo, desarrolla un Proyecto de Investigación Biológico-Pesquera del Recurso Escama Ribereña.

Antecedentes

A lo largo de la costa del Pacífico, y dependiendo del tipo de recursos explotables en cada región, son diversos los estudios sobre pesquerías ribereñas en cuanto a peces. Una gran mayoría de estos estudios están dirigidos a tratar una especie en particular, principalmente lisa, mojarra, algunas curvinas, huachinango, y pargos, robalo y sierra, atendiendo aspectos poblacionales, o referidos a medidas para su reglamentación.

A finales de los sesenta y principios de los setenta, se dedicaron grandes esfuerzos a la investigación de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC), con el propósito de lograr su mejor aprovechamiento. Es en tiempos recientes, en la década de los ochenta, que con mayor frecuencia se encuentran trabajos que involucran a la ictiofauna de una determinada zona: análisis de la captura de "escama", estudios sobre peces de importancia comercial, aspectos de tecnología de captura, etc., de tal forma que el enfoque de las investigaciones considera el carácter multiespecífico de la pesquería ribereña. Entre la diversidad de trabajos se puede mencionar a Orbe (1988), quien hace un análisis de los recursos pesqueros de la costa de Michoacán; Gutiérrez *et al.* (1989), describen las relaciones tróficas en las comunidades de peces del litoral michoacano; un aspecto netamente biológico aborda Maupomé (1990), con pargos del género *Lutjanus* de las costas de Michoacán y Sinaloa. Rodríguez de la C. (1988), en su trabajo sobre los Recursos Pesqueros de México, dedica un espacio a la pesquería artesanal de escama, que abarca diferentes aspectos para ambos litorales del país; Ruiz-Durá (1990), hace la descripción monográfica de diversos recursos de las costas mexicanas bajo el enfoque de la descripción de una pesquería; Rosales *et al.* (1990a, b, 1992a, b), han presentado una serie de estudios referidos a la escama en los estados de Baja California, Sonora, Oaxaca y Guerrero; Madrid (1990), hace un estudio ecoló-

gico en especies de peces de importancia comercial para las costas de Michoacán, Sinaloa y Golfo de California. En las costas de Nayarit, García *et al.* (1991), analizan la ictiofauna en seis localidades de San Blas; y Amezcua-Linares *et al.* (1987), hacen un estudio sobre selectividad de artes de pesca en un sistema lagunario del mismo estado. Para el estado de Sinaloa podemos citar un catálogo de artes y métodos de pesca elaborado por Rivera *et al.* (1988), una importante contribución que describe las técnicas de pesca utilizados en el estado para diversas especies de escama, tiburón y camarón. Por otro lado, Saucedo *et al.* (1990), describen la importancia comercial de algunos peces capturados en Playa Sur, Mazatlán, Sinaloa.

En Colima, Cruz *et al.* (1986; 1987; 1988a, b; 1989a, b; 1990a, b; 1991a, b), han abordado aspectos taxonómicos y biológico-pesqueros del recurso escama, con investigaciones basadas en muestreos biométricos de la captura comercial y datos estadísticos de captura y esfuerzo registrados en la Delegación Federal de Pesca, en el estado de Colima. Así, se han obtenido estudios preliminares sobre el ciclo reproductor de tres pargos; edad y crecimiento en 15 especies de importancia comercial; lista de peces de importancia comercial; ensayos para estimar el rendimiento máximo sostenible (RMS) de la captura ribereña, e incursiones en aspectos tecnológicos de la captura. Debe mencionarse que el Programa Escama del CRIP-Manzanillo, ha recibido apoyo financiero del CONACyT para el desarrollo de dos proyectos, y cotidianamente en los muestreos se recibe la participación del sector productivo para poder obtener directamente de la captura la información biológica. Asimismo cabe señalar que una tarea de capital importancia es la determinación de la unidad de esfuerzo pesquero en esta peculiar pesquería, para lo cual se ha iniciado un censo estadístico con objeto de recopilar diariamente, durante un año, la mayor y mejor información de todas las variables que involucra la actividad. Paralelamente, se persiguen otros propósitos, como definir tamaño de muestra para futuros estudios, encontrar un patrón de comparación entre la captura que se registra oficialmente y la que se reporta directamente en las zonas de descarga.

Esta no es una revisión exhaustiva de la literatura sobre el tema. Se han referido solamente algunos trabajos recientes, presentados en los últimos eventos científicos. Haría falta mencionar las investigaciones del CIB y CICIMAR en la Paz, BCS, Universidades de los estados y UNAM, entre otras.

Marco ambiental

Las características físicas y fisiográficas del litoral del Pacífico permiten una división artificial que denota patrones particulares en cuanto a condiciones climáticas, productividad y, por ende, composición y abundancia de especies. Un ejemplo muy conocido es la zona noroeste del país, en la que existen condiciones excepcionales y en donde se localiza un área de afloramiento muy importante, que hace posible grandes concentraciones de biomasa.

Se describen algunos aspectos sobresalientes de la ecología de la costa del Pacífico que, para su estudio, se ha seccionado en regiones, atendiendo no sólo a su participación en volumen y valor de producción, sino también en función de su perspectiva económica y social y de las pesquerías en ellas existentes (SEPESCA, 1990).

De acuerdo con Rodríguez de la C. (1988), las características por región son las siguientes:

Región I. Costa occidental de Baja California

Confluyen en esta zona la corriente californiana y la contracorriente ecuatoriana. Ambas presentan características diferentes, y al juntarse generan una gran abundancia de nutrientes, lo que imprime a esta región un carácter altamente productivo. Oceanográficamente, se caracteriza por presentar temperaturas que oscilan entre los 23° y los 12°C en el norte y los 28° y los 15°C en el sur, una termoclina bien definida, ubicada a los 160 m de profundidad en el invierno y a los 75 m en el verano. Su plataforma continental es estrecha, por lo general menor de 20 km, aunque en la parte media de la península alcanza hasta 70 km.

Región II. Golfo de California

Se define como una gran cuenca de evaporación, cuya única comunicación con el Océano Pacífico es hacia el sur. Presenta características oceanográficas muy particulares y se considera como una zona de alta productividad. En la porción denominada como Alto Golfo se forman grandes corrientes que propician importantes mezclas superficiales. Por el contrario el Bajo Golfo presenta una mezcla uniforme de sus aguas, debido a que penetran aguas frías de la corriente de California, agua tibia ecuatorial y el agua "típica" del Golfo. Las oscilaciones anuales en la temperatura, 30°-34°C en el verano, 10°-13°C en el invierno, tienen su efecto en la flora y fauna que lo habitan, pudiendo encontrarse tanto especies tropicales, como templadas y endémicas. Estas últimas se ubican especialmente en el Alto Golfo. Aquí la termoclina está representada en toda el área entre los 10 y 200 m en la parte norte; durante el invierno desaparece. La salinidad generalmente excede a los 35 partes por mil.

Región III. Pacífico Centro-Sur

Esta es una zona típicamente tropical. La temperatura anual promedio es de 25°C, con una oscilación de 10°C, lluvias de verano, evaporación moderada y salinidad entre 34 y 35 ppm. Topográficamente, la parte norte de Barra de Navidad, Jal. a Punta Maldonado, Gro. presenta una plataforma continental estrecha y escarpada, de fondos rocosos. Presenta pocos sistemas lagunarios importantes. Se considera una zona de baja concentración de oxígeno disuelto, como resultado de una lenta renovación de masas de agua intermedias y una alta productividad. La termoclina se define a 50 m o más arriba. La figura 1 muestra las regiones mencionadas (tomada de Rodríguez de la C., 1988). Para esta región en particular, Ramírez-G. (1977) menciona que existe una gran similitud fisiográfica y biogeográfica de la zona que incluye las costas de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y parte de Oaxaca (excluye el Golfo de Tehuantepec), y describe así el perfil del litoral: "El desarrollo costero presenta, en sucesión, bahías y caletas de playas arenosas, alternadas con morros, farallones y cantiles, que dan su fisonomía a la llamada Costa Brava. Los accidentes de la costa son el hábitat de comunidades adaptadas a ellos y determinan la aplicación de métodos de pesca particulares." Señala, además, que el rasgo más sobresaliente de la geomorfología litoral es la limitada extensión de la Plataforma Continental.

Específicamente para la costa colimense, el carácter tropical está descrito por un clima cálido subhúmedo que domina la zona costera, con un régimen pluvial en los meses de verano que abarca de julio hasta octubre. Los datos de SPP (1981), indican que en la costa se registra una precipitación media anual entre 1 000 y 1 200 mm. Durante ese lapso se presentan frecuentemente

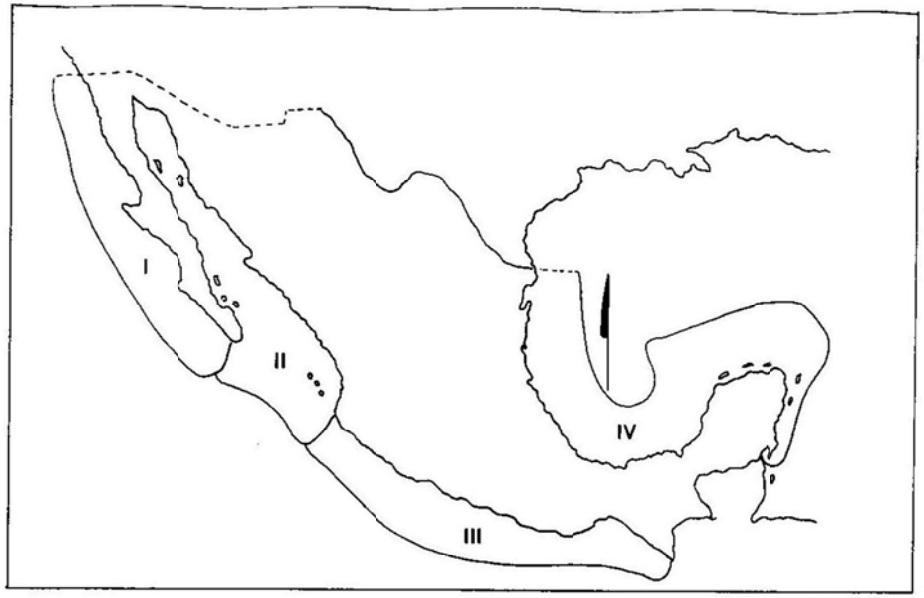


Figura 1

Regiones pesqueras del país

perturbaciones tropicales; la temperatura media del mar, para los años 1986, 1987 y 1989 osciló entre 27.4° y 28.7°C. En la tabla 1 pueden observarse las variaciones mensuales durante el periodo mencionado.

Para el litoral del estado de Colima los aspectos de batimetría quedan resumidos de la siguiente manera:

La isobata de las 200 brazas se distribuye de manera irregular: hacia el extremo norte, de Peña Blanca a los límites con el estado de Jalisco, se presenta a una distancia de la costa no mayor de los 9 km. El perfil costero de esta zona se caracteriza por un declive pronunciado y un fondo muy uniforme, casi sin accidentes fisiográficos sobresalientes; la línea de costa está configurada en su totalidad por playas arenosas. El área comprendida entre Peña Blanca y Punta Campos, donde se localizan las Bahías de Santiago y Manzanillo, cambia de forma radical. En esta zona la pendiente del fondo es menos pronunciada, la isobata de las 200 brazas se aleja más de la costa a distancia entre 15 y 18 km, Cruz (1990a). El fondo presenta gran número de accidentes fisiográficos y, la costa rocosa en esta porción está conformada por una sucesión de playas y acantilados, cuya extensión representa aproximadamente el 10% del litoral del estado (A. González, com. pers.).

Tabla 1

Registro promedio de la temperatura superficial (°C) para la Bahía de Manzanillo, Colima

Año/meses	1986	1987	1989	1990
Enero	—	27.5	25.0	26.7
Febrero	26.0	26.7	26.2	25.7
Marzo	26.4	24.1	25.9	27.2
Abril	26.0	26.0	24.0	28.0
Mayo	24.5	23.3	26.7	26.1
Junio	28.0	22.5	29.9	31.1
Julio	31.2	29.2	30.0	30.1
Agosto	30.4	30.1	30.7	30.7
Septiembre	31.8	29.8	31.3	30.0
Octubre	30.7	31.0	29.2	30.8
Noviembre	29.3	31.0	28.2	29.2
Diciembre	29.0	27.5	27.9	28.5
Promedio	28.5	27.4	27.9	28.7

FUENTE: Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Col.

Recurso

En virtud de la importancia socioeconómica que representa en el litoral colimense la pesca ribereña, el INP lleva a cabo un programa de investigación cuyos resultados pueden dar impulso a la actividad, considerándola como una opción en la consecución de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo Pesquero.

Con esta premisa se inició en el CRIP-Manzanillo, la evaluación del recurso escama, tomando en cuenta además de su carácter multiespecífico, una serie de factores relacionados con la intensidad y tipo de pesca, así como las condiciones técnicas y económicas en que se desarrolla la actividad.

La estrategia para evaluar esta pesquería consta básicamente de tres líneas de investigación: 1a) a partir de la información estadística oficial referida a captura y esfuerzo; 2a) la que se origina en los muestreos biológicos hechos con los especímenes de la captura comercial; y 3a) enfocada a aspectos de tecnología de captura.

Es importante señalar que la producción pesquera estatal ha oscilado en los últimos años (1986-1989), entre 6 300 y 8 000 toneladas. En relación a la estructura de la captura, una elevada participación está representada por la escama (peces) con un 27% del total registrado, seguida en orden de importancia por tiburón y cazón con 18.5% y un 11% de la producción por acuacultura. Una considerable proporción, cercana al 29%, está integrada por captura sin registro, en la que sin duda intervienen otras especies de escama.

De la actividad extractiva se desprende que un mayor esfuerzo pesquero, del orden del 36 al 62%, está dirigido a los pargos y al huachinango, que pertenecen a la familia Lutjanidae (Cruz *et al.*, 1989b). Estos representan para el pescador los mejores ingresos, ya que se cotizan como especies de primera clase. Un análisis estadístico de los años 1980-1988 revela que la proporción que este grupo guarda en relación con el total de la captura de escama ribereña es del 25% en promedio; así, los roncos y burros de la familia Haemulidae representan el 19%; jureles y afines (familia Carangidae) el 15%; sierra y atunes de la familia Scombridae el 9%; menores proporciones corresponden a las cabrillas (Serranidae), curvinas (Sciaenidae) y mojarras (Gerridae).

Especies que conforman el recurso

Con respecto a la composición íctica de la captura comercial, se han detectado 112 nombres comunes, los cuales, de acuerdo a su posición taxonómica, corresponden a 13 órdenes, 45 familias y 88 géneros (en 81 casos se llegó hasta especie). Cruz, *et al.* (1989).

Puede afirmarse que más del 80% del volumen de la captura está compuesto por un grupo de 25 especies, representadas principalmente por las familias: Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae, Scombridae, Serranidae, Sciaenidae y Gerridae, (Tabla 2).

Debe señalarse que para cada una de estas familias se ha identificado un número mayor de especies. Sólo se han enlistado las que se registran con mayor frecuencia en las capturas. Así, por ejemplo, se tienen para la familia Lutjanidae: nueve especies; Haemulidae: trece; Carangidae: catorce; Scombridae: cinco; Serranidae: ocho; Sciaenidae: siete; Gerridae: tres.

Tabla 2
Especies con mayor incidencia en la captura comercial en el estado de Colima

Nombre común	Nombre científico	Familia
lunarejo o flamenco	*Lutjanus guttatus*	Lutjanidae
huachinango	*Lutjanus peru*	
pargo alazán	*Lutjanus argentiventris*	
colmillón	*Lutjanus* sp.	
listoncillo	*Lutjanus* sp.	
pargo tecomate	*Hoplopagrus guntheri*	
sierra	*Scomberomorus sierra*	*Scombridae*
barrilete	*Euthynnus lineatus*	
chula	*Sarda orientalis*	
ojo de perra	*Caranx marginatus*	Carangidae
jurel	*Caranx hippos*	
cocinero	*Caránx caballus*	
baqueta	*Epinephelus acanthistius*	Serranidae
cabrilla	*Epinephelus labriformis*	
viejita	*Paranthias colonus*	
bacoco	*Anisotremus interruotus*	Haemulidae
ronco chano	*Haemulon flaviguttatum*	
ronco rayado	*Orthopristis reddingi*	
guzga	*Haemulon sexfasciatum*	
rasposa	*Haemulon maculicauda*	
berrugata	*Umbrina xanti*	Sciaenidae
curvina	*Cynoscion reticulatus*	
mojarra o malacapa	*Diapterus peruvianus*	Gerridae
charrita	*Eucinostomus argenteus*	

Distribución geográfica y ecótica

La delimitación geográfica de su distribución en la costa del Pacífico oriental se circunscribe a las áreas pesqueras 77 (A, B, C) y 87 (A, B), definida por la FAO para fines estadísticos. El área 77, conocida zoogeográficamente como provincia panameña, alberga gran cantidad de especies comunes para México, Centro América, Colombia, Ecuador y norte de Perú, Chirichigno (1982), (Fig. 2).

En términos generales, los componentes ícticos de la pesca ribereña, se consideran como habitantes de aguas marinas tropicales y subtropicales que, de acuerdo a sus hábitos y comportamiento, se clasifican como: especies demersales, aquellas que se desplazan sobre fondos de diversos tipos; especies pelágicas, organismos planctónicos o nectónicos, no ligados a los fondos; y las que comparten estos ambientes, calificadas como demerso-pelágicas.

Muchas de estas especies, en alguna etapa de su vida, penetran a ríos, estuarios y lagunas cos-

Figura 2

Áreas pesqueras definidas por la FAO para el Pacífico americano

teras, donde cumplen parte de su ciclo de vida, o, como lo señala Castro-Aguirre (1978), su presencia en aguas continentales está relacionada con la búsqueda de alimento y protección.

Estructura y dinámica de poblaciones

En este tema se vertirán los resultados obtenidos para quince especies de importancia comercial, referidos a su estructura poblacional en cuanto a talla (longitud patrón en centímetros) y peso entero (en gramos). Estimaciones de edad y crecimiento a través del método indirecto de frecuencia por talla (utilizando el programa ELEFAN, Gayanilo *et al.*, 1986); para algunas especies las determinaciones se han hecho con lectura de escamas (método directo), así como a través de aspectos reproductivos en algunas de ellas.

Composición por talla y peso

Las diferencias en los valores mínimos y máximos de estas variables, en la captura comercial (Tabla 3), dependen fundamentalmente del tipo de arte con que son capturados y la zona de donde son extraídos, ya que en algunos casos proceden de áreas que típicamente funcionan como reservorios. En este caso están las bahías de Manzanillo y Santiago, que albergan estadios juveniles de muchas de las especies.

Exceptuando a los escómbridos, el promedio de la talla para las demás especies está alrededor de los 20 y 30 cm, con un peso entre 250 y 500 g o más. En el mercado, los de mayor demanda son los denominados "platilleros", que principalmente hacen referencia al huachinango y a los pargos.

Para los pargos y el huachinango, las tallas promedio que componen la captura oscilan entre 20 y 28 cm de longitud patrón (Lp), organismos a los que se les estima una edad teórica de 2.5 a 3 años.

De una manera general, al observar la tabla 3 se puede concluir que la mayoría de las especies demersales que se están reclutando a la pesquería presentan tallas que oscilan entre 10 y 15 cm de Lp; y las tallas de las especies pelágicas fluctúan entre 20 y 28 cm. Aunque esto no significa que representan la mayor incidencia en la captura, es importante conocer las tallas de primera madurez y determinar si con las longitudes antes mencionadas, los organismos ya se han reproducido.

Edad y crecimiento

En lo que a lutjánidos (pargos) y serránidos (cabrillas) se refiere, Manooch (1987) menciona que

Tabla 3
Valores comparativos entre peso y talla para 15 especies de la captura comercial

Especie	Long. patrón* (cm) Prom	Max	Min	Peso (g) Prom	Max	Min	Nombre común
Epinephelus labriformis	22	32	14	308	420	120	cabrilla
Lutjanus guttatus	24	50	11	451	2 500	40	lunarejo
Lutjanus peru	19	58	10	247	4 100	29	huachinango
Lutjanus argentiventris	28	55	13	742	4 170	100	pargo alazán
Anisotremus interruptus	28	45	15	1 005	3 100	120	bacoco
Haemulon sexfasciatum	29	44	11	1 003	2 260	230	guzga
Haemulon flaviguttatum	24	33	11	410	1 100	60	ronco chano
Haemulon maculicauda	16	28	11	130	160	70	rasposa
Orthopristis reddingi	22	30	12	321	600	50	ronco rayado
Caranx hippos	32	63	11	1 280	6 100	52	jurel
Caranx caballus	26	42	16	467	1 850	108	cocinero
Caranx marginatus	33	65	20	1 091	5 020	210	ojo de perra
Scomberomorus sierra	42	66	27	770	3 192	197	sierra
Euthynnus lineatus	44	56	28	1 708	3 545	450	barrilete
Sarda orientalis	44	57	23	1 647	3 503	239	chula

* Longitud patrón: tomada de la porción anterior de la mandíbula, hasta la base de la aleta caudal.
FUENTE: Cruz *et al.* (1987, 1989c y 1991b); Espino *et al.* (1990).

estos taxa son longevos, de lento crecimiento y que tienen, relativamente, bajas tasas de mortalidad natural; diversos estudios que él revisó, registran organismos que exceden a los 10 años de edad, cuyos coeficientes de crecimiento (K) oscilaron entre 0.10 y 0.25 por año.

El análisis, realizado para huachinango y pargo (familia Lutjanidae) en Colima (Cruz *et al.*, 1991a), señala valores para la tasa de crecimiento (K) que oscilan entre 0.11 y 0.20, y para la longitud infinito ($L\infty$), que varía entre 52.3 y 68.5 cm. Las determinaciones se hicieron con el método de frecuencia de tallas y lectura de escamas. Los mismos autores señalan que los incrementos anuales para estas especies fluctúan entre 8.7 y 11 cm al primer año, 8 y 9 cm al segundo y 6 7 a 7.6 cm hacia el tercer año. Los incrementos sucesivos son menores hasta llegar a la talla asintótica. Se encontró que organismos con una talla máxima observada de 50 a 55 cm correspondían a edades entre 8 y 11 años.

Con relación a los roncos y burros (familia Haemulidae), Cruz *et al.* (1991b), estiman la tasa de crecimiento (K) para cinco especies, cuyos valores se sitúan entre 0.11 y 0.13. Las especies *Haemulon sexfasciatum* y *Anisotremus interruptus*, a la edad teórica de cinco años, alcanzan una longitud de 23 cm y los incrementos anuales son

de casi 5 cm durante los tres primeros años; cabe señalar que son las especies de mayor tamaño en la captura. *Orthopristis redingi* y *H. flaviguttatum*, a la edad teórica de cinco años, logran una talla de 18 cm y los incrementos durante los tres primeros años son casi de 4 cm. Estas apreciaciones deberán corroborarse con análisis hechos a través de métodos directos para determinar edad.

Para el caso de organismos pelágicos, en este trabajo se consignan resultados para tres especies de la familia Carangidae y tres de la familia Scombridae (Cruz *et al.*, 1989c y Espino *et al.*, 1990). La tasa de crecimiento (K), para las seis especies, fluctúa entre 0.26 y 0.42, valores que concuerdan con Manooch, citado por Goodwin *et al.* (1986), quien ha estimado para peces pelágicos costeros, valores de K entre 0.22 y 0.47.

La tabla 4 resume los resultados de estos parámetros para quince especies de la captura comercial.

Reproducción

Durante el periodo abril 1990-mayo 1991 se llevó a cabo el estudio del ciclo reproductor en tres especies de lutjánidos, Cruz *et al.* (1991a), con los siguientes resultados: se observan dos temporadas de desove para cada una de las especies. Uno de los lapsos coincide con la época de lluvias en verano y la otra con los meses menos cálidos. Así, para el lunarejo *L. guttatus*, un periodo va de julio a noviembre y otro de febrero a abril; el pargo alazán *L. argentiventris*, durante los meses de septiembre a noviembre y de abril a mayo; para el huachinango *L. peru*, ha sido más complicado determinar con precisión su o sus temporadas de reproducción, debido a que de acuerdo con algunos autores y observaciones de pescadores, la especie, cuando está a punto de desovar, emigra a zonas de mayor profundidad, y no es accesible a los equipos y artes del pescador. Chávez *et al.* (1982) y Ruiz *et al.* (1982), indican que a profundidades de 26 a 35 brazas se localizaron ejemplares de huachinango en fase IV y V de madurez gonadal. No obstante que se contó con pocos ejemplares en las fases de mayor madurez, Cruz *et al.* (1991a) detectan un periodo de desove durante agosto y septiembre, y otro de febrero a marzo.

El índice de fecundidad estimado para *L. guttatus* osciló desde un valor mínimo de 66.4 x 103 óvulos en un organismo de 20 cm

Tabla 4
Parámetros de crecimiento de quince especies de la captura comercial

Especie	Método	K	L∞ (cm)	to
Epinephelus labriformis	S	0.25	36.3	−1.485
Lutjanus guttatus	S	0.20	52.3	−1.079
	F	0.19	64.2	0.004
Lutjanus peru	F	0.16	64.0	0.059
Lutjanus argentiventris	S	0.11	63.0	−1.360
	F	0.16	68.5	0.081
Anisotremus interruptus	F	0.13	48.2	−0.011
Haemulon sexfasciatum	F	0.13	49.0	−0.027
Haemulon flaviguttatum	F	0.12	42.4	−0.074
Haemulon maculicauda	F	0.12	30.9	−0.056
Orthopristis reddingi	F	0.13	36.8	−0.080
Caranx hippos	F	0.26	74.4	−0.250
Caranx caballus	F	0.33	51.5	−0.030
Caranx marginatus	F	0.33	75.5	−0.053
Scomberomorus sierra	F	0.36	80.7	−0.023
Euthunnus lineatus	F	0.31	77.6	−0.002
Sarda orientalis	F	0.42	73.2	−0.049

S = lectura de escamas.
F = frecuencia de tallas.

Lp cuya gónada pesó 5.5 g, hasta un máximo de 2.17 x 106 en un ejemplar de 49 cm Lp, el peso de la gónada fue de 128 g. En individuos de *L. argentiventris* un mínimo de 75.9 x 103 en un ejemplar de 24 cm Lp y un máximo de 3.56 x 105 en un pez de 47 cm de Lp.

Es pertinente señalar que para la gran mayoría de las especies ribereñas no se conocen los aspectos relativos al ciclo reproductivo. En términos generales, Ruiz-Durá (1990) se refiere a las épocas del año en que desovan diferentes especies de importancia comercial.

Unidad de pesca

La actividad extractiva en la entidad es netamente artesanal y eslá referida a una pesca de carácter multiespecífico. En su calidad de pesca ribereña o a pequeña escala, queda implícita la escasa tecnología aplicada en la explotación del recurso, requiriendo por lo tanto de un alto esfuerzo con rendimientos poco redituables al pescador. No obstante, es una actividad que produce alimento para consumo humano y sostiene gran cantidad de empleos.

Las embarcaciones utilizadas son las nombradas "menores", de fibra de vidrio con eslora de 5 a 8 m; operan con motor fuera de borda, con 48 a 55 caballos de fuerza (HP) y algunas con motor estacionario. Una menor cantidad son de madera, con 3 a 5 m de eslora, movidas a remo. De un total de 429 embarcaciones registradas en la entidad, 379 son embarcaciones menores, de las cuales el 92.6% están operando y se dedican a la pesca ribereña.

En la extracción intervienen diferentes artes de pesca, cuyas características más comunes son:

- Línea de mano: cordel de nylon monofilamento No. 6 y anzuelo No. 9 ó 10 del tipo noruego.
- Red agallera de superficie: 150-220 m de longitud; en la relinga superior con 75 a 100 boyas y en la inferior con 75 a 100 plomos de 50 g cada uno; caída del paño de 4 m, y luz de malla de 3.5 a 4 pulgadas.
- Red agallera de fondo: 150 a 220 m de longitud; en la relinga superior con 75 a 100 boyas y en la inferior 150 a 200 plomos de 100 g cada uno; caída de paño de 4 m, y luz de malla de 3.5 a 5 pulgadas.
- Palangre escamero: línea madre con 600 m de longitud; con 100 reynales de 2.5 m de longitud, 100 anzuelos del No. 4 y 5 de tipo noruego. Debe señalarse que a estas artes los pescadores les han hecho adaptaciones de acuerdo a las características de la zona y a su experiencia.
- Chinchorro playero: longitud variable entre 100 y 500 m; caída de 4 a 5 m, con abertura de malla de la siguiente forma: alas, 4"; cuerpo, 2.5"; copo o bolsa, 2".
- Equipo de buceo: tipo Hooka con dos mangueras.

Un análisis comparativo demuestra que la cuerda (cordel o línea de mano) y la red agallera son las que dominan en el uso de los pescadores; en menor escala, palangre escamero, chinchorro playero y atarraya. La tabla 5 resume la frecuencia con que fueron usadas diferentes artes de pesca durante los años 1983 a 1986 (Cruz *et al.*, 1990c).

En términos generales, las embarcaciones de fibra de vidrio pueden cargar entre 1.7 y 2.5 to-

Tabla 5
Resumen porcentual del uso de diferentes artes de pesca

	Cuerda	Red	Palangre	Otras*
1983	48	38	9	5
1984	43	39	14	4
1985	13	29	50	8
1986	34	59	2	5

* Chinchorro playero, curricán, almadraba, atarraya y buceo.

neladas; las de madera tienen una capacidad aproximada de media tonelada.

La operación se realiza diariamente, aplicando un promedio de 9 horas efectivas de trabajo, lo cual depende en gran parte del arte de pesca que utilicen.

Todas las embarcaciones están registradas ya sea en Manzanillo o en Tecomán. Las zonas de descarga corresponden generalmente al área cercana a donde viven los pescadores, en un lugar estratégico elegido por ellos. No hay atracadero ni muelles para este tipo de embarcaciones.

Descripción de la operación de pesca

La duración de la operación varía de acuerdo con el arte de pesca que se utiliza y la zona donde se opera.

En el caso de la *red de enmalle de superficie*, cuando ésta se fondea, permanece tendida un promedio de 12 horas. Se despesca una o más veces, y finalmente se recoge la red y se prepara para la siguiente labor. Cuando se trabaja a la deriva se cambia de lugar (despescando) cada hora, con objeto de que la corriente no la arrastre.

La *red de media agua* se tiende a una profundidad entre 8 y 10 brazas, por espacio de 10 a 12 horas; se revisa cada hora u hora y media. Al cabo de la faena se recoge y prepara para el siguiente día.

La *red de fondo*, regularmente se tiende ya entrada la noche, se opera por 12 horas y se despesca por la mañana. Se selecciona el pescado que está en buenas condiciones y se retira la red para operarla en la siguiente jornada. Es importante mencionar que no se permite el uso de esta red en los bajos o caladeros, con objeto de que no se enrede en el fondo y, a decir de los pescadores, aullente el pescado, porque los organismos quedan atrapados y empieza su descomposición.

La operación del *palangre escamero* se inicia con la extracción de la carnada (ojotón, barrilete, sardina, cocinero, coatete, entre otros); enseguida se selecciona el área de pesca y, al ir tendiendo el arte, se van "encarnando" los anzuelos. Se opera por espacio de 6 a 8 horas (se tiende entre la noche y el amanecer), y pasado este lapso, se recoge y se despesca.

La *línea de mano* se trabaja normalmente en los caladeros o fondos rocosos, durante un tiempo de hasta 8 horas. Es el arte más sencillo de manejar, para lo cual los pescadores han desarrollado una gran habilidad.

La *almadraba* se revisa diariamente por las mañanas. El despesque es una faena que dura entre 2 y 3 horas, dependiendo del volumen de la captura. Sólo existe una almadraba en el estado, instalada en la Bahía de Santiago.

Cruz *et al.* (1989b) han estimado el rendimiento en kilogramos por arte por viaje (kg/arte/viaje),

con los siguientes resultados: cuerda: 23.4 kg red agallera: 23.8 kg palangre: 25.4 kilogramos.

Captura

La captura se efectúa a lo largo del litoral colimense, en una franja de aproximadamente 5 millas a partir de la costa. Para pescar especies demersales, los pescadores conocen los bajos o caladeros más productivos. En una prospección hecha por personal del CRIP (Macías *et al.*, 1985), se detectaron y ubicaron en el mapa un total de 22 bajos pesqueros, que representan aproximadamente el 85% de los caladeros en el estado. En la figura 3, se delimita la franja costera del estado de Colima, donde se lleva a cabo la actividad extractiva, se señalan las principales zonas de descarga de la captura y los bajos pesqueros.

1. Majahua
2. Peña Blanca
3. Murcielaguera
4. Morro Chino
5. Punta del Elefante
6. De Rubio
7. Punta Las Hadas
8. Enmedio
9. Los Frailes
10. La Gallina
11. El de Afuera
12. La Bola
13. El Wester
14. Ojo de Agua
15. Punta Campos
16. Guayabal
17. Frente a Paraíso
18. Frente a Pascuales
19. La Cascajera
20. El Charro
21. Frente Apiza
22. San Juan
23. Frente a Chupadero
24. Vida del Mar

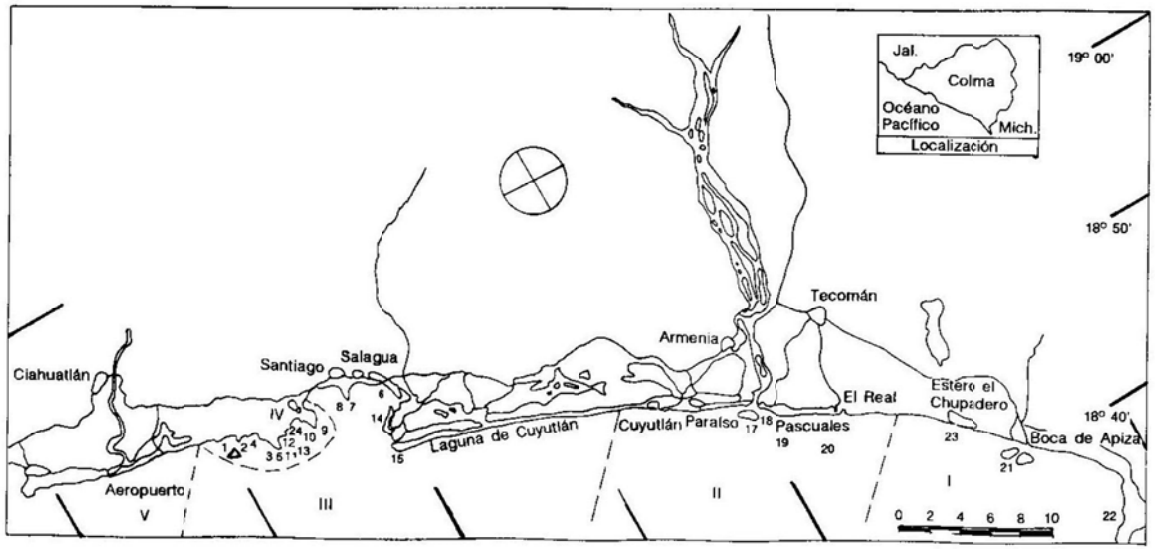


Figura 3

Zonas de captura y descarga del producto de la pesca en el litoral de Colima

La actividad se lleva a cabo durante todo el año, donde un número aproximado de 250 días son laborables. La limitante está referida a las temporadas de perturbaciones tropicales que aparecen normalmente durante los meses de septiembre a noviembre.

No existe temporada de veda para ninguna especie de escama ribereña. Las restricciones se refieren al tamaño o abertura de la malla, vigilada en las redes de enmalle y en el chinchorro playero.

Una práctica local que hasta cierto punto regula el tamaño de los peces capturados, es el bajo costo que se les adjudica a los organismos pequeños (no platilleros) de las especies de primera: pargos y huachinango.

Los productores están congregados en Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera. Para la pesca ribereña existen registradas doce (12) de estas organizaciones, que agrupan un número variable de socios, entre 10 y 40. Existe también pesca por permisionarios y pescadores libres.

Esfuerzo pesquero

Un primer intento para determinar la unidad de esfuerzo consistió en el análisis del número de viajes efectuado al año por las embarcaciones menores, que de acuerdo al registro en la Delegación Federal de Pesca osciló entre 10 000 y 1 200 viajes anuales para el periodo 1980-1988.

No se considera precisa la estimación porque en los registros no se aclara si la captura manifestada fue producto del viaje de una o varias embarcaciones. Por lo tanto, cuando se calcula la captura por unidad de esfuerzo en kg/viaje, ésta puede ser alterada; en este caso un promedio de CUE para los nueve años analizados da un valor de 317.8 kg/viaje (Cruz *et al.*, 1990b).

Otro análisis efectuado con base en los muestreos de la captura comercial con datos de los años 1983-1986, considera como unidad de esfuerzo, los viajes diarios con duración promedio de 9 horas, con lo cual se estima para cada embarcación capturas que oscilan entre 9 y 52 kg con un promedio de 25 kg/viaje. (Fig. 4 y 5, Cruz *et al.*, 1990c).

En la continua búsqueda por afinar y adecuar la unidad de esfuerzo de este tipo de pesquería se encuentra una gran cantidad de variables que la afectan, como son: diferentes artes de pesca, zona de captura, tipos de embarcación, captura multiespecífica enmarcada por el diferente valor económico que representan las especies, etc., etc.; la información ordenada en una matriz de 23 variables, considerando 20 de las especies más importantes, se está procesando mediante el análisis de componentes principales.

Este análisis se reforzará con datos provenientes de un censo estadístico que, desde febrero del presente año, se lleva a cabo en la zona de mayor descarga del Puerto de Manzanillo. El análisis, tiene el propósito de reunir la mayor y mejor información posible en torno al desarrollo de la actividad extractiva llevada a cabo por embarcaciones menores. Como objetivos medulares se plantearon: 1) determinar la Unidad de Esfuerzo Pesquero y cuáles son las variables involucradas en su extracción; 2) estimar el tamaño y periodicidad del muestreo para futuros estudios; 3) encontrar un patrón de comparación entre la captura que se registra oficialmente y la que se reporta directamente en las zonas de descarga.

Figura 4
Tendencia mensual del esfuerzo: horas de pesca/viaje
(oct. 1982-oct. 1988)

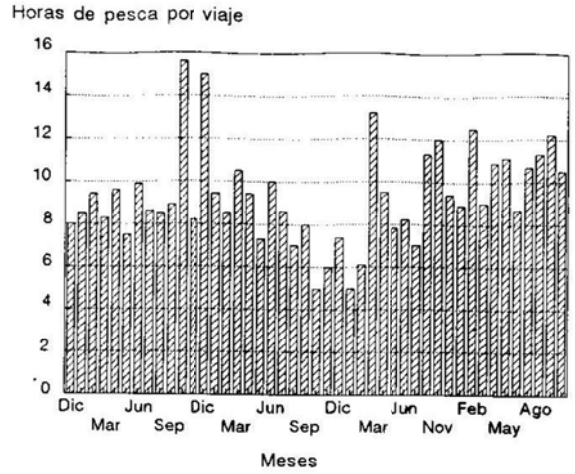
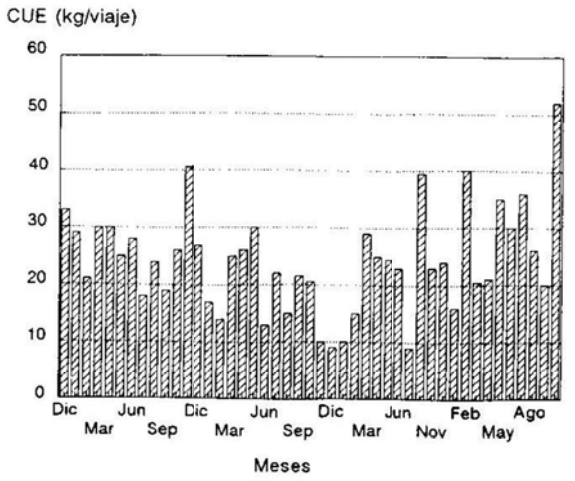


Figura 5
Tendencia mensual de la CUE: kg/viaje
(1983-1988)

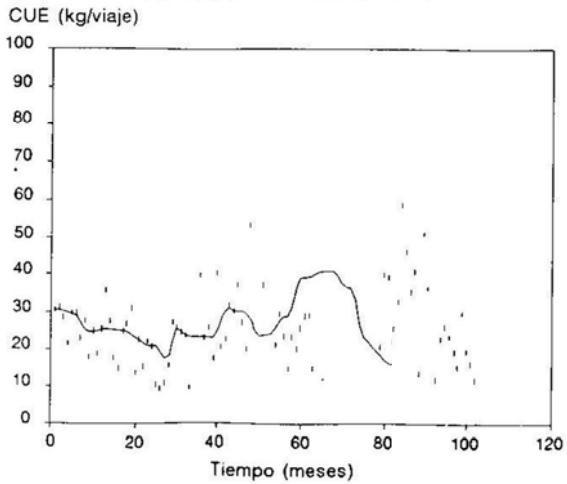


La tabla 6 resume los datos de captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CUE) para la producción de escama ribereña, con base en los Avisos de Arribo, y la figura 6 refleja el com-

Tabla 6
Resumen de los datos sobre captura, esfuerzo y CUE para la captura ribereña, de 1980 a 1988

	Esfuerzo	Captura (en kg)	Cue kg/viaje
1980	10 773	3 685 869.8	342.14
1981	8 930	1 662 731.0	186.20
1982	7 112	1 252 436.9	176.10
1983	2 031	724 867.0	356.90
1984	1 246	758 923.7	609.09
1985	1 831	594 370.3	324.62
1986	2 582	1 179 159.9	456.68
1987	3 033	715 920.3	236.04
1988	2 392	671 597.4	280.77

Figura 6
Resumen mensual de la captura por unidad de esfuerzo (kg/viaje) (Nov. 1982-May. 1991)



portamiento de la CUE estimada en kg/viaje, con fluctuaciones aparentemente constantes a lo largo de 82 meses. La mayor proporción de las oscilaciones en la CUE están entre los valores de 20 y 40 kg/viaje, con datos tomados directamente de los muestreos.

Volumen de la Captura

Una serie histórica de 10 años de captura muestra la tendencia de la actividad en el estado. Para este caso las fluctuaciones no son muy marcadas y pueden ser debidas tanto a factores ambientales como a respuestas del apoyo en equipo y artes de pesca que el sector cooperativado ha recibido en diferentes épocas gubernamentales. La tabla 7 indica también la relación entre la captura total y la producción de escama.

La captura de escama desglosada en los principales grupos de peces, da una idea de su composición y de la proporción que guardan en relación con el total de la escama. La tabla 8 consigna un resumen de estos datos para 12 años.

Tabla 7
Captura total y escama ribereña en el estado de Colima

Año	Captura total (toneladas)	Escama (toneladas)
1980	9 248	3 686
1981	—	1 173
1982	5 121	1 252
1983	5 533	724
1984	7 529	759
1985	6 386	594
1986	8 150	1 724
1987	6 580	933
1988	7 418	1 006
1989	7 588	1 270

Valor de la Captura

Como términos de referencia para el valor de la captura, se puede mencionar que los precios por kilogramo de especies de primera clase (huachinango, pargos, pintillo, baqueta, robalo) oscila entre 10 y 11 mil pesos en playa, lo que se traduce a 10 y 11 millones de pesos, por tonelada. Para las especies de segunda (lora, roncos, sierra, pámpano, curvina, bacoco, cabrilla), el valor por kilogramo varía entre 4 y 6 mil pesos (4 a 6 millones de pesos por tonelada); para la de tercera clase (jureles, rasposa, barrilete, cocinero, ojotón, entre otras) el precio fluctúa entre 2 y 3 mil pesos por kilogramo (2 a 3 millones de pesos por tonelada).

De forma general, los gastos por viaje (sin considerar insumos para las artes de pesca) son de aproximadamente 50 mil pesos: 30 mil de gasolina, 10 mil de aceite y 10 mil de bastimento, lo que significa la necesidad de pescar como mínimo 5 kg de especies de primera para librar los gastos. Como se mencionó anteriormente, estas embarcaciones obtienen, en promedio, entre 9 y 52 kg; dependiendo de la zona y del arte empleado, la producción del día puede estar integrada por especies de primera, segunda y tercera clases, o mezclada en distintas proporciones.

Rendimiento e índice de explotación

Un ensayo para determinar el rendimiento máximo sostenible (RMS) en la captura ribereña, sugiere la posibilidad de una subexplotación del recurso. El análisis se basa en una serie de datos de captura en toneladas y esfuerzo en número de viajes, para la temporada 1980-1989, que fueron proce-

Tabla 8
Captura ribereña registrada para el estado de Colima (1980-1991)

	1980 tons	1981 tons	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	%
Lutjanidae	730	389	233	226	205	219	407	204	145	95	117	123	19.4
Serranidae	216	42	35	10	24	5	33	20	56	6	3	8	2.3
Haemulidae	417	354	288	186	218	133	150	117	110	160	120	96	15.5
Carangidae	520	353	322	113	94	73	156	100	115	124	474	444	15.0
Gerridae	118	30	25	29	29	27	23	29	18	23	64	10	2.6
Scombridae	455	266	92	32	25	47	162	43	66	57	433	333	8.8
Sciaenidae	124	95	35	24	47	30	30	46	9	19	27	6	3.0
Otros	1 106	183	222	104	118	58	763	373	506	786	1 210	1 357	33.0
Total	3 686	1 713	1 252	724	759	594	1 724	933	1 006	1 270	2 449	2 377	

sados de acuerdo a los modelos tradicionales propuestos por Schaefer (1954), Fox (1970), Pauly (1983) y Doi (1975). En virtud de que la unidad de esfuerzo pesquero no está determinada con precisión, consideramos como preliminares los resultados.

El índice de RMS calculado (Cruz, *et al.*, 1990b) con los diferentes métodos, proporciona los valores para la captura de escama ribereña que a continuación se indican:

Modelo de Schaefer:
RMS = 2 239 t/año
esfuerzo óptimo= 10 792 viajes/año
Modelo de Fox:
RMS = 2 475 t/año
esfuerzo óptimo= 16 873 viajes/año
Modelo Estructural:
RMS = 1 761 t/año
Mortalidad total: Z = 0.162
Mortalidad natural: M = 0.123
Mortalidad por pesca: F = 0.036
Coeficiente de capturabilidad: q = 0.000108

Industrialización

En el aspecto de manejo, conservación y procesamiento de la producción extraída por embarcaciones menores, se recurre al más elemental de los sistemas como es el enhielado. El producto de primera clase llega eviscerado a la zona de desembarque y vendido en su totalidad al intermediario o al consumidor por menudeo. Las presentaciones en el mercado son en fresco entero o fileteado.

Comercialización

Se estima que el 85% de la captura de escama cubre los requerimientos de la demanda local, una mínima proporción (excedente) se transporta (en épocas de bajo turismo en Manzanillo) a localidades de los estados de Jalisco, Michoacán y Ciudad de México.

La comercialización en el común de los casos es una triangulación del pescador al permisiona-

rio y de éste al intermediario, quien lo distribuye al mercado, hoteles y restaurantes; en ocasiones pasa directamente del pescador al intermediario. Existe también la venta del pescador al consumidor en playa, a precios más cómodos, pero esta práctica se reduce a lugareños que conocen la zona de descarga.

Opciones para la administración del recurso

Para proponer cualquier medida de regulación en este tipo de pesquería, es menester considerar su carácter multiespecífico y las condiciones socioeconómicas en que se desarrolla.

Para entender el aspecto biológico pesquero se requieren conocimientos sobre el ciclo de vida y parámetros poblacionales que permitan evaluar la potencialidad del recurso.

- Estimar las tallas de primera madurez sexual en aquellas especies de mayor importancia comercial o "especies objetivo", permitirá emitir opiniones técnicas que aseguren una extracción sin menoscabo de las existencias.

- Determinar la vulnerabilidad y disponibilidad de las especies que componen la captura, significa un reto digno de sortear, toda vez que la pesca ribereña ha demostrado ser una actividad productiva.

- Aunque en la opinión de algunos estudiosos en la materia, los recursos tropicales no están aún sometidos a una intensa explotación debido a su naturaleza y dimensiones, es necesario establecer medidas que aseguren la permanencia de las poblaciones. Robinson (1984) señala que la "principal justificación de la Ordenación Pesquera reside precisamente en que mira básicamente a la conservación de los recursos". Con esta mentalidad, y considerando que el libre acceso a la pesquería puede provocar la aplicación de un esfuerzo excesivo (Panayotou, 1983), es conveniente orientar la investigación con el fin de encontrar un equilibrio en los niveles de captura y esfuerzo. Este autor enfatiza la importancia de evaluar el rendimiento de dichas pesquerías desde el punto de vista económico. Este es un aspecto que necesariamente habremos de abordar, en virtud de la variabilidad en los precios de los componentes físicos de la captura.

El aspecto socioeconómico reclama la participación de grupos interdisciplinarios que atiendan las demandas de uno de los sectores más desprotegidos del país. La administración del recurso deberá tomar en cuenta: oferta y demanda; costo, dependiendo del tamaño y clasificación de las especies; distribución de los ingresos; organización comunitaria; acceso a la pesca; comercialización y capacitación, entre otras actividades.

Diagnóstico de la pesquería

El comportamiento de las capturas en el estado de Colima durante la década de los ochenta, permanece con ligeras fluctuaciones a partir de 1984, las cuales oscilan entre 6 400 y 8 000 toneladas. Sólo en el año 1980 se registra la producción más elevada (mayor de 9 000 t), lo cual en gran parte representa la respuesta del sector al apoyo gubernamental que recibió a finales de la década anterior (1978-1979), y que consistió en embarcaciones, motores y artes de pesca.

Los cambios en la pesca de escama durante el lapso mencionado (1980-1989), responden a variaciones normales, cíclicas, en las que influyen factores de carácter natural y humano. Estas manifestaciones cíclicas se observan más claramente en el resumen de la captura por unidad de esfuerzo (CUE), seguida a través de 82 meses (Fig. 6), lo que permite suponer una estabilidad en las poblaciones sujetas a explotación.

En el campo de la tecnología, los pescadores han empezado a adaptar a las condiciones de sus zonas de operación y a sus posibilidades económicas, artes de pesca más eficientes dentro de su ámbito artesanal, como son los palangres escameros y las redes de enmalle.

Dentro de los aspectos sociales, cabe destacar que las comunidades en las que se lleva a cabo la pesca ribereña, sufren un deficiente desarrollo social, económico y cultural y, por ende, presentan carencias relacionadas con la infraestructura apropiada que apoye a la actividad.

Situación de la investigación científica del recurso

La estrategia que ha seguido el Programa de Investigación Biológico-Pesquera del Recurso Escama en el CRIP-Manzanillo, se fundamenta principalmente en tres líneas de trabajo, que persiguen el estudio de la pesca ribereña de una manera integral.

- Un aspecto importante es la evaluación del recurso, apoyado en la información estadística y buscando un patrón de comparación con el registro directo del pescador, a la vez que se intenta definir la unidad de esfuerzo pesquero considerando las variables que involucra esta actividad extractiva.

- A partir de muestreos biométricos de la captura comercial, se determinan parámetros biológicos de las especies de mayor importancia comercial o aquellas que representan elevados volúmenes en la captura, con el objeto de apoyar la evaluación del recurso utilizando métodos analíticos, y detectar las tallas de primera captura y primera madurez que puedan sugerir algún tipo de ordenamiento en la pesquería.

  En este sentido, debe hacerse énfasis en el apoyo que necesita la investigación para llevar a cabo estudios de ciclos reproductivos de las diferentes especies, a partir de cruceros de investigación que aporten el material biológico necesario y que permitan recabar información sobre parámetros relacionados con el medio ambiente del recurso.

- Otra línea de trabajo está enfocada a la tecnología de captura, donde se diseñan, construyen y operan artes de pesca, considerados más eficientes, en coordinación con pescadores libres y cooperativados, quienes se han interesado en el uso de artes que no eran comunes en la zona, o que han ido adaptando de acuerdo con las sugerencias técnicas emitidas por este Centro.

Un papel importante ha jugado el CONACyT en el desarrollo de la investigación, pues ha apoyado financieramente dos proyectos dentro del Programa de Escama Ribereña. El sector productivo participa facilitando la manipulación de los espécimenes de la captura comercial para llevar a cabo los muestreos biológicos cotidianos y proporcionando la información personal sobre su actividad: horas de pesca, lugar de captura, arte

de pesca, etc. Colaboran también estudiantes desarrollando su Servicio Social y tesistas de escuelas de la región y de otras entidades.

Es importante señalar la conveniencia de uniformar criterios y métodos de trabajo para la investigación de la pesca ribereña que se desarrolla en otras entidades e instituciones, y del propio INP, con la finalidad de facilitar las comparaciones y resolver, conjuntamente, la compleja problemática de una pesquería tradicional que podría hacerse más productiva, si se impulsa técnica y ordenadamente.

Agradecimientos

El equipo de trabajo del Programa Escama Ribereña hace patente su agradecimiento a la Dra. Margarita Lizárraga S, Directora del INP, por la honrosa invitación para participar en un evento que nos llena de satisfacción: la celebración del XXX Aniversario del INP.

Un reconocimiento a los amigos pescadores del estado, que siempre están dispuestos a participar en la tarea de investigación que hemos emprendido.

Un apoyo muy importante se recibió del M. en C. René Macías Z. y del Ocean. Miguel A. Carrasco A., en la importación de archivos gráficos que se integraron al texto; al M. en C. René Márquez M. por algunas sugerencias hechas al manuscrito. Al compañero José Fajardo, por su información sobre las artes de pesca y su operación en la zona.

Bibliografía

AMEZCUA, L.F., M. ALVAREZ R y P. SOTO M., 1987. Efecto de la selectividad de las artes de pesca en algunos parámetros ecológicos y poblacionales en la comunidad de peces, en un Sistema Lagunar, Nayarit, Méx. *Resúmenes del VII Congreso Nacional de Oceanografía*, Ensenada, BCN.

BUZETA, R., 1991. Aplicación del modelo de desarrollo costero integrado (DCI) al diagnóstico y aplicación del desarrollo de la pesquería artesanal en Chile. *Resúmenes del III Seminario Latinoamericano de Pesca Artesanal.* Perú.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Depto. Pesca. México. INP. *Serie Científica* 19: 298 p.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y R. MACÍAS Z., 1986. *Análisis de la captura de escama ribereña del estado de Colima.* Temporada 1980-1985. Informe Técnico, 30 p. CRIP-Manzanillo, Col., INP/Sepesca.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1987. Edad y crecimiento en cabrilla *Epinephelus labriformis* (Jenyns, 1843) en el estado de Colima. *Acta Potosina* 9(2): 165-176.

CRUZ, R.M., E. ESPNO B. y A. GARCÍA B., 1988a. *Estimación preliminar del índice de rendimiento máximo sostenible para la captura de escama ribereña.* Informe Técnico CRIP-Manzanillo, Col. INP/Sepesca. 34 p.

CRUZ, R.M., J.L. BALTIERRA R., E. ESPINO B. y H. SANTANA H., 1988b. *Diagnóstico pesquero del estado de Colima.* Documento Técnico, CRIP-Manzanillo, Col. INP/Sepesca. 46 p.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1989a. Lista de peces del litoral colimense. *Serie: Documentos de Trabajo, Año 1*:9, INP/Sepesca. 21 p.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1989b. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del estado de Colima. 1980-1987. *Boletín Informativo* No. 9. CRIP-Manzanillo, Col. INP/Sepesca. Pp. 17-29.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1989c. Carángidos. Aspectos Biológico-Pesqueros en el Lito-

ral Colimense. *Resúmenes del X Congreso Nacional de Zoología*. México, D.F.

CRUZ, R.M., 1990a. *Manifiesto de impacto ambiental en la península de Santiago, Col.*, CRIP-Manzanillo, Col. INP/Sepesca. 50 p.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1990b. Evaluación potencial de la pesca ribereña del estado de Colima. *Informe Técnico*. CRIP-Manzanillo, Col. INP/Sepesca. 20 p.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1990c. Escama Ribereña. Un Análisis Descriptivo. *Bol. Inf.* 10:1-16. CRIP-Manzanillo, Col. INP/Sepesca.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B., J. MIMBELA L., A. GARCÍA B., L.F. OBREGÓN A. y E. GIRÓN B., 1991a. *Biología reproductiva en tres especies del género Lutjanus en la costa de Colima, Méx.* Informe Final de CONACyT Clave: PO2PCCPR892739. México 115 p.

CRUZ, R.M., E. ESPINO B. y A. GARCÍA B., 1991b. Aspectos poblacionales de 5 especies de la familia Haemulidae (Pisces) en la costa de Colima, México. *XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán.

CHÁVEZ, R.J., A. OCEGUEDA R., M. GUZMÁN A. y S. CORONEL L., 1982. *Ciclo reproductor del flamenco Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869) (Pisces Lutjanidae) del Pacífico sur, México.* Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. (Inédito) 27 p.

CHIRICHIGNO, N., W. FISCHER y C.E. NAUEN. 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. Parte II. Pacífico Centro y Suroriental. INFOPESCA. FAO. SIC/82/2.

DOI, T., 1975. *Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para el uso práctico*. INP. OND/SI. m12:95 p.

ESPINO, B.E., M. CRUZ R. y A. GARCÍA B., 1990. Biología pesquera de tres especies de la familia Scombridae en el litoral de Colima, México. *Memorias del VIII Simposium de Biología Marina*. Ensenada, BCN. Pp. 65-74.

ESPINOZA P.H. y C. ROSALES, O. 1989. Algunas consideraciones morfológicas para la clasificación del género *Cynoscion* (*Pisces: Sciaenidae*), del Pacífico mexicano. *Resúmenes del X Congreso Nacional de Zoología*. México, D.F.

FOX, W.W., 1970. An exponential surplus-yields model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Amer. Fish. Soc.* (1): 80-88.

GARCÍA, R., M.E. y M.L. LOZANO V., 1991. Ictiofauna de seis localidades de San Blas, Nayarit, México. *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán.

GAYANILO, F.C., M. SORIANO y D. PAULY. 1989. *A Draft guide to the compleat Elefan*. Iclarm, Manila, Philippines.

GOODWIN, J.M. y A.G. JOHNSON. 1986. Age, growth and mortality of blue runner *Caranx crysos* from the northern Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science*. 8(2): 107-114.

GUTIÉRREZ, N., M.L., MADRID V., L. y A. MAUPOME C., 1989. Alimentación y trama trófica de las comunidades de peces del litoral de Michoacán. México. *Resúmenes del X Congreso Nacional de Zoología*. México, D.F.

MACÍAS, Z.R., H. SANTANA H. y J.J. VALDEZ F., 1985. *Informe final del proyecto Prospección hidroacústica en el Litoral del estado de Colima*. Sepesca/INP, CRIP-Manzanillo. 35 p.

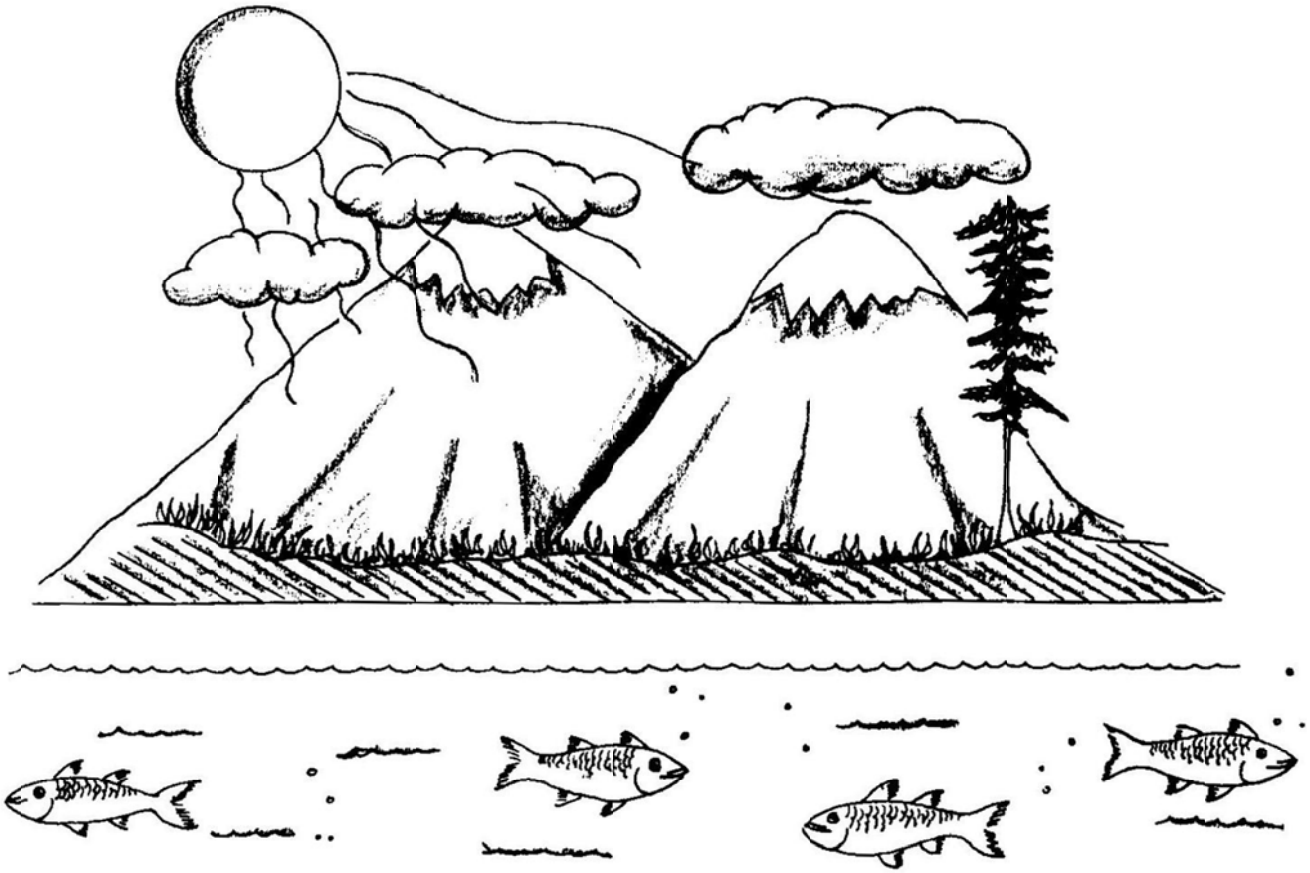
MADRID, V.J., 1990. *Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial*. Tesis de Maestría. UNAM, México. 179 p.

MANOOCH III, C.S., 1987. Age and growth of snappers and groupers. En: Polovina, J.J. y Ralston, J. (Eds.) *Tropical snappers and groupers: Biology and fisheries management*. Westview Press, USA. Pp. 329-374.

MAUPOME C., A. 1990. Aspectos biológicos pesqueros del pargo lunarejo del Pacífico (*Lutjanus guttatus, Steindachner*, 1869). *Resúmenes del VIII Congreso de Oceanografía*. Mazatlán, Sinaloa

MENDOZA, L.J. DE D., C. MANJARREZ A., V.H. PÉREZ R. y R. MAYTORENA. 1990. Inventario evaluativo de la ictiofauna acompañante del camarón, capturada en

AMBIENTE DULCEACUÍCOLA



EMBALSES DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

Araceli Orbe Mendoza
CRIP-Pátzcuaro. INP

Manuel Guzmán Arroyo
Instituto de Limnología.
Universidad de Guadalajara

Raúl Flores Herrera
Gerencia Regional Lerma-Balsas.
Comisión Nacional del Agua

Introducción

Los recursos naturales de México se encuentran distribuidos por regiones, según el clima, el relieve, la hidrología y el tipo de suelo. Estos factores determinan también la distribución y la condición de los embalses en el país.

Diversas dependencias como la Secretaría de Pesca y la Secretaría de Recursos Hidráulicos, de acuerdo con sus funciones y requerimientos, han realizado inventarios de los cuerpos de agua continentales, reportando las zonas inundadas que van de 870 mil hasta un millón y medio de hectáreas (Secretaría de Recursos Hidraúlicos, 1973; Henderson, 1974; Cortés, R. *et al.*, 1976). Estas variaciones en superficie tienen distintas explicaciones, pues dependen del año en que se efectuaron, la época de secas o de lluvias y la contabilización de embalses menores (de 1.0 a 100.0 ha).

De estos vasos, 613 son presas y 95 lagos (Olmos, 1990), lo que nos muestra que México no es un país con una gran riqueza de lagos naturales, pero sí de embalses artificiales. Sin embargo, ya en conjunto, ambos son importantes, ya que el agua sigue siendo un factor limitante para la vida.

Esta superficie de agua ha permitido el desarrollo de diferentes especies acuáticas, tanto nativas como introducidas, algunas de las cuales han dado origen a pesquerías importantes como son las tilapias, las carpas, los bagres, las lobinas, los charales, etc. (Tabla 1), logrando obtener una producción en aguas continentales de 119 101 toneladas para el año de 1989 (Secretaría de Pesca, 1991).

Los registros de producción reflejan, en parte, las condiciones de los embalses. Sin embargo, hacen falta estudios limnológicos y pesqueros, que nos proporcionen un conocimiento de la calidad del agua, así como de su rendimiento potencial, lo que proporcionará una base para

planificar la producción y realizar actividades de acuacultura extensiva e intensiva.

Ahora bien, se ha demostrado que para comprender el comportamiento de los embalses es necesario conocer el entorno que los está influennecesario conocer el entorno que los está influyendo; es decir, comprender la interacción de los cos que interactúan en el sistema cuenca-embalse; y esto es lógico, ya que las actividades que se realizan en las cuencas repercuten en los vasos, en la calidad de agua, azolves, flora y fauna, producción pesquera, etcétera.

En general, todas las cuencas en el país están sufriendo problemas severos de degradación y las cuencas de los embalses ahora tratados no escapan a esta generalización, ya que están deforestadas, erosionadas, con aprovechamientos agrícolas y pecuarios inadecuados y con contaminación de sus aguas, ya sea por desechos domésticos, urbanos, agrícolas o industriales.

El estado de Michoacán cuenta con una superficie de aguas continentales de 160 000 ha (SEPESCA, 1985), lo que lo sitúa, junto con los estados de Chiapas y Jalisco, entre los de mayor potencial hídrico.

Esta superficie de aguas dulces está formada por lagos naturales como son el de Pátzcuaro, con 9 000 ha; Cuitzeo con 30 000 ha; Zirahuén con 100 ha; por presas como la "Lic. Adolfo López Mateos" (el infiernillo), con 30 000 ha; San Juanico con 8 000 ha; Morelos (La Villita) con 6 125 ha, etc., y por bordos.

El agua de estos embalses proviene de la precipitación pluvial que captan sus cuencas, que varía de 500 a 1600 mm anuales, y de los numerosos manantiales, que forman una red hidrográfica distribuida según la orografía del estado en vertientes: la del norte, que descarga su caudal en el río Lerma, el lago de Chapala y el lago de Cuitzeo; la vertiente del río Balsas y la vertiente del Océano Pacífico.

Estos embalses albergan gran cantidad de especies nativas e introducidas, entre las que destacan los peces blancos, los goodeidos, las carpas, la tilapia, el bagre y la trucha, cuya producción en 1990 fue de 30 000 toneladas.

La explotación no se da exclusivamente sobre los peces sino que abarca otros recursos como son los acociles, el mosco, los gusanos de fango, las ranas y los ajolotes, entre otros.

El producto en general lo comercializan fresco. En caso de que se realice algún procesamiento, éste es sencillo como el seco-salado o ahumado. La venta la hacen los pescadores a intermediarios y, excepcionalmente, venden el producto directamente en el mercado.

La población de pescadores en el estado es de 10 928, distribuidos en los diferentes embalses. La actividad les genera, aproximadamente, 152 001 millones de pesos.

Los objetivos de este trabajo son analizar tres embalses: la presa "Lic. Adolfo López Mateos" (el Infiernillo), y los lagos de Cuitzeo y Pátzcuaro que aunque presentan características limnológicas y productivas diferentes, pueden ejemplificar la diversidad de ambientes biológicos y socioeconómicos que presenta la pesca en el estado, así como proponer medidas para regular las pesquerías.

Los lagos que han sido objeto de más estudios en México, son el lago de Pátzcuaro, Cuitzeo y

Tabla 1
Principales especies que se capturan en las aguas continentales de México

Nombre común	Nombre Científico	Familia
Tilapia	*Oreochromis aureus*	Cichlidae
Tilapia	*Tilapia spp.*	Cichlidae
Mojarras	*Cichlassoma urophtalmus**	Cichlidae
Mojarras	*C. fenestratum**	Cichlidae
Tenguayaca	*Petenia splendida**	Cichlidae
Carpa	*Cyprinus carpio*	Cyprinidae
Carpa plateada	*Hypophthalmichthys molitrix*	Cyprinidae
Carpa negra	*Mylopharyngodon piceus*	Cyprinidae
Carpa herbívora	*Ctenopharyngodon idella*	Cyprinidae
Carpa dorada	*Carassius auratus*	Cyprinidae
Acúmara	*Algansea lacustris**	Cyprinidae
Bagre	*Ictalurus punctatus*	Ictaluridae
Bagre	*Istlarius balsanus**	Ictaluridae
Bagre	*I. dugesii**	Ictaluridae
Bagre	*I. ochoterenai**	Ictaluridae
Bagre	*I. meridionalis**	Ictaluridae
Trucha	*Onchorynchus ikiss*	Salmonidae
Lobina negra	*Micropterus salmoides*	Centrarchidae
Mojarra de agallas azules	*Lepomis macrochirus*	Centrarchidae
Pez blanco	*Chirostoma estor**	Atherinidae
Charal blanco	*Chirostoma grandocule**	Atherinidae
Charal prieto	*Chirostoma attenuatum**	Atherinidae
Charal pinto	*Chirostoma patzcuaro**	Atherinidae
Pez blanco	*Chirostoma sphyraena**	Atherinidae
Charal	*Chyrostoma chapalae**	Atherinidae
Charal	*Chirostoma ocotlanae**	Atherinidae
Charal	*Chirostoma spp.**	Atherinidae
Catán	*Lepisosteus spp.**	Lepisoeteidae
Tiro	*Goodea atripinis**	Goodeidae
Chegua	*Allophorus robustus**	Goodeidae
Choromu	*Neophorus diazi**	Goodeidae
Barrigón	*Zoogoneticus quitzeoensis**	Goodeidae

* Especies nativas.

Chapala, que son lagos naturales. Sin embargo, las presas de construcción reciente, algunas de ellas muy productivas, como la "Lic. Adolfo López Mateos", tienen escasa literatura. A continuación se señalan algunos de los trabajos que existen para cada uno de ellos.

Lago de Pátzcuaro

De Buen (1940, 1941, 1942, 1943 y 1944), Ancona (1940), Solórzano (1955), Tamayo (1962), Alvarez (1963 y 1972), Barbour (1973), Demant (1976), Rosas (1976), Cuevas y Mandivil (1977), Centro Regional de Educación de Adultos y Alfabetización Fundamental para América Latina (1979), Lara (1980), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1982, 1984), Mazari (1981), Coordinación Rural A. C. (1981), Watts y Bradbury (1982), Tamayo y Juárez (1982), Saavedra (1982), Garduño (1983), García de León (1985, 1986 y 1990), Secretaría de Pesca (1985, 1986 y 1990), Sarabia, Pérez-Ponce de León y García Márquez (1986), Barrera-Bassols (1986), Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1986), Arredondo (1987), Klimek y Alaye (1988), Rojas y Mares (1988), Lot y Novelo (1988), Klimek (1988, 1989 y 1990), Chacón (1989 y 1992, inédito), Lizárraga y Tamayo (1988), Lamothe y Salgado (1990), Rivera y Orbe (1990 y 1991), Planas y Moreau (1990), García de la Lanza y Monroy (1990), Guzmán (1990), Comisión Nacional del Agua (1991), Orbe y Acevedo (1991) y Jiménez (1992, inédito).

Lago de Cuitzeo

De Buen (1940, 1941 y 1944), Corona (1979), Alvarado (1979), Chacón (1980), Bravo (1983), Ortega (1985), Zubieta (1985), Pompa (1990), Delegación Federal de Pesca (1991), Escuela de Biología (1991), Subsecretaría de Planeación

Educativa, Programas Especiales de Desarrollo (1991) y Orbe y Acevedo (1991).

Presa Lic. Adolfo López Mateos (el Infiernillo)

Henderson (1974), Cortés y Arredondo (1976), Bernal (1984), Olmos (1990), Secretaría de Pesca (1990), Jiménez (1992, inédito).

Presa Lic. Adolfo López Mateos, (el Infiernillo)

La Presa Lic. Adolfo López Mateos, mejor conocida como el Infiernillo, está comprendida en la subcuenca del medio y bajo Balsas, que tiene una superficie de 109 443 km, limitada hacia el norte por la cordillera neovolcánica; hacia el este, en la zona donde colinda con la cuenca del Amacuzac, por la sierra de Taxco; y en la zona donde colinda con la cuenca del alto Balsas por la sierra de Chichihualco; hacia el sur y hacia el oeste por la sierra madre del sur (SARH, 1973).

La presa se ubica entre las coordenadas geográficas: 18° 52' y 18° 11' de latitud Norte, 101° 03' de longitud Este y 102° 07' de longitud Oeste, (Fig. 1).

El clima tiene la clave Bsi(h')w"(w)(i')g, es cálido; la temperatura media anual supera los 22°C y la temperatura del mes más frío está sobre los 18°C. Las lluvias son en verano y el periodo más seco en invierno. La precipitación anual promedio es de 673.6 mm.

La presa fue construida para almacenar y utilizar los escurrimientos del río Balsas en la generación de energía eléctrica, beneficiando el desarrollo del país con 620 000 Kw de capacidad instalada. Actualmente tiene, además, otros usos como el doméstico, agrícola y pesquero.

A la subcuenca del medio y bajo Balsas llegan dos ríos: el Tepalcatepec, al que drenan los ríos Cupatitzio y Márquez y los arroyos Churumuco y Pinzandarán; y el río Balsas, que recibe las aguas de los ríos Huetamo, Tacámbaro, Cutzamala y San Antonio, que aportan a la presa un total de 16 887.22 millones de metros cúbicos anuales.

La superficie del vaso varía entre las 14 000 y 30 000 ha, dependiendo de su operación, por lo que el nivel fluctúa entre los 140 y 170 msnm; su longitud es de 120 km, con una profundidad que varía entre 35.0 y 70.0 metros.

La formación geológica en esta vasta cuenca está compuesta por diferentes tipos de rocas y, según la región, podemos encontrar rocas clásticas, basálticas, andesíticas, metamórficas, intrusivas y riolíticas.

En la presa predominan las rocas ígneas en la parte noroeste de tipo andesita, basalto y toba reolítica y en la zona sureste son calizas (lutitas) con areniscas y conglomerados.

La actividad principal dentro de la cuenca es la agricultura, teniéndose como cultivos principales el maíz, trigo, frijol, cebada, ajonjolí, algodón, caña de azúcar, aguacate y otros frutales.

La explotación forestal ha sido intensa, principalmente en los estados de México, Guerrero y Michoacán, haciéndose indispensable una política forestal que exija la reforestación para proteger las cuencas y las obras de riego y generación hidroeléctrica.

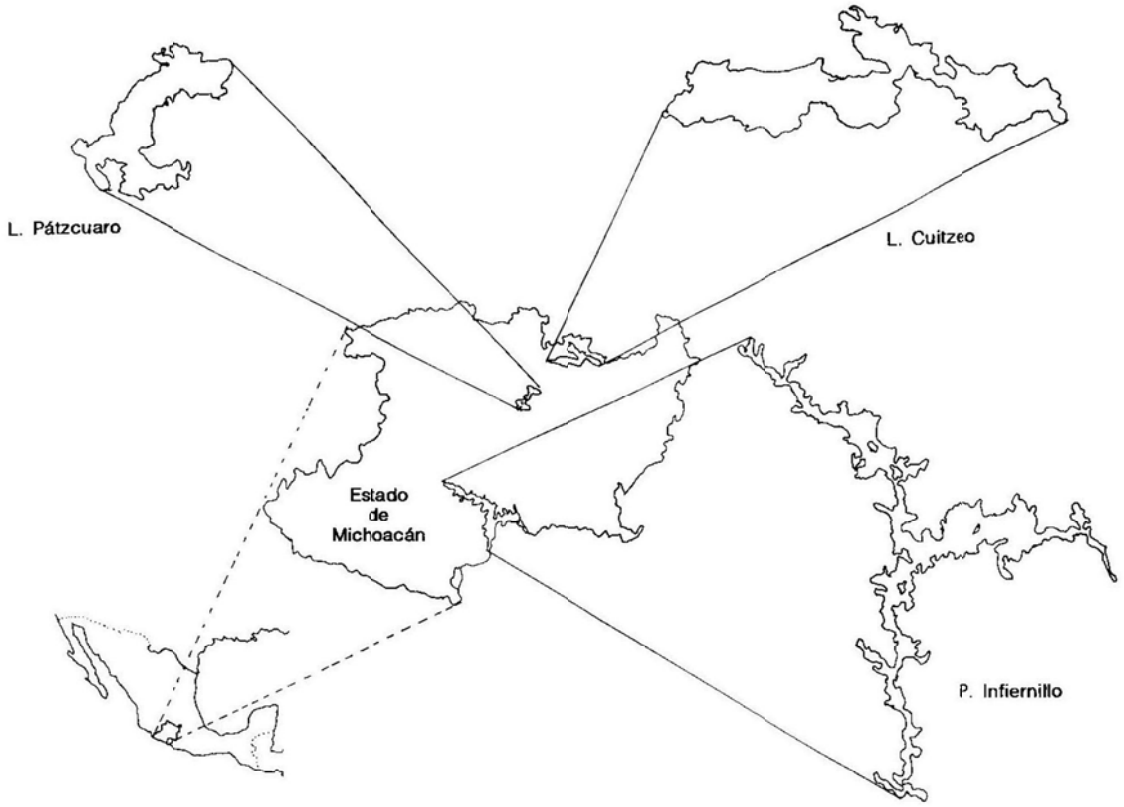


Figura 1

Área de estudio

Las explotaciones principales son de pino, encino y oyamel, destinándose a diversos fines, como fabricación de muebles, piezas de ornato, madera para construcción, etc. (SARH, 1973).

En relación al medio acuático es importante conocer las interacciones entre los organismos y su medio físico y químico, pues resulta fundamental para entender la dinámica de los sistemas acuáticos y predecir su comportamiento y productividad.

No obstante que es la presa más importante en el país, en cuanto a la producción por unidad de área, poco se ha realizado en los aspectos limnológicos. Son conocidos los trabajos de Cortés y Arredondo (1976) y Bernal (1984), y es hasta 1992 cuando se inicia un trabajo sistemático sobre las

condiciones físico-químicas y biológicas del embalse (Jiménez, 1992).

Los parámetros físico-químicos reportados para este vaso se muestran en la tabla 2.

Tabla 2
Principales parámetros físicos-químicos reportados para la pesca Infiernillo

	Cortés y Arredondo 1976	Bernal 1984	Jiménez 1992
Visibilidad al disco de	0.30-2.30	0.50-5.0	—
pH	7.0-8.0	7.2-8.8	7.1-8.1
Conductividad (Umhos/cm)	210-800	420-975	327.8-433.7
Temperatura (°C)	26.5-32.0	24.5-29.0	23.2-27.0
Oxígeno disuelto (mg/l)	3.9-14.4	4.0-7.4	4.6-8.0
Alcalinidad HCO (mg/l)	25.284.0	—	—
Alcalinidad CO (mg/l)	0.0-6.0	—	125.0-157.4
Dureza CaCO (mg/l)	88.0-1000	—	154.9-257.7
Cloruros Cl (mg/l)	6.7-45.2	—	—
Amonio (mg/l)	—	—	4.7-123.7
Ortofosfatos (mg/l)	—	—	34.5-81.1
Sulfatos (mg/l)	—	—	22.08-63.6
Productividad primaria neta g O /m /día	—	—	6.98-15.376

Según Jiménez (1992), los resultados limnológicos preliminares más sobresalientes serían:

- La termoclina es poco conspicua.
- El fondo del cuerpo de agua presenta acumulación de material orgánico en proceso de descomposición, lo cual es evidenciado por el aumento de dióxido de carbono, amonio y ortofosfatos. En esa capa subsuperficial se agota el oxígeno y los sulfatos siguen la misma tendencia.
- Las condiciones de anoxia favorecen la difusión del fósforo de los sedimentos al agua.
- Los valores de producción son muy elevados, varían según la temporada del año desde 6.98 g O /m /día, lo que corresponde a cuerpos de agua meso-eutróficos, hasta los 15.376 g O /m /día, que son semejantes a cuerpos de agua eutróficos según la clasificación de Wetzel (1975).

Ictiofauna de la presa el Infiernillo

La ictiofauna de este embalse está representada por 10 especies, de las cuales 6 son nativas y 4 introducidas (Tabla 3).

Tabla 3
Ictiofauna de la presa el Infiernillo

Especie	Nombre común	Familia
Oreochromis aureus	tilapia	Cichlidae
*Cichlasoma istlanum**	mojarra nativa	Cichlidae
Cyprinus carpio	carpa	Cyprinidae
Ctenopharyngodon idella	carpa herbívora	Cyprinidae
Hypophatalmichtys molitnx	carpa plateada	Cyprinidae
*Istlarius balsanus**	bagre	Ictaluridae
*Melaniris balsanus**		
*Astyanax fasciatus**		
*Poecilopsis balsas**		
*Balsadichtys whitei**		

* Especies nativas.

Los peces que se capturan en la presa corresponden a tres familias que en orden de importancia son Cichlidae, las tilapias y la mojarra nativa; Cyprinidae, las carpas; e Ictaluridae, el bagre.

A partir de 1981, se tienen los primeros reportes de pesca en los que se refleja una tendencia

de incremento de la producción (Tabla 4 y Fig. 2). En este año los registros son de 8 384 tons de producción total y en 1987 de 22 272 t que es el reporte más alto, alcanzando un rendimiento de 742 kg/ha/año. Posteriormente tenemos una disminución paulatina: en 1991 se registran 12 525 t, o sea, 417 kg/ha/año.

Bernal-Brooks (1984), señala como rendimiento óptimo sostenible para la presa 12 000 tons anuales, producción superada en 1987 (22 272 tons). Sin embargo, con el descenso de 1991 la captura desciende a lo señalado por este autor.

Recursos humanos

En la presa se encuentran aproximadamente 4 500 pescadores, organizados en Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, uniones de pescadores y pescadores libres.

El número de pescadores se ha incrementado de 1 216 en 1981 y 3 486 en 1986, a 4 500 en 1992.

Embarcaciones

Las embarcaciones son de madera y de fibra de vidrio. Actualmente (1992), hay 1 454 de fibra de vidrio y 603 de madera, de lo que se deduce que ha habido un fuerte incremento, ya que en 1981 se contaba con 743 y en 1986 con 2 980.

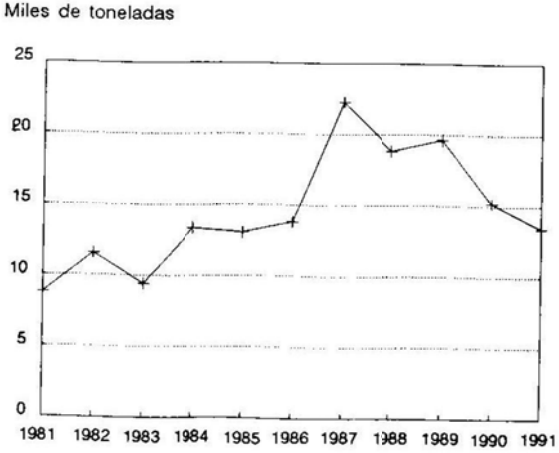
Artes de pesca

Se utilizan tres tipos de artes de pesca: las redes agalleras fabricadas de nylon monofilamento y las de multifilamento. Sus dimensiones generalmente son entre 10.0, 25.0 y 50.0 m que los pescadores frecuentemente unen hasta tener 100 m de longitud, con una luz de malla de 31/4" para la captura

Tabla 4
Producción pesquera de la presa Lic. Adolfo López Mateos 1981-1990 (toneladas)

Años	Especies			
	Mojarra	Carpa	Bagre	Total
1981	7 837	939	8	8 784
1982	10 555	977	25	11 557
1983	8 702	733	22	9 457
1984	11 967	1 362	48	13 377
1985	11 631	1 323	84	13 038
1986	11 761	2 006	46	13 813
1987	19 049	3 188	35	22 272
1988	16 502	2 262	70	18 834
1989	17 489	2 093	48	19 630
1990	13 364	1 783	46	15 193
1991	12 307	1 062	47	13 413

Figura 2
Producción pesquera en la presa Lic. Adolfo López Mateos (1981-1991)



de mojarra y hasta de 81/2" para la de carpa; la atarraya, con alturas de 3.5 a 4.0 m, con una longitud de malla estimada de 31/4" y las nasas que son elaboradas con productos vegetales regionales a los que se acondiciona con un dispositivo para la carnada que lleva en el medio de la trampa.

En las artes de pesca también se señala un incremento en agalleras de 4 487 en 1981 a 16 150 en 1986 y 31 930 en 1992.

El uso de las atarrayas no está permitido. Sin embargo, se utilizan. Esto hace que en el producto pesquero encontremos peces de tallas menores a las permitidas.

En cuanto a la reglamentación pesquera, no hay vedas establecidas, por lo que hay actividades de captura todo el año. Para las redes agalleras, oficialmente se ha fijado una abertura de malla de 31/4" y las tallas de captura para la mojarra se han establecido de 160.0 gr en adelante.

Lago de Cuitzeo

El lago de Cuitzeo, como otros lagos michoacanos, proporcionó un ambiente adecuado para el asentamiento de importantes culturas precolombinas, como fueron la de Chupícuaro, la teotihuacana, la tolteca y la tarasca. Esto nos indica que Cuitzeo, que significa lugar de tinajas junto al agua, fue muy importante desde tiempos antiguos (Corona, 1979).

En el estado este es el lago de mayor superficie, pero también el más somero. Tiene características muy especiales ya que en la parte sureste se encuentran manantiales de aguas salinas por lo que presenta rangos de salinidad de aproximadamente 20 o/oo. Adaptados a estas condiciones físicas y químicas se desarrollan distintos tipos de organismos como son los charales, los barrigones, los acociles, las carpas, las tilapias, la cochinilla, la rana y el mosco, todos aprovechados comercialmente.

La cuenca del lago de Cuitzeo se localiza en el eje neovolcánico, con una superficie de 367 000 ha, en una cuenca delimitada por las subprovincias de Mil Cumbres, Neovolcánica Tarasca y sierras y bajíos michoacanos.

Las topoformas identificadas en la región ocasionan que el 80% de la superficie se considere como montañosa, con lomeríos; sólo un 20% son tierras planas. Las elevaciones máximas se encuentran a 3 590 msnm (COPLADE, 1991).

Abarca los municipios de Alvaro Obregón, Chucándiro, Cuitzeo, Huandacareo, Santa Ana Maya y Tarímbaro; parte de los de Pátzcuaro, Acuitzio, Villa Madero, Morelia, Charo, Indaparapeo, Queréndaro, Ciudad Hidalgo y Zinapécuaro, y parte del municipio de Acámbaro, Guanajuato.

De acuerdo a García (1973), el clima de Cuitzeo es del tipo Bsi h w(w)(i')g, considerado como el menos seco de los esteparios y con lluvias en verano (Zubieta, 1985).

Este lago, a semejanza del de Pátzcuaro, se originó por los movimientos tectónicos del pliocuaternario. Sus aguas drenaban al río Lerma. Sin embargo, posteriormente, las corrientes de lava lo dejaron aislado, en una cuenca cerrada formada por rocas ígneas, reolitas y basaltos.

Los suelos de la cuenca son del tipo vertisol pélico; en algunas zonas se combinan con litoso-

les, que son suelos de textura fina con gran cantidad de arcilla (DETENAL, 1979).

En el lago los suelos son principalmente aluviales. Se encuentran en el área centro-norte de la ribera del vaso, entre las poblaciones de Irámuco, Santa Ana Maya y Arocutín, donde también se localizan suelos no sódicos-salinos, dedicados a cultivo de temporal. Hacia el sur, se localiza en una zona de aproximadamente 2 000 ha, entre las desembocaduras de los ríos Grande Morelia y Queréndaro, que se utilizan para agricultura y pastoreo.

Las superficies descubiertas del lago se caracterizan por presentar suelos salinos-sódicos (CFE, 1991).

Entre la vegetación arbórea y arbustiva, se encuentra una gran cantidad de mezquites (*Prosopis sp.*) y huizaches (*Acacia sp.*) con algunos elementos menos importantes como el casahuate (*Ipomoea mucocoides*), pirul (*Schinus molle*) y grangenos (*Celtis pallida*), entre otros (Corona, 1979). En el estrato herbáceo es posible observar agrupaciones de cactáceas del género *Opuntia*, además de abundantes compuestas. En las zonas adyacentes al lago existen pastos halófitos del genero *Distichtlis*, que abunda en la ribera del mismo; también se encuentra la verdolaga (*Portulacca toleracea*) y los romeritos (*Suaeda nigra*). De acuerdo a Rzedowsky y Huerta (1983), la vegetación de Cuitzeo corresponde a un tipo de matorral xerófito con dominancia de la asociación huizache-mezquite.

Zona lacustre

El lago de Cuitzeo se encuentra en la parte norte del estado de Michoacán, entre las coordenadas geográficas 19° 54' de latitud norte y 101° 06' y 101° 51' de longitud oeste. Su superficie es de 30 000 ha, con una longitud de 70 km en sentido este-oeste y una anchura media de 18 km en sentido norte-sur. La superficie, según la precipitación y evaporación anual, se encuentra a una altitud de 1 820 msnm. La región sureste del lago recibe los aportes de los ríos Grande de Morelia y Queréndaro. En la región norte se encuentra el dren de la Cinta, que conduce los excesos de agua del lago hacia la laguna de Yuriria en el estado de Guanajuato. El lago se encuentra dividido, en sentido de norte a sur, por la carretera Morelia-Salamanca.

El carácter endorreico del lago de Cuitzeo y su historia geológica, que lo ligó a los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, propiciaron el establecimiento de una biota característica de este embalse, particularmente la ictiológica. Sin embargo, la inestabilidad del lago aunada a la introducción de nuevas especies han venido alterando el cuadro propio de sus recursos (Delegación Federal de Pesca, 1991).

El lago de Cuitzeo es un lago salino, de aguas someras, combinadas con altos rangos de evaporación anual y lluvias irregulares. Actualmente, durante la época de sequías, la mayor parte del mismo se seca completamente (Pompa, 1990).

Por las características físico-químicas y la productividad que presenta, este lago se clasifica como hipertrófico.

La temperatura del agua es muy variable, dependiendo de la época del año y de la profundidad que presente la estación en donde se tome. Así encontramos que ésta varía de 15 a 30°C y en algunos lugares hasta 40°C. La transparencia varía de 0.0 a 10.0 cm. El oxígeno disuelto se registra de 5.0 a 11.0 mg/l y el pH de 7.0 a 11.0, con promedio de 9.0. Según datos de SEPESCA (1990),

la conductividad y salinidad son altas en promedio (3 050.0 µmhos/cm la primera y de 1.75 o/oo la segunda), con contenidos de carbonato, bicarbonato y cloruros.

Ictiofauna del lago de Cuitzeo

La ictiofauna del lago de Cuitzeo está formada por catorce especies, en donde encontramos representadas a las familias Atherinidae, Goodeidae, Poecilidae, Cyprinidae y Cichlidae (Tabla 5).

Tabla 5
Ictiofauna del lago de Cuitzeo (Orbe y Acevedo, 1991)

Nombre científico	Familia	Nombre común
Allophorus robustus	Goodeidae	Chegua
Xenotoca variata	Goodeidae	Barrigón
Neotoca bilineata	Goodeidae	Barrigón
Zoogoneticus quitzeoensis	Goodeidae	Barrigón
Goodea atripinis	Goodeidae	Barrigón
Allotoca dugesii	Goodeidae	Barrigón
Hubbsina turneri	Goodeidae	Barrigón
Skiffia lermae	Goodeidae	Barrigón
Poeciliopsis infans	Poecilidae	
Chirostoma jordani	Atherinidae	Charal
*Cyprinus carpio**	Cyprinidae	Carpa común
*Carassius auratus**	Cyprinidae	Trompo, carpa dorada
Algansea tincela	Cyprinidae	Acúmara
*Oreochromis aureus**	Cichlidae	Tilapia

* Especies introducidas.

Pesquerías

La pesquería es multiespecífica, basándose en las especies de charal, tilapia, goodeidos (barrigones), carpa, mosco y rana; de estas especies, las pesquerías de la tilapia y la del charal son las que representan el mayor volumen de captura, ya que económicamente es más importante la del mosco.

En el mes de abril la pesquería del charal es la principal, con una captura mensual estimada de 20 315.5 kg. Sin embargo, a partir de ese mes y hasta mediados de agosto, se limita su captura a sólo tres días por semana, con lo que disminuye su producción. Es entonces cuando se inicia la pesquería de tilapia en todo el lago, teniendo una captura mensual estimada promedio, de los meses de mayo a octubre, de 22 913.88 kg (Orbe y Acevedo, 1991).

Cabe señalar que en los últimos meses del año las capturas de charal y de barrigón con redes de arrastre, prácticamente desaparecen y predomina la del mosco.

Para la comercialización de su producto los pescadores tienen innumerables problemas. El precio está variando constantemente y la fuerte competencia, aunada a la presencia de intermediarios y acaparadores, hacen que los precios por kilogramo de las diferentes especies sean bastante bajos, por lo que la ganancia obtenida no remunera el esfuerzo realizado en la actividad pesquera. Además, en muchas ocasiones, si no se tiene un comprador fijo, el producto no puede ser vendido y se desperdicia. Esto provoca importantes pérdidas económicas.

Artes de pesca

En el lago de Cuitzeo se utilizan dos tipos de redes: las redes agalleras (tumbos) y las redes de arrastre (chinchorros).

Entre las redes agalleras existen dos variantes, de acuerdo al tamaño de malla: redes agalleras

para pescar chegua y redes agalleras para capturar tilapia.

Las redes para chegua son fabricadas con nylon multifilamento, con longitudes que van de 3.80 m a 7.70 m. El hilo utilizado para la confección del pano es omega del número 50. La abertura de malla utilizada varía de 4.2 a 6.5 cm con un promedio de 5.35 cm; el número de mallas de caída varía de 8 a 22.5.

Las agalleras para tilapia son similáres en sus características y longitud (entre 5.0 y 6.0 m) a las de la chegua, sólo que la abertura de la malla es mayor, teniendo un promedio de 7.9 cm para las redes de malla chica y 9.9 cm para las de malla grande, y presentando de 6.5 a 12.5 mallas de caída.

La fabricación de las redes en general se lleva a cabo por los pescadores. La elaboración de una red les lleva alrededor de tres días, dependiendo del tiempo de dedicación. Estas redes las juntan formando líneas de 10 tumbos cada una y son fijadas al lago con varas que son colocadas en la unión de cada red.

Entre las redes agalleras se encuentran una gran variedad de aberturas de malla, lo que implica la captura incidental de juveniles de otras especies mayores, en redes de abertura de malla pequeña, afectando gravemente la población pesquera.

En cuanto a las redes de arrastre (chinchorros), también existen dos variantes: los chinchorros para la pesca de mosco y los chinchorros para pescar charal. Los materiales utilizados en su confección son: tela con una abertura de malla de 2.0 mm y 5.0 mm, respectivamente, y se utilizan tanto en el bolso como en las alas. La longitud total de cada uno está entre 80.0 y 120.0 m; la longitud del bolso varía de 2.45 a 3.70 m y la de las alas de 40 a 60 metros.

Para la captura de la rana se utiliza la fisga, que consiste en una vara de carrizo de 3.0 a 4.0 m de longitud; en el extremo lleva sujetas 3 ó 4 navajas de 15.0 cm de longitud con las cuales se capturan las ranas.

Especies capturadas en el lago

En la familia goodeidae se ubican ocho especies que habitan el lago, que son: *Allophorus robustus* (chegua), *Hubbsina turneri*, *Allotoca dugesii*, *Neotoca biliniata*, *Skiffia lermae*, *Goodea atripinis*, *Xenotoca variata* y *Zoogoneticus quitzeoensis*; estos peces, conocidos por los pescadores como barrigones, son pequeños. Las tallas de captura están entre los 2.5 y los 14.0 centímetros.

Los hábitos alimenticios varían según la especie, pero la mayoría son herbívoros fitófagos: *Z. quitzeoensis* se alimenta principalmente de insectos y copépodos y la chegua (*Allophorus robustus*), que es la de mayor tamaño, también tiene preferencia por los insectos, seguidos por nemátodos, crustáceos y peces más pequeños (Zubieta, 1985).

La época de reproducción es de febrero a julio y las tallas de reproducción varían dependiendo de la especie.

Entre los denominados barrigones hay una especie que no pertenece a la familia Goodeidae, sino a la Poecilidae. Es la especie *Poeciliopsis infans*, que es la más pequeña de todas. Las tallas máximas encontradas tienen de 2.5 a 3.0 cm; en cuanto a su alimentación, tienen hábitos fitoplanctófagos y herbívoros.

La familia atherinidae está representada en el lago por la especie *Chirostoma jordani*, especie muy importante, ya que de febrero a abril constituye la mayor parte de la captura comercial del charal.

Estos peces son de talla pequeña, sus tallas de captura van de 1.0 a 5.0 cm, debido a que la abertura de malla en los chinchorros es muy pequeña.

Esta especie es omnívora, mostrando preferencia por los crustáceos, copépodos, cladóceros, cyclopoideos y calanoideos. Además, consume diatomeas, algas filamentosas, hemípteros y dípteros (Zubieta, 1985).

La época de reproducción se lleva a cabo de manera contante durante todo el año, acentuándose en los meses de mayo a agosto. Estos organismos empiezan a reproducirse a partir de los 2.5 centímetros.

Como representantes de la familia Cyprinidae hay dos especies introducidas: la carpa común (*Cyprinus carpio comunis*) y la carpa dorada o trompo (*Carassius auratus*). Realmente no se puede decir que exista una pesquería, propiamente dicha, de carpa en el lago, ya que ésta es una captura incidental en las pesquerías con chinchorro y redes agalleras para tilapia. Debido a esto se llegan a capturar juveniles menores a los 5.0 cm, aunque las tallas de captura predominantes están entre los 10.0 y los 25.0 cm.

Las carpas son peces omnívoros y detritófagos; su rango de alimentación es bastante amplio y la época de reproducción es de marzo a julio.

Un tercer representante de esta familia es la acúmara (*Algansea tincella*), especie nativa del lago, poco abundante, por lo que no se registra en las estadísticas pesqueras.

En la familia Cychlidae encontramos a la tilapia (*Oreochromis aureus*), especie introducida que se ha adaptado a las condiciones del lago, constituyendo actualmente (1991), el primer lugar en las capturas.

La tilapia es fundamentalmente herbívora, alimentándose de algas filamentosas y plantas superiores, aunque en ocasiones ingiere insectos, copépodos y detritos.

Esta especie es capturada en el lago en tallas que van desde los 9.0 a los 18.0 cm. Su época de reproducción se sitúa, principalmente, entre los meses de marzo a julio y su talla de primera reproducción es de aproximadamente 12.0 centímetros.

Bajo la denominación de mosco se incluye en el registro un conjunto de crustáceos de diferentes órdenes y larvas de insectos. Sin embargo, estas especies no están plenamente identificadas.

La captura de mosco cobra importancia durante los meses de octubre a diciembre, donde los pescadores con chinchorro la convierten en su captura principal, ya que es la que tiene mayor importancia a nivel económico.

Para el año de 1991 la captura estimada fue de 536.0 toneladas (Tabla 6).

La captura de mosco requiere un gran esfuerzo pesquero, ya que aparte del tiempo utilizado en los lances del arte de pesca, que es de aproximadamente 8 horas, tienen que secarlo durante tres horas más para poder comercializarlo.

El acocil, probablemente del género *Cambarellus*, es capturado incidentalmente en la pesquería con chinchorro. Los pescadores no le dan gran importancia comercial y gran parte de la captura es para el consumo de gallinas y cerdos o, simplemente se desecha. Cuando se llegan a vender, su precio es muy bajo.

Otra de las especies que ha alcanzado gran importancia económica es la rana, cuya captura representa para los pescadores alrededor de 20 horas de trabajo: salen en las primeras horas de la mañana y regresan un día después, cerca del amanecer.

Para el año de 1991, la captura de esta especie estuvo limitada a dos días por semana, con la finalidad de no sobreexplotarla.

Registros de captura

A partir de 1968 se inicia el registro de la captura de charal. Su pesquería se ha convertido en la base económica de la actividad pesquera durante más de 20 años, ya que se establece una actividad comercial que se incrementó gradualmente.

Para el año de 1975 se incorporan a los registros pesqueros la rana, el mosco, el gusano de fango y otros peces.

En el año de 1978 se comienzan a registrar las capturas de tilapia, cuya producción, como mencionamos, va incrementándose paulatinamente

Tabla 6
Producción pesquera del lago de Cuitzeo (1980 1991)
(toneladas)

Año	Charal	Tilapia	Mosco	Chegua	Almeja	Carpa	Acocil	Rana	Gusano	Total
1980	286.39	41.50	164.84	98.60	1.20	0.17	0.06	2.48	595.27	1 190.51
1981	314.25	52.41	282.80	262.50	4.52	9.50		8.71		934.69
1982	120.92	227.57	64.42	32.77	13.99	43.75	0.10	2.63	23.50	519.65
1983	76.00	70.00	20.00	110.00	2.50	4.00			50.00	332.52
1984	14.00	10.31	4.37	26.25	50.00	17.25	10.00	4.06		136.24
1985	12.00	82.00	50.00	42.00	10.00	14.00	10.00	10.00	230.00	460.00
1986	54.00	130.00	28.00	29.00	10.00	14.00	6.00	12.00		283.00
1987	150.00	500.00	68.75	525.00	12.50	25.00	6.25	18.75		1 036.25
1988	50.00	305.41	29.16	316.66	22.91	2.08	0.83	4.16		731.21
1989	147.28	914.08	193.40	150.26	5.20	229.01	6.11	11.35		1 656.69
1990	56.00	451.00	659.00	20.00		271.00		8.00	367.00	2 081.00
1991	168.00	786.00	516.00	13.00		273.00	6.00	106.00		2 337.00

FUENTE: Delegación Federal de Pesca.

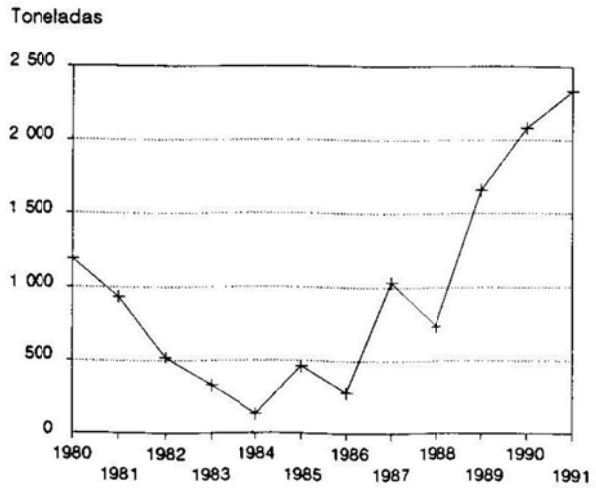
hasta ser en la actualidad la que representa el mayor volumen de captura.

La producción de cada especie ha sido variable de un año a otro, aunque la captura del charal y de la tilapia han sostenido la actividad pesquera en el lago (Tabla 6 y Fig. 3).

La captura del mosco ha tomado gran importancia en la actualidad, debido a su alto valor comercial.

Otra especie que ha despertado gran interés es la rana, por lo que algunos pescadores se dedican exclusivamente a su captura.

Figura 3
Producción pesquera del lago de Cuitzeo (1980-1991)



FUENTE: Delegación Federal de Pesca en Michoacán.

Lago de Pátzcuaro

La cuenca del lago de Pátzcuaro, igual que la de Cuitzeo, se encuentra en la provincia fisiográfica denominada eje neovolcánico transversal, en la porción centro-norte del estado de Michoacán, con una superficie de 1 096.0 km² (Flores, 1992). Es una cuenca cerrada, limitada por sierras y lomeríos. Las mayores altitudes las presentan los cerros: el Zirate con 3 340 msnm, la Virgen con 3 300 y el Chivo con 3 240 msnm, entre otros.

El clima es templado subhúmedo (el más húmedo de los subhúmedos), con lluvias en verano. El régimen térmico es de verano fresco y largo, con poca oscilación térmica. La clave es: C (W')(W)b (i')g (Barrera, 1986); con temperaturas medias de 16°C, máximas de 37°C y mínimas de 5°C, con una precipitación anual entre 900 y 1 400 mm (Toledo, *et al.*, 1980).

Esta es una zona de origen volcánico, formada en los periodos terciario y cuaternario, por lo que los tipos de rocas predominantes son basaltos y andesitas.

Los suelos de la región se formaron de cenizas volcánicas o rocas ígneas extrusivas. Entre los suelos más importantes están los andosoles, lunisoles, acrisoles, litosoles, gleysoles y rankers (Barrera-Bassols, 1986; Zamudio, 1992).

La vegetación en la cuenca está representada por bosques de oyamel y de pinos, los cuales cubren aproximadamente el 40% de la superficie de la cuenca, y el resto son áreas de cultivo y de pastizales.

El aprovechamiento irracional de estos bosques ha traído como consecuencia que se en-

cuentren muy deteriorados, lo que además ha originado, en gran parte, la erosión de la cuenca.

Zona lacustre

El lago de Pátzcuaro se localiza entre los 19° 41' y 19° 32' de latitud norte y los 101° 32' y 101° 43' de longitud oeste.

El lago tiene una superficie de 90.0 km, tiene forma de C, con un ensanchamiento en la parte norte, el seno de Quiroga y otro en el sur que abarca los senos de Erongarícuaro e Ihuatzio, unidos por una región más angosta. En él se encuentran seis islas, siendo las más grandes Janitzio, Yunuen, Tecuen y la Pacanda.

La condición de cuenca cerrada y por lo tanto endorréica del embalse, no permite la entrada ni salida de corrientes de agua, por lo que el agua que llega al lago proviene de la precipitación pluvial (900 a 1 400 mm anuales), las escorrentias superficiales y los manantiales que afloran en su interior. Las pérdidas de agua son debidas a la evaporación, transpiración de las plantas, y a las extracciones.

Los niveles del lago han fluctuado a través de los años. A partir de 1939 en el que se tiene el primer registro de 2 036.81 msnm (De Buen, 1942), 2 039. 46 para 1977 y 2 036.81 msnm para 1991 (CNA, 1991), se observa que las variaciones han sido del orden de los 4.0 metros.

Respecto a la profundidad, según las batimetrías de 1944 (De Buen), y las más recientes de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1984), la profundidad ha disminuido entre 2.0 y 3.0 m. Actualmente se registran 12.0 m en el seno de Quiroga y 3.0 a 4.0 m en los senos de Ihuatzio y Erongarícuaro, respectivamente.

Estos cambios demuestran que en 40 años el transporte de azolves de la cuenca al lago han provocado la pérdida de profundidad de manera acelerada, así como de la superficie. También los azolves han propiciado que en los márgenes del lago se desarrollen densas comunidades de vegetación acuática que generalmente obstruyen el paso a la navegación, razón por la cual hay programas permanentes de dragado de canales.

Forman parte de la vegetación acuática cuarenta y ocho especies de plantas vasculares (Lot y Novelo, 1988), de las cuales únicamente los tules (*Thypha domingenses* y *Thypha latifolia*) son utilizados para la manufactura de artesanías.

La evolución natural del lago y la degradación paulatina del medio ambiente, han afectado la calidad del agua, encontrándose en condiciones de eutrófico.

La transparencia es de 0.20 a 0.50 m, debido a los sólidos suspendidos, producto de la gran cantidad de azolves provenientes de la cuenca. La temperatura del agua varía de 18 a 22°C durante el año. El pH con variaciones de 8.8 a 9.1 nos indica que es un lago alcalino, con los bicarbonatos y el sodio como iones dominantes (Planas, 1990). La dureza se registra de 125.0 a 187.0 mg/l y el oxígeno disuelto de 4.0 a 7.5 mg/l (Ramírez, 1992).

La pesca

En la época prehispánica, los purépechas que habitaban las márgenes del lago ya tenían amplios conocimientos pesqueros y obtenían gran parte de su alimento de las especies que ahí vivían.

La ictiofauna actual está compuesta por dos grupos de especies: las nativas y las introducidas (Tabla 7).

Tabla 7

Ictiofauna del lago de Pátzcuaro

Nombre común	Nombre científico	Familia
Pez blanco	*Chirostoma estor**	Atherinidae
Charal blanco	*Chirostoma grandocule**	Atherinidae
Charal pinto	*Chirostoma patzcuaro**	Atherinidae
Charal prieto	*Chirostoma attenuatum**	Atherinidae
Charal	*Chirostoma humboltianum**	Atherinidae
Acúmara	*Algansea lacustris**	Cyprinidae
Tiro	*Goodea luitpoldii**	Goodeidae
Chegua	*Allophorus robustus**	Goodeidae
Choromu	*Neophorus diazi**	Goodeidae
Carpa	*Cyprinus carpio*	Cyprinidae
Lobina negra	*Micrpterus salmoides*	Centrarchidae
Tilapia	*Oreochromis aureus*	Cichlidae

Especies nativas.

Estas especies forman una pesquería multiespecífica, cuya captura fue ascendiendo a partir del año 1981 (7 361.0 t), hasta 1988 que se registran 2 523.0 t/año, para sufrir un brusco descenso en 1991 registrándose 973 t/año (Tabla 8 y Fig. 4).

El pez blanco es una especie nativa muy importante, ya que tradicionalmente se ha pescado y comercializado. Una de sus características es que es una especie de crecimiento lento que puede alcanzar aproximadamente 37.0 cm, pero que se extrae con tamaños de 17.0 a 20.0 cm (Orbe y Acevedo, 1991). Su captura ha ido descendiendo de 159.0 t en 1982 a 21.0 t en 1991.

La veda establecida para esta especie abarca del 15 de marzo al 30 de abril.

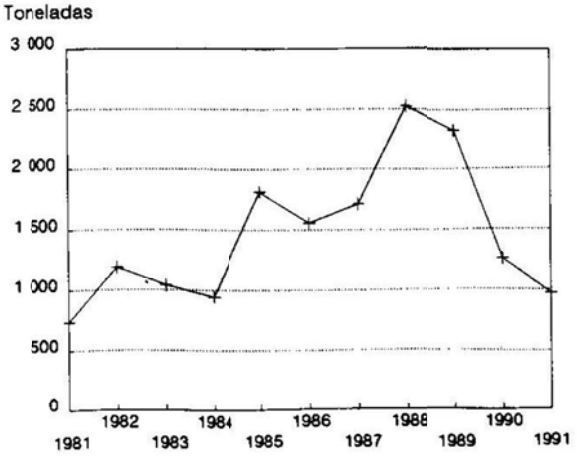
Este pez se cultiva en el lago de manera extensiva, obteniendo los productos sexuales de los reproductores, e incubando los huevos en jaulas, para liberar las crías aproximadamente de 3.0 cm de longitud.

Los charales son de las especies más productivas. Su captura ha variado de 161.8 ton en 1981 alcanzando un máximo de 442.0 t en 1989 y descendiendo en 1991 a 220.1 t. Estas especies son pequeñas, menores de 17.0 cm. La veda establecida para estos organismos es de marzo a mayo.

Los tiros y las cheguas, también son peces nativos, pequeños, capturándose en el lago tallas entre los 6.0 y los 16.0 cm.

Figura 4

Producción pesquera del lago de Pátzcuaro (1981-1991)



FUENTE: Delegación Federal de Pesca.

Tabla 8
Producción pesquera del lago de Pátzcuaro (toneladas)

Año	Acúmura	Blanco	Carpa	Charal	Chegua	Lobina	Mojarra	Achoque	Total
1981	162.5	136.1	55.9	161.8	7.10	197.7	15.7		736.80
1982	129.9	159.1	342.6	201.8	12.00	295.7	48.8		1 189.90
1983	174.1	93.9	323.3	157.1	7.06	244.3	38.8		1 038.56
1984	190.1	75.5	219.1	215.7	1.07	206.7	36.4		944.57
1985	376.7	97.6	376.4	522.6	35.40	304.1	87.1	14.4	1 814.30
1986	381.1	83.3	321.9	330.1	17.30	342.2	60.1	18.3	1 554.30
1987	332.8	84.2	407.4	306.5	154.10	242.8	162.7	19.3	1 709.80
1988	660.1	80.8	636.9	396.7	224.10	269.0	242.9	12.7	2 523.20
1989	406.9	68.7	482.9	442.1	258.10	434.2	225.5	1.7	2 320.10
1990	235.1	41.7	246.5	232.3	202.70	123.3	170.6		1 252.20
1991	242.4	21.6	149.1	220.1	169.20	2.2	166.2	2.2	973.00

FUENTE: Delegación Federal de Pesca.

La acúmara, es una carpa nativa que llega a representar hasta el 25% de la producción pesquera total del lago. Su captura se realiza cuando presenta tallas entre los 12.0 y 18.0 cm, coincidiendo la época de reproducción que se realiza en los meses de noviembre a junio con la máxima captura. Este es un pez muy apreciado regionalmente. En general se vende ahumado y se aprovecha la hueva que le han llamado caviar tarasco (Orbe y Acevedo, 1991). Esta es una especie que se cultiva de manera extensiva en el lago; también se ha investigado su cultivo intensivo, contando actualmente con esta tecnología (Rivera y Orbe, 1990).

Además de la acúmara, en el lago se encuentra otro ciprínido, la carpa común (*Cyprinus carpio*), que logró adaptarse perfectamente al embalse, como lo demuestran los registros de captura, que ascendieron de 55.0 t en 1981 a 482.0 t en 1989 (Tabla 8). Las tallas a las que se pesca van de los 15.0 a los 50.0 cm. La carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), fue introducida al embalse. Sin embargo actualmente ya no se encuentra, ya que no logró reproducirse de manera natural.

Otra especie introducida es la lobina negra, llamada trucha por los pescadores. La producción de esta especie también mostró un ascenso de 197.7 t en 1981 a 434.2 en 1989. Sin embargo en 1990 únicamente se registraron 123.3 toneladas.

Este descenso de la captura es debido principalmente a que las tallas de captura se encuentran entre los 14.0 y 20.0 cm, tallas a las que todavía no alcanza la madurez sexual, la que se presenta a partir de los 24.0 cm (Orbe y Acevedo, 1991).

Las mojarras o tilapias también forman parte importante de la pesquería. En 1991 se capturaron 166.2 t. Las fallas de captura de esta especie están entre los 12.0 y 16.0 centímetros.

Artes de pesca

Las artes utilizadas para la pesca en el lago son: los chinchorros, las redes agalleras, las redes mariposa, anzuelos y fisgas.

Los chinchorros, son redes de arrastre que tienen de 100.0 a 300.0 m de longitud. Actualmente hay en operación aproximadamente 110.

Las redes agalleras son las más abundantes. Se han contabilizado en promedio 12 000, con diversas aberturas de malla, que van de 1.0 cm hasta 17.0 cm.

En relación a los pescadores se encuentran 1 500 registrados en 28 uniones. Al aumentar paulatinamente la población en la cuenca también ha aumentado el número de pescadores y por lo tanto el esfuerzo pesquero, por lo que la captura por pescador ha disminuido.

Los productos pesqueros se destinan principalmente al autoconsumo y los excedentes se comercializan.

Conclusiones y recomendaciones

Presa del Infiernillo

La producción pesquera del embalse reviste gran importancia, ya que el mayor volumen de captura por región en el estado proviene de esta presa. En 1987 representó el 63.8% de la producción total en el estado, que fue de 34 924 toneladas.

Por la importancia en la producción se deben continuar los estudios sobre la pesquería, así como realizar un estudio limnológico que muestre las interrelaciones producción y medio ambiente, con el objeto de poder planificar un aprovechamiento racional de los recursos y al mismo tiempo conservar la pesquería en su máximo rendimiento sostenible.

El aumento gradual de la pesquería, que hasta 1987 se había obervado, se vio afectado por varias circunstancias: aumento del esfuerzo pesquero (número de pescadores, artes de pesca y embarcaciones), uso de artes de pesca no permitidas (atarrayas que extraen producto juvenil) y decremento en la captura, especialmente durante 1991, a causa de la falta de mercado, ya que se dejó de consumir pescado por el temor de adquirir el cólera a través de los productos pesqueros.

Entre las recomendaciones que podrían hacerse, están las de evitar que aumente el esfuerzo pesquero; extraer la mojarra mayor de 160.0 g; proporcionar capacitación a los pescadores en organización pesquera, procesamiento, conservación y comercialización del producto.

Lago de Cuitzeo

El lago de Cuitzeo es un embalse con un comportamiento hidráulico particular. Su volumen de agua varía dependiendo sobre todo de la precipitación pluvial, por lo que en algunos años de lluvias escasas ha quedado casi seco. Sin embargo, cuando la precipitación es abundante llega a tener una superficie inundada de hasta 40 000 ha y por lo tanto la producción pesquera es buena: 2 081 t en 1990 y 2 337 t en 1991.

Como recomendaciones a la problemática encontrada en este embalse, cuya pesquería está caracterizada por ser multiespecífica y artesanal, se encuentran las siguientes:

- Estandarizar la abertura de la malla de las redes agalleras a 31/4 y 4 pulgadas.
- Abrir la abertura de malla del arte de pesca, chinchorro, para pesca de charal a 1.0 centímetros.
- Capacitar técnicamente a los pescadores en la fabricación de sus artes de pesca.
- Apoyar a las uniones de pescadores para que comercialicen directamente su producto.
- Conseguir créditos para la reparación y compra de embarcaciones.
- Establecer una metodología y elaborar formatos que permitan conocer oportunamente la captura del embalse.
- Evitar que la basura y las aguas negras de las comunidades ribereñas sean vertidas directamente al lago, además de construir plantas de tratamiento de aguas negras.
- No permitir extracciones clandestinas de agua.
- Convencer a la población sobre el cuidado que deben tener con sus recursos naturales, así como detener la contaminación del medio.
- Delimitar y hacer que se respete la zona federal.

Lago de Pátzcuaro

La pesquería multiespecífica del lago ha presentado dificultades para su estudio, ya que no existe una metodología general que pueda ser aplicada a este tipo de pesquerías (Menchaca, 1988). Sin embargo, se ha estudiado el comportamiento de las poblaciones pesqueras y se les ha relacionado con la intensidad de la pesca, concluyendo que se trata de una pesquería artesanal, en la que se invierte mucho esfuerzo para obtener bajos rendimientos. Además, algunas de las especies como el pez blanco y la lobina están siendo sobreexplotadas y esto es debido a que en el mismo hábitat coexisten todas las especies de importancia comercial, cuyas tallas en la edad adulta son diferentes y en la captura de especies menores inciden organismos de la especie mayor.

Ahora bien, la degradación del medio ambiente, a su vez trae la pérdida de la calidad del agua y agrava la problemática pesquera, al poner en peligro la vida de las especies acuáticas, sobre todo por la alarmante eutrofización y contaminación del vaso.

Entre las acciones que deben realizarse para resolver la problemática pesquera se encuentran las siguientes:

- Deberá prohibirse el uso de los chinchorros, lo que está apoyado por la Ley Federal de Pesca, al no permitir su empleo en aguas interiores.
- Las aberturas de malla para las redes agalleras deberán ser de 3/4 para la pesca de los charales, de 1 3/4 para pez blanco, 2 3/4 para acúmara, 3 1/4 para tilapia, 4 para lobina y 6 1/2 para carpa (medidas en pulgadas).
- Deberán respetarse las vedas para charal y pez blanco, que son de marzo a mayo para el primero y del 15 de marzo al 30 de abril para el pez blanco.
- Se deberá capacitar a los pescadores en labores de acuacultura, presentación de los productos pesqueros, comercialización y organización pesquera.

Los embalses descritos ejemplifican el desarrollo pesquero y la problemática que se presenta en las pesquerías de los vasos michoacanos, para los que se han mencionado recomendaciones particulares. Sin embargo, es conveniente señalar la necesidad de llevar a cabo un programa de manejo integral en relación a la rehabilitación de cuencas, atendiendo asuntos como reforestación, pérdida de suelos, tratamiento de aguas negras, etc., con lo que se evitará la perdida de superficie, volumen y calidad de agua de los vasos. Para esto es necesario abarcar los subsistemas ecológico, económico y social, con el objeto de evitar que se siga degradando el medio ambiente y por lo tanto se afecten los recursos naturales, ya que como se mencionó las condiciones de las cuencas se reflejan en los embalses.

Bibliografía

ANCONA, I. *et al.*, 1940. Prospecto biológico del lago de Pátzcuaro. *Anales Instituto Universidad Nacional Autónoma de México.* 11: 415-515.

ALVARADO, D. J., 1979. Ecología de la ictiofauna del lago de Cuitzeo. Algunos aspectos fisicoquímicos. *Tzintzun.* (Boletín informativo de la Coordinación del Consejo de Investigación Científica. UMSNH) 1(2): 1-4.

ÁLVAREZ, J., 1972. Ictiología Michoacana. V. Origen y distribución de la ictiofauna dulceacuícola de Michoacán. *An. Esc. Nac. Cs. Biol.* 19(1-4): 155-161.

ARREDONDO-FIGUEROA, J.L. y C. AGUILAR. 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas, realizadas en lagos mexicanos, con especial énfasis en su ictiofauna. *Contribuciones en Hidrobiología. Memorias de la Reunión "Alejandro Villalobos".* Inst. Biol. UNAM. México. Pp. 91-133.

BARBOUR, C.D., 1973a. The systematic an evolution of the genus *Chirostoma*, Pisces: Atherinidae. *Tulane Studies Zoology Botany* 18(3): 97-141.

— 1973b. A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): A species flock from the mexican plateau. *Copeia* 1973 (3): 533-555.

BARRERA-BASSOLS, N., 1986. *La cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán: aproximación al análisis de una región natural.* Tesis. Fac. Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. 392 p.

BERNAL, B.W.F., 1984. *Análisis de los factores relacionados con la producción pesquera de Tilapia nilotica en la presa Adolfo López Mateos (el Infiernillo), Mich-Gro.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 87 p.

BRAVO, S.A., 1983. *Contribución al conocimiento de la biología de Goodea atripinis (Jordan) en el lago de Cuitzeo, Mich* Tesis profesional. UMSNH México. 69 p.

CARRANZA, J., 1951. Historia de la piscicultura en México. IV Centenario de la Universidad de México. *Memoria del Congreso Científico Mexicano.* UNAM. México. Pp. 154-179.

CRAC. 1981. Estudio fisiográfico de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Pátzcuaro, Mich., México. Pp. 33-35.

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD. 1991. *Caracterización ambiental de la ribera este de la subcuenca del lago de Cuitzeo.* Reporte parcial Escuela de Biología. UMSNH 98 p

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. 1991. *Estudio básico del comportamiento hidráulico del lago de Pátzcuaro y sus causas.* Com. Nal. Agua. 1-106 pp.

COPLADEM. 1991. *Plan de desarrollo de la región de la cuenca del lago de Cuitzeo del estado de Michoacán.* Reporte final. Delegación Federal de Pesca. Morelia, Mich. 112 p.

CORONA, N.J., 1979 *Monografías municipales del estado de Michoacán.* Gobierno del estado de Michoacán, Morelia, Mich. 173 p.

— 1979. *Cuitzeo. Estudio antropogeográfico.* Basal Ed. SA. Morelia, Mich. México. 170 p.

CORTÉS, R. y ARREDONDO F.J.L., 1976. Contribución al estudio limnobiológico de la presa "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero, (Noviembre de 1975). Da-

tos de la reproducción natural de la carpa herbívora *Ctenophanyngodon idellus. Fideicomiso para el desarrollo de la fauna acuática. Serie Técnica* 2: 1-29.

CREFAL. 1979. *Diagnóstico documental e institucional de la zona lacustre del lago de Pátzcuaro. Región de la Sierra Tarasca.* CREFAL. Pp. 1-157.

CUEVAS, C.A. y O. MENDIVIL. 1977. *Condiciones hidrológicas y evaluación del plancton.* Informe. Pp. 1-46.

CHACÓN, A., 1980. *Contribución al conocimiento de la ecología y composición de la ictiofauna del lago de Cuitzeo, Mich.* Tesis profesional. Esc. de Biol. UMSNH Morelia, Mich. 75 p.

CHACÓN, A., 1992. *El lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Bosquejo limnológico de un lago amenazado.* Lab. de Biol. Acuática. Escuela de Biología. UMSNH. México.

CHACÓN, A., ROSS, L.G. y BEVERIDGE, M.C.M., 1989. Lake Pátzcuaro, Mexico: Results of a new morphometric study an its implications in productivity assessments. *Hidrobiologia* 184: 125-132.

DE BUEN, F., 1940. Sobre una colección de peces de los lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo. *Rev. Cien. México* 7: 306-308.

— 1941. *Notas sobre ictiología de agua dulce de México 11. Adiciones a la lista de peces.* Pátzcuaro, Mich. 8 p.

— 1942. Segunda contribución al estudio de la ictiología mexicana. *Investigaciones Estación Limnológica Pátzcuaro.* México 2(3): 25-55.

— 1943. Los lagos Michoacanos I. Caracteres generales. El lago de Zirahuen. *Sociedad Mexicana Historia Natural* 4: 11-232.

— 1944. *Contribución al estudio de la ictiología mexicana.* Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. 31 p.

DEMANT, A., 1978. Características del eje neovolcánico transmexicano y sus problemas de interpretación. *Revista Instituto Geología Universidad Nacional Autónoma de México.* 2(2): 172-187.

GARCÍA-CALDERÓN J.L., G. DE LA LANZA y J. MONROY. 1990. Eutrofización del lago de Pátzcuaro. *Taller Problemática Biológico. Pesquera del Lago de Pátzcuaro.* (Inédito). INP. Sepesca. Pp. 1-23.

GARCÍA DE LEÓN, F.J., 1984. *Ecología pesquera, alimentación y ciclo gonádico de Chirostoma estor Jordan y Micropterus salmoides Lascepede, en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.* Tesis profesional. UANL. 172 p.

— 1985. Relaciones alimenticias y reproductivas entre *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lascepede, en el lago de Pátzcuaro, Mich, Mex. *Boletín coordinación científica. UMSNH. Morelia, Mich.* (8): 8-15.

— 1990. Aspectos biológico-pesquero de los aterinidos del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Taller sobre la problemática biológico-pesquera del lago de Pátzcuaro.* (inédito). INP. Sepesca. Pp. 1-13.

GARDUÑO, J.C., 1983. *Cultivo intensivo de carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella, Cuv. et. Val.) en jaulas flotantes mediante el uso de 4 malezas acuáticas en el lago de Pátzcuaro, Mich., México.* Tesis profesional UNAM. 1-66 p.

GÓMEZ-TAGLE, A., 1989. *Condiciones generales de erosión en la cuenca de Pátzcuaro (Avances).* Centro de investigaciones forestales y agropecuarias. Michoacán. 14 p.

— 1991. *Avances sobre la caracterización del proceso erosivo en la cuenca de Pátzcuaro.* CIFAP. INIFAP. 22 p. (inédito).

GUZMÁN, G., 1990. *Diagnóstico ecológico integral de la cuenca de Pátzcuaro.* Dir. de Estudios de Postgrado e Investigación. PIMADI. Tesis maestría. IPN. 1-185 p.

HENDERSON, H.F., 1974. *Programa de evaluación de recursos para apoyar al desarrollo pesquero en las aguas continentales de México.* Contribución al estudio de las pesquerías de México (CEPM). FAO. México. 62 p.

HERRERA, E., 1979 *Características y manejo del lago de Pátzcuaro, Mich.* Tesis profesional UNAM. 82 p.

JIMÉNEZ, C., 1992. *Estudio hidrológico de la presa "Lic. Adolfo López Mateos" (el Infiernillo), Michoacán-Guerrero.* Informe técnico. Centro Regional de Investigación Pesquera. INP. 30 p.

KLIMEK, R., 1990. *Planificación ecológica en el lago de Pátzcuaro.* CRIP-Pátzcuaro. 1-12 p. (inédito).

KLIMEK, R. y N. ALAYE. 1988. *Hidroquímica y productividad del lago de Pátzcuaro* (Resumen). Informe de labores 1986-1988. Centro Regional de Investigación Pesquera-Pátzcuaro. Instituto Nacional de la Pesca. Sepesca. 109 p.

LARA, A., 1980. Introducción de nuevas especies al lago de Pátzcuaro y su posible perjuicio a las especies nativas. *Memorias II Simposio Latinoamericano de Acuacultura.* Departamento de Pesca México. 1: 491-524.

LEWIS, W.M., 1983. A Revised classification of lakes based on maxing can. *J. Fish. Agua. Sei.* 40: 1 779-1 787.

LIZÁRRAGA, Y. y P. TAMAYO. 1988. *Análisis de la explotación pesquera del lago de Pátzcuaro, Michoacán en el periodo 80-87.* (manuscrito). CRIP-Sepesca, México.

LOT, A. y NOVELO A., 1988. Vegetación y flora acuática del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *The Southwestern Naturalist* 33(2): 167-176.

MAZARI, H.M., 1981. *Evaluación de la calidad del agua desde el punto de yista bacteriológico y físicoquímico en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.* Tesis Profesional. Facultad de Ciencias UNAM. Pp. 1-53.

MENDOZA, E., 1962. The reproductive cycles of three viviparous teleosts, *Allophorus robustus, Goodea luitpoldii* and *Neophorus diazi. Biological Bulletin* 123(2): 351-365.

MEEK, S.E., 1904. The freshwater fishes of Mexico. North of the Itsmus of Tehuantepec. *Field. Col. Mus. Chicago Zool.* Ser. 7: 1-252.

MENCHACA, H., 1988. *Análisis de una pesquería multiespecífica entre Scomberomorus caballa, S. maculatus y Carank fuscus en las costas de Veracruz.* Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. Mérida. 48 p.

OLMOS, T.E., 1990. *Situación actual, perspectivas y las pesquerías derivadas de la acuacultura.* Secretaría de Pesca. México 77 p.

ORBE, A. y J. ACEVEDO 1991. *Análisis de la selectividad de las artes de pesca y el esfuerzo pesquero en el lago de Pátzcuaro, Michoacán.* Secretaría de Pesca. México. Pp. 1-82.

ORTEGA, M. R., 1985. *Contribución al conocimiento del fitoplancton del lago de Cuitzeo, Mich. México.* Tesis profesional. Esc. Biol. UMSNH Morelia, Mich. 106 p.

OSORIO-SARABIA, D., G. PÉREZ-PONCE DE LEÓN y L.J. GARCÍA MÁRQUEZ. 1986. Helminto de peces en Pátzcuaro, Michoacán II: Estudio histopatológico de la lesión causada pore metacercarias de *Posthodiplostomun minimum* (Tremátoda: Diplostomatidae) en hígado de *Chirostoma estor. An. Inst. Biol. UNAM* 57(2): 247-260.

PLANAS, D. y G. MOREAU. 1990. *Natural eutofication in a warm volcanic lake.* Verh. Internal. Vereim. Limnol. 20 p.

POMPA, L.I.Y., 1990. *Composición y estructura del perifiton animal del lago de Cuitzeo, Mich.* Tesis profesional. Esc. de Biol. UMSNH Morelia, Mich. 78 p.

RAMÍREZ, C., 1992. *Reporte de los parámetros fisicoquímicos del lago de Pátzcuaro.* 21 de enero de 1992. CRIP-Pátzcuaro. (Inéditc).

RIVERA, H. y A. ORBE. 1991. Use of xilocaina, potentiated with sodium bicarbonate, as an anaeshetic for fry and juveniles of acumara, *Algansea lacustris* Sleindchner 1985, from lake Pátzcuaro, Michoacán, Mexico. *Acuaculture and Fisheries Management.* 22: 15-18.

ROJAS, P.M. y L.G. MARES. 1988. *Cultivo de pescado blanco* (*Chirostoma estor*). Informe de labores CRIP-Pátzcuaro, 1986-1988. Sepesca. Pp. 8-18.

ROSAS, M., 1976. Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies. *En Memorias del simposio sobre pesquerías de aguas continen-*

tales de México. Sría. Indus. Comer. INP. México Pp. 299-366.

RZEDOWSKY, J. y L. HUERTA. 1983. *Vegetación de México.* Primera Edición. Editorial Limusa. México. 432 p.

SAAVEDRA, J.J., 1982. *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua del lago de Pátzcuaro, Michoacán.* Fac. de Ciencias, UNAM. Tesis Profesional. Pp. 1-45.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS. 1973. Región hidrológica No. 18 (parcial), Cuenca del medio y bajo Balsas. *Boletín hidrológico* No. 49. Tomo I, II, III y IV. México, D.F.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS. 1982. *Cuenca del lago de Pátzcuaro.* Planteamiento de la Jefatura del Programa Forestal y de la Fauna (Esquema general). Morelia, Michoacán, México. 17 p.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS. 1984. *Estudio batimétrico del lago de Pátzcuaro.* SARH.

SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA. 1986. *Proyecto de ordenamiento ecológico de la microrregión de Pátzcuaro,* Mich. SEDUE. Pp. 1-206.

SECRETARÍA DE PESCA. 1985. *2da. Reunión de evaluación del sector pesquero estatal. Michoacán.* Secretaría de Pesca. 67 p.

SECRETARÍA DE PESCA. 1986. *Seis años de pesca en Michoacán. 1981-1986.* Sepesca. Pp. 1-66.

SECRETARÍA DE PESCA. 1990. *Determinación del potencial acuícola de los embalses epicontinentales mayores de 10 000 ha y nivel de aprovechamiento. Lago de Pátzcuaro.* (Informe Final) Sepesca. Pp. 1-106.

SOLÓRZANO, A., 1955. *La pesca en el lago de Pátzcuaro, Mich. y su importancia económica regional.* Secretaría de Marina. Dirección General de Pesca. México. 58 p.

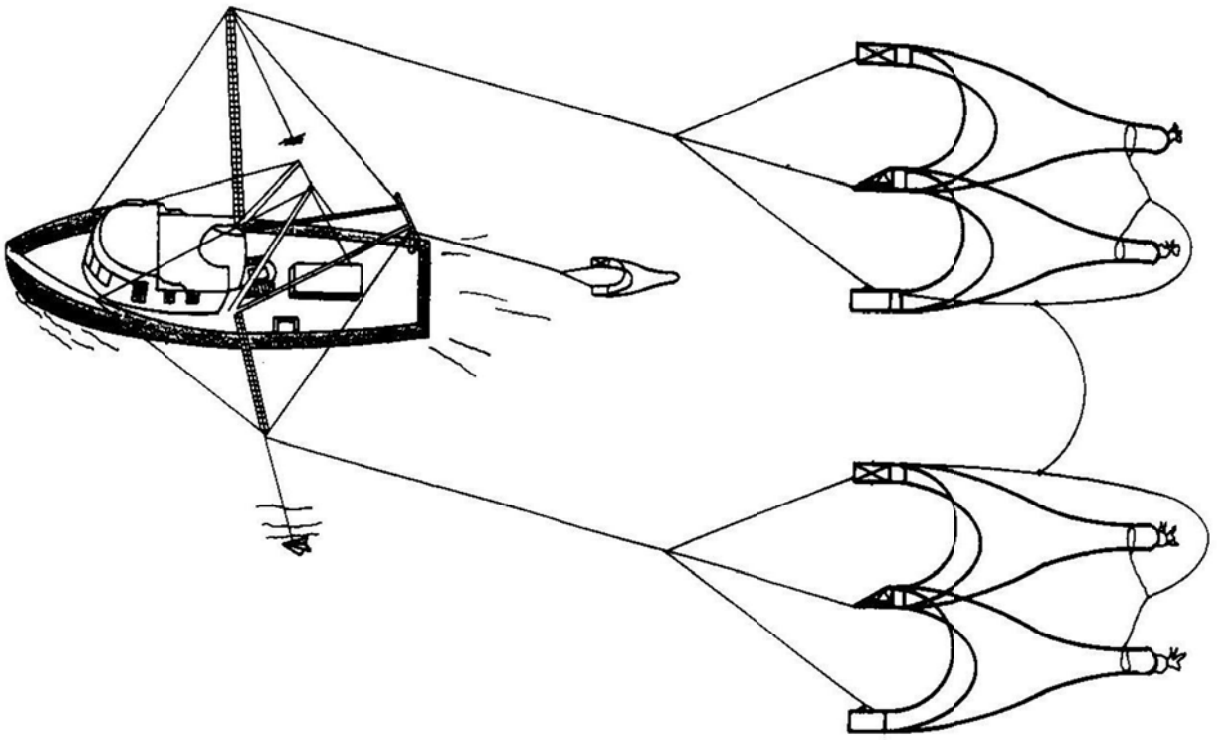
SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN EDUCATIVA, PROGRAMAS ESPECIALES DE DESARROLLO. 1991. *Rescate ecológico del lago de Cuitzeo.* Reporte final. COPLADEM. Morelia, Mich. 98 p.

WATTS, W.A. y BRADBURY, J.P., 1982. Paleoecological studies at lake Pátzcuaro on the West-central mexican plateau and at Chalco in the basin of Mexico. *Cuaternary Research* 17: 56-70.

TAMAYO, P., R. JUÁREZ, FLORES, J. y E. GALVÁN. 1982. *Memoria del Reconocimiento Batimétrico en el lago de Pátzcuaro.* Del. Fed. Pesca y Gob. Edo. Mich. (Inédito). Pp. 1-11.

ZUBIETA, R.T., 1985. *Estudio sobre los hábitos alimenticios de 6 especies de peces del lago de Cuitzeo.* Tesis profesional Esc. de Biol UMSNH Morelia, Mich. 88 p.

CAPTURA



Raúl Villaseñor Talavera
Alejandro Balmori Ramírez
Samuel Ramos Carrillo
Daniel Aguilar Ramírez

Origen y desarrollo de los sistemas de captura

Los sistemas de captura son los medios de producción y principios de organización, que mediante una estrategia basada en el conocimiento del comportamiento de los recursos pesqueros y el ambiente que habitan, permiten su detección, localización, extracción y manejo, utilizando en forma coordinada fuerzas de trabajo y medios técnicos en una unidad de pesca.

Para aquellas actividades de pesca aplicadas con cierta regularidad por lo menos estacional y a través de medios de trabajo tecnificados y establecidos sobre bases comerciales y relaciones de producción de amplio impacto social, la definición anterior adquiere mayor importancia que con respecto a acciones aisladas tendientes a la captura de peces utilizando implementos rudimentarios.

Aun cuando en ambos casos se puedan aplicar los principios de captura, estrategia, organización a bordo y actividades que constituyen el método de pesca, la complejidad es diferente. En un sentido estricto, los sistemas de captura se originan a partir del desarrollo de las pesquerías de altura en el siglo XVII y sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, atendiendo a la organización de las fuerzas productivas, se puede afirmar que nacen como otras actividades humanas con fines de subsistencia organizada.

La pesca, actividad productiva de carácter primario, es tan antigua como la caza y la agricultura (Von Brandt, 1984); seguramente fue practicada por los prehomínidos como una de las primeras formas de obtener alimentos (Stansby, 1963; Radcliff, 1921).

No se sabe si el *Homo erectus* aprovechaba recursos pesqueros obtenidos con dispositivos primitivos, pero es probable que las primeras actividades pesqueras fueran simples recolecciones manuales de moluscos, celenterados, crustáceos sésiles y peces pequeños y que los primeros implementos pesqueros consistieran en arpones usados en arroyos y pequeñas bahías, o bien que se usaran improvisadas barreras para atrapar peces durante las corrientes de marea en las zonas estuarinas.

El *Homo sapiens neanderthalis*, que vivió hace 100 000-35 000 años, elaboraba herramientas de las cuales posiblemente usó algunas para pescar. El *Homo sapiens* que pobló África, Asia y Europa hace menos de 35 000 años ya utilizaba la pesca como una forma simple de economía. El registro más antiguo de un arte de pesca tuvo lugar en Olduvai Gorge, en el norte de Tanzania, y corresponde al paleolítico (hace menos de 12 000 años) de donde se conocen implementos (gorge) de madera, hueso y guijarros los cuales posiblemente son precursores del anzuelo. El uso de carnada en esos antiguos implementos fue un paso importante en el progreso del hombre, ya que indica la aplicación de una estrategia de captura más compleja que la simple pesca con arpón (Alverson, 1963).

Los pueblos que se establecieron en los márgenes de ríos y mares y que dependían de la administración del agua en el neolítico (6 000 a 2 500 años a.C.), desarrollaron más dispositivos para la pesca: anzuelos, poteras, líneas de mano, trampas y redes. Fueron usadas por chinos en An Yang (6 000 a.C.), mesopotámicos de Ur y Uruk (4 000 a 2 900 a.C.); egipcios en el Río Nilo, los cuales incluso pescaron con primitivas redes, arrastradas con embarcaciones de papiro (3 100 a.C.); cretenses de Cnosos (2 000 a 1 450 a.C.) y griegos de Micenas que realizaban viajes a Chipre, Egipto y el Cercano Oriente. Los polinesios, cuya expansión sucedió hace más de 3 500 años y que hacia 750 a.C., poblaron Nueva Zelanda, utilizaban el catamarán como unidad pesquera y de transporte.

También en Mesoamérica, entre 5 000 y 2 000 años a.C., el consumo de pescado estaba ampliamente difundido. La pesca prehispánica se remonta a los primeros habitantes de México; junto con la caza, la pesca constituía un medio de sustento, impulsaba las vías de comunicación, la actividad artesanal y la artística (Vilches, 1980).

En varios sitios del litoral del Océano Pacífico se han localizado restos de asentamientos humanos junto a amontonamientos de conchas (concheros), por lo que se deduce que desde el cenolítico superior (9 000 a 7 000 a.C.) se establecieron las comunidades en las costas y la explotación de recursos marinos. Entre los concheros más conocidos de épocas precerámicas destacan el de Punta Minitas, BC; Matanchén y San Blas, Nay.; Acapulco, Gro.; Chantuto, Mazatepec, Altamira y la Victoria, Chis.; en el litoral del Golfo de México destacan: Rancho Nuevo y Boca Escondida, Ver., y Río Soto La Marina, Tamps.

En el México prehispánico se consumían peces de agua dulce, tortugas, crustáceos y una gran variedad de productos marinos, incluyendo algas; los pueblos aztecas comerciaban con peces y tenían una organización que permitía el transporte de diversos productos desde las zonas litorales más lejanas dominadas por el Imperio. Al dios Opochtli lo creían inventor de redes y demás instrumentos para pescar, aunque otras deidades de menor importancia también tenían atributos de protección de la pesca o invención de artes, por ejemplo Amimitl, a quien se atribuye la creación del minacachalli, fisga o tridente para capturar peces y matar aves acuáticas (Arámburu-Díaz, 1942; Gibson, 1967; Torquemada, 1975; Clavijero, 1974 y 1975; Vilches, 1978 y Landivar, 1987). En el Valle de México era común el uso del anzuelo (michcuyulli, tepuzcololli y michpipiloloni), el arpón (atlatl), las nasas (michmaloni) y los encierros (michatlan).

En varios centros ceremoniales y sociales precolombinos, aparecen inscripciones, grabados y esculturas en las que se aprecian actividades de

pesca, tal es el caso de Comalcalco y La Venta en Tabasco, Palenque en Chiapas, Uxmal y Chichen-Itzá en Yucatán. En la mayoría de los asentamientos humanos localizados y reconstruidos, se han encontrado muestras artísticas realizadas con productos marinos como conchas y estructuras óseas de peces.

El uso de instrumentos metálicos para la pesca en Mesoamérica sucedió posteriormente a Europa y Asia. Los dorios empezaron a usar el hierro aproximadamente 800 años a.C., y las actividades de pesca con instrumentos de esa naturaleza se extendieron debido a las incursiones de vikingos y anglosajones. En Mesoamérica una de las evidencias más antiguas de uso de instrumentos metálicos para la pesca se encontró en Ixhuatlán y Santa María del Mar, Oaxaca, en donde se recuperaron anzuelos metálicos del periodo postclásico (900 a 1 200 d.C.).

Diversos métodos, artes y acontecimientos relativos a la pesca son representados en códices como el Borgia, Mendocino, Vaticano y Florentino. Asimismo, en las crónicas del inicio de la colonia española en América se detallan organizaciones sociales para la pesca. Por ejemplo, la *Relación de Michoacán* (Alcalá, 1541) explica la estructura de los cacicazgos purépechas e indica las diputaciones que se establecían para la coordinación del trabajo comunal y la recaudación de impuestos, en donde no faltaban los diputados de los pescadores de red (uaruri) y el de los de anzuelo (tarama), ya que los principales y dignatarios consumían principalmente pescado de agua dulce capturado con lanzas, anzuelos, redes cuchara y tipo mariposa (guaromutacua) operadas desde canoas de madera.

Mientras, en Europa durante la Edad Media se empezaron a desarrollar las pesquerías a gran escala debido a necesidades alimenticias, al fortalecimiento de la industria naval y al intenso mercado internacional en auge. En cambio, en América las actividades de pesca estaban más limitadas: los primeros adelantos que se tuvieron en artes de pesca consistieron en el uso de redes similares a las atarrayas, elaboradas con fibras vegetales y guijarros como lastre, así como a la introducción de una red tipo chinchorro con lastre y flotadores (Mercado, 1959).

Posteriormente, los adelantos en cuanto a estrategias de pesca empezaron a ser transferidos a las colonias americanas tanto a través de los marinos ingleses, franceses y españoles que emigraban, como por la llegada de embarcaciones con tripulantes herederos de los conocimientos sobre la pesca de la ballena con arpón, del bacalao con líneas y palangres y del arenque capturado con redes de deriva, actividades preponderantes en Europa desde la Edad Media.

Durante la colonia española en México las comunidades indígenas continuaron pescando con artes tradicionales y empezaron a utilizar materiales de construcción más resistentes conforme iban apareciendo en el mercado. En esa época también se capturaban algunas especies de mamíferos marinos y se pescaba perla en California. La pesca llegó a tener gran libertad debido a decretos que permitían el aprovechamiento sin exclusividad (Decretos españoles de 1811 y 1820).

En 1846 y 1848 concurrieron en aguas nacionales embarcaciones de EUA, Francia y Holanda, que pescaron ilimitadamente ballenas, por lo que empezaron a tomarse medidas concretas sobre las actividades de pesca; al respecto, Sierra y Sierra-Zepeda (1977) realizaron una descripción detallada de las normas y medidas adoptadas por

el Gobierno Mexicano para regular la pesca a partir de 1821.

El procedimiento básico de pesca que se utilizaba era similar al que actualmente usan los pescadores: localización del recurso, captura, transportación y procesado (en aquél tiempo principalmente salado y secado). Con el paso del tiempo se introdujeron muchos refinamientos, técnicas, materiales, mecanismos y formas de organización que permitieron mayores incursiones oceánicas durante este siglo (Christy y Scott, 1965); de las principales innovaciones ocupan especial importancia: motores diesel, el uso de materiales sintéticos para construir redes y líneas, la polea motriz, el uso de refrigerantes, las bombas de succión, intercambiadores de calor, etc., lo cual permitió mejorar notablemente las técnicas y métodos de captura, así como la autonomía de las embarcaciones y su poder de pesca.

Las incursiones en zonas más profundas implicaron el desarrollo de medios de trabajo más sofisticados, de tal forma que se originaron las redes de arrastre en base a las dragas y trampas cónicas que se jalaban manualmente en aguas someras (Duhamed du Monceau y de la Mar, 1776; Rasmussen, 1975).

Las primeras redes de arrastre para pescar lenguados y crustáceos utilizando una embarcación con propulsión a base de viento, resultaron de la combinación de dragas y redes fijas; aparecieron en los Países Bajos entre 1880 y 1886 y se conocen como redes de barra transversal. Equipos similares se han usado también en Alaska, Turquía y otros países mediterráneos. Sin embargo las redes de arrastre por pareja se utilizaban en América incluso antes de la llegada de los españoles, pues los pueblos indígenas de la costa del Océano Pacífico en Norteamérica, pescaban salmón con ellas (Nachtigall, 1966; Underhill, 1944). Asimismo, existen registros de 1565 sobre la pesca con dragas arrastradas por pequeñas balsas en Sudamérica.

Las redes de arrastre con puertas para mantener una abertura horizontal más o menos constante, aparecieron por primera vez en Irlanda alrededor de 1885, aunque los primeros experimentos se llevaron a cabo entre 1860 y 1870; en 1892 se realizó la primer prueba exitosa en el Mar del Norte inglés, ampliándose las experiencias a otros países europeos durante 1894 (Bottemanne, 1980) y 1895 y a Japón a partir de 1905. Desde entonces se han sucitado una serie de innovaciones, principalmente en cuanto a diseños de portones (Sübercrüb, planos, esféricos, ovalados y tipo V) y modificaciones tanto a las partes que componen la red como al aparejamiento: en redes como las danesas y españolas se sustituyeron los portones por calones o se efectuaron combinaciones entre ambas partes; otras redes incorporaron "danlenos" o puertas "pony" para arrastres en fondos rugosos.

En México, las redes de arrastre se introdujeron en aguas costeras del Golfo de México en 1917 y en el Océano Pacífico aproximadamente en 1927 por norteamericanos. En los años treinta los japoneses empezaron a pescar en aguas del noroeste (Ferreira, 1965; Hernández, 1988) y las experiencias fueron asimiladas por pescadores nacionales que se organizaron en cooperativas a partir de 1933 (Ojeda, 1988). Las redes japonesas se utilizaron hasta los años cincuenta y luego fueron sustituidas por equipos de diseño americano, principalmente fantasma, balón y semibalón usados en el sistema de doble aparejo (Ramos, 1988).

En el Golfo de México la pesca nacional con redes de arrastre data de los años cuarenta, en

que se operaba una sola red por popa (Sánchez, 1959; Ramos, 1988). Posteriormente surgió el sistema de doble aparejo, utilizándose en ambos litorales, y en los años setenta el de cuádruple aparejo (redes gemelas) de uso común en el Golfo de México, gracias a que se mejoró notablemente la efectividad que en un principio no fue adecuada.

Las redes pelágicas se empezaron a utilizar en nuestro país mucho tiempo después que las de fondo. El origen de esas redes, a partir de diseño y trabajo experimental, se remonta al periodo entre 1925 y 1932 (Garner, 1978), cuando las redes de arrastre se modificaron en el noroeste de Europa para obtener mejores capturas de arenque gracias a una mayor abertura vertical en la boca. Sin embargo, ante la necesidad de pescar no sólo en el fondo sino también en la zona pelágica, se analizaron las posibilidades de crear redes de arrastre de media agua con líneas de flotadores de suspensión, depresor inferior o balanceando flotadores y pesos en la boca de la red (Alemania y países asiáticos).

Las primeras redes de media agua fueron diseñadas en 1948 por Larsen en Dinamarca (Granville, 1956; Von Brandt, 1984) y se denominaron redes flotantes para arenque, aunque pronto se extendió su uso a otros países europeos y a otras pesquerías como la de espadín, anchoa, caballa y otros peces pelágicos. Los resultados de pesca fueron exitosos debido a la combinación de la operación de arrastre con la detección de peces, usando ecosonda y posteriormente sondas de red. Inicialmente las redes eran de algodón y se operaban con dos buques de 13 a 23 m de eslora total con motor entre 45 y 200 C.V. Posteriormente se usaron redes construidas con nylon y se modificaron diseños, creándose el modelo islandés de cuatro tapas y portones rectangulares (Von Brandt, 1984), el diseño Persson de seis alas, la red canadiense y los sistemas de arrastre japonés (Lobell y Stanger, 1957). Con la disminución de la resistencia al avance en las redes, debido al uso de nuevos materiales, la sustitución de partes frontales de la red con paños de mallas muy grandes (desde 10 hasta 50 ó 60 m en alas y primeras partes del cuerpo) y el mejoramiento de embarcaciones, se pudo usar un sólo buque para el arrastre, de tal forma que en Bélgica, Holanda, Dinamarca, Alemania, Noruega y Japón se extendió la operación de redes con 350 a 5 000 m² de área frontal, más de 70 m de ancho y 60 de altura de boca, arrastradas por costado o popa en embarcaciones de más de 3 000 HP (Schârfe, 1960, Steinberg, 1975 y 1977; Steinberg y Dahm, 1975).

Las redes pelágicas se usaron en aguas nacionales hasta la llegada del buque de investigación Alejandro de Humboldt, que estaba equipado con redes de media agua (Bucki y Esparza, 1979a), y también durante operaciones de arrastre de embarcaciones extranjeras con permiso de pesca de investigación o exploratoria, como en el caso de las expediciones del convenio germano-mexicano para el desarrollo de la pesca en alta mar "MEXAL" (1974 a 1975).

En cuanto a la explotación de recursos demersales con redes de arrastre, durante 1976 se inició la entrega de 60 buques arrastreros a la empresa Productos Pesqueros Mexicanos, bajo el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo, lo que motivó la captura de especies de escama principalmente en el Golfo de México. Al mismo tiempo, en el Océano Pacífico empezaron a operar 12 embarcaciones arrastreras tipo BID a partir de 1978 (Grande-Vidal, 1982). Posteriormente las redes pelágicas se utilizaron durante las actividades del Proyecto de Prospecciones de los Recursos Pes-

queros de la Plataforma Pacífica entre Colombia y el Sur de México en 1987 (Stromme y Saetersdal, 1988) y en el Convenio con la Fundación para la Cooperación Pesquera de Ultramar del Japón (Villaseñor y Sarmiento, 1993).

Las actividades de pesca en zonas anteriormente inexplotadas y la utilización de nuevos sistemas de pesca como el palangre de altura de origen japonés (1750, Mazayama Prefacture en la Península Kii, Sureste de Honshu) y las redes de cerco (Rhode Island en 1826, costa atlántica de EUA 1863 y países mediterráneos en 1955, según Bertuccioli, 1955 y Brandt 1984), con buques de mayor autonomía, se extendieron a nivel mundial en este siglo y sobre todo a partir de la postguerra, incluso en aguas nacionales.

Los primeros palangres de altura fueron usados a nivel prospectivo por embarcaciones japonesas en aguas nacionales, posiblemente desde los años cuarenta. Sin embargo la pesca de pelágicos mayores con fines comerciales se inició hasta 1957 en el Golfo de México (Grande-Vidal *et al.*, 1988). A fin de controlar las actividades de buques japoneses en aguas del mar territorial y contiguas, se celebró en 1968 el Convenio con el Japón, permitiéndose la pesca hasta fines de 1972 (Castro y Castro, 1985).

Las primeras redes de cerco utilizadas para la pesca de túnidos en América, se operaron a partir de 1914 en aguas de EUA. Sin embargo, la actividad no resultó lo suficientemente eficiente debido a las dificultades de operación con redes de algodón y yute, que además se deterioraban rápidamente.

En los años cincuenta se empezaron a sustituir los paños de red con nylon, innovación que junto con la incorporación de la polea motriz (pasteca hidráulica) en la década de los sesenta marcó un avance en la pesquería del atún aleta amarilla y albacora, que eran pescados frente a California y en aguas nacionales por la flota norteamericana desde 1922. En México la flota cerquera nacional (purse seiner) corsistía de 11 buques cerqueros y en 1976 ascendió a 26 unidades (Hernández-Fujigaki, 1988).

En cuanto a soberanía sobre los recursos pesqueros, las decisiones gubernamentales se hicieron más evidentes desde la declaración de octubre de 1945 en la que el Lic. Manuel Avila Camacho "reivindicó para la Nación la propiedad y aprovechamiento de la plataforma continental y sus riquezas naturales", aunque con anterioridad se habían tomado medidas regulatorias sobre la explotación por extranjeros, ya que a pesar de que las incursiones de buques de otros países ocurrían desde los años veinte, el gobierno de México dio mayor seguimiento y control a dichas actividades, restringiendo la pesca de algunas especies (Ley de Pesca de 1925, de 24/ene/1933, y Ley General de Sociedades Cooperativas) y favoreciendo al sector social mediante la reservación de recursos como el camarón y zonas de explotación (Cámara de Diputados, 1966; Sierra y Sierra-Zepeda, 1977; Dulles, 1985; Ojeda, 1988).

Asimismo, un antecedente relevante fue la "creación del Departamento de Marina en 1940 que significó un nuevo impulso a la explotación del mar y sus recursos" (Ojeda, 1988) y en los años cincuenta gracias al Programa de Progreso Marítimo "marcha hacia el mar" se dio un decidido apoyo a la creación de infraestructura portuaria (antes de 1950 operaban doce puertos pesqueros naturales y entre 1952 y 1960 se construyeron tres), astilleros, talleres de mantenimiento de buques, plantas procesadoras, congeladoras y reductoras, que favorecieron el desarrollo de la

tecnología pesquera, aun cuando gran parte de ella fuera obtenida por transferencia de otros países.

Entre 1964 y 1976 se impulsó notablemente la infraestructura portuaria con la construcción de quince puertos y muelles pesqueros y desde entonces se han creado nuevas unidades en puertos ya existentes e incluso en puertos específicos. Hasta 1987 el número de puertos y muelles pesqueros ascendía a 50, con aproximadamente 26 000 m de longitud de atraque (Bustamante, 1988; Secretaría de Pesca, 1992).

La atención gubernamental a los asuntos marítimos y pesqueros se intensificó debido al establecimiento de las 200 mn como Zona Económica Exclusiva (D.O.F. 6/feb/1976) ya que México apoyó y promovió la postura de las naciones subdesarrolladas a fin de adoptar ese régimen como uno de los resultados fundamentales de la Tercera CONFEMAR, consignado en la Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar de 1982 (Vargas, 1979 y 1980; Gómez-Robledo, 1986; Hernández-Fujigaki, 1988; Medina-Mora, 1988).

En lo que respecta al desarrollo de materiales pesqueros y a la transferencia tecnológica, éstos se desarrollaron en el país a partir del establecimiento, en la década de los cincuenta, de empresas productoras de materiales de construcción, como es el caso de Redes S.A. e Industrias Alta Mar, S.A., como subsidiarias de las empresas textiles La Marítima, S.A. e Industrial Fresno, S.A., respectivamente. En el año de 1959 Industrial del Fresno, S.A., incorporó el paño e hilo Nymar (nylon y acetato), el de nylon y el monofilamento; también se inició la fabricación de cabos de nylon, polietileno y polipropileno. En 1970 las plantas de las dos empresas instaladas en el D.F., y Guadalajara Jal., fabricaban paños, bolsos, piolas, cabos, trallas y portones para redes de enmalle, destinadas al sistema de pesca camaronero y para líneas de anzuelos (Comisión Nacional Consultiva de Pesca, 1970).

En 1980 el Gobierno Federal creó la empresa paraestatal Productora Nacional de Redes, S.A. C.V., en coinversión con Momoi Fishing Net MFG. C.D. Ltd, cuya planta se estableció en San Luis Potosí. Mediante un contrato de transferencia tecnológica, la empresa japonesa puso a disposición de Pronaresa los procesos de producción de materiales de construcción que han normado y garantizado la fabricación de redes mediante métodos eficientes y productivos (Bellot, 1987). La empresa actualmente fabrica y distribuye: paños de monofilamento (redes de enmalle para escama y camarón), paños de multifilamento (para red de arrastre, de cerco, acuicultura y otras industrias), redes de polietileno (para trampas, para red de arrastre, de cerco y almadrabas), piolas torcidas y trenzadas, hilos y líneas para redes y palangres; adicionalmente distribuye cables de acero, trallas, flotadores, cabos, anzuelos, cadenas y grillettería.

Se puede resumir que entre los acontecimientos de alcance global que marcaron un mayor desarrollo tecnológico sobre métodos, técnicas y equipos de pesca en este siglo, ocupan especial lugar las investigaciones en materiales de construcción de redes; el uso de fibras sintéticas; la creación de equipos de ecodetección antes de la Segunda Guerra Mundial, su perfeccionamiento durante la misma y posterior a ella; la pesca experimental con luces y electricidad; la creación de institutos de enseñanza, capacitación e investigación pesquera; el diseño de equipos de pesca para aguas profundas; la participación de tecnólogos en el mejoramiento de artes de pesca selectivos y en la aplicación de medidas regulatorias en cuanto a características de los sistemas de

captura; el fortalecimiento de la soberanía marítima de las naciones y la adopción del régimen de las 200 millas para la creación de la Zona Económica Exclusiva; factores que al igual que en otras naciones, en México determinaron un mayor avance pesquero.

La educación e investigación tecnológica en la evolución de la pesca en México

Otros acontecimientos que contribuyeron al desarrollo de los sistemas de pesca, fueron sin lugar a duda los avances en educación e investigación pesquera.

El establecimiento de la Comisión Nacional Consultiva de Pesca en 1961 (D.O.F. 16/dic/1961), la creación del Instituto de Investigaciones Biológico-Pesqueras en 1962, la creación de la carrera de Ingeniería Pesquera (Universidad de Nayarit) en 1971 y la puesta en marcha del Plan Nacional de Educación Pesquera Integral en 1972 (Secretaría de Educación Pública), marcaron un avance notable en cuanto al interés por mejorar los procesos de producción pesquera, el desarrollo de la industria y la formación de recursos humanos asociados a ellos.

En el año de 1948 se instituyó la Comisión Técnica Consultiva de Pesca, antecedente de la Comisión Nacional Consultiva de Pesca creada en 1949 y establecida en 1961 para el fomento de la industria pesquera y de la investigación científica y tecnológica en la materia. Contando como Presidente de la Comisión al Gral. Abelardo L. Rodríguez, se elaboró el Programa Integral para la Promoción de la Industria Pesquera Nacional en el que se propuso la creación de un Instituto de Investigación Pesquera, la creación de nuevas Escuelas Prácticas de Pesca y la ampliación de infraestructura, entre otras acciones. Las actividades de la Comisión incluyeron desde su establecimiento, una vinculación entre el sector productivo, el gobierno y las instituciones de investigación y enseñanza, la elaboración de los planes de desarrollo pesqueros, el establecimiento de estaciones de investigación e incluso participó en la instalación de plantas piloto.

Desarrollo de la educación en técnicas y tecnología pesqueras

En cuanto a los esfuerzos por organizar los conocimientos sobre artes y métodos de pesca, éstos datan de 1948 cuando se crearon las Escuelas Prácticas de Pesca (EPP), a través de la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas de la Secretaría de Marina, funcionando una en el puerto de Mazatlán, Sin., y otra en Guaymas, Son.

En 1954 se abrió otra escuela del mismo tipo en el puerto de Alvarado, Veracruz, y posteriormente (1957) en Lerma, Campeche. Los egresados pasaban directamente al sector productivo luego de dos años de estudios técnicos para los que sólo se requería el nivel básico de educación (Galindo, 1979; Hernández-Fujigaki, 1988). Esas escuelas se incorporaron a la Secretaría de Industria y Comercio en 1958, año en que desaparecen las EPP de Mazatlán y Guaymas. Sin embargo, posteriormente se abrieron dos escuelas: una en La Paz, BC, y otra en Manzanillo, Col.

Cuando las EPP cambiaron de nombre y se empezaron a llamar Centros de Capacitación Pesquera (1970), los planes de estudio no tuvieron una modificación sustantiva, aunque se implementaron cursos intensivos para pescadores, independientemente de los cursos normales de

dos años para los jóvenes (Galindo, 1979; Lanz, 1979).

En 1970 se creó la Escuela Superior de Oceanografía en la Universidad Autónoma de Nayarit, para la formación de ingenieros oceanógrafos, pero en 1971 se cambió el plan de estudios para la enseñanza y entrenamiento de la licenciatura en Ingeniería Pesquera, modificándose el nombre de la institución por el de Escuela Superior de Ingeniería Pesquera, misma que hasta la fecha forma profesionistas en ese campo (CONACyT, 1982; Cifuentes-Lemus, 1990).

La carrera de Ingeniería Pesquera tiene como objetivo fundamental la formación de profesionistas capaces de utilizar los conocimientos tecnológicos, científicos y técnicos para el desarrollo de actividades como el diseño, construcción y operación de artes de pesca, prospección y evaluación pesquera; manejo, conservación y comercialización de capturas, administración y cultivo de recursos pesqueros. De ella han salido profesionistas que se desempeñan como patrones de pesca, socios de cooperativas, distribuidores de equipos, servidores públicos en la Secretaría de Pesca (inspectores, instructores, especialistas, administradores, etc.), profesores de educación técnica, tecnólogos e investigadores en el campo de la ingeniería.

Por otra parte, en 1971 se creó en Puerto Progreso, Yuc., un Centro de Capacitación Pesquera, el cual preparaba personal para la pesca de escama mediante cursos intensivos de tres a seis meses. Poco después se abrió un nuevo centro en Alvarado, Veracruz, el cual funcionaba en el Puerto Piloto, en donde se impartían cursos intensivos en Navegación y Pesca, especialmente a los miembros de las Cooperativas Pesqueras (Galindo, 1979; Lanz, 1979).

Con la finalidad de mantener una mayor planeación y coordinación sobre la educación pesquera, el Gobierno Federal convocó en 1972, a través de la Subsecretaría de Pesca, a una reunión a las instituciones participantes en los distintos niveles de la educación pesquera. A partir de esa reunión se estableció un Plan Nacional e Integral de Educación Pesquera, creándose la Dirección General de Educación Tecnológica Pesquera (DGETP), la cual quedó a cargo del nivel medio básico y de las Escuelas Prácticas de Pesca cuyos egresados se incorporaron a sociedades de producción. Después la DGETP cambió su nombre por el de Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar (DIGECITEM), dependiente de la Subsecretaría de Educación Media Técnica y Superior, órgano de la Secretaría de Educación Pública. A raíz de esto, se crearon treinta y dos Escuelas Tecnológicas Pesqueras (nivel medio básico) y en 1975 el nivel medio superior con cinco Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del Mar (CECITEM) (Hernández-Fujigaki, 1988).

En Veracruz, a nivel superior funcionaba el Centro de Ciencia y Tecnología Marinas dependiente de la Dirección General de Estudios Superiores (SEP), el cual al pasar a la competencia de la DIGECITEM (1977) junto con el nivel medio superior, cambió de nombre por el de Instituto Tecnológico de Pesca y después por el de Instituto de Estudios Superiores de Ciencia y Tecnología del Mar (IESCITEM). En ese mismo año se abrió el CECITEM de Veracruz, Ver., y el de La Cruz de Huanacaxtle, Nay., seguidos poco después (1979) por el de Mazatlán, Sin.

El nivel medio básico se incorporó en 1978 a la Dirección General de Educación Secundaria Técnica, y se cambió el nombre de las Escuelas Tecnológicas Pesqueras por el de Escuelas

Secundarias Técnicas, conservando su enfoque pesquero. Ese mismo año se creó del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, en el cual se imparten carreras técnicas terminales. El CONALEP cuenta con algunas carreras técnicas relacionadas con el mar y en específico en el área tecnológica cuenta con: Procesos de Producción Pesquera y Mantenimiento de Equipos de Pesca (CONACyT, 1982).

En 1981 por disposiciones del Director de Ciencia y Tecnología del Mar y como resultado de una simplificación en la nomenclatura de las instituciones, los CECITEM cambiaron su nombre por el de Centros de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMar) y el IESCITEM por el de Instituto Tecnológico del Mar (ITMar).

Aun cuando la educación pesquera es reciente y en 1982 el documento aprobado por el Comité del Programa Nacional Indicativo para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos del CONACyT, estableció que los esfuerzos por formar técnicos y personal con nivel profesional en el campo de la tecnología pesquera eran muy pocos y que se requería de un fuerte apoyo a las instituciones involucradas, el sector educativo pudo proveer profesionistas especializados en Ingeniería en Pesca Industrial, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Alimentos Marinos, Administración de Empresas Pesqueras e Ingeniería en Construcción Naval. De esa manera, en ese año se creó un Instituto Tecnológico del Mar en el Puerto de Mazatlán, Sin., y posteriormente otros en Guaymas, Son., y Campeche, Camp., (1984), instituyéndose en este mismo año la Maestría en Pesca Industrial a cargo del Centro de Investigaciones y Ciencias del Mar (CICMar). Esta última, al igual que las otras instituciones educativas de la SEP que se relacionan con el mar, depende de la Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar.

Los profesionistas técnicos formados en este campo han contado con un sistema vertical de enseñanza que les permite obtener licenciatura y posgrado en Ingeniería Pesquera, lo cual ha repercutido tanto en la consolidación de la enseñanza tecnológica, el inicio de las investigaciones en los centros de enseñanza, como en la incorporación de esos profesionistas a las actividades productivas: directamente en la pesca, en el desarrollo de sistemas de captura en la práctica, en la investigación, en el sector educativo y en las dependencias gubernamentales.

Evolución de las investigaciones tecnológicas

Tal como lo indica el Programa Nacional Indicativo para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos (PROMAR, CONACyT, 1982), las investigaciones marinas hasta 1958 consistieron en trabajos esporádicos, principalmente de carácter biológico (Zarur, 1987). Desde la creación del Instituto de Investigaciones Biológico-Pesqueras en 1962 hasta 1971, en que se creó el Departamento de Embarcaciones, Equipos, Artes y Métodos de Pesca (DEEAMP) en Veracruz, Ver., en el Instituto Nacional de la Pesca, la participación del personal técnico de pesca consistió en colaborar en las investigaciones sobre biología pesquera y realizar algunos trabajos descriptivos sobre las artes de pesca. Sin embargo, con la creación del DEEAMP se iniciaron los trabajos de capacitación pesquera y divulgación, aunque sus alcances fueron limitados.

En el periodo entre 1970 y 1976, varios técnicos en pesca pudieron capacitarse en el extranjero (Japón, España, Alemania, Perú y Chile) en diferentes campos del conocimiento: pesca ribereña, pesca de arrastre, pesca de cerco e ingeniería pesquera y las actividades de pesca

exploratoria se ampliaron en 1970 al recibir los buques "Alejandro de Humboldt" y "Antonio Alzate", con los cuales se impulsaron las bases para la realización del Convenio Franco-Mexicano de investigación (Kasuga-Osaka, 1987).

También a través de apoyo internacional se fomentó la investigación tecnológica, particularmente debido a que en 1973 se amplió el Programa México/PNUD/FAO y con la visita de expertos en el marco del Programa de Investigación y Desarrollo de las Pesquerías, se llevaron a cabo actividades de pesca experimental y artesanal en aguas continentales, destacando la incorporación de la red agallera de monofilamento (Yamada, 1976); se introdujeron las cimbras tiburoneras en el Golfo de Tehuantepec y palangres para especies de escama en el Golfo de México; también se efectuaron pruebas de pesca de calamar con luces, se realizó pesca experimental con poteras y los técnicos nacionales participaron en la introducción de las almadrabas en los litorales de Veracruz, Tamaulipas y Nayarit a partir de 1971 (Márquez y Macías, 1987; Durán y Cardenas, 1988).

El Programa de Investigación y Desarrollo de las Pesquerías PNUD/FAO, promovido durante ese marco de cooperación internacional, generó valiosas contribuciones sobre todo a partir de 1976 en el campo de los sistemas de pesca. Entre las más notables destacan: la pesca exploratoria de langostilla y adaptaciones de los aparejos (Okonski y Martini, 1978), las contribuciones en equipos de arrastre de media agua (Bucki y Esparza, 1979a), la asesoría en la adaptación de maniobras y diseños de redes para pesca demersal, las prospecciones pesqueras en la plataforma continental de la costa occidental de Baja California (Ehrhardt *et al.*, 1980), el diseño y explotación técnica de buques pesqueros, los cursos en Tecnología de Artes y Métodos de Pesca, la capacitación en evaluación de recursos pesqueros, la divulgación del conocimiento técnico mediante la elaboración de manuales de capacitación y el apoyo y fortalecimiento del sistema de enseñanza en pesca.

Durante el desarrollo del Programa PNUD/FAO, también evolucionó la estructura del Instituto Nacional de la Pesca, de tal forma que en 1977 se estableció la Subdirección de Investigaciones Tecnológicas cuyo objetivo fundamental fue: desarrollar, mediante investigaciones especializadas, una eficiencia tecnológica que permita optimizar las capturas, así como la calidad y la utilización de los productos pesqueros de importancia actual y potencial (Departamento de Pesca, 1977). En esa Subdirección le correspondió a la División de Tecnología de Capturas organizar las actividades referentes a artes, métodos de pesca y unidades pesqueras, así como coordinar las investigaciones y el uso de buques de investigación.

A partir de 1977 se inició el Programa Conjunto de Investigaciones Pesqueras México-Estados Unidos en el Golfo de México (MEXUS-GOLFO) con el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de EUA como contraparte, incluyendo un grupo de trabajo sobre Tecnología pesquera y sensores remotos, lo que motivó el intercambio tecnológico.

En el campo industrial de la pesca, con la importación de tecnologías complejas y caras para los procesos de captura, aparecieron problemas de eficiencia y efectividad de los sistemas que obstaculizaron el desarrollo de diferentes pesquerías (Castro y Castro, 1985) y por lo tanto requirieron atención por parte de la escasa e inexperta comunidad de tecnólogos y técnicos pesqueros.

De 1977 a 1982 las investigaciones del Área de Tecnología de Capturas consistieron en ocho proyectos distribuidos en tres campos básicos:

1. Desarrollo de Pesquerías Artesanales en ambos litorales
2. Pesca Exploratoria de Recursos Demersales y Pelágicos
3. Pesca Experimental con Redes de Arrastre, Palangres, y Poteras.

Tradicionalmente las líneas de investigación en tecnología de capturas se han dividido en dos grandes áreas: la pesca exploratoria y la pesca experimental.

En la primera se realizaron actividades referentes a cruceros de exploración para la detección de concentraciones de recursos pesqueros, aplicación de técnicas para el conocimiento del comportamiento de cardúmenes, la detección de peces y la delimitación de zonas potenciales de pesca. En el caso de la pesca experimental, se agruparon aquellas actividades que tienen que ver con el mejoramiento de equipos de pesca, las pruebas de nuevos diseños de artes de pesca y las innovaciones de maquinaria de cubierta.

En la mayoría de los proyectos de investigación realizados en ese periodo se asoció la pesca exploratoria y la experimental, tal como se acostumbra para aquellas investigaciones que involucran recursos no explotados o subexplotados y nuevos sistemas de captura. Los grupos biológicos a que se enfocaron las investigaciones en el Golfo de México fueron: especies demersales, recursos pelágicos, atún y diversas especies de escama; en el Océano Pacífico los estudios estuvieron encaminados a los sistemas de captura para recursos demersales, langostilla, calamar gigante del Golfo de California y recursos pelágicos.

Las investigaciones también se vieron favorecidas por la incorporación de nuevas embarcaciones dedicadas a ese fin, ya que hasta 1976 el INP contaba con tres buques: el "Alejandro de Humboldt", el "Antonio Alzate" y el "Explorador Sardinero" y en 1982 la flota de investigación ascendió a dieciséis buques distribuidos en tres categorías: unidades grandes, barcos de tamaño medio y embarcaciones menores (Carranza, 1987).

Cabe destacar que en 1978 el Gobierno de Japón donó a México el buque Onjuku con el que pudieron efectuarse cruceros de pesca experimental en el Golfo de México, sobre todo para realizar pruebas con palangre atunero, estudios de oceanografía biológica y lances de pesca de control para capturar especies demersales.

A pesar de que las investigaciones se orientaron fundamentalmente al desarrollo de tecnologías adecuadas a las condiciones económicas, sociales y culturales de nuestro país (Laguarda, 1987), estuvieron muy limitadas en cuanto a periodos de investigación, recursos disponibles para trabajo experimental y construcción de equipos. Sin embargo, el Área tecnológica proporcionó servicios al sector productivo principalmente en cuanto a técnicas, métodos y equipos de pesca óptimos, introducción de nuevas tecnologías y desarrollo de pesquerías.

Cabe señalar que durante este periodo también otras instituciones como la Universidad Autónoma de Nayarit y los CETMar realizaron algunas investigaciones referentes a artes y métodos de pesca (Villaseñor *et al.*, 1982).

También las empresas productoras de materiales de construcción de redes realizaron inves-

tigaciones, aunque los resultados fueron poco difundidos, sirviendo para el desarrollo del propio sistema de producción. Entre las investigaciones más comunes destacan la evaluación de propiedades físico-mecánicas de materiales fibrosos y las relativas a optimizar paños en la construcción de redes camaroneras.

Entre 1982 y 1987 se realizaron trece proyectos de investigación por año, sesenta y cinco cruceros de investigación, ochenta y un informes técnicos y ochenta y cinco dictámenes relativos a la adopción y utilización de sistemas de captura (Carranza-Palacios, 1985; Laguarda, 1986, 1987). En el Anexo I se presentan las investigaciones más importantes realizadas por el personal de Tecnología de Capturas desde 1977.

A pesar de los avances obtenidos, muchos proyectos no tuvieron continuidad durante el periodo en que se llevaron a cabo, lo cual repercutió en los resultados, de tal forma, que fue necesario programar investigaciones concentrando esfuerzos debido al escaso personal del Área de Tecnología de Capturas y a la falta de un seguimiento adecuado; ésto, a pesar de que tanto el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico, así como el Programa Nacional de Pesca y Recursos del Mar, indicaron que la investigación y tecnología constituyen la base fundamental sobre la que se sustenta el sector pesquero y reiteraron la necesidad de realizar prospecciones, evaluación de recursos y desarrollar tecnologías de captura de acuerdo a las condiciones del país y a las características de los recursos.

Con la finalidad de utilizar en forma óptima los recursos económicos destinados a la investigación entre 1987 y 1991, fue necesario concentrar la investigación hacia aspectos prioritarios. De esa forma los tecnólogos participaron en los Programas de Investigación sobre la pesquería de camarón, pelágicos menores, recursos demersales, tiburón, langosta, picudos y moluscos principalmente.

En casos específicos y debido a la importancia de controlar la pesca de fomento, se realizaron prospecciones de diversos recursos, por ejemplo: para evaluar el calamar en la Zona Económica Exclusiva y la factibilidad técnico-económica de desarrollar la pesquería comercial, se realizó un programa de prospección entre 1989 y 1992 (Sánchez *et al.*, INP, 1992). Para recursos como el bacalao negro, merluza y otros demersales, erizo, pepino de mar, caracol y atún, se realizaron prospecciones a borco de embarcaciones comerciales con permiso de pesca de fomento.

Para su promoción en 1992 fueron evaluados diecisiete proyectos de investigación sobre sistemas de captura, entre los que destacaron: los de prospección de calamar y bacalao negro en el Océano Pacífico y Golfo de California, la estandarización del sistema de pesca de arrastre con doble aparejo para camarón y la investigación sobre los recursos demersales incluyendo aquellos de media agua en la región del Pacífico sur mexicano (proyecto realizado en convenio con la Fundación para la Cooperación Pesquera de Ultramar del Japón).

Otros trabajos de investigación se han realizado conjuntamente con el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de los Estados Unidos de América (NMFS), cuyos investigadores han colaborado con los ingenieros nacionales en el marco de los Programas MEXUS-GOLFO y MEXUS-PACÍFICO. Con otras instituciones y organismos de varios países como Japón, Cuba, Corea, Canadá e Islandia, se ha participado en intercambios es-

pecíficos, sobre todo en lo referente a visitas de expertos.

También a partir de 1991 se iniciaron los trabajos de experimentación de redes camaroneras con dispositivos excluidores de tortuga marina (DET), bajo un subprograma que abarca ambos litorales en la zona de operación de la flota comercial y que se denominó "Subprograma Nacional de Evaluación del Impacto Técnico y Económico del Uso de Dispositivos Excluidores (DET)", mismo que tiene gran repercusión para el sector productivo debido a las posibilidades de un embargo al camarón que se exporta a los Estados Unidos de América y para cuyo desarrollo fue necesaria la participación de todo el personal del Área e incluso de otras dependencias y direcciones de la Secretaría de Pesca, técnicos y estudiantes de instituciones de la Secretaría de Educación Pública y otros centros de enseñanza local.

Con la ejecución del subprograma, se demostró la capacidad tecnológica del Área, al organizarse un amplio programa de experimentación que actualmente incorpora aportaciones nacionales para el mejoramiento de los DET adaptados a las redes locales; también se ha impartido capacitación a prácticamente todas las tripulaciones de la flota camaronera del Golfo de México a través de cursos sobre materiales, construcción, instalación y operación de siete diseños de DET.

Actualmente las investigaciones promovidas para 1993 están involucradas en el Programa Nacional de Selectividad de los Sistemas de Captura, de tal forma que los proyectos pretenden atender la problemática local, regional y nacional para dar alternativas que permitan mejorar la eficiencia, efectividad y selectividad de los sistemas en el marco de la pesca responsable (Anexo II).

Líneas de investigación en tecnología de los sistemas de captura

Líneas de investigación

Una pesquería se establece sobre bases comerciales o de subsistencia que tienen una continuidad por lo meros estacional y que además involucra la aplicación de medios de producción en zonas acuáticas amplias sobre uno o varios recursos pesqueros cuya extracción, comercialización, procesamiento, conservación y consumo tienen un valor social elevado. El término se aplica no sólo a la industria pesquera, sino a las actividades organizadas de la pesca ribereña y artesanal.

En cualquier caso, la investigación y desarrollo sobre artes, dispositivos, unidades de pesca, técnicas y métodos de captura, son necesarios para la consolidación y evolución de la pesca hacia actividades más eficientes y rentables, en donde los conocimientos técnicos y tecnológicos dependen también de información sobre disponibilidad y vulnerabilidad de recursos, comportamiento del mismo y factores interactuantes del ambiente que influyen en su conjunto sobre la determinación de las estrategias de pesca, el diseño, innovación y mejoramiento de equipos y unidades de pesca, así como sobre las operaciones de extracción.

Igualmente, la aplicación de equipos y esfuerzos de pesca inadecuados pueden afectar el rendimiento de las unidades, la abundancia del recurso y finalmente la economía de la pesca, de tal forma que la tecnología de los sistemas de captura está en relación estrecha con las demás actividades que forman parte de una pes-

Incidencia de la investigación tecnológica sobre la pesca

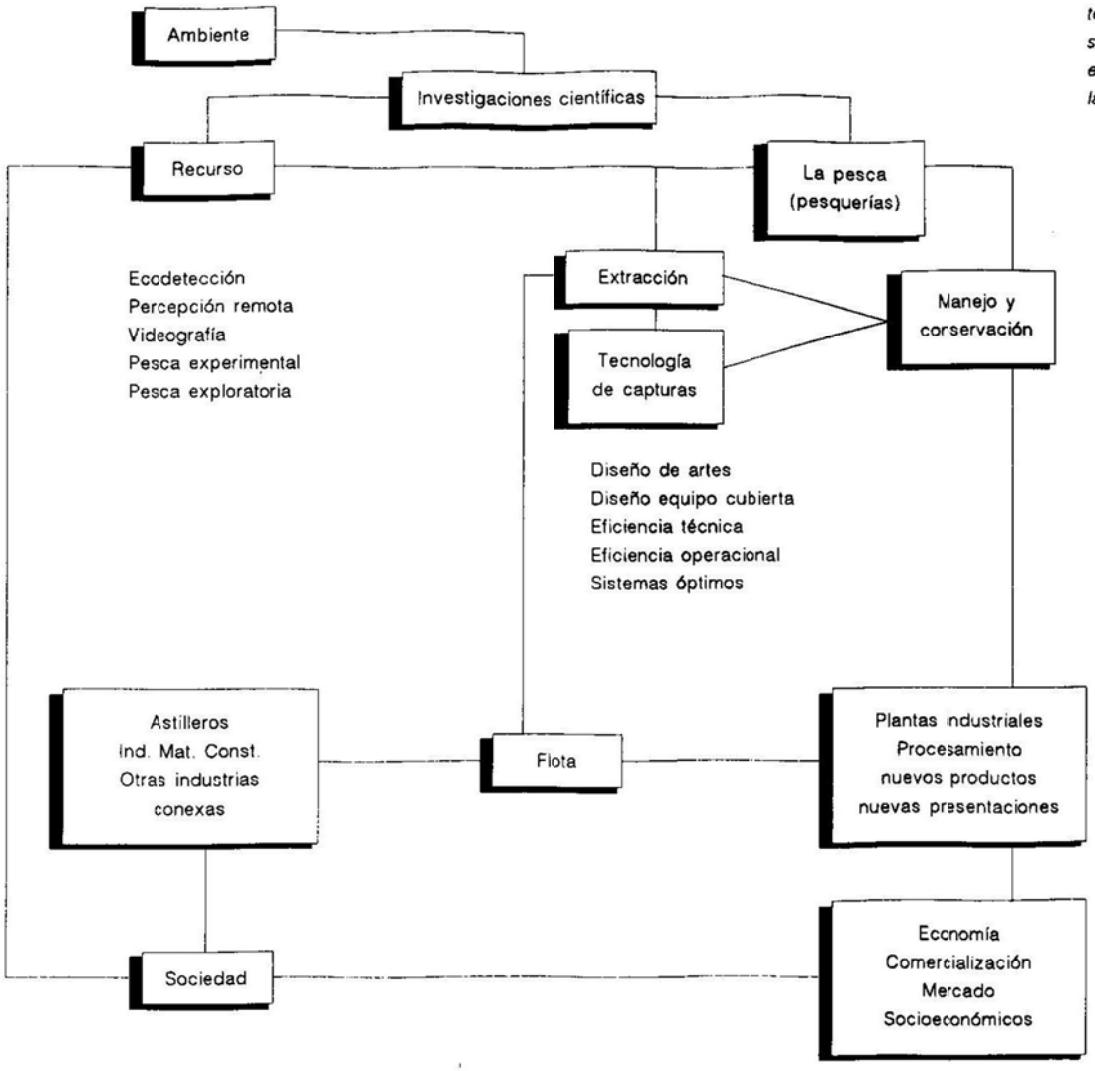


Figura 1

La investigación tecnológica de los sistemas de captura en el contexto de las pesquerías

quería, así como de los componentes ambientales y sociales (Fig. 1).

La tecnología de los sistemas de captura puede definirse como el conjunto de disciplinas encargadas del desarrollo y aplicación de los conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos para la solución de problemas prácticos de la pesca, a fin de hacer más eficientes los procesos y operaciones para la captura, a través de la investigación y el desarrollo. De manera que en la medida en la que se apliquen los conocimientos en forma sucesiva y, dependiendo de los procesos en que intervengan los tecnólogos, así como de las fallas técnicas detectadas y su solución, se darán las ventajas y beneficios derivados a la pesquería comercial, a la población pesquera y a la sociedad.

La tecnología de capturas abarca todos los medios de producción, principios de operación, diseños e innovaciones relacionados con la extracción de especies biológicas (plantas o animales) o elementos biogénicos, cuyo medio de vida total, parcial o temporal sea el agua y que son objeto de interés o utilización por el ser humano (INP, 1977; Grofit y FAO, 1980; Grande-Vidal, 1988; Secretariado Técnico del CTCSSC, 1992a; Secretaría de Pesca 1992).

Ante los retos que plantea la pesca en México: actualización y optimización de medios de producción (desarrollo de embarcaciones, maquinaria, equipos, artes y métodos de pesca), incremento en las inversiones pesqueras, solución a la sobrepesca de algunos recursos, actualización permanente de las regulaciones, actividades en el marco de la pesca responsable, competencia internacional de productos y mercados, entre otros, las investigaciones tecnológicas cobran mayor importancia a fin de aportar alternativas para mejorar el manejo y desarrollo de las pesquerías.

Objetivos de la tecnología de sistemas de captura

Los objetivos gererales de la investigación y desarrollo tecnológico en sistemas de captura son:

- Obtener sistemas de pesca más eficientes y rentables.
- Incrementar la probabilidad de éxito de pesca, respetando los límites biológicos de autorenovación poblacional.
- Diversificar y normalizar los sistemas de captura.
- Extraer recursos objetivo, con la calidad deseada y en volúmenes necesarios.
- Disminuir la captura incidental de especies sujetas a protección especial mediante equipos más selectivos.
- Detectar nuevas áreas de pesca y determinar lo medios adecuados para la extracción de recursos.
- Evaluar las factibilidades técnicas y económicas de la introducción, adaptación o creación de sistemas.

Mediante la consecución de esos fines se pretende también disminuir la dependencia tecnológica del exterior, ya que como en otros campos de la economía nacional, el sector pesquero se ha caracterizado por un crecimiento de tipo endógeno, prevaleciendo la importación de tecnología sobre la innovación.

Tal como lo menciona el Plan de Acción para el Establecimiento del Programa de Selectividad de los Sistemas de Captura (Secretariado Técnico CTCSSC, 1992b): La aplicación de los sistemas de captura se ha basado en tecnologías foráneas, lo cual es especialmente notable en la pesca industrial, mientras que en la pesca artesanal y ribereña muchos sistemas de captura son locales

y han surgido de la práctica pesquera, de modo que las modificaciones de artes y métodos han sido fundamentalmente empíricas. Por otra parte, es notoria la competencia numérica de pescadores libres y equipos de pesca, que buscan a través de la práctica los medios de trabajo más efectivos.

Aunque la aplicación de esos sistemas ha sido en general satisfactoria, se hace necesaria una revisión y actualización de los mismos considerando que deben mejorarse los rendimientos y eficiencia y que es necesario contar con equipos de pesca más selectivos a fin de contrarrestar las medidas restrictivas a las operaciones pesqueras, que bajo el argumento del impacto ambiental desean limitar algunos grupos ecologistas. Asimismo, debido a la necesidad de armonizar la captura de los recursos objetivo con el ambiente, entendiendo por éste no sólo el medio sino también a los otros organismos, destaca el hecho de que la tecnología actual para resolver problemas de selectividad está desarrollada en lugares con pesquerías en donde inciden dos o tres especies (Lizárraga, 1991) y en donde, si bien los resultados con el uso de aditamentos en las redes han sido satisfactorios, no son totalmente aplicables bajo nuestras condiciones de pesca multiespecífica.

Por tales razones, las líneas de investigación (Fig. 2) se han ampliado procurando atender concretamente los problemas tecnológicos sustanciales de la pesca actual:

Diagnosis tecnológica de los sistemas de pesca locales

Este campo, enfocado principalmente a las pesquerías de pequeña escala, involucra las investigaciones sobre caracterización, eficiencia operativa, efectividad de pesca, selectividad y rendimiento pesquero de los diversos sistemas artesanales y de pesca ribereña que se utilizan en México, así como las zonas de pesca, embarcaciones, maquinaria, innovaciones de buques y diseños de equipos más óptimos.

A. Evaluación y optimización de unidades pesqueras: evaluación de comportamiento operativo de los equipos pesqueros optimización de artes, comportamiento mecánico y consumos de combustible, relación entre eficiencia de tracción y gasto de energía, mecanización de embarcaciones, dimensionamiento de flotillas, análisis y selección de prototipos.

B. Pesca experimental a pequeña escala: experimentaciones con palangres, poteras, pesca con luces, redes de enmalle, redes de arrastre, equipos ribereños, actualización de equipos artesanales.

C. Actividades de extensionismo y capacitación: asesoría a empresas pesqueras y cooperativas, capacitación en materia de dispositivos excluidores de tortuga, optimización de redes, mejoramiento de equipos.

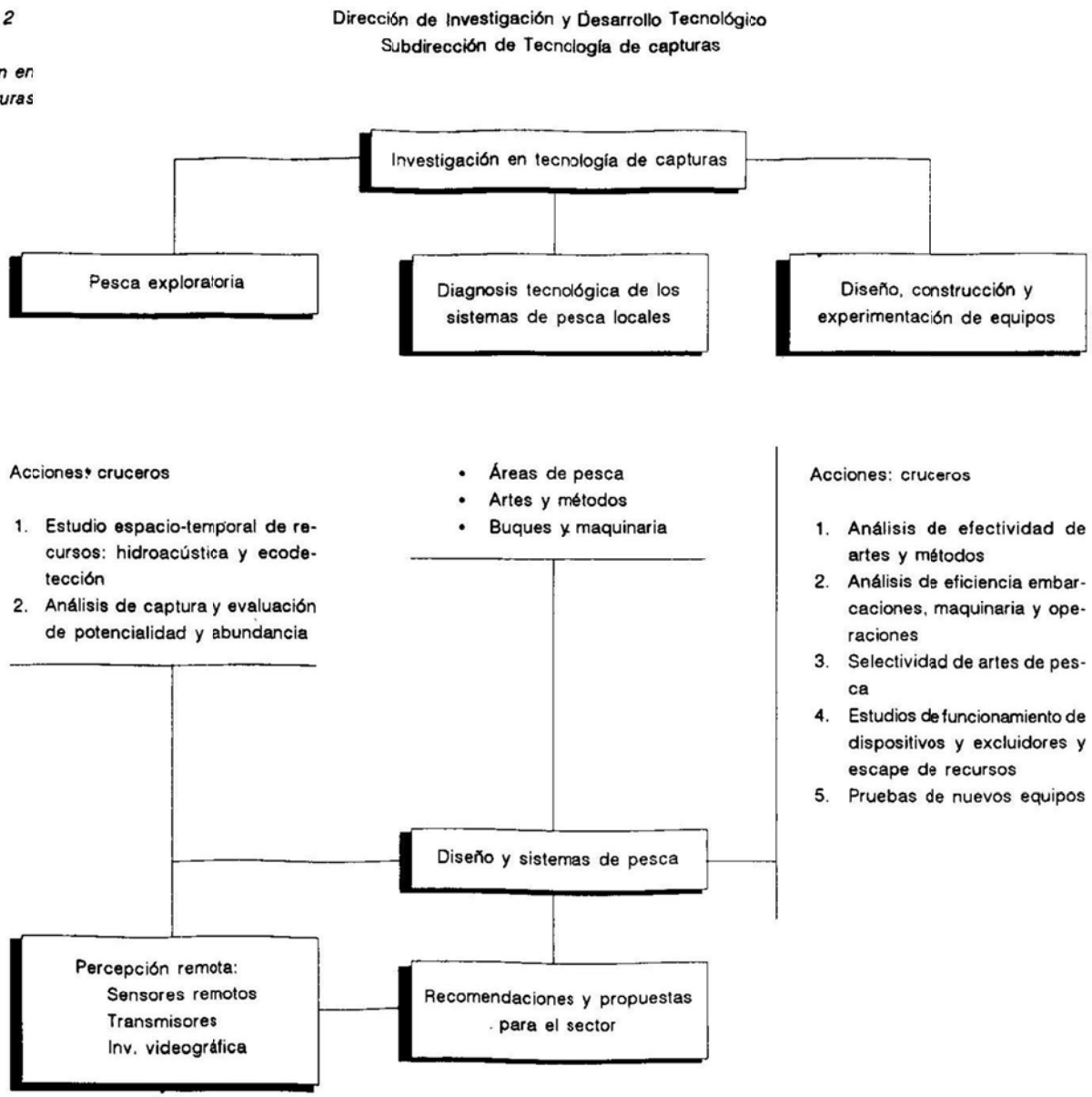
Diseño, construcción y experimentación de equipos (pesca experimental)

Actividades enfocadas a diseñar el mejor equipo y la mejor estrategia de pesca para incrementar la eficiencia de una pesquería en particular.

Para el diseño de las artes de pesca, sobre todo de las de arrastre y cerco, hay que tomar en consideración muchos factores (de la Cueva, 1987): ya sea que se quiera diseñar un nuevo equipo pesquero en función a la experiencia o bien que se deseen hacer adaptaciones a un equipo ya

Figura 2

Líneas de investigación en Tecnología de capturas



existente para mejorar su eficiencia y efectividad; de ahí que para el diseño sea necesario apoyarse en los resultados de una diagnosis pesquera, sobre todo cuando se ha demostrado que las artes deben ser modificadas.

Los procedimientos para el diseño de nuevos equipos comúnmente son dos:

A. Partiendo del conocimiento del comportamiento, disponibilidad y abundancia del recurso, de las posibles zonas de pesca y de las características de la embarcación a utilizar, se puede diseñar un equipo, determinando sus especificaciones para cubrir los requerimientos técnicos. Posteriormente, a través de cálculos de los componentes, resistencia al avance, hundimiento, flotabilidad, comportamiento hidrodinámico, resistencia a agentes ambientales y distribución de fuerzas, principalmente, se establecen las características de construcción del equipo teóricamente adecuado.

   El equipo seleccionado se construye y se pueden hacer pruebas en túneles a escala reducida y posteriormente llevar a cabo pruebas a escala natural para comparar el rendimiento con otras redes ya experimentadas, así como analizar el comportamiento de los recursos ante el nuevo equipo.

B. Partiendo de una red ya conocida, se puede modificar la estructura de la misma de acuerdo a las circunstancias tecnológicas que motivaron el mejoramiento operativo. En este caso el diseño involucra:

   - Criterios técnicos y fundamentos de diseño.
   - Información gráfica y documental sobre el comportamiento de los recursos. Resultados de experimentación.
   - Perfil tecnológico del diseño: condiciones y beneficios de mejora.
   - Programa de diseño y construcción.
   - Evaluación de costo/beneficio de las modificaciones.
   - Modificaciones.
   - Evaluación técnica del diseño.

Pesca exploratoria

Se agrupan en este campo una serie de actividades de investigación que mediante evaluación de los recursos pesqueros por medics tecnológicos, como el uso de equipos hidroacústicos, ecodetección y lances de pesca de contrcl, permiten determinar abundancias y potencialidades en zonas anteriormente no explotadas, o b en efectuar un monitoreo general sobre las condiciones de pesca y poblaciones de recursos sujetos a explotación. Por estas características es recomendable que la pesca exploratoria sea efectuada por grupos de trabajo multidisciplinarios.

A. Pesca exploratoria operativa: exploración utilizando embarcaciones de investigación para localizar concentraciones de recursos comerciales por ecodetección y lances de control, así como la transmisión de esa información a la flota pesquera.

B. Investigaciones de prospección: enfocadas a obtener estimaciones de las tasas de captura en un área determinada, la efectividad y poder de pesca de los equipos de captura autorizados para una embarcación específica y un periodo establecido por la autoridad pesquera.

   Las investigaciones enmarcadas en este campo pueden también catalogarse administrativamente como "Pesca de Fomento", estrategia prevista en el Plan Nacional de Desarrollo

de la Pesca y sus Recursos y la Ley Federal de Pesca para fomentar el desarrollo de las pesquerías de recursos y zonas no suficientemente explotadas, a través de la investigación que permita conocer su potencial, seleccionar las tecnologías más adecuadas, buscando asimismo la fórmula óptima para su transferencia en beneficio de la pesca nacional.

C. Investigación sobre recursos no explotados: están diseñadas para proveer información sobre las especies disponibles para una pesquería y las primeras estimaciones de su abundancia, distribución y el tamaño del rendimiento potencial anual. Si se realiza en embarcación comercial bajo el esquema de pesca de fomento, adquiere las características de pesca de prospección.

D. Monitoreo de recursos sujetos a explotación: estas investigaciones permiten conocer los cambios interanuales en relación con la abundancia y distribución de las poblaciones sujetas a pesca comercial que, debido a la intensidad de extracción, pueden ser desplazadas a zonas en que se requiere operar embarcaciones con modificaciones en su maniobra; como estas actividades involucran conocimientos sobre biología pesquera y dinámica de poblaciones, se llevan al cabo en forma conjunta con las unidades científicas, áreas de análisis de poblaciones e instituciones universitarias.

Percepción remota

Esta tecnología no se ha utilizado en forma generalizada. Consiste en el uso de diversos medios de percepción remota como sensores e imágenes de satélite, transmisores de ondas de radio para seguimiento de organismos marcados, así como investigación por videograbación (cámaras de televisión submarinas) para apoyar las investigaciones sobre los recursos naturales.

Interrelación de la tecnología de los sistemas de captura con otras disciplinas

Las líneas de investigación de cualquier servicio o unidad nacional tecnológica con énfasis en el desarrollo de pesquerías están íntimamente relacionadas, de tal forma que muchas veces no se sabe en dónde empieza y termina una y otra, ya que por lo regular en los proyectos de investigación se contemplan actividades de varios campos.

Se interrelaciona con otras disciplinas como: industria textil, ingeniería y arquitectura naval, mecánica y de refrigeración, hidrografía, biología pesquera, meteorología, tecnología de procesamiento, economía pesquera, mercado, comercialización y sociedad.

En este contexto la finalidad de una Unidad de Investigación en Tecnologías de Captura es contribuir mediante la realización de investigaciones tecnológicas a diversificar y optimizar las técnicas, métodos, artes, estrategias y sistemas de pesca.

Equipos y métodos de pesca artesanal y ribereña

Pesca artesanal y ribereña

Las pesquerías artesanales son aquellas que debido a la característica elemental de la unidad de pesca (embarcaciones menores) se fundamentan en la utilización de equipos de fabricación rudimentaria, confeccionados con materiales natura-

les o sintéticos y operados comúnmente por la fuerza de trabajo del pescador o con apoyo de algún mecanismo sencillo; el producto por lo general es transportado fresco y comercializado rápidamente. Debido a que estas pesquerías tienen un campo de acción amplio en el litoral, pero limitado en la fracción marina, guardan estrecha relación con las pesquerías ribereñas, diferenciándose exclusivamente en cuanto al criterio de su clasificación y a que la pesca ribereña puede estar tecnificada en mayor o menor grado.

La pesca ribereña se conoce como aquel conjunto de actividades de captura efectuadas desde tierra o a bordo de embarcaciones menores (de 6.7 a 10.0 m de eslora y 0.5 a 4 t de capacidad), y que se desarrolla en esteros, bahías, ríos, lagunas y en áreas no muy alejadas del litoral.

En México es común encontrar la combinación de ambos tipos de pesca, por lo que se podría denominar "pesca ribereña artesanal". Históricamente, en nuestro país se ha practicado la pesca artesanal desde la época prehispánica, cuando ya era actividad de gran importancia económica entre diversos grupos autóctonos, como: seris, mayos y yaquis (Sonora y Sinaloa), purépechas y nahuas (Michoacán) y huaves (Oaxaca), los cuales, para lograr la captura de las especies acuáticas, pescaban manualmente atrapando los peces con las manos al quedar éstos varados durante la baja mar, utilizaban redes de materiales fibrosos naturales, arpones, ganchos, anzuelos de hueso, piedra o materiales vegetales. También construían embarcaciones de madera y utilizaban remos o velas como medio de locomoción (Rodríguez *et al.*, 1986).

Actualmente, la mayoría de los grupos étnicos que se dedican a la pesca, se encuentran agrupados en Sociedades Cooperativas, utilizan materiales sintéticos en la construcción de sus equipos y sus embarcaciones son de fibra de vidrio, con motores fuera de borda como medio de propulsión (Rodríguez *et al.*, 1986).

La cantidad de personas dedicadas a la pesca ribereña es cada vez mayor. En la década pasada (1981-1990), el número de embarcaciones menores en el país experimentó un notable incremento, de 32 510 en 1981 a 71 406 en 1990, un promedio de 4 347 embarcaciones menores por año (13.37% anual), lo que indica la importancia de esta actividad en la economía nacional y el incremento en el esfuerzo pesquero, ya que las artes de pesca también se han incrementado en proporciones similares. En 1981, por ejemplo, estaban registradas 41 917 redes de enmalle y para 1988 su número se había incrementado hasta 91 474, lo que equivale a un crecimiento del 16.89% anual (Sría. de Pesca, 1981 a 1990).

Unidades de pesca

Las innovaciones desarrolladas tendientes a mejorar la operatividad y eficiencia de las embarcaciones utilizadas en la pesca ribereña (6 a 10 m de eslora), han ocurrido atendiendo diferentes aspectos, tales como materiales de construcción, forma y estructura, adaptación de equipos mecánicos e instalación de equipos electrónicos auxiliares para las operaciones de pesca (radios y videosonda).

El material tradicional para la construcción de embarcaciones era la madera, lo que las hacía muy pesadas y difíciles de maniobrar. Sin embargo, con el advenimiento de los plásticos y en especial la resina poliester y la fibra de vidrio en la década de los cincuenta, fue posible construir embarcaciones resistentes, ligeras e hidrodi-

námicas. Actualmente es raro que se construyan embarcaciones exclusivamente de madera (Castro, 1979).

Por lo que respecta al diseño de nuevos prototipos de embarcaciones, se han realizado diversos trabajos que presentan alternativas. Tal es el caso de la investigación conjunta FAO-INP, en la que se diseñó y probó la embarcación denominada "el Rápido", con la finalidad de obtener una embarcación pequeña con mayor autonomía, mecanizada y que fuera capaz de operar eficientemente con métodos y equipos de pesca perfeccionados, en las diversas condiciones que caracterizan los litorales del país, particularmente en la plataforma yucateca.

Los resultados obtenidos en las pruebas de pesca exploratoria, utilizando palangres y redes agalleras, fueron satisfactorios. Los palangres operados en la embarcación resultaron más eficientes, ya que los 115 kg/día obtenidos superan los valores promedio de 32 kg/día que obtienen los sistemas de pesca tradicionales (Saenz *et al.*, 1985, Saenz, 1992).

También varias empresas han realizado innovaciones y experimentos con unidades bajo diferentes condiciones. La empresa Técnica MGG, S.A. de C.V., realizó una serie de pruebas con las lanchas IMEMSA W-25 de 7.62 m y W-22 de 6.71 m de eslora construidas en fibra de vidrio, así como con motores fuera de borda para conocer sus características operativas. Los resultados en las pruebas de velocidad indicaron que la W-25 con un motor YAMAHA E-48-C, usando una hélice de paso pequeño fue más eficiente. Las pruebas de consumo de combustible mostraron que el motor YANMAR D-36 presenta un menor consumo de combustible cuando se utiliza en una embarcación con carga; sin embargo, el E-48-C presenta menor vibración a cualquier velocidad. Se determinó que estas embarcaciones pueden transportar un máximo de siete personas (Técnica MGG, 1990).

Con respecto a la mecanización de embarcaciones, la Secretaría de Pesca ha propuesto la utilización de algunos equipos mecánicos y eléctricos, tales como cobralíneas hidráulico, cobrarredes hidráulico y ecosonda gráfica portátil (SEPESCA, 1985) para que las embarcaciones menores cuenten con los elementos indispensables para asegurar la vida humana en el mar y para mejorar la eficiencia de trabajo.

Basurto *et al.* (1992) modificaron equipo tecnológico para embarcaciones menores, incorporando un cobralíneas manual (bicicleta) y un palangre de fondo escamero, un palangre vertical (rosario) con cuatro anzuelos y una cala. En términos generales, las modificaciones realizadas tanto al equipo como a las artes de pesca fueron satisfactorias para las condiciones de operación en el Mar Caribe mexicano.

Clasificación de los equipos de pesca ribereña y de equipos rudimentarios

Redes de arrastre y afines

1. Chinchorros playeros
2. Redes de arrastre para embarcaciones menores (Changos)
3. Atarrayas
   - De vuelo (atómicas y de bolsa)
   - Suriperas

Redes de enmalle

1. De fondo
   - Fijas
   - A la deriva
2. De superficie
   - Fijas
   - A la deriva

3. Usadas al cerco
4. Trasmallos

Artes de línea y anzuelos

1. Líneas de mano
   - Con un anzuelo
   - Rosarios
   - Balancines
2. Palangres y cimbras
3. Curricanes
4. Poteras

Trampas

1. Nasas
2. Tapos
3. Copos
4. Almadrabas
5. Cangrejeras

Otros

1. Arpones, fisgas y tridentes
2. Ganchos

Descripción de sistemas, investigación y desarrollo tecnológico

Chinchorro playero

Es un equipo de pesca que consiste en una pared de paño cuyo propósito es cercar al cardumen entre el arte y la playa. Su construcción y tamaño varían de acuerdo a la experiencia, zona de operación y posibilidades económicas del pescador (Rivera *et al.*, 1988). Sin embargo, en general, se conforma de relingas (de flotación y lastre), copo o bolso y alas, en cuyos extremos van unos troncos llamados calones, de donde salen los cabos para jalar la red y permiten que la pared de paño se mantenga extendida en forma casi vertical. Su longitud más común varía entre los 200 y 300 m de relinga superior (Tabla 1).

Para ser operativa, la relinga de lastre debe tener el peso suficiente para que le permita mantenerse en contacto permanente con el fondo, y la altura de la pared de paño debe cubrir la columna de agua, evitando de esta manera el escape de las especies encerradas (Villaseñor *et al.*, 1982; García *et al.*, 1992).

Para la operación del equipo se requiere una embarcación, impulsada con motor o a remos, en la cual se estiba la red. Para el lance de pesca se deja un cabo en tierra o se lanza un pescador al agua llevando el cabo a la playa en donde lo esperan sus compañeros para jalar la red mientras en la embarcación se realiza el calado en forma de semicírculo. Al término de esto, la panga se aproxima a la orilla y entrega el cabo del otro extremo al grupo de pescadores, quienes inician la maniobra de cobrado del equipo, requiriéndose de 6 a 10 pescadores en esta operación (Fig. 3). Se pueden operar en playas, bahías y esteros con fondos planos arenosos o arenolodosos limpios, capturando en general especies de escama e incluso cazones en ciertas épocas del año.

Redes de arrastre para embarcaciones menores (changos)

Son semejantes a los equipos utilizados por los barcos camaroneros de altura, aunque de menor tamaño. El tipo de embarcaciones utilizadas para su operación es de fibra de vidrio con eslora de 7 m y motor fuera de borda de 65-75 HP. Operan en áreas que no presentan corrientes fuertes y con fondos no muy fangosos, evitando que el equipo se deforme, se atasque o presente una resistencia excesiva al arrastre, (Polanco *et al.*, 1987).

En su aparejamiento se utilizan flotadores de plástico o cloruro de polivinilo (PVC) y plomos como lastre (Polanco *et al.*, 1987). En la tabla 2 se

Tabla 1

Características técnicas de chinchorros playeros utilizados en la pesca ribereña

Zona Pacífico Norte

Especies escama

Rango en long. (m)	Pieza	No. pzas.	Sección A Mallas Bs	A Mallas Bi	A Caída	B Mallas Bs	B Mallas Bi	B Caída	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	%	Flot. unit. (grf)	Peso (grs)	Zona de pesca
Hasta 250	Alas	4	1 868	1 868	50	120	120	75	75.5	PA mono y trenzado	0.55 30				Playas, bahías. Fondos planos y limpios
	Antebolso	2	190 (115)	50	70				70.0	PA trenzado	30				
	Bolso	2	69	69	80				70.0	PA torsionad	2				
	Relinga									PP	11				
	Encabalgado											32			
	Flotadores									PLT			63		
	Lastre									Pb				66	

Zona Pacífico Centro Sur

Especies: Jurel (Caranx sp.), Cocinero (Caranx sp.), Barrilete (Katsuwonus pelamis), Sierra (Scomberomorus sierra)

Rango en long. (m)	Pieza	No. pzas.	Sección A Mallas Bs	A Mallas Bi	A Caída	B Mallas Bs	B Mallas Bi	B Caída	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	%	Flot. unit. (grf)	Peso (grs)	Zona de pesca
250-500	Alas	2	3 501	3 501	50				102	PA multi					
	Antebolso	2	170	75	50				50	PA multi					
	Bolso	2	69	69	80				44	PA multi					
	Relinga									PP	11				
	Encabalgado											44			
	Lastre														

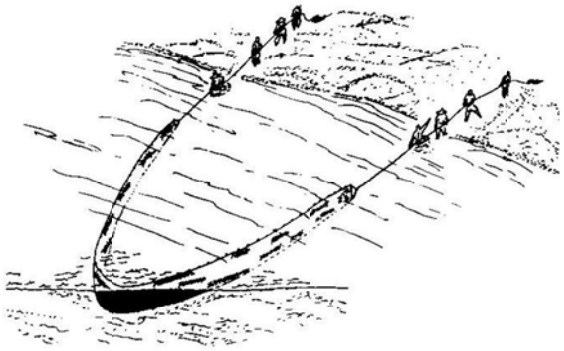


Figura 3

Operación de chinchorro playero

describen los materiales más usuales empleados en la construcción de estos equipos. La elección de los materiales depende en gran medida de la experiencia del pescador.

Para operar este tipo de redes se coloca un palo de mangle transversal a la línea proa-popa de la embarcación y a la mitad de su eslora, sobresaliendo aproximadamente un metro de ambas bordas (haciendo la función de los tangones) a cuyos extremos se afirman los cabos que irán unidos a las puertas de arrastre (Fig. 4). Al iniciar el lance, se largan las puertas de arrastre, que jalan la red y el cabo. Cuando toda la red se encuentra en el agua se inicia el arrastre por un tiempo aproximado de tres horas.

La principal especie capturada es el camarón, aunque también se atrapan otras especies asociadas presentes en la zona (Rivera *et al.*, 1988).

Se han realizado algunos trabajos de tipo descriptivo (Villaseñor *et al.*, 1982; Rivera *et al.*, 1988), así como otros para conocer la eficiencia y selectividad del arte (Gallo, 1992), encontrándose que una red de arrastre, con tamaño de malla en el copo de 31.75 mm, capturó camarones desde

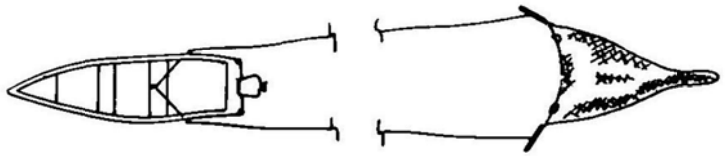
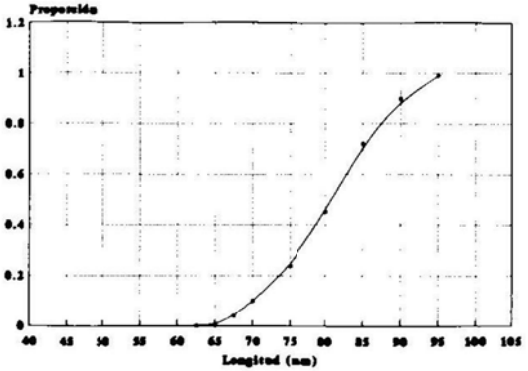


Figura 4

Operación de red de arrastre para pesca ribereña

Figura 5
Curva de selección de camarón capturado por la red de arrastre



65 hasta 255 mm, y la longitud de selección fue de 82 mm (Fig. 5 y 6).

Atarrayas

Son artes de pesca muy utilizados debido a la facilidad de construcción y operación, para la cual se emplean embarcaciones pequeñas (pangas), desde donde la red es lanzada, adoptando la forma de un círculo durante su caída; también se puede arrojar desde tierra. Su forma es cónica y puede estar formada de un sólo paño, adoptan-

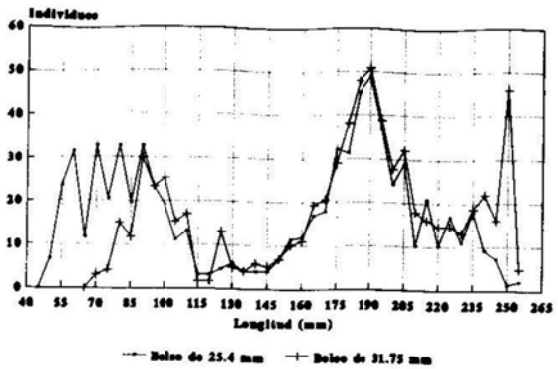
Tabla 2
Características técnicas de redes de arrastre (changos)

Zona Pacífico Norte
Especie: camarón

Pieza	No. pzas.	Sección A Mallas Bs	A Mallas Bi	A Caída	B Mallas Bs	B Mallas Bi	B Caída	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	Lrs	Lri	%	Largo (m)	Ancho (m)	Área	Zona de pesca
Tapa sup.	1	350	50	200				50.8	PA mono	0.4							Bahías
Tapa inf.	1	350	50	200				50.8	PA mono	0.4							
Cuchillas	4	120	60	60				50.8	PA mono	0.4							
Alas	4	60	60	60	60	0	120	50.8	PA mono	0.4							
Antebolso		50	50	60				50.8	PA mono	0.4							
Bolso		120	120	50				39.6	PA multi	0.86							
Relinga			•						PE	8	15.6	19.66					
Encabalgado																	
Puertas														1.01	0.58	0.58	

Pieza	No. pzas.	Sección A Mallas Bs	A Mallas Bi	A Caída	B Mallas Bs	B Mallas Bi	B Caída	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	Lrs	Lri	%	Largo (m)	Ancho (m)	Área	Zona de pesca
Tapa sup.	1	180 (80)	80	64				64	PA	6.0							Bocas,
Tapa inf.	1	180 (78)	100	200				64	PA	6.0							mar,
Cuchillas	4	51	51	64				64	PA	6.0							bahías
Alas		51	51	51	51	1	100	64	PA	6.0							
Antebolso																	
Bolso		180	180	100				64	PA	1.8							
Relinga								-	PP	6.0	15.3	17					
Encabalgado													50				
Puertas														1.11	0.7	0.77	

Figura 6
Frecuencia de tallas de captura de camarón



FUENTE: Gallo, 1992.

do la forma mediante aumentos sistemáticos. También puede ser de varios paños de diferente dimensión, en cuyo caso el tamaño es aumentado a medida que se separan del centro. Estos paños en su borde inferior forman una bolsa, donde quedan atrapados los organismos capturados. Lleva una piola en su parte central, que sirve para asegurarla al brazo del pescador y una relinga en su borde inferior, la cual lleva aparejado el lastre (Gallo, 1992; Polanco *et al.*, 1987). Los materiales utilizados en su construcción se detallan en la tabla 3.

Rivera *et al.* (1988) menciona la existencia de dos tipos de atarrayas en el estado de Sinaloa: de bolsa y atómica.

- Atarraya atómica: presenta tirantes, la diferencia consiste en que éstos se extienden desde la relinga hasta el cabo de largado, formando una bolsa mucho más segura (Fig. 7).
- Atarraya de bolsa: la bolsa se forma mediante unos tirantes que van desde la relinga hasta unas 20-30 mallas del vuelo de la red (Fig. 8).

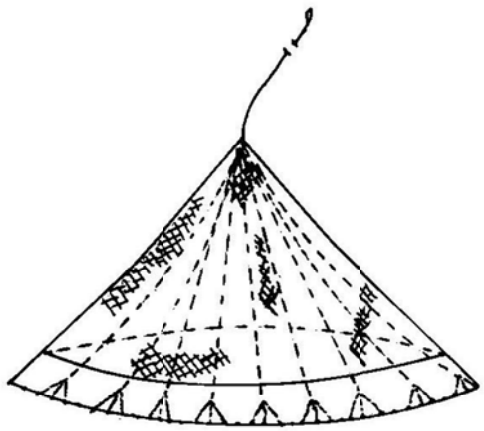


Figura 7

Atarraya atómica

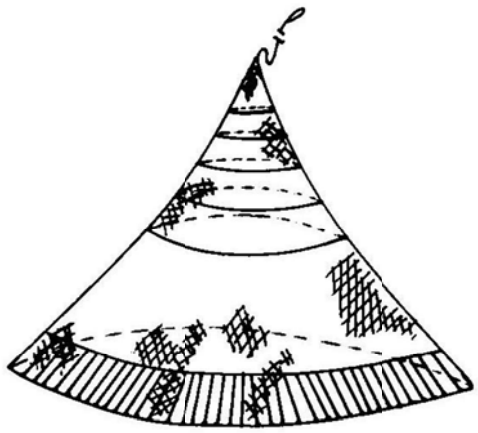


Figura 8

Atarraya de bolsa

Tabla 3

Características técnicas de atarrayas utilizadas en la pesca ribereña

Zona Pacífico Norte

Características	Especies			
	Camarón		Escama	
Tipo	Atómica	Bolsa	Atómica	Bolsa
Altura (m)	3.22	2.6-7.1		6
Luz de malla (mm)	20	24-35		50
Material				
Cuerpo	PA multi	PA mono		PA mono
	0	0.27		0.5
Vuelo	PA multi	PA multi		PA mono
	1	0-0.69		1-5
		PA mono		
		0.27		
Relinga				
Long. (m)	18	14-34.8		32
mat.	PA trenzado	PA trenzado		PA
	8	3-4		3
Encabalgado (%)	22	6-28.9		29
Tirantes	PA 1.0	PE 1-8		PE 1
Zona de pesca	Esteros	esteros		Esteros
	Marismas	Marismas		Marismas

Su uso es común en esteros, bahías y marismas, en profundidades no mayores a 3 m, aunque se ha ido extendiendo a zonas no muy alejadas de la costa, para lo cual el pescador se desplaza en embarcaciones con motor fuera de borda, obteniendo de esta forma mejores capturas. La principal especie capturada es el camarón de estero, aunque en algunas regiones utilizan atarrayas para la captura de escama (Rivera *et al.*, 1988; Villaseñor *et al.*, Villaseñor y Sarmiento, 1988).

En cuanto a su eficiencia y selectividad, Gallo (1992) determinó que dos atarrayas con un tamaño de malla de 19 y 31.75 mm, capturaban camarones desde 20 hasta 210 mm, y para la de mayor tamaño de malla se estimó una longitud de selección de 74 mm. Por su parte Pérez *et al.* (1992), en un trabajo realizado en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca, encontraron que con atarrayas con tamaño de malla de 18 mm se obtenía una longitud de selección de 65 mm, mientras que en atarrayas con malla de 20 mm la longitud de selección fue de 71 mm (Fig. 9 y 10). Con atarrayas de malla de 21 mm presentaron una longitud de selección de 57 mm; en cambio, para la atarraya con abertura de malla de 22 mm la longitud de selección fue de 69 mm. La atarraya con tamaño de malla de 23 mm presentó una longitud de selección de 79.5 mm y la de 25 mm obtuvo organismos con una longitud de selección de 78 mm. Las eficiencias de captura registradas variaron de 9 kg/día para la atarraya de 21 mm, hasta de 75 kg/día para la atarraya de 25 mm.

Figura 9

Frecuencia de tallas de camarón obtenidos con atarraya de 20 mm de tamaño de malla

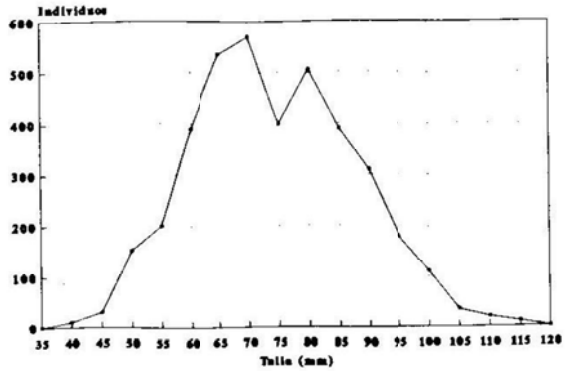
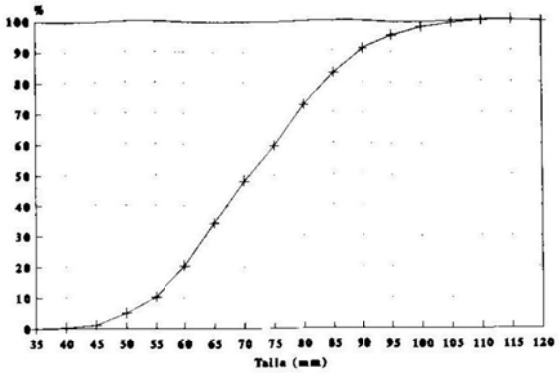


Figura 10
Curva de selección de tallas de una atarraya



FUENTE: Pérez *et al.*, 1992.

Para atarrayas que pescan escama, Villaseñor y Sarmiento (1988) aplicaron diferentes métodos de selectividad (Paloheimo y Cadima, 1964; Pope, 1975; Hoydal *et al.*, 1980 y 1982) comparando las tallas de lisas (*Mugil curema*) capturadas con artes de diferente tamaño de malla en los sistemas estuarinos de Nayarit. Determinaron que las tallas al 50% fluctúan entre 207 y 248 mm, utilizando artes desde 25.5 hasta 70 mm, por lo que son afectados los organismos jóvenes en edad de primera madurez. El trabajo permitió recomendar vedas para un periodo de por lo menos cuatro meses.

Atarraya suripera (Fig. 11)

Conocida también como churupa o dragona, su origen se atribuye a los pescadores de Topolobampo Son., utilizándose en Sinaloa a partir del año de 1980. Ha llegado incluso a desplazar a las atarrayas y redes de enmalle dedicadas a la captura de camarón (Rivera *et al.*, 1988). Este arte es operado al arrastre, aprovechando la fuerza del viento, generalmente con la embarcación en posición perpendicular, para lo cual se utilizan unas varas a popa y proa que actúan como tangones, de donde parten los tirantes hasta las puntas de la relinga, las cuales aseguran la abertura de trabajo de la red (Fig. 12). También se ha adaptado el uso de motores fuera de borda, lo cual permite aumentar la velocidad de barrido y eficiencia del arte (Gallo, 1992), mejorando las capturas que obtienen las redes de enmalle (Fig. 13) al cubrir la columna de agua, a pesar de que su diseño original es para trabajar en superficie. Se emplea en bahías, esteros o marismas con fondos suaves; la especie que captura es el camarón, siendo un arte sumamente selectivo.

Su forma es muy singular, apartándose de las líneas de evolución tradicionales en los equipos de pesca, derivándose al parecer de las atarrayas tradicionales (Polanco *et al.*, 1987; Rivera *et al.*, 1988). Está compuesta de seis partes: relinga, falda o pantalla, copos, bolsos, jareta de cierre de los bolsos y piolas de arrastre, que incluso han sufrido algunas modificaciones realizadas por ingenieros pesqueros con el fin de mejorar su eficiencia. Un caso concreto, es por ejemplo, la red Asuro (Barriga y Enciso, 1988). La tabla 4 presenta los materiales utilizados en su construcción.

Rivera *et al.* (1987) menciona que los equipos presentan variaciones en cuanto a su construcción, siendo las principales:

- Red con corte AB (Todas barras)
- Red con corte cuadrado (normal)
- Red con corte combinado (AB-N)

Además, pueden construirse con uno, dos, tres, cuatro e incluso hasta diez bolsos, empleándose

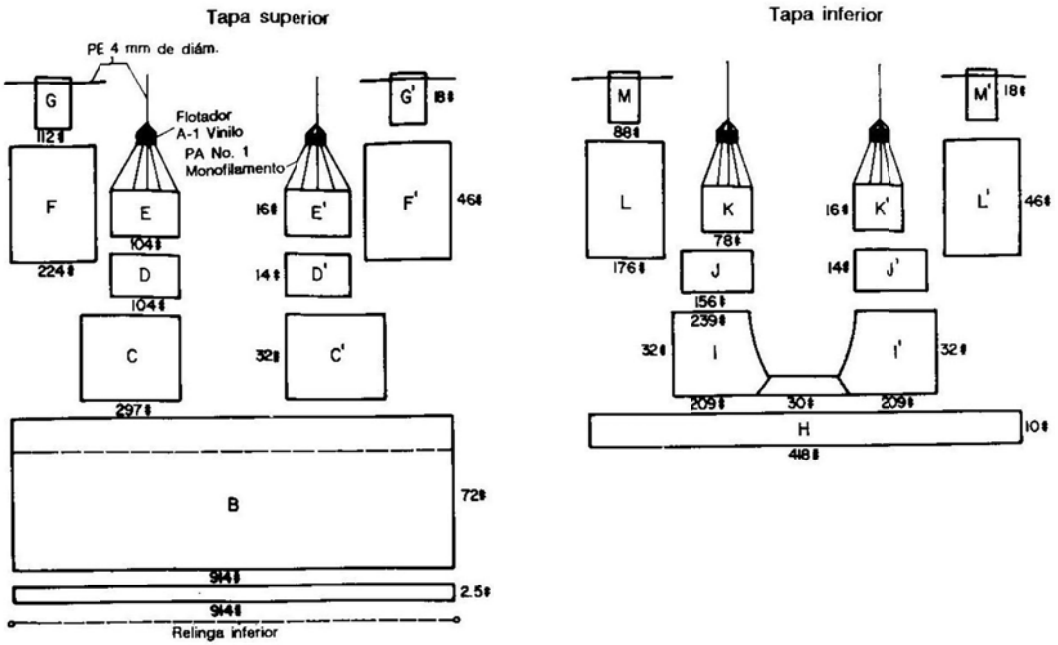


Figura 11

Plano de red diseño Asuro

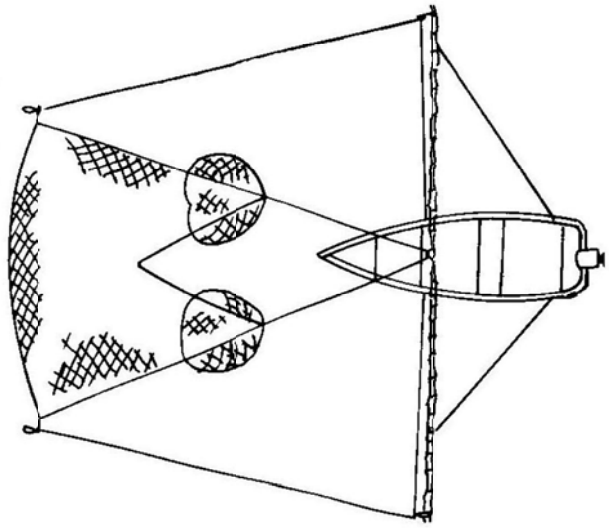


Figura 12

Operación de una red suripera

normalmente redes con tres bolsos (Polanco *et al.*, 1987).

Gallo (1992) determinó que una suripera con tamaño de malla de 31.75 mm y una atarraya de 19 mm de malla capturan en un rango de tallas de camarón entre 20 y 210 mm y, comparándolas, la suripera presentó una longitud de selección de 77 mm (Fig. 14 y 15). Para estos equipos encontró que al ser utilizados por embarcaciones con motor fuera de borda a 0.6 m/s se barren 360 m²/min.

Redes de enmalle

Se forma únicamente por una pieza de paño rectangular y dos relingas: la de flotación y hundimiento, aunque ocasionalmente puede llevar

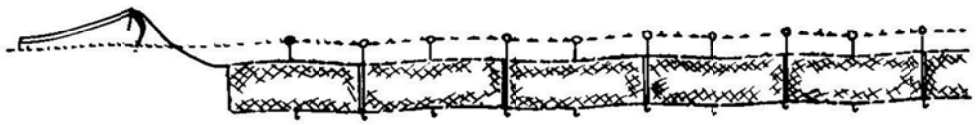


Figura 13

Red de enmalle de superficie

Tabla 4
Características técnicas de atarrayas suriperas utilizadas en la pesca ribereña

Zona Pacífico Norte
Especie: Camarón

Constitución	Corte AB	Combinada*	Cuadradas
Altura (m)	5	2.7	7.0
Luz de malla (mm)	27	27	27
Material			
Cuerpo	PA mono 0.27	PA mono 0.27	PA mono 0.25
Bolso	PA mono 0.25	PA mono 0.25	PA mono 0.25
No. bolsos	2	3	2
Relinga			
Material	PA tratado 5	PA tratado 5	PA 5.0
long. (m)	15	16.70	17.10
Encabalgado(%)	13	30	30
Zona de pesca	Bahías	Bahías	Bahías

* Corte AB con pzas. cuadradas.

relingas laterales de refuerzo (Fig. 16). El principio de operación de estos equipos es el de atrapar a los organismos por los opérculos, en la sección más ancha de su cuerpo o enredándolos de sus partes salientes (tales como aletas y espinas). Una característica determinante de los materiales de construcción para una alta eficiencia del equipo es su resistencia e invisibilidad ante las especies a capturar (es común el uso de poliamida mono y multifilamento).

Figura 14
Frecuencia de tallas de captura de camarón con red suripera

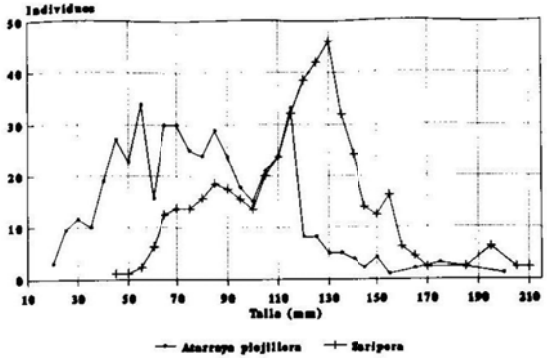
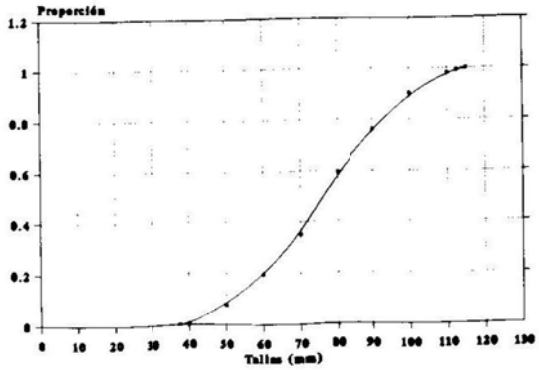


Figura 15
Curva de selección de tallas de camarón en una red suripera



FUENTE: Gallo, 1992.

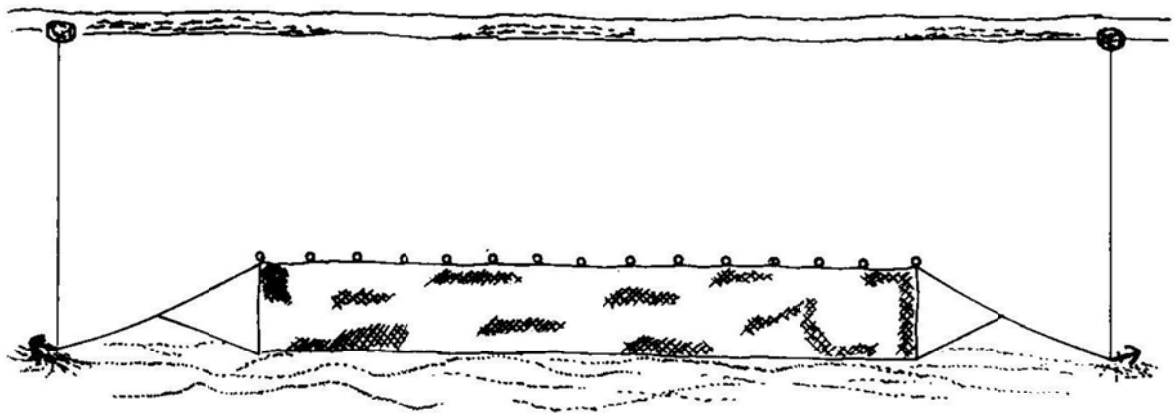


Figura 16

Red de enmalle de fondo

Sus dimensiones y características varían de acuerdo a la profundidad de trabajo (superficie, media agua o fondo), especie a capturar, así como a la experiencia (Fig. 16). Los materiales utilizados en su construcción se muestran en las tablas 5, 6, y 7 (Severino y Oviedo, 1992; Saenz *et al.*, 1987).

Los materiales más utilizados como flotadores son el poliuretano (PU) y el plástico para equipos del Pacífico; en el Golfo de México el más común es el poliuretano. Las zonas donde trabajan estas redes son esteros, sistemas lagunarios, bahías, presas, mar abierto y en diferentes tipos de fondos, presentando la ventaja de poderse usar sobre fondos rocosos, donde no pueden operar las redes de arrastre o atarrayas. Los grupos biológicos más capturados son gérridos, sciánidos, lutjánidos, carángidos, scómbridos, serranidos y pomadásidos en el Pacífico. (Fig. 17).

Gallo (1992) determinó la frecuencia de tallas de captura en una red de enmalle, encontrando un rango de 20 a 215 mm en las tallas de camarón. Pérez *et al.* (1992) encontraron que las tallas de selección de ejemplares de camarón capturados en los sistemas lagunares costeros de Oaxaca con redes de enmalle con tamaño de malla de 32 mm fue de 72.5 mm; en redes con tamaño de malla de 36 mm la longitud de selección fue de 87.5 mm. Las redes con malla de 38 mm determinaron una longitud de selección de 84.7 mm y la red de enmalle de 41.2 mm a malla estirada obtuvo camarones con una longitud de selección de 89.7 mm (Fig. 18 y 19). La eficiencia de captura más alta fue de 29.5 kg/día para la red de 32 mm y la menor fue de 4 kg/día para la red de 41.2 mm.

Vargas-Molinar *et al.* (1990) realizaron un trabajo durante 1988 y 1989 sobre selectividad de las redes agalleras para la captura de sierra *Scomberomorus maculatus*, utilizadas en Veracruz, encontrando que de un total de 195 muestras se diferenciaron 16 tipos de redes en base a sus características técnicas, con seis tamaños de malla, desde 63 a 102 mm. El rango de tallas de los organismos capturados fue de 19.7 a

Tabla 5

Características técnicas de redes de enmalle utilizadas en la pesca ribereña en el litoral del Océano Pacífico

Rango en long. Posición de trabajo (m)	Mallas prof.	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	Relingas Material	Relingas Diam. (mm)	E (%)	Flotadores Material	Flotadores Flot. unit. (gf)	Lastre Material	Lastre Peso (gf)	Zona de pesca Forma de trabajo
Zona Pacífico Norte												
Especie: Tilapia (*Tilapia nilotica*), Mojarra (*Eucinostomus* sp., *Eugerres* sp. y *Diapterus peruvians*), Corvina (*Cynoscion reticulatus, Larimus* sp., *Ophioscion scierus*), Chihuil (*Arius seemani*).												
Hasta 150	20	64	PA mono	0.27	PP	8	49	Hule;	5	Pb;	45	Esteros; marismas, presas
	50	89		0.30	PA		60	Hielo seco	130	Piedras	250	Red de superficie a fondo
Especie: Camarón (*Penaeus sp.*)												
Hasta 150												Bahías
150-300	40	70	PA mono	0.30	PP	6	40	PLT	18	PB	50	Red de superficie a fondo
Especie: Liseta, Chihuil (*Arius seemani*), Mojarra (*Eucinostomus* sp., *Eugerres* sp., *Diapterus peruvianus*)												
Hasta 250	30	70	PA mono	0.35	PP	8	50	PLT	44	Pb	45	Esteros, bahías, mar, marismas
250-500	50	76	PA mono	0.40	PP	6	41	PLT	18	Pb	45	Redes fijas al fondo
Especie: Pargo (*Lutjanus* sp.), Robalo (*Centropomus* sp.), Corvina (*Cynoscion reticulatus, Larimus* sp., *Ophioscion scierus*), Cabrilla (*Epinephelus analogus*) Cazón (*Rhizoprionodon longurio*), Baqueta (*Cephalopolis acanthistius*), Huachinango (*Lutjanus* sp.), Bacoca (*Pomadasys* sp.)												
Hasta 250	50	102	PA multi	1.5	PP	8	41	PLT	109	Pb	45	Esteros, bahías, mar abierto
250-500	50	152	PA mono	0.4	PP	6	26	PLT	218	Pb	45	En fondos rocosos
				0.55		8	33		153		90	Redes fijas al fondo
500-750	50	152	PA mono	0.8	PP	8	48	PLT	170	Pb	45	
	23	203		0.9		10	31		218		100	
Especie: Pámpano (*Citula dorsalis*), Tiburón (*Heterodontus* sp., *Alopias* sp., *Carcharhinus* sp., *Galeocerdo* sp.), Mantarraya												
Hasta 250	15	430	PA multi	2	PP	8	47	PLT	170	Pb	45	Mar abierto
	18	254		1.2		10	45		165			Redes fijas al fondo
Especie: Langosta (*Panulirus interruptus*)												
Hasta 250	16	152	PA multi		PE	5	40	Hule	5	Pb	45	Costa. Red fija al fondo

(sigue)

Tabla 5 *(continúa)*

Rango en long. Posición de trabajo (m)	Mallas prof.	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	Relingas Material	Relingas Diam. (mm)	E (%)	Flotadores Material	Flotadores Flot. unit. (gf)	Lastre Material	Lastre Peso (gf)	Zona de pesca Forma de trabajo
Especie: Camarón (*Panaeus* sp.)												
Hasta 250	100	70	PA mono	0.3	PP	8	48	PLT	63	Pb	50	Mar, bahías y esteros Red de fondo a la deriva
Especie: Corvina (*Cynoscion reticulatus, Larimus* sp., *Ophioscion scierus*), Macho Burro (*Pomadasys* sp.), Pierna, Pargo (*Lutjanus* sp.), Mojarra (*Eucinostomus* sp., *Eugerres* sp., *Diapterus peruvianus*), Perico (*Scarus californiensis*)												
Hasta 250	50	69.8	PA mono	0.5	PP	8	42	PVC	175	Pb	81	Esteros, marismas, mar
250-500	50	89	PA mono	0.4	PE	8	50	PLT	63	Pb	45	Red a superficie y fija
500-750												
>750	100	89	PA mono	0.45	PP	6	30	PLT	170	Pb	45	
Especie: Tilapia (*Tilapia nilotica*)												
Hasta 250	50	127	PA mono	0.3	PE	10	52	PLT	63	Pb	25	Esteros, marismas y presas
					PA mono	1.2	21				45	Red a superficie y fija
Especie: Mantarraya												
Hasta 250	16	355	PA mono	0.3	PP	8	33	PL	153	Pb	90	Mar abierto. Red a superficie y fija
Especie: Cabrilla (*Epinephelus analogus*), Palometa (*Trachinotus* sp., *Oligoplites* sp.), Mojarra (*Eugerres* sp., *Eucinostomus* sp., *Diapterus peruvianus*) Jurel (*Caranx caballus, Caranx marginatus*), Sierra (*Scomberomorus sierra*)												
250-500	100	76.2	PA mono	0.5	PP	8	34	PVC	175	Pb	81.5	Encierro
Forma de trabajo: Operada como red de cerco												
Especie: Pargo (*Lutjanus* sp)												
>750	140	203	PA mono	0.95	PP	13	36	PLT	2 017	Pb	100	Este tipo de red se opera en mar y bahías. Con 10 anillas de hierro acerado de 229 mm de diámetro int. a una distancia de 5 m. Un cabo de PP del no. 13 hace la función de la jareta.

(sigue)

Tabla 5 *(concluye)*

Rango en long. Posición de trabajo (m)	Mallas prof.	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	Relingas Material	Relingas Diam. (mm)	E (%)	Flotadores Material	Flotadores Flot. unit. (gf)	Lastre Materia	Lastre Peso (gf)	Zona de pesca Forma de trabajo
Zona Pacífico Centro Sur												
Especie: Tiburón (*Heterodontus* sp., *Alopias* sp., *Carcharhinus* sp., *Galeocerdo* sp.) y Pez vela (*istiophorus platypterus*)												
250-500	25	202	PA mono	0.9	PP	8	63	PL	380	Pb	50	Red de superficie
		203		0.95			66				100	
500-750		203	PA mono	0.9	PP	8	68	PL	380	Pb	50	
Especie: Sierra (*Scomberomorus sierra*), Ronco (*Pomadasys* sp.)												
Hasta 250	100	89	PA mono	0.47	PP	8	50	PL	158	Pb	50	Red de superficie
Especie: Garlopa, Tecomate, Alazán												
Hasta 250	100	88.9	PA mono	0.55	PP	8	45	PL	150	Pb	100	Red de superficie
250-500	50	202	PA mono	0.9	PP	8	63	PL	380	Pb	50	
Especie: Guachinango (*Lutjanus* sp.), Lunarejo (*Lutjanus* sp.)												
Hasta 250	50	89	PA mono	0.47	PP	8	50	PL	100	Pb	50	Red de fondo
		127		0.7			70		112		100	
							40		118			
Especie: Garlopa y robalo (*Centropomus* sp.)												
Hasta 250	50	152	PA mono		PP	8	58	PL	100	Pb	100	Red de fondo
Especie: Huacho, alazán, cabrilla (*Eponephelus analogus*), Ronco (*Pomadasys* sp.)												
Hasta 250	50	89	PA mono	0.55	PP	8	36	PL	100	Pb	100	Red de fondo
		102		0.7			56		60		50	
		127					50		50			

Tabla 6

Características técnicas de redes de enmalle utilizadas en la pesca ribereña en el litoral del Golfo de México

Rango en long. Posición de trabajo (m)	Mallas prof.	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	Relingas Material	Relingas Diam. (mm)	E (%)	Flotadores Material	Flotadores Flot. unit. (gf)	Lastre Material	Lastre Peso (gf)	Zona de pesca Forma de trabajo
Zona Golfo Norte												
Especies: Robalo (*Centropomus* sp.), Jurel (*Caranx crissos, Caranx latus*), Jorobado (*Selene* sp.) Cazón (*Carcharhinus falciformis, Rizoprionodon terraenovae*)												
Hasta 250												Mar y sistemas lagunarios
250-500	50	152	PA mono	0.95	PP	10	34	PLT	170	Pb	120	Red fija al fondo
			PA multi	2			37				136	
Especies: Chucumite, guavino (*Diplectrum* sp.), Ronco (*Pomadasys* sp., *Bairdiella* sp.), Mojarra (*Gerres* sp., *Eucinostomus* sp) Lebrancha (*Mugil curema*), Sierra (*Scomberomorus maculatus*)												
500-750	50	70	PA mono	0.4	PP	8	36	PLT	60	Pb	85.5	Mar y sistemas lagunarios
	100	76	PA multi	1		10	41		109		132	Red fija al fondo
Especies: Sierra (*Scomberomorus maculatus*), Cojinuca (*Caranx crysos*), Ronco (*Pomadasys* sp., *Bairdiella* sp.), Yegua, prieto (*Scomberomorus maculatus*), Jurel (*Caranx crissos, Caranx latus*)												
>750	200	76	PA mono	0.47	PP	8	34	PLT	170	Pb	91	Mar y sistemas lagunarios Red fija al fondo
Especies: Tilapia (*Tilapia nilotica*), Mojarra rayada (*Eugerres plumieri*), Carpa, robalo (*Centropomus* sp.)												
500-750	17	102	PA mono	0.25	PP	4	50	PLT	50	Pb	36.4	Sistemas lagunarios Red fija al fondo
Especies: Camarón estero (*Panaeus* sp.), Corvina (*Bairdiella chrysura*), Bagre (*Bagre* sp.), Trucha (*Cynoscion* sp). Chucumite, Lebrancha (*Mugil curema*)												
500-750	25	51	PA mono	0.25	PP	6	41	PLT	50	Pb	52.7	Sistema lagunario y franja costera Red fija al fondo

Tabla 7

Características de las redes de enmalle utilizadas en la pesca ribereña en el litoral del Mar Caribe y plataforma yucateca

Rango en long. Posición de trabajo (m)	Mallas prof.	2a (mm)	Material	Diam. (mm)	Relingas Material	Relingas Diam. (mm)	E (%)	Flotadores Material	Flotadores Flot. unit. (gf)	Lastre Material	Lastre Peso (gf)	Zona de pesca Forma de trabajo
Zona Golfo Caribe												
Especies: Sierra (*Scomberomorus maculatus*), Robalo (*Centropomus* sp.), Corvina, Carito												
Hasta 250	60	105	PA multi	9	PE	6	50			Pb		Mar
	50	76.2	PA mono	0.55								Redes de superficie
250-500	50	88	PA mono	0.55	PE	6	74			Pb		
		76.2		0.5	PP	6	75					
		88.9		0.7			50					
		101										
		76.2	PA multi	8			65					
		101		6			66					
		100										
500-750	80	89	PA multi	6,9,3	PE	6,8	75			Pb		
	60	105		3.6		13	50					
		110			PP	6	65					
		115					64					
	15	400					33					
	25	457										
	75	83	PA mono	0.55			65					
>750	50	110	PA mono	0.5	PP	6	64			Pb		
	60	100		0.55			75					
			PA multi	6								
Especies: Tiburón, cazón (*Carcharhinus falciformis, Rizoprionodon teraenovae*) y Rayas												
Hasta 250	25	400	PA multi	3.6	PE	12	33			Pb		Mar
	9	340		4.2		6	32					Redes de fondo
250-500	25	450	PA multi	3.6	PE	12	50			Pb		
	30	430				10						
500-750	25	457	PA multi	3.6	PE	13	55			Pb		
	50	152	PA mono	0.5		8	33					
				0.55			75					

Figura 17

Palangre de fondo

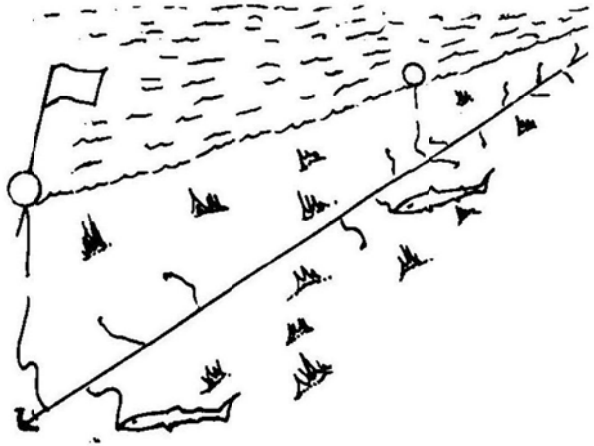
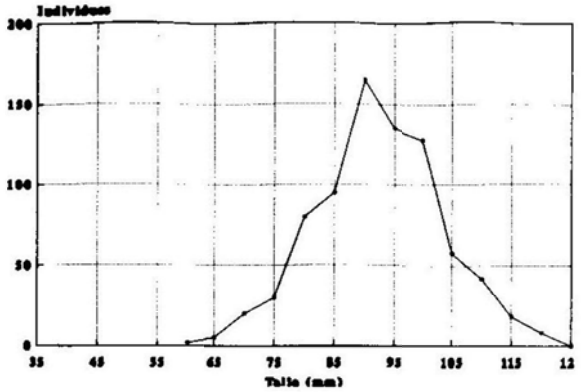


Figura 19

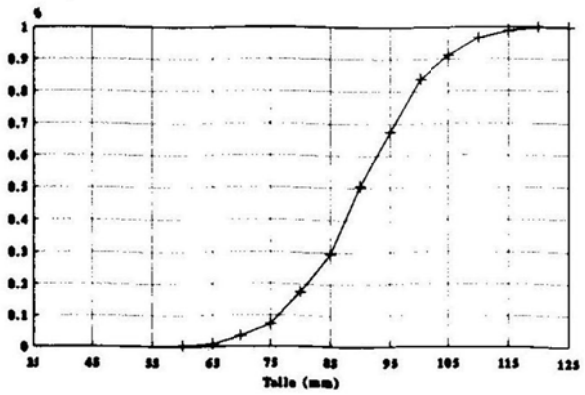
Curva de frecuencia acumulada



FUENTE: Pérez *et al.*, 1992.

Figura 18

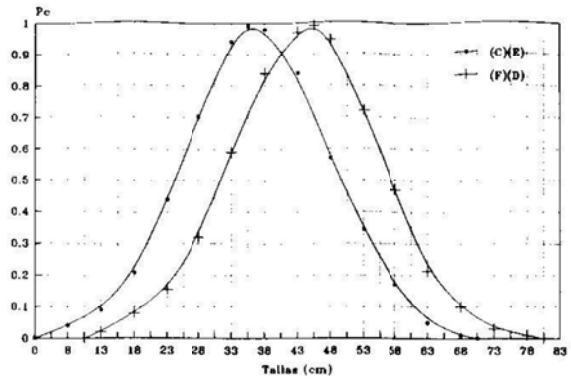
Frecuencia de tallas de captura de camarón en una red agallera de 4.1 cm de tamaño de malla



68.7 mm y la mayor frecuencia correspondió a la talla de 37.2 mm. La eficiencia pesquera promedio fue de 22.15 org/día, resultado que es similar al obtenido por redes utilizadas en Nayarit para la captura de *Scomberomorus sierra*, aunque debe hacerse notar que los recursos son diferentes.

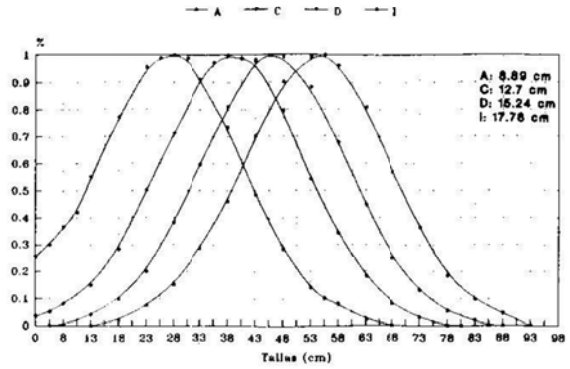
Grande-Vidal *et al.* (1977), en un análisis del diseño de las principales redes agalleras de fondo utilizadas en la pesquería de escama en Baja California, encontraron equipos con tamaños de malla comprendidos entre 88.9 y 177.8 mm, diámetro de hilo de 0.40 a 0.70 mm y coeficiente de encabalgado de 0.35 a 0.50. El análisis de la selectividad se realizó con el método descrito por Holt (1963) y se obtuvieron valores de longitud de selección de *Kyphosus incisor* entre 26.82 y 59.12 cm (Fig. 20 y 21) para redes prototipo con tamaños de malla entre 88.9 y 177.8 mm. Se encontró que redes construidas con paño de un

Figura 20
Curvas de selectividad para la chopa (*Kyphosus incisor*) capturadas por redes de enmalle



C: malla de 12.7 cm, E: 35%; F: malla de 15.24 cm, E: 35%
E: malla de 12.7 cm, E: 50%; D; malla de 15.24 cm, E: 50%

Figura 21
Curvas de selectividad para las redes agalleras encabalgadas al 35%



mismo tamaño de malla, pero con diferente embande, presentaron curvas de selección idénticas. Las redes propuestas para su incorporación a la pesca comercial como equipos mejorados se muestran en las figuras 22, 23, 24 y 25. Otras recomendaciones hechas por Villaseñor y Sarmiento (1988) para redes que capturan lisa blanca (*Mugil curema*) en Nayarit, indican que el tamaño de malla que permite un escape del 50% de las hembras en edad reproductiva (a 260 mm de longitud estándar) corresponde a 70 mm; para la red agallera usada al cerco o bien, para la red de cerco de paño multifilamento, el tamaño de malla en el copo debe tener entre 42 y 50 mm de longitud, en base al método de Andreev de 1955 (citado por Buki, 1984).

Redes de enmalle usadas al cerco

Esta forma de operar las redes agalleras es realizada en el estado de Sinaloa y Nayarit para la captura de lutjánidos, mugílidos, scómbridos y otras especies de escama que habitan estuarios y zonas rocosas. A diferencia de las redes de enmalle, a esta red se le colocan anillos de hierro acerado de 229 mm de diámetro separados entre sí a una distancia de 5.0 m por donde pasa el cabo que hace la función de jareta. Sus características generales se resumen en la tabla 5.

Para operar esta red se utilizan dos embarcaciones de 6.7 y 8.5 m (22 y 28'), 3 motores fuera de borda de 85 HP y 4 ó 6 pescadores. Al iniciar el lance, una embarcación hace firme, mientras la otra empieza a calar la red. Al término, la embarcación se coloca al centro de la red y la otra recibe los extremos del cabo de la jareta y empieza a jalar hacia atrás en línea recta hasta que el paño adquiere su posición de trabajo. Posteriormente se procede a extender la red y a despescarla, adujándola en la embarcación.

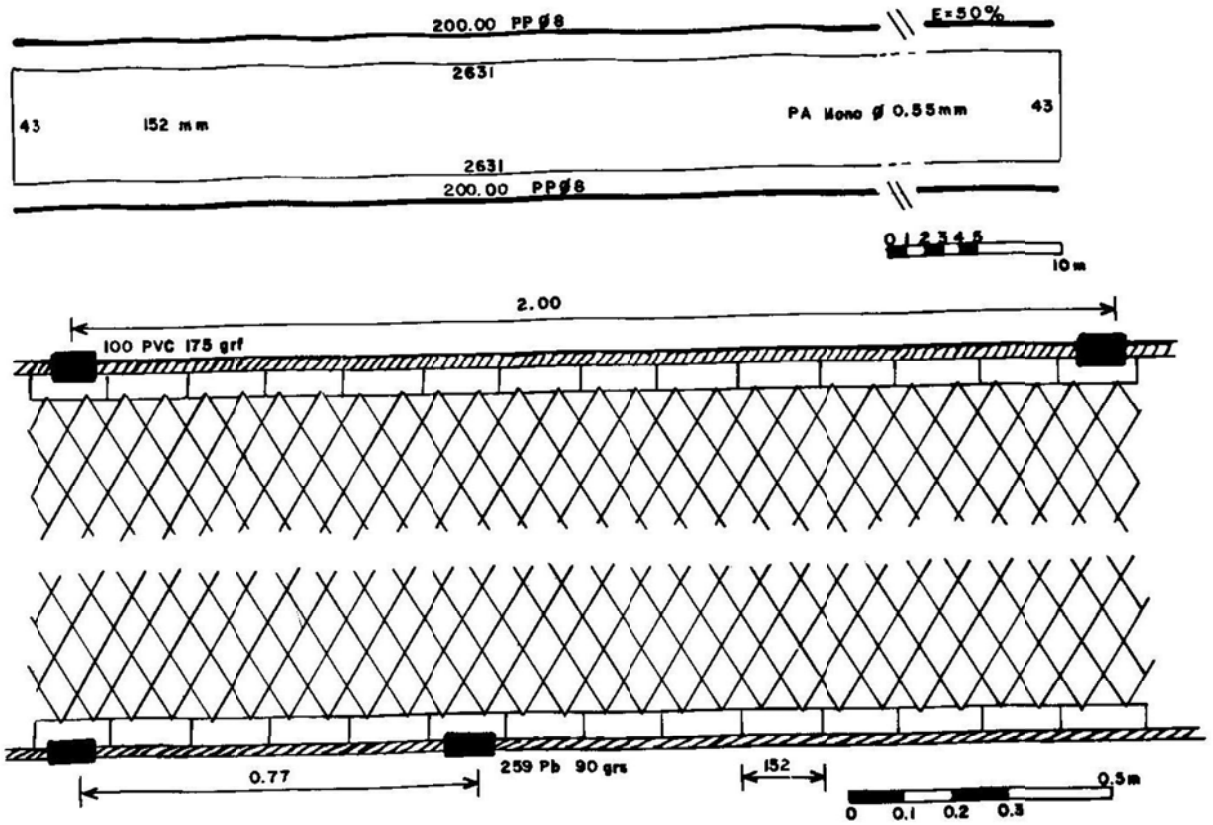


Figura 22

Reda agallera prototipo de fondo para la captura de chopa (Khyphosus incisor) *en Baja California Sur*

La zona de operación debe ser tal que la profundidad no sea menor a la caída de la red, con el fin de que la jareta pueda correr con facilidad entre los anillos.

Trasmallos

Tradicionalmente constan de tres paños superpuestos (poliamida tratada o teñida), encabalgados sobre una relinga común. El tamaño de malla de los paños exteriores es igual y menor que el tamaño de malla del paño intermedio, por lo que los peces quedan atrapados en una bolsa formada por el paño exterior, o enredados entre los paños (Villaseñor *et al.*, 1982). Presentan la desventaja de que se enredan muy fácilmente, por lo que frecuentemente se debe cortar el paño para poder liberar las capturas. Lo anterior explica que haya caído en desuso y que sean raros los pescadores que la utilizan todavía, aunque en zonas lacustres de los estados de Jalisco y Michoacán su uso es todavía común.

Artes de línea y anzuelos

Líneas de mano

Son todas las artes compuestas por piola y anzuelo que se operan manualmente: los rosarios, calas y líneas simples (un solo anzuelo), son los ejemplos más comunes. Es posible que puedan ser utilizadas con maquinaria sencilla.

Para este tipo de artes no existen características específicas de construcción, dependiendo en gran medida de la especie a capturar (Tabla 8). El material empleado es e poliamida (PA) monofilamento de 0.47 mm de diámetro y la longitud de la piola depende de la especie a capturar y de la profundidad de la zona de operación, variando comúnmente entre 2.5 y 10.0 m. El anzuelo utilizado para especies de escama como los lutjánidos es del tipo noruego de 4.1 cm de longitud (García *et al.*, 1992, Macías, 1992).

Rosarios

Son líneas verticales con tres o cuatro anzuelos distribuidos en la línea principal. El material con

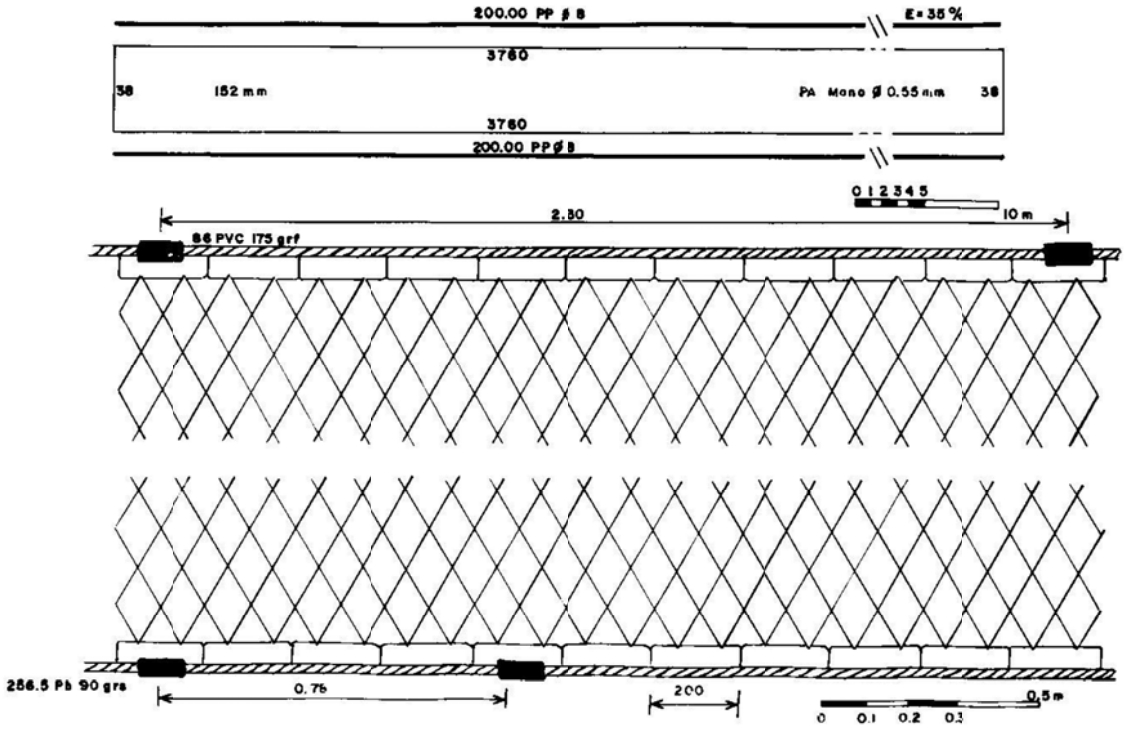


Figura 23

Plano de red agallera prototipo de fondo para la captura de chopa (Khypohosus incisor) *en Baja California Sur*

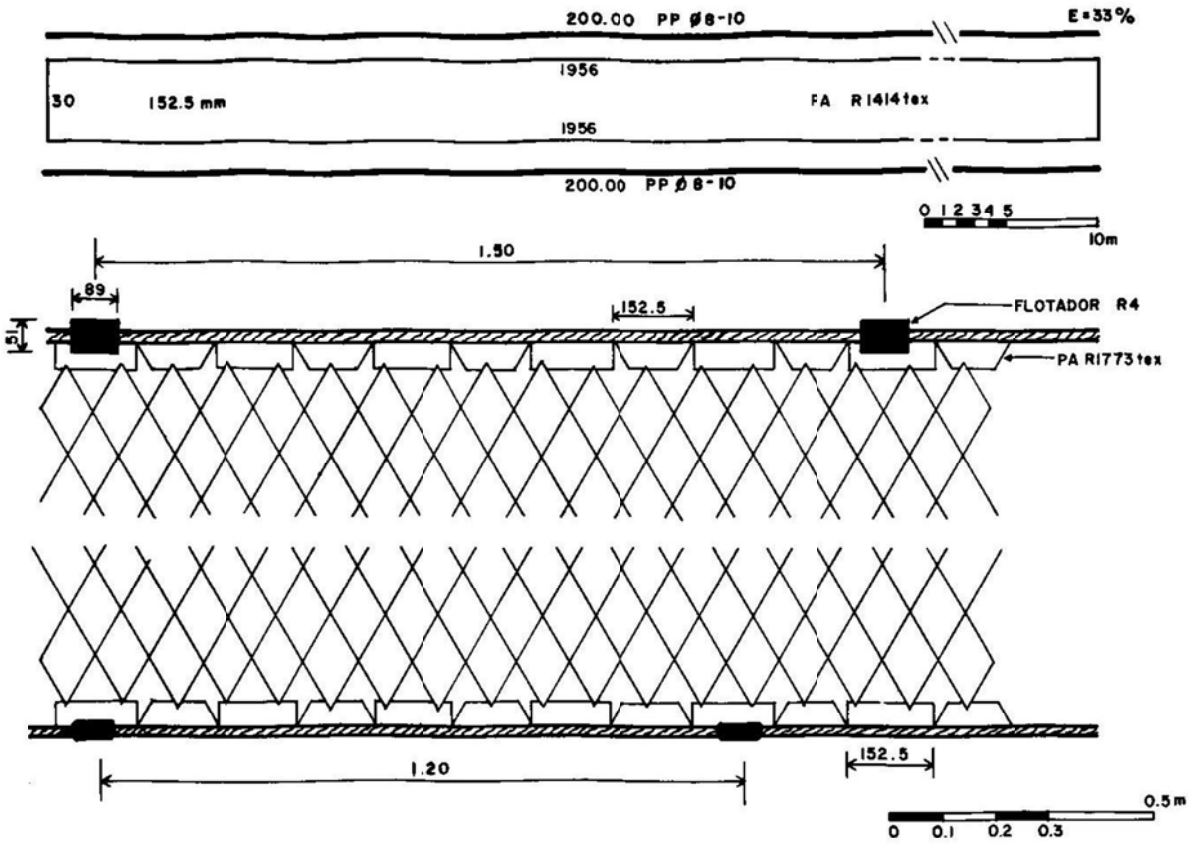


Figura 24

Plano de red agallera prototipo de fondo para robalo (Centropomus undecimalis) *en Tamaulipas, litoral del Golfo de México*

que se construyen es PA monofilamento. En el extremo de la línea principal lleva un peso que le da la posición de trabajo (García *et al.*, 1992; Saenz *et al.*, 1987a y 1987b).

Calas

Estos equipos están construidos con PA monofilamento y alambre acerado. El alambre de acero se coloca a cierta distancia del extremo de la línea principal y en sus extremos van colocados dos anzuelos. Al extremo de la línea principal se coloca un peso, el cual sitúa el arte en su posición de trabajo (Saenz *et al.*, 1987).

Palangres y cimbras

Son artes de pesca pasivos y están compuestos de los siguientes elementos: línea madre, orinque, reinal, alambrada, boyarín y grampín (Fig. 17). La

línea madre es la línea más larga del palangre y sobre ella van colocados los reinales, a cierta distancia unos de otros, procurando que ésta sea mayor que la longitud del reinal para evitar que se enreden. Los materiales empleados generalmente son hilo PA monofilamento y multifilamento con diámetros de 0.5 a 2.0 mm y de 3.0 a 7.2 mm, respectivamente. La longitud varía de los 200 a los 4 000 m. (Tabla 9).

El orinque es el cabo que une al equipo con la superficie, existiendo uno en cada extremo. Dependiendo del tamaño del palangre se coloca uno o más en secciones intermedias. El material de construcción es polipropileno (PP) y tiene diámetros entre los 6 y 10 mm, siendo de longitud variable, dependiendo de que se operen en la superficie o en el fondo (Rivera *et al.*, 1988; García *et al.*, 1992).

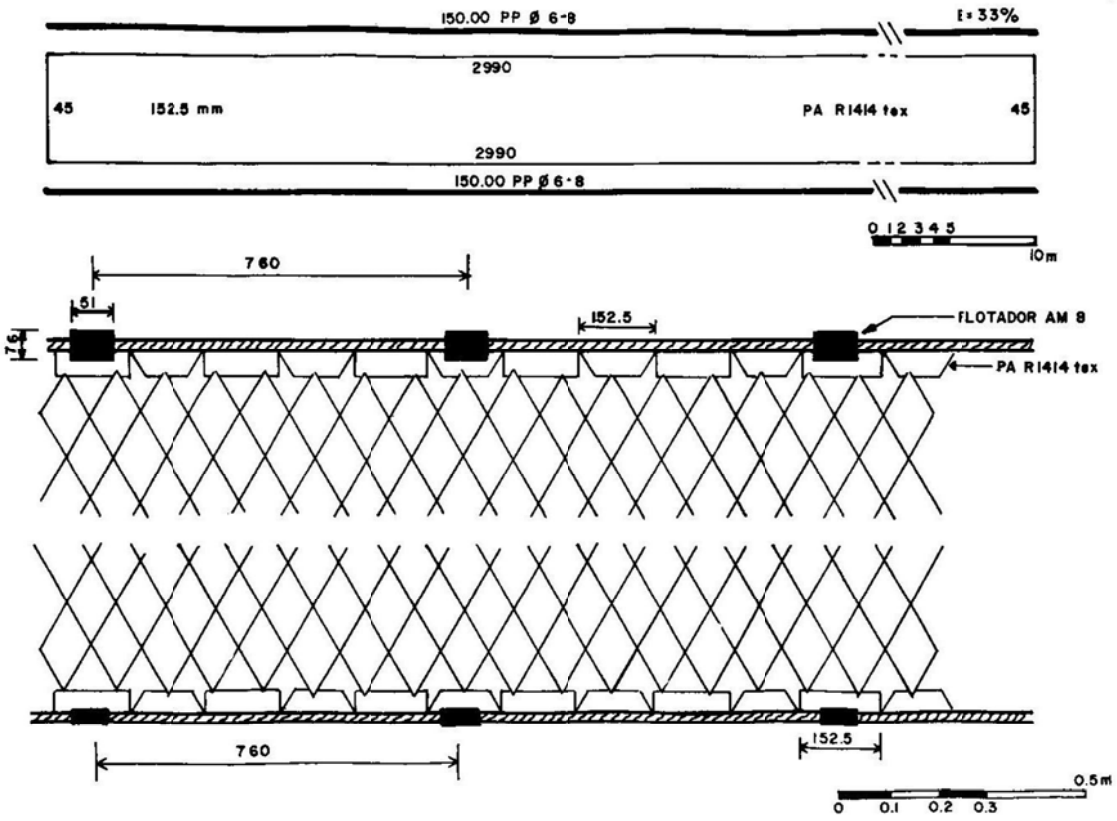


Figura 25

Plano de red agallera prototipo de fondo para robalo (Centropomus undecimalis) *utilizada en Veracruz, litoral del Golfo de México*

Tabla 8
Características técnicas de las líneas de (A) Mano y (B) Vara

Zona Pacífico Centro (A)

Rango en long. (m)	Línea madre Material	Diam. (mm)	Long. (m)	Reinales Material	Diam. (mm)	Dist. entre reinales	Anzuelos No.	Tipo	Caña (mm)	Tamaño Curva (mm)	Diam. (mm)	Plomada Material	Peso (g)
Especies: Guachinango (*Lutjanus* sp.), Lunarejo (*Lutjanus* sp.), Ronco (*Pomadasys* sp.), Cocinero (*Caranx* sp.)													
Hasta 10	PA mono	0.47	0.4 1.0 0.3 0.12	PA mono	0.47	1 1.83 0.5		Noruego	41	16	1	Pb Fe	100-300 100-250 250-400

Zona Pacífico Centro Sur (B)

Rango en long. (m)	Línea ppal. Material	Diam. (mm)	Long. (m)	Línea sec. Material	Diam. (mm)	Long. (m)	Reinal Mat.	Diam. (mm)	Anzuelos No.	Tipo	Caña (mm)	Tamaño Curva (mm)	Diam. (mm)	Mat. del Arco	Plomada Mat.	Peso (g)
Especie: Escama																
Hasta 150	Nylon mono	80	0.75	Multi tratado	54	0.35	Nylon mono	5			39	32	2	Alambre acerado	Pb	750

Los pescadores operan este tipo de artes en superficie o en fondo, pudiendo ser a la deriva o fijos. Para largar el palangre, previamente acomodado en la embarcación por medio de canastas, se lanza el primer boyarín con un grampín y posteriormente se le van colocando los reinales al ir encarnando los anzuelos; también pueden estar previamente encarnados. Al final se lanza otro grampín y se deja tendido de 4 a 12 horas.

Las áreas en donde trabajan son principalmente mar abierto o presas (palangre para bagre), en profundidades que van desde los 5 hasta los 125 m, capturando especies de escama: lutjánidos, serránidos, carángidos y tiburones, mantarrayas y ocasionalmente pez vela (Grande-Vidal *et al.*, 1987).

Se han realizado investigaciones tendientes a incrementar la eficiencia de este tipo de artes,

Tabla 9
Características técnicas de palangre y cimbras utilizadas en la pesca ribereña

Rango en long. (m)	Línea madre Material	Línea madre Diam. (mm)	Orinque Long. (m)	Orinque Mat.	Orinque Diam. (mm)	Reinal Long. (m)	Reinal Material	Reinal Diam. (mm)	Alambrada Long. (mm)	Alambrada Material	Dist. entre reinales (m)	Anzuelos No.	Anzuelos Tipo	Anzuelos Tamaño Caña (mm)	Anzuelos Tamaño Curva (mm)	Anzuelos Tamaño Diam. (mm)	Zona de pesca y forma de trabajo
Zona Pacífico Norte																	
Especies: Tiburón (*Heterodontus* sp., *Alopias* sp., *Carcharhinus* sp., *Galeocerdo* sp.), Mantarraya, Pargo (*Lutjanus* sp.), Baqueta (*Cephalopolis acanthistius*)																	
Hasta 250	PA tratada	6	80-135	PE	10	0.75	PA multi	12	150	Acero 2 mm	6	0	Noruego	135	46		Mar abierto
250-500	PA tratado torsionado	5	50-100	PP	6	0.80	PA mono	12	200	Cadena Galvanizada	5	1-2	Noruego	92	34		Mar (desde la franja costera hasta 70 brazas de prof.) y lagunas
	PA mono	0.5				0.57		0.5		2 mm	5.46			68	24	2.8	San Juan de la Costa, BCS
500-750	PA mono	2									1.5			69	25	2.7	Mar desde los 5 m hasta los 125 de profundidad
>750	PA mono	120	30-175	PP	6	0.25	PA mono	0.8			0.7	4-5	Noruego	67	24		Fijo al fondo
Especie Bagre (*Bagre pinnimaculatus*, *Arius seemani*)																	
Hasta 250	PA multi	30				0.30	PA multi	1.5			0.7	9	Noruego	40	12		Presas. Fijo al fondo
Zona Pacífico Centro Sur																	
Especies: Escama y rayas																	
Hasta 250				PE	8	2.75	PA mono	1.6			5.5		Noruego	67	26	2.5	Fondo
250-500	PA multi	5.4	Prof. + 40%	PP	8	1.00	PA mono	0.95			4	6-7	Japonés	39	32	2	
>750	PVA	54		PE	8	2.75	PA mono	1.5			5.5		Noruego	67	26	2.5	
						3.7		1.2			11			58	2.3	2	
Especies: Tiburón (*Heterodontus* sp., *Alopias* sp., *Carcharhinus* sp., *Galeocerdo* sp.), Picudos (Vela, *Istiophorus playpterus*; Marlin, *Makaira audax*)																	
>750	PP	6	18.3	PP	6	7.3	PVA multi	54	0.6	Acero 1 mm	20						Superficie
			5.5			5.5	PA mono	1.2			22		Japonés	60	31	4	
			1.83			3.7					11						
Zona Golfo Caribe																	
Especies: Mero (*Epinephelus morio*). Rubia y Mojarra																	
Hasta 250	PA mono	20		PP	9	1	PA mono	1.2			3.6	7	Huachi.				Fondo
	PP	6															

entre ellas la de Macías (1992), quien encontró que es posible variar la composición de las capturas para un mismo palangre en una misma zona, con sólo variar la carnada utilizada, el tipo de anzuelo o ambos.

Grande-Vidal *et al.* (1987), evaluaron el sistema de captura utilizado en la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche. De los resultados obtenidos y análisis efectuados concluyeron que la capacidad de captura de un palangre de fondo presenta variaciones estacionales originadas por las mismas variaciones del recurso (tales como ciclo reproductivo), encontrándose una mejor capacidad de captura durante el invierno, debido también a que las concentraciones del recurso tienden a aumentar en esa época.

Curricanes

Son muy semejantes a las líneas de mano, pudiendo tener también uno o varios anzuelos, pero la diferencia es que son arrastrados por una embarcación y generalmente el señuelo es el propio anzuelo; también pueden llevar un señuelo natural o artificial. Descripciones detalladas pueden encontrarse en los trabajos de Saenz *et al.* (1987a), Rivera *et al.* (1988) y Macías (1992).

Poteras

Las poteras fueron diseñadas por los japoneses para la captura del calamar, y lo introdujeron a México cuando iniciaron la pesquería en aguas nacionales. Están formados por un mango del cual sobresale una serie de ganchos, terminados en punta y sin muerte a todo su alrededor, llamado corona, pudiendo tener una o más coronas. Generalmente se usa en combinación con una fuente luminosa que sirve para atraer a los calamares. Una vez concentrados, las poteras se calan y se les da un movimiento vibratorio vertical, lo que incita al cefalópodo a apresarlo (Sánchez *et al.*, 1991).

Actualmente existe una flota calamarera de embarcaciones menores, cuyas poteras están formadas por una sección de tubo galvanizado o varilla corrugada de 12.7 mm de diámetro con dos a cuatro coronas formadas por una serie de anzuelos amarrados alrededor de la varilla o tubo. Esta potera se amarra a una línea de nylon monofilamento del No. 160 o 180. Se inicia a pescar a una profundidad de 72 a 90 m (40 a 50 bz.)

Trampas (nasas)

Son artes de pesca que aprovechando los hábitos alimenticios de los recursos, los atrapan cuando entran en la trampa atraídos por la carnada o cebos puestos *exprofeso*. Sus dimensiones y tipos de construcción son diversas y generalmente constan de las siguientes partes: entrada, depósito para carnada, matadero, y depósito para contrapesos (Rivera *et al.*, 1988; Grande-Vidal, 1973). (Fig. 26 y 27).

La forma de construcción, así como los materiales empleados, son muy diversos, pudiendo adoptar formas trapezoidal, cúbica, cilíndrica, etc. y estar construidos de madera, varilla, malla de zinc, aros de alambrón, paños de red. El número y posición de las entradas es variable, pudiendo tener una entrada colocada en la parte superior como en las langosteras; dos entradas, una seguida de la otra, para la cilíndrica o con cuatro entradas, una en cada lado en el caso de las cúbicas (Fig. 27).

Son operadas en palangre o individualmente, por uno o dos pescadores en bahías, esteros, zonas costeras, ríos, arroyos; capturan diversas

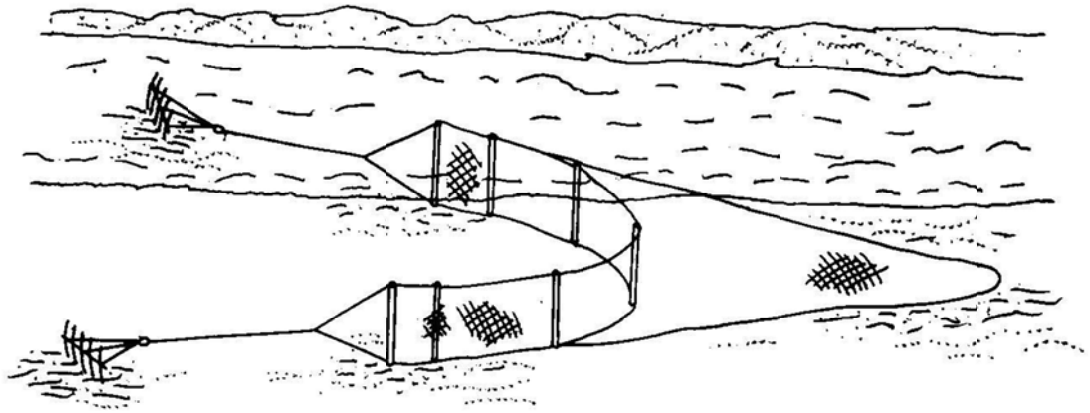


Figura 26

Copo camaronero utilizado en el Mar Muerto, Oaxaca

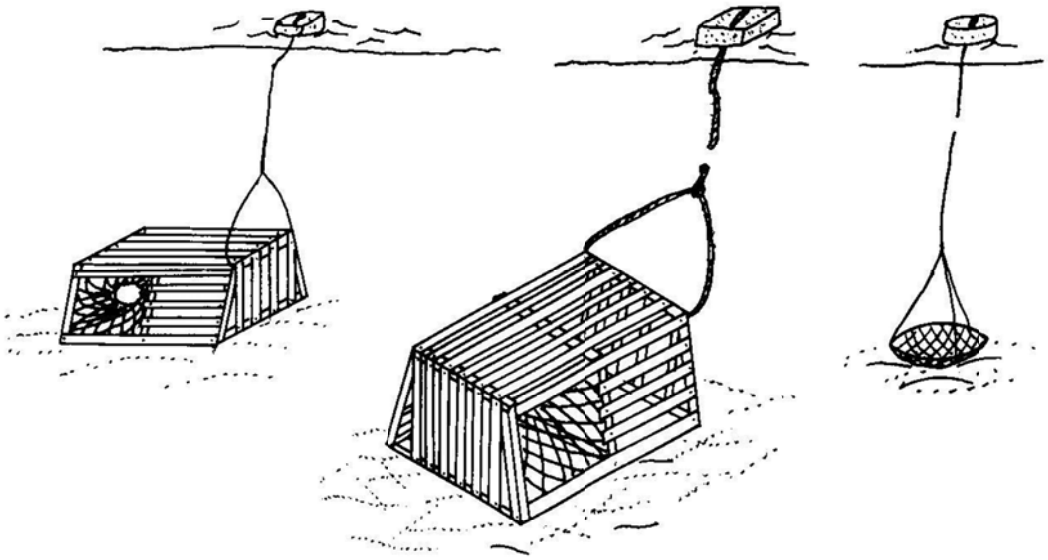


Figura 27

Trampas

especies de crustáceos tales como langosta, jaiba, camarón y langostino. También existen para la captura de peces, lo que dependerá de la forma de la trampa, zona de operación y tipo de carnada utilizada.

Tapos

El tapo o encierro busca aprovechar las zonas que por su profundidad, tamaño y distancia a la boca del sistema tengan un régimen de corrientes que permitan instalar en ellas (canales) estructuras rígidas en forma de barreras que aíslen las áreas aprovechables. Es un arte fijo atravesado en forma semiperpendicular al cauce del estero, en forma de "V" abierta (Rivera *et al.*, 1988; Polanco *et al.*, 1987; Pérez *et al.*, 1992). Su uso es muy generalizado en los estados de Sinaloa y Nayarit, donde se fabrican con materiales regionales y en algunos casos combinados con concreto. Sus dimensiones son variables, dependiendo de las características del lugar en que se construye.

Las principales partes que lo componen son: manga o sierra que forma la barrera principal; orejera, colocada en los extremos; tapeixte, plataforma donde el pescador extrae el camarón; chiquero, lugar donde se concentra el camarón; retrancas, colocadas a ambos lados para sostener la sierra; red cuchara, sirve para extraer el camarón (Polanco *et al.*, 1987; Rivera *et al.*, 1988) y como plataforma para la pesca con líneas; opera aprovechando las mareas. La colocación de las mangas está en función de la veda del camarón, de tal forma que son levantadas cuando sube la marea e instaladas cuando ésta baja.

Copos

Los copos son redes semicónicas que se instalan al fondo de los canales estuarinos mediante anclaje. Son utilizadas en los estados de Oaxaca y Chiapas, particularmente en la Laguna del Mar Muerto (Pérez *et al.*, 1992) y en Sinaloa (Rivera *et al.*, 1988). El tamaño de estas redes varía entre los 32.4 m y los 36 m, con un tamaño de malla de 41.2 mm (1 5/8"); su construcción es sencilla (véase Fig. 26).

La instalación es simple: una vez que los pescadores han llegado al lugar donde se encuentran instaladas las anclas, se amarran las alas de la red a los cables de las anclas y se empieza a largar el equipo quedando la boca de la red frente a la dirección de la corriente. Se utilizan embarcaciones de fibra de vidrio de 7.6 y 7.9 m de eslora y motores de 48 a 55 HP.

Pérez *et al.* (1992) encontraron que los copos camaroneros con tamaño de malla de 25.4 mm capturan ejemplares con tallas que van desde 35 hasta 135 mm y la longitud de selección determinada fue de 87.7 mm (Fig. 28 y 29). Son equipos altamente eficientes por lo que compiten con artes usadas individualmente. Sin embargo, si se evaluara el efecto de la gran cantidad de equipos individuales que capturan camarones pequeños, incluso en un rango de talla mayor que los copos, no se considerarían tan dañinos.

Almadrabas

Este tipo de trampa fija fue introducida en México por los japoneses en el año de 1968 (Zárate y Rodríguez, 1988). Están constituidos por grandes corralones con copo, formados por paredes de paño, los cuales constituyen la trampa, a la cual se conducen los cardúmenes u organismos individuales por medio de una red guía (Fig. 30). Generalmente son equipos de grandes dimensiones y se necesita de 20 a 30 personas

Figura 28
Frecuencia de tallas de captura de camarón con un copo de 2.5 cm de tamaño de malla

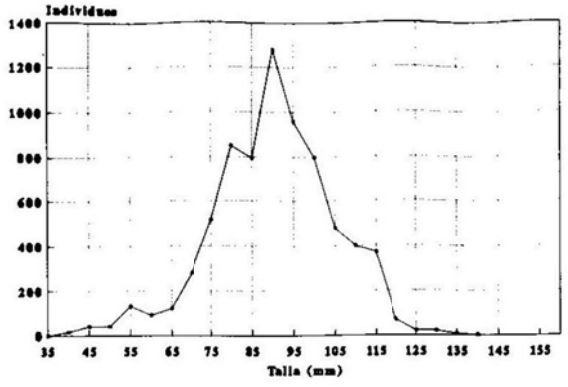
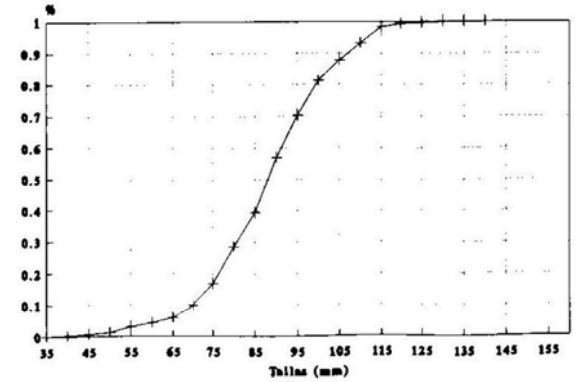


Figura 29
Frecuencia acumulada de tallas de captura



FUENTE: Pérez *et al.*, 1992.

para su instalación y mantenimiento, aunque para su operación se requieren al menos de ocho personas (redes Daibo-Ami y similares) dependiendo del tamaño del equipo (Kusuyoshi y Valle, 1978).

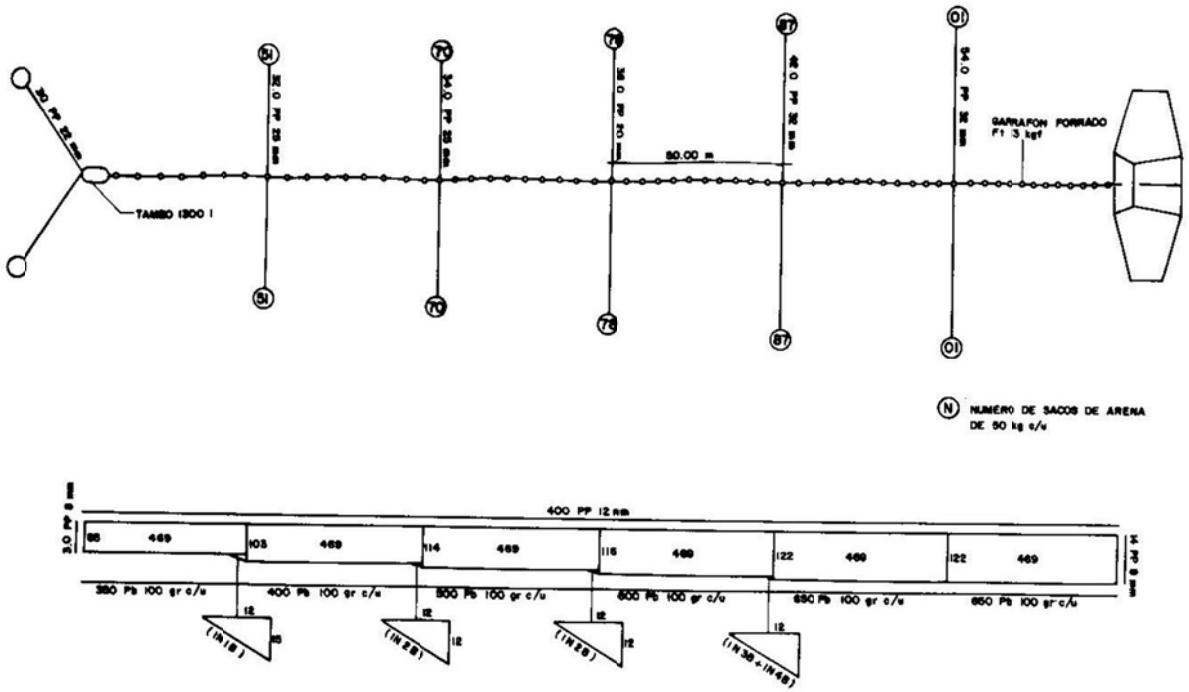
Se fijan en lugares cerca de la costa, donde la pendiente de la plataforma continental es más o menos uniforme y sin obstáculos que puedan obstruir o estorbar su instalación u operación, y generalmente cerca de puntas o bahías que sean paso obligado de especies migratorias, para que sean vulnerables a la red guía (Córdoba, 1982). Las investigaciones realizadas en este campo involucran en el plan técnico la determinación de áreas adecuadas para su instalación (López, 1987; Zárate y Rodríguez, 1988; Ramos y Rubio, 1989).

Las especies que se pueden capturar son aquellas que presentan características migratorias como los **túnidos** (atunes, bonitos, barriletes, sierras), **caránjidos** (jureles, toros, papelillos, etc.) e incluso **clupeidos** (Kusuyoshi y Valle, 1978), aunque pueden ser capturadas especies sedentarias que por casualidad penetraran en ella durante la búsqueda de su alimento; también crustáceos y cefalópodos (Castro y Moreno, 1987; Márquez y Macías, 1987; Durán y Cárdenas, 1988).

Entre los trabajos de investigación figuran el de Zárate y Rodríguez (1988), quienes proponen un diseño de construcción para una almadraba tipo Daibo-Ami, consistente en aumentar el volumen del corralón, con lo que se estima que los peces tendrán menos oportunidades de escapar (Fig. 31); Córdoba (1982) y Aguayo y Machuca (1988) que describen los métodos utilizados en la construcción de almadrabas Daibo-Ami; Ramos y Rubio (1989), quienes proponen un método de cálculo para la construcción de una almadraba

Figura 30

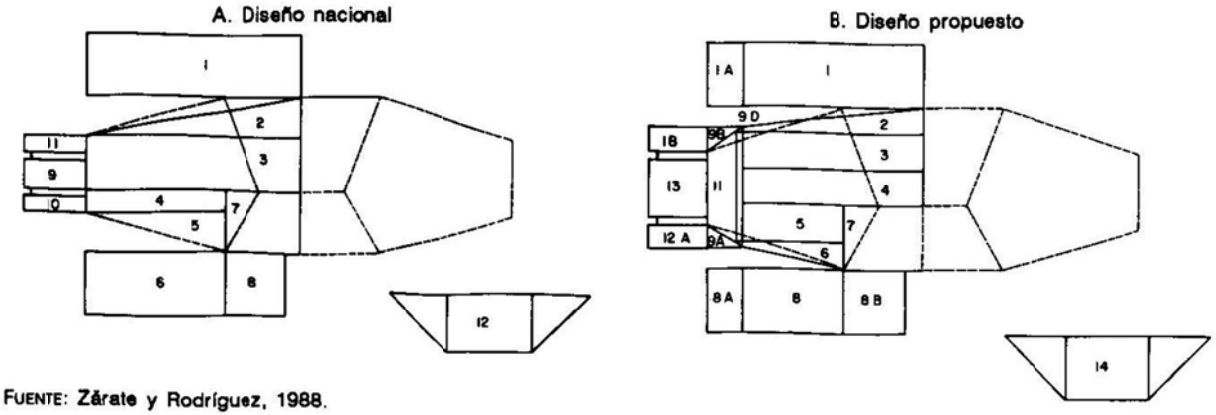
Diagrama esquemático de las dimensiones y constitución de una almadraba Daibo-Ami y su red guía (vista de planta)



FUENTE: López, 1987.

Figura 31

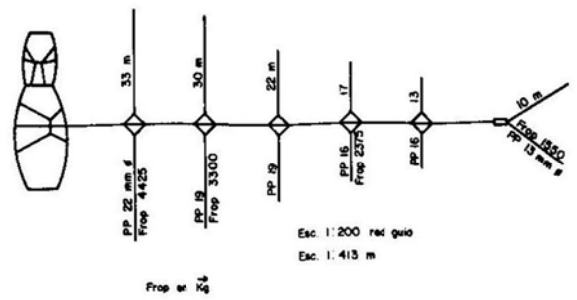
Diagrama de construcción de almadraba Daibo-Ami



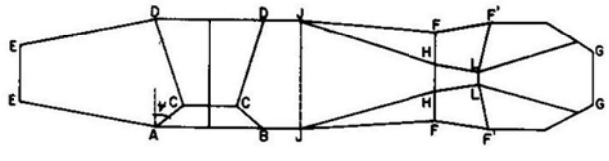
FUENTE: Zárate y Rodríguez, 1988.

Figura 32
Almadraba Otoshi-Ami propuesta por Ramos y Rubio, 1989

A. Características de fondeo



B. Dimensiones de estructura flotante



AB 24	AE 30	FG 36	FH 6	CC 12 m
BD 24	EE 12	GG 12	F'L 6	∢ 50°
AC 8	FF 20	HL 10	BJ 8	β 115°
DD 24	JF 30	FF' 12	JJ 24	

Esc. 1:630

Otoshi-Ami, concluyendo que su método es funcional (Fig. 32).

Trampas jaiberas

Éstas son sencillas, pues consisten en un aro de material rígido recubierta por materia fibroso como el paño de red. Llevan atada una piola o cordel largo con un flotador en su extremo para que una vez calado pueda ser localizado fácilmente. Al igual que las nasas, sirven para capturar diversos grupos de crustáceos como cangrejos y jaibas (Saenz *et al.*, 1987).

Con el desarrollo de la tecnolcgía pesquera, la mayoría de las artes de pesca de altura se han sometido a análisis tecnológico y los nuevos equipos son por lo general producto de la ingeniería. Sin embargo en cuanto a los equipos usados en las pesquerías ribereñas, las innovaciones de artes de pesca han surgido básicamente de la práctica pesquera, de tal forma que la mayoría de las investigaciones se han enfocado a la caracterización de los sistemas de captura, determinación de selección y selectividad de artes, estudios comparativos de eficiencia y en algunos casos mejoras a diseños y experimentación.

Son escasos los trabajos sobre estrategias de pesca y análisis de comportamiento de los recursos. En 1987 y 1988, Villaseñor (1991), realizó una investigación sobre el comportamiento de varias especies individuales y agrupadas ante diferentes equipos pesqueros utilizados en el litoral central del Océano Pacífico, encontrando que las agrupaciones adoptan conductas diferentes cuando perciben redes de enmalle y tienden a evadirlas mediante reacciones como: desplazamientos laterales y reagrupación de peces no atrapados (*Scomberomorus sierra*), separación de grupos pequeños ante el contacto con la red (*Sphoeroides sp.*), tendencia a penetrar rápidamente (*Strongylura sp.*), disgregación total (*Caranx latus*), separación por grupos de talla, saltos sobre la red y escape por orificios (*Mugil curema*).

Las observaciones sobre 17 especies fueron registradas mediante videograbación y fotografía submarina y sirvieron para recomendar adaptaciones para la pesca de especies migratorias y promover el desvío de cardúmenes hacia trampas y otros equipos más efectivos.

Sistema de arrastre para pesca de camarón

El sistema y su operación

El sistema de pesca de arrastre para camarón es un conjunto de medios de producción o subsistemas integrados: embarcación (buque, propulsión, maquinaria de cubierta y equipos de auxilio y apoyo), aparejamiento, redes y aditamentos excluidores, operados coordinadamente por cuatro o seis pescadores por medio de la organización de la fuerza de trabajo para constituir la unidad que mediante el remolque de dos o cuatro redes semicónicas "barre" un área del fondo en lances de dos a cuatro horas de duración para capturar camarón y fauna asociada (FAC) del bentos.

Las embarcaciones tienen entre 100 y 600 ton y su eslora va desde 14 hásta 30 m (Srfa. de Pesca, 1987b). El equipamiento de la embarcación consiste, en el mejor de los casos, en instrumentos y aparatos de apoyo a la navegación (brújula o compás magistral, posicionador, radar), comunicación (radiogoniómetro, radioteléfono VHF y radio banda lateral) y ecosonda. Además, la unidad debe contar con sistema de conservación, ya sea enfriamiento por hielo o refrigeración mecánica para la conservación del producto. (Fig. 33).

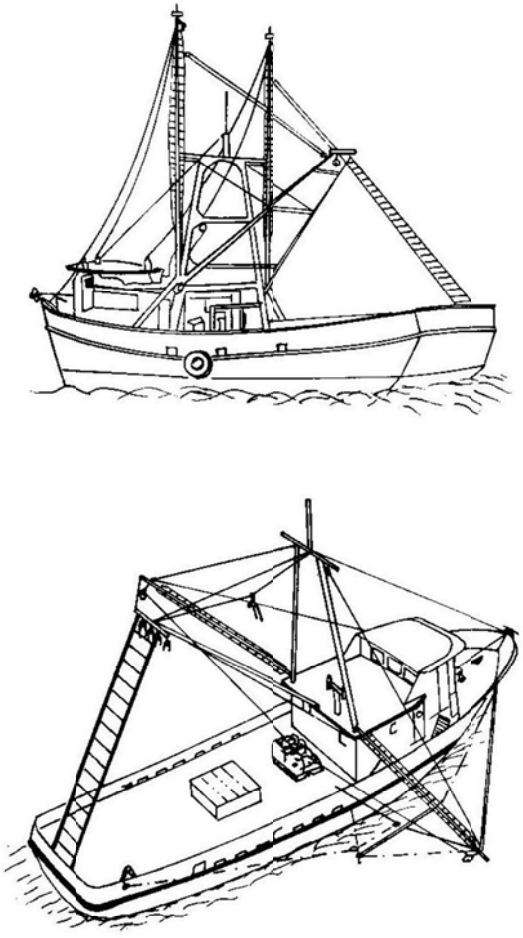


Figura 33

Buques típicos camaroneros

Las embarcaciones tienen entre 100 y 600 t y su eslora va desde 14 hasta 30 m (Srfa. de gran bolsa con tamaño de malla aproximada de 57.15 mm en el cuerpo y alas y de 50.8 mm en el copo o bolso. Al estar en operación, las redes adquieren forma semicónica deprimida dorsoventralmente; esa configuración se debe al efecto combinado de la posición de los cables de arrastre, los portones o tablas que permiten mantener la boca de la red siempre abierta y la propia resistencia al avance de los paños armados de acuerdo al diseño de la red, de tal forma que una característica particular es la gran abertura horizontal que se forma. En la parte inferior de la bo-

ca de la red y adelante de la relinga inferior, pende la cadena espantadora que sirve para incitar al camarón a desenterrarse y saltar introduciéndose a la red.

La organización de trabajo en el mar corresponde a la tripulación, la cual consiste en un patrón, un motorista, un cocinero/marinero, un ayudante de motorista/marinero y uno o dos marineros; adicionalmente, puede llevarse un ayudante de marinero (pavo).

Zonas de operación y periodos

Las zonas de pesca abarcan la región nerítica frente a los litorales del Océano Pacífico (costa oriental de la Península de Baja California Norte cerca de San Felipe, costa occidental de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Oaxaca y Chiapas, principalmente) y del Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Sonda de Campeche, principalmente) en localidades con profundidades entre 10 y 60 m principalmente.

Los fondos deben ser suaves y preferentemente llanos, de sedimento arenoso, arenolodoso, lodoarenoso o lodoso, ya que son los hábitat comunes de los crustáceos a capturar.

En el Océano Pacífico se opera de octubre a abril y en el Golfo de México se trabaja prácticamente todo el año.

Operaciones

La duración de los viajes es variable, desde dos o tres días en el litoral veracruzano, hasta 40 ó 45 días frente a Tamaulipas y Campeche.

Cuando es elegida la zona de pesca en base a la experiencia del patrón o una vez que se han verificado las condiciones de fondo, se procede a efectuar lances con la red de prueba (chango) para corroborar la existencia del recurso. En caso de que sea dudosa la abundancia relativa, se puede hacer uno o varios lances normales de corta duración para verificar tanto el funcionamiento del equipo como la existencia de camarones.

Las redes van adujadas en cubierta, quedando su parte anterior colgando de los portones, los cuales tienen que estar pendientes de los tangones para proceder a calar los equipos.

La decisión de pesca está determinada por la experiencia de la tripulación, la presencia de camarón, la temporada y zona de pesca, la cercanía de otras unidades o la comunicación con otros patrones de la misma empresa o cooperativa que indiquen zonas más productivas.

En la zona elegida para pesca, se procede a largar las redes y el cable de arrastre operando el winche o malacate hasta que se sumergen los portones adoptando una forma de trabajo adecuada; luego se acelera entre 2.7 y 3.2 m/s hasta que las redes llegan al fondo. Por lo regular la longitud de cable de remolque que se encuentra "activo" varía entre una proporción de 1:3 a 1:5 respecto a la profundidad de arrastre, para lo cual el patrón se auxilia de marcas en el cable. Una vez caladas las redes a la profundidad requerida se procede a disminuir la velocidad entre 1.2 y 1.5 m/s aproximadamente.

La duración de los lances es variable (entre 3 y 4 horas aproximadamente); al término del mismo se procede a arriar los equipos de tal forma que se disminuye velocidad y se cobra cable, se incrementa un poco la velocidad cuando las redes llegan a la superficie, luego se vuelve a disminuir velocidad y se continua cobrando hasta

que los portones quedan cercanos a los tangones; lo anterior se realiza mediante una adecuada coordinación entre patrón, marinero-winchero, motorista y marinero-timonel. La disminución de la velocidad es necesaria para facilitar la maniobra, embragar el winche o malacate y poder virar el cable.

Los bolsos de las redes son colocados sobre cubierta en forma alternativa con apoyo del winche o malacate y arboladura, de tal forma que la captura se va descargando abriendo cada bolso y limpiando la red. Luego se cierran los bolsos para preparar el siguiente lance.

Durante el siguiente lance se procede a separar el producto, descabezar el camarón, lavarlo y embodegarlo.

Consideraciones de diseño de una embarcación camaronera

Las embarcaciones conocidas comúnmente como camaroneras son de gran diversidad, tipos y tamaños. Las esloras de la flota varían de 16 a 30 m aproximadamente, siendo el material del casco generalmente de hierro y madera. La potencia nominal de la máquina principal varía de 150 a 520 HP (Sarmiento, 1992) y las edades de las embarcaciones fluctúan entre 5 y 30 años, siendo más frecuentes las de 10 a 15 años. Para la flota del Océano Pacífico la conservación es a base de hielo en 45% de los buques y el 55% utiliza conservación a base de gas refrigerante.

Frente a Tabasco operan los buques "siete barberos" que tienen esloras entre 7.5 y 15 m. El material del casco es comúnmente de madera, su sistema de conservación es a base de hielo y la potencia de la máquina principal varía de 60 a 160 HP.

Para los buques camaroneros las consideraciones fundamentales de diseño involucran como características técnicas el tipo de pesca a realizar, los equipos a arrastrar y su resistencia al avance, así como los principios de área de barrido de los equipos, la potencia de la máquina a utilizar, su relación con la transmisión, así como con la hélice.

Actualmente también se consideran como prioridades las condiciones adecuadas de trabajo, equipamiento electrónico, ahorro de energía, aprovechamiento máximo de espacios y acomodaciones propias para el descanso, ya que los instrumentos y embarcaciones que se han importado de otros países no satisfacen completamente las necesidades técnicas y de vida de los pescadores a bordo.

Por lo anterior algunas instituciones educativas y empresas privadas han realizado estudios y trabajos relativos a mejorar los diseños de embarcaciones haciéndolas más funcionales.

Con el propósito de participar en este campo y tratando de adecuar los equipos a las actividades que tradicionalmente los pescadores realizan, la carrera de Diseño Industrial de la UAM-Azcapotzalco ha estudiado la problemática de diseño de embarcaciones y ha desarrollado un prototipo: la embarcación se proyectó de 18 m de eslora, 5.5 m de manga y 3 m de puntal para una velocidad máxima de 13 nudos (Lazcano, 1993; Aguilar y Lazcano, 1993).

La forma establecida del casco permite una mejor estabilidad, además de proporcionar un mayor volumen de desplazamiento y como consecuencia una embarcación de menores dimensiones, pero de la misma capacidad de carga, comparándola con otras de mayor tamaño. Se ha conside-

rado que deben estar perfectamente relacionados todos sus elementos, de tal forma se ha tomado en cuenta que, el sistema de cobro, tanto la arboladura como el malacate, colaboren en la unificación funcional de la embarcación.

La arboladura como principal estructura para las operaciones de cubierta ha sido racionalizada en sus dimensiones para resistir los esfuerzos y movimientos propios de las diferentes actividades en cubierta y fuera de ella. Para el caso del malacate, la propuesta consiste en mejorar la disposición de las palancas de mando de tal manera que corresponda a las capacidades humanas, logrando con lo anterior seguridad tanto para el winchero como para los demás miembros de la tripulación que participan directamente en las maniobras de cobrado.

Para resolver los problemas del sistema de cobro en las maniobras de cubierta se propuso una grua extensible y giratoria de acción hidráulica, con dispositivos en el extremo de la pluma para poder recibir más de dos cabos al mismo tiempo. De esta forma se logran realizar las maniobras en toda la cubierta y áreas cercanas a la borda. Este sistema se ha colocado sobre la misma estructura del malacate para que la operación de uno y otro se lleve a cabo en el mismo sitio.

Para facilitar el trabajo de separación de producto se ha diseñado un equipo que permite el lavado de lodos a presión y separa los camarones de las especies de acompañamiento por medio de cribas con diferentes tamaños de abertura de mallas; una vez limpio y separado, el sistema procede a clasificarlo en tamaños, colocando los camarones en posición dorsal; enseguida, por medio de rodillos, el producto avanza hasta el lugar que la separación permite y cae por la ranura en el contenedor correspondiente de acuerdo a su tamaño. Para el "descabezado" se propuso un mecanismo que permite el paso del camarón entre dos rodillos de forma ovoide, que al girar sostiene al crustáceo, mientras que el otro elemento que gira sincrónicamente frente al camarón le desprende el cefalotórax.

Para efectos del proyecto de diseño, todo lo que se refiere a la caseta del barco, se considera como la zona de habitabilidad y mando. Las funciones en las que es conveniente dividirlo son: el puente, la zona de alimentación que consiste en área de conservación, preparación y servicio, la zona de descanso y por último la zona de aseo personal.

El área de alimentación ha sido diseñada para mejorar las condiciones de trabajo, acondicionar equipos modernos de conservación de alimentos para dos o tres días. Se cuenta con los espacios de limpieza y guardado de los utensilios, tanto para la preparación de los alimentos, como para el servicio de los mismos. La zona de servicio se ha establecido accesible a la de preparación, consistiendo de una mesa en forma de barra con bancos individuales, con el objeto de utilizar los espacios de mejor forma y con la finalidad de que la actividad de servicio se agilice.

La caseta cuenta con una área destinada tanto al descanso como al aseo, de tal manera que los camarotes se acondicionaron con ventanas adecuadas para iluminación natural, luz ambiental y para lectura.

La participación de los diseñadores en la solución de problemas de equipos pesqueros está estableciendo con la ingeniería pesquera un campo interdisciplinario de gran relevancia para superar las problemáticas del sector.

Asimismo, las empresas no se han quedado a la zaga y en algunos astilleros se construyen embarcaciones prototipo como el Buque "Sinaloa I" de Naviera y Pesquera Golfo-Pacífico, S.A. de C.V. que ha desarrollado una embarcación camaronera adaptada para otras actividades de pesca (arrastre para escama y palangre).

Otro aspecto importante en cuanto al avance tecnológico de las unidades pesqueras, lo constituye la incorporación de toberas en el sistema de propulsión. Actualmente un alto porcentaje de las embarcaciones utiliza la tobera; este dispositivo fue inventado en 1933 para mejorar el aprovechamiento de la potencia instalada de las diversas condiciones de funcionamiento del buque.

La unidad hélice-tobera permite a la embarcación tener una estructura de sección de popa que permite mayor dinamismo, mayor empuje en condiciones de arrastre (40% más jalón con tobera). Ahorro de combustible (15 a 20%), disminución de vibraciones y de efectos de cavitación.

Desarrollo de los sistemas de pesca de arrastre para camarón

La pesca del camarón en aguas marinas se inició en México frente al litoral del Golfo de México desde 1917, cuando barcos arrastreros norteamericanos exploraron la zona en busca de recursos explotables (Smith, 1988).

En el Océano Pacífico se realizaron las primeras pruebas con redes de arrastre en 1927 cuando buques de Estados Unidos de América arrastraron frente a Sonora y Sinaloa. Antes de la Segunda Guerra Mundial las embarcaciones utilizaban motor de gasolina colocado en popa.

A partir de 1937 dos buques japoneses con concesión efectuaron arrastres, pero las experiencias no fueron muy satisfactorias, a pesar de lo cual las redes de ala y arrastre de curva (Ramos, 1988) se siguieron operando por pescadores mexicanos hasta los años cincuenta, periodo en que fueron sustituidas por equipos americanos de más fácil manejo y mayor capturabilidad. El cambio sustancial consistió en sustituir las grandes redes de 24 a 37 m (80 a 120 pies) por equipos de 12 a 14 m (40 a 45 pies) operando una red por banda (Raynaldo, 1986), con lo que el poder de pesca se incrementó al poderse barrer una mayor área.

En el Golfo de México, durante el periodo de 1940 a 1949, empezaron a operar algunas embarcaciones estadounidenses de 10 a 15 m de eslora, con autonomía de 1 a 10 días. Estas embarcaciones utilizaban una red de arrastre por popa cada una, logrando capturas apreciables, lo que hizo que se interesaran por seguir explotando el recurso (Ramos, 1988; Polanco, *et al.*, 1987).

En 1946 varias cooperativas de Tampico, Tamps., solicitaron permisos para contratar embarcaciones extranjeras para la pesca del camarón y esas mismas cooperativas amparaban a embarcaciones estadounidenses que pescaban ilegalmente. La pesca comercial por parte de la flota mexicana se inició formalmente en 1947, participando la flota del estado de Campeche (Sánchez, 1959; Smith, 1987).

El auge que la pesquería del camarón alcanzó en esa época fue impresionante, al grado que las dos cooperativas camaroneras que existían en 1947, crecieron un año después a 16 cooperativas, integradas por más de 900 pescadores organizados y aproximadamente 500 industrias conexas (Smith, 1987).

La primera crisis en la pesquería del Golfo de México se presentó en 1949, cuando escaseó el camarón blanco (*Penaeus setiferus*). En la búsqueda de mejores capturas, la flota exploró en caladeros cada vez más lejos de la costa, encontrando las poblaciones de camarón rosado (*Penaeus duorarum*) y café (*Penaeus aztecus*) frente a las zonas de Campeche y Tabasco respectivamente, constituyendo una de las pesquerías más importantes de la región, hasta la fecha (Smith, 1987).

En la década de los cincuenta existían tres diseños básicos de redes: fantasma, balón y semibalón.

Hacia 1973, debido al interés de los pescadores por aumentar la eficiencia de sus equipos, se prueba y opera un nuevo sistema, consistente en dos redes pequeñas a cada banda de la embarcación. Aunque cada una de estas redes es más pequeña que una grande arrastrada por popa, la abertura horizontal total de las cuatro redes empleadas es mayor, por lo que se estimó que sería un sistema más eficiente, lo cual resultó cierto en parte, pues las capturas aumentaron aproximadamente en un 30%. Sin embargo, el nuevo sistema era más difícil de operar debido a los problemas propios de tener cuatro redes al mismo tiempo y la falta de experiencia de las tripulaciones, por lo que, a pesar de sus ventajas, no fue muy popular entre los pescadores y cayó en desuso (Smith, 1987; Ramos, 1988; Polanco *et al.*, 1988).

A pesar de los inconvenientes que en un principio hacían poco atractivos al sistema de redes gemelas o de cuádruple aparejo, se lograron superar sus limitantes, siendo ahora el sistema más utilizado en el Golfo de México.

Las redes camaroneras experimentaron un cambio importante, que consistió en construir equipos de cuatro tapas en vez de dos, lo cual tiene ciertas ventajas, tales como aumentar la abertura horizontal de la boca de la red, disminuir la tensión de los paños de las tapas superior (dorso) e inferior (vientre) y aumentar la abertura vertical (Smith, 1987).

Actualmente se observa una tendencia constante a aumentar la longitud de la relinga superior, paralelamente a la potencia de las embarcaciones.

El número de redes de arrastre camaroneras y embarcaciones que las utilizan ha variado desde que se inició la pesca de camarón, aumentando en forma sorprendente en sus inicios. Sin embargo, debido al excesivo esfuerzo aplicado, las capturas empezaron a disminuir, lo cual, asociado a otros problemas de la pesquería, hizo incosteable el aumento en el número de embarcaciones y se ha dado una autoregulación al disminuir el número de buques debido a obsolecencia de la flota.

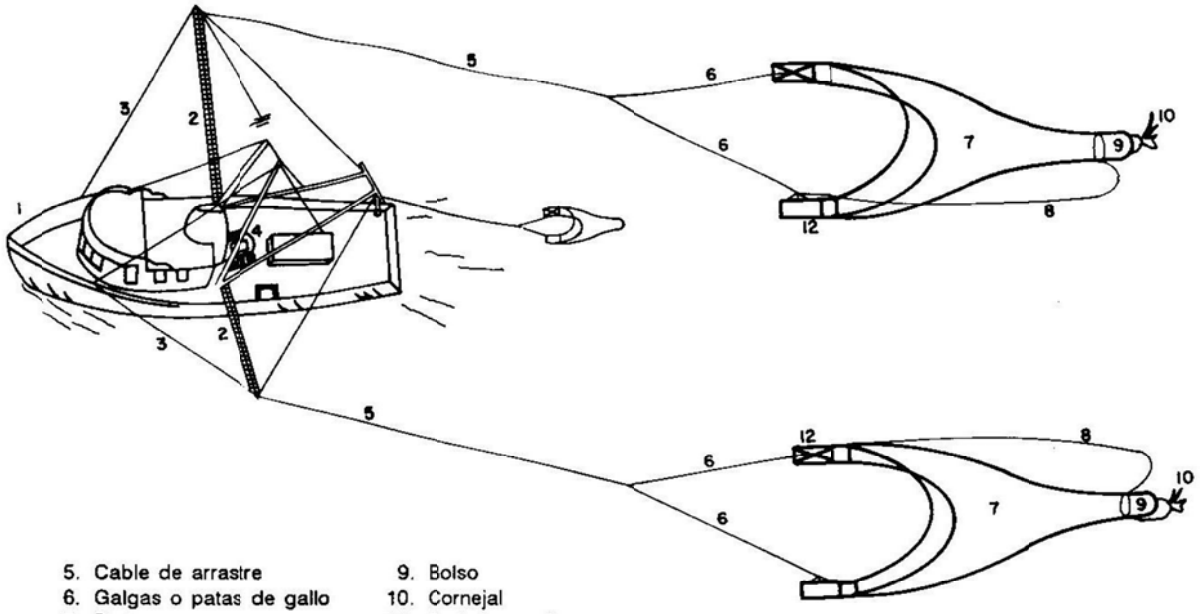
A inicios de la década pasada (1981), el número total de embarcaciones camaroneras era de 2 713, disminuyendo desde entonces paulatinamente a 1 700 embarcaciones en 1990 (Sría. de Pesca, 1981-1990) y 1 350 en 1992 (CANAINPES).

Sistema de arrastre de doble aparejo

El sistema de doble aparejo (una red por banda), es de uso común frente al litoral del Océano Pacífico (Fig. 34); se caracteriza por estar constituido de los siguientes elementos: embarcación y sus subsistemas (casco, propulsión y gobierno, acomodaciones, maquinaria y equipo de cubierta, equipo e instrumental de comunicación y apoyo a navegación y pesca), cable de arrastre (de acero tipo tonina de 14.3 mm de diámetro), galgas o

Figura 34

Componentes del sistema de pesca de arrastre de doble aparejo



1. Buque
2. Tangones
3. Tirantes del tangón
4. Winche (malacate)
5. Cable de arrastre
6. Galgas o patas de gallo
7. Redes
8. Falso
9. Bolso
10. Cornejal
11. Red de prueba
12. Portones

patas de gallo, portones rectangulares de madera o puertas, reinales, redes y cabo falso.

La flota en el litoral del Océano Pacífico ha variado desde 1981, (año en que se transfirió del sector privado al cooperativo), entre 1 540 unidades, hasta 800 aproximadamente en 1992 (Sría. de Pesca; CANAINPES —com. pers.—, 1993).

Las redes camaroneras están constituidas por alas, cielo, cuerpo de la red y bolso o copo. Por lo general se construyen de cuatro tapas (superior, inferior y dos laterales en forma de cuchilla o mixta —cuchilla y sección rectangular—).

En la *Caracterización y Análisis del Sistema de Arrastre de Doble Aparejo para la Pesca de Camarón en el Océano Pacífico*, Sarmiento (1992a) determinó que las puertas o portones más usuales en la flota tiene de 2.4 por 1.01 m siendo utilizadas por el 70% de la flota del Océano Pacífico Sur mexicano. Los portones son comúnmente rectangulares simples, sin ángulo (Fig. 35), aunque un 20% utiliza el portón adaptado (con ángulo); se construyen de madera con uniones, refuerzos y zapata de hierro.

El aparejamiento consiste en cable de remolque, portones, patas de gallo, cadena del portón, reinales y elementos de unión; es común encontrar al cable de arrastre y galgas catalogados como cabullería (Fig. 36).

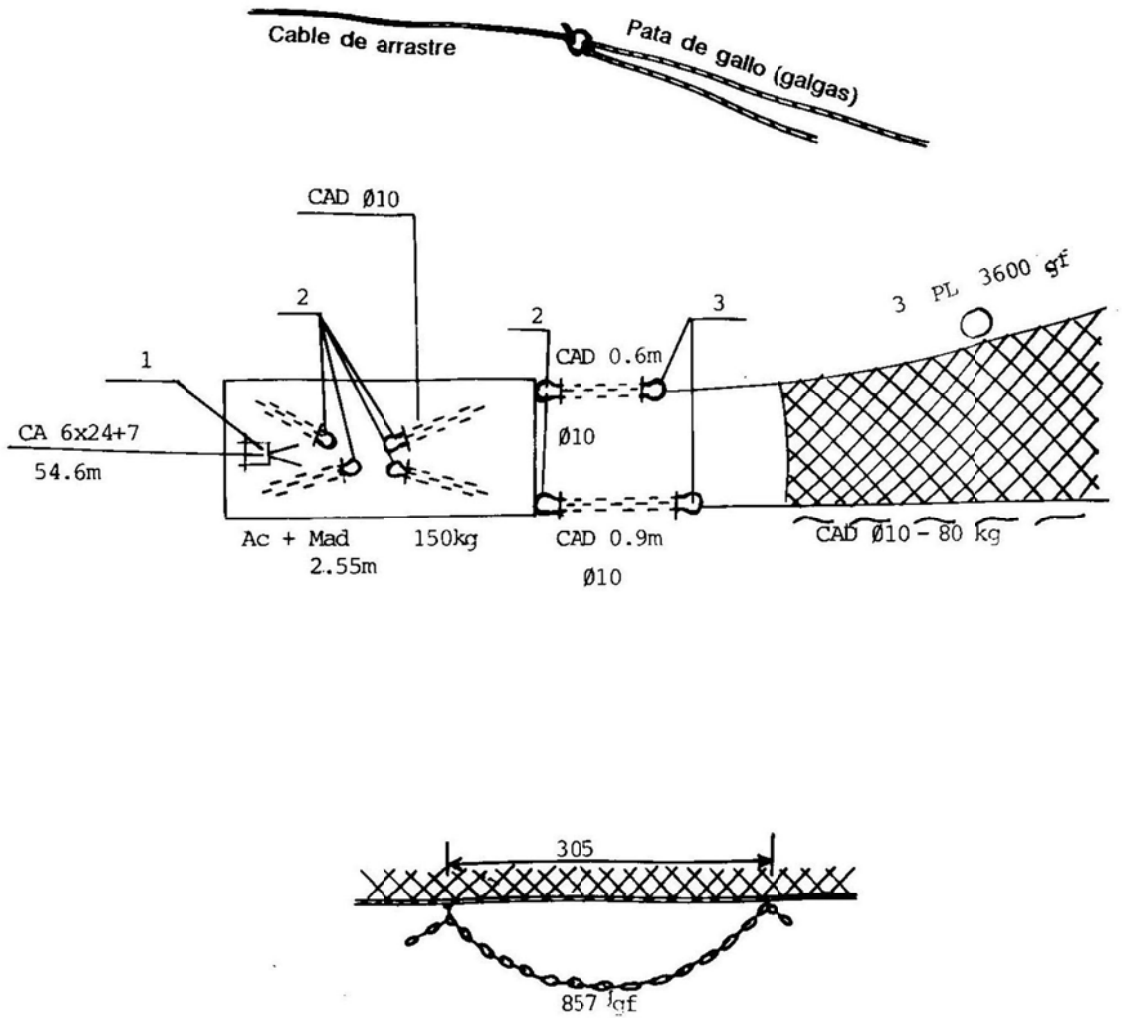
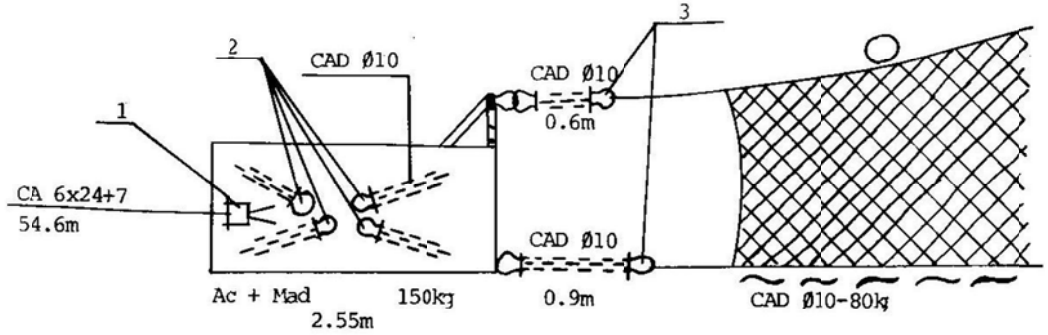


Figura 35

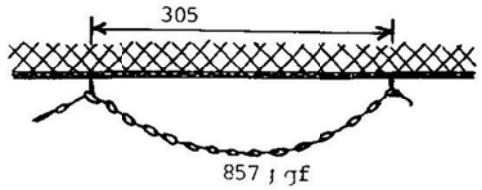
Esquema de aparejamiento para redes de arrastre camaroneras con portón sin ángulo

Figura 36

Esquema de aparejamiento para redes de arrastre camaroneras con portón de ángulo



Elemento	CTA	Tamaño (mm)
1. Destorcedor normal	2 360	15.87
2. Grillete corazón	1 500	11.11
3. Grillete corazón		12.70



En la zona del noroeste del país predominan redes de diseño volador (34%), semiportugués (33%) y cholo (33%), siendo la diferencia más notable la profundidad del cielo. En las tablas 10, 11 y 12 se aprecia que para tres diferentes diseños con tres dimensiones de relinga superior, la red diseño cholo presenta mayor discrepancia en cuanto a la profundidad del cielo. Sin embargo las áreas ficticias no aumentan significativamente.

En la zona del Golfo de Tehuantepec, los equipos más frecuentes son de diseño cholo (32.8%), arrastre (28.9%), portugués (14.84%) y mixto (9.4 %); el resto corresponde a redes volador y hawaiano. Las mayores frecuencias de utilización de tamaño de relinga superior corresponden a redes de 21.3 m, luego las de 18.3 m, las de 22.9 m, 16.8, etc. (Figs. 37 a 39).

Tabla 10
Redes camaroneras del diseño "volador" del Océano Pacífico mexicano

No.	Características	Unidad	Tamaño 75 pies A	70 pies B	80 pies C	Índice B/A	C/A
1	Longitud de la relinga superior	m	22.92	21.44	24.44	0.94	1.07
2	Longitud de la relinga inferior	m	27.04	24.74	28.08	0.91	1.04
3	Profundidad del cielo	m	2.86	2.29	2.51	0.80	0.88
4	Flotabilidad unitaria	kgf/m	0.47	0.50	0.44	1.06	0.94
5	Lastre unitario	kgf/m	2.81	2.81	2.81	1.00	1.00
6	Altura del borde superior (tapa lateral)	m	5.14	4.57	5.14	0.89	1.00
7	Perímetro de la boca	m	47.32	44.58	50.06	0.94	1.06
8	Longitud del cuerpo	m	10.63	10.29	11.66	0.97	1.10
9	Área ficticia de los paños de redes						
	• de la parte delantera	m^2	251.04	201.37	260.37	0.80	1.04
	• del cuerpo	m^2	285.34	239.10	302.18	0.84	1.06
	• del bolso	m^2	56.34	56.34	56.34	1.00	1.00
Total		m^2	592.72	496.81	618.89	0.88	1.03

Tabla 11
Redes camaroneras del diseño "semiportugués" del Océano Pacífico mexicano

No.	Características	Unidad	Tamaño 75 pies A	70 pies B	80 pies C	Índice B/A	C/A
1	Longitud de la relinga superior	m	22.85	21.82	24.44	0.95	1.07
2	Longitud de la relinga inferior	m	26.05	25.02	27.86	0.96	1.07
3	Profundidad del cielo	m	2.40	2.40	2.57	1.00	1.07
4	Flotabilidad unitaria	kgf/m	0.47	0.49	0.44	1.04	0.94
5	Lastre unitario	kgf/m	2.81	2.81	2.81	1.00	1.00
6	Altura del borde superior (tapa lateral)	m	4.86	4.57	5.14	0.94	1.05
7	Perímetro de la boca	m	47.21	44.81	49.15	0.95	1.04
8	Longitud del cuerpo	m	12.34	12.51	12.34	1.00	1.00
9	Área ficticia de los paños de redes						
	• de la parte delantera	m^2	226.37	154.41	264.03	0.68	1.17
	• del cuerpo	m^2	324.96	273.11	333.55	0.84	1.03
	• del bolso	m^2	56.34	56.34	56.34	1.00	1.00
Total		m^2	607.67	483.86	653.92	0.84	1.07

Tabla 12

Redes camaroneras del diseño "cholo" del Océano Pacífico mexicano

No.	Características	Unidad	Tamaño 75 pies A	Tamaño 70 pies B	Tamaño 80 pies C	Índice B/A	Índice C/A
1	Longitud de la relinga superior	m	22.81	21.46	24.38	0.90	1.07
2	Longitud de la relinga inferior	m	28.91	27.56	30.48	0.95	1.05
3	Profundidad del cielo	m	4.11	4.11	4.11	1.00	1.00
4	Flotabilidad unitaria	kgf/m	0.47	0.50	0.44	1.06	0.94
5	Lastre unitario	kgf/m	2.81	2.81	2.81	1.00	1.00
6	Altura del borde superior (tapa lateral)	m	5.71	5.71	5.71	1.00	1.00
7	Perímetro de la boca	m	48.00	46.86	499.83	0.98	1.04
8	Longitud del cuerpo	m	10.46	10.29	11.43	0.98	1.00
9	Área ficticia de los paños de redes						
	• de la parte delantera	m^2	256.23	231.70	281.57	0.90	1.10
	• del cuerpo	m^2	249.98	232.33	286.61	0.93	1.15
	• del bolso	m^2	56.34	56.34	56.34	1.00	1.00
Total		m^2	562.55	520.37	624.52	0.94	1.08

En lo referente a diseño de redes camaroneras, el procedimiento es similar al seguido para otros equipos de arrastre. Deben considerarse factores como: potencia de arrastre y dimensiones del arrastrero, condiciones meteorológicas e hidrológicas de la zona en la que se va a efectuar el trabajo, naturaleza del fondo y comportamiento del recurso, principalmente. Se puede partir de un diseño original, realizando pruebas en túneles hidrodinámicos a escala reducida y en base a aproximaciones al equipo idóneo, construir una unidad a escala normal para experimentación comparativa con otras redes, o bien, adaptar redes actuales, introduciendo modificaciones de acuerdo a las circunstancias. Este último procedimiento es el más común debido a que surge directamente de la práctica pesquera y no requiere un gasto elevado.

Los lineamientos para diseño de artes de arrastre, cálculos, métodos de corte, aparejamiento y procedimientos de medición a bordo, que presentó Okonski en 1977, fueron una notable contribución al desarrollo de la construcción de redes a nivel nacional. Algunos trabajos interesantes en el campo de los procedimientos para cálculo de redes camaroneras y análisis de operación son los de Reynaldo (1986) y Ramos (1988) que, pese a ser de los primeros intentos por incorporar los conocimientos de ingeniería al desarrollo del sistema de arrastre camaronero, contribuyeron tecnológicamente a impulsar el interés por efectuar modificaciones técnicas a los diseños de origen foráneo y evaluar los equipos utilizados comercialmente.

Reynaldo (1986) efectuó la caracterización de una parte de la flota camaronera del noroeste,

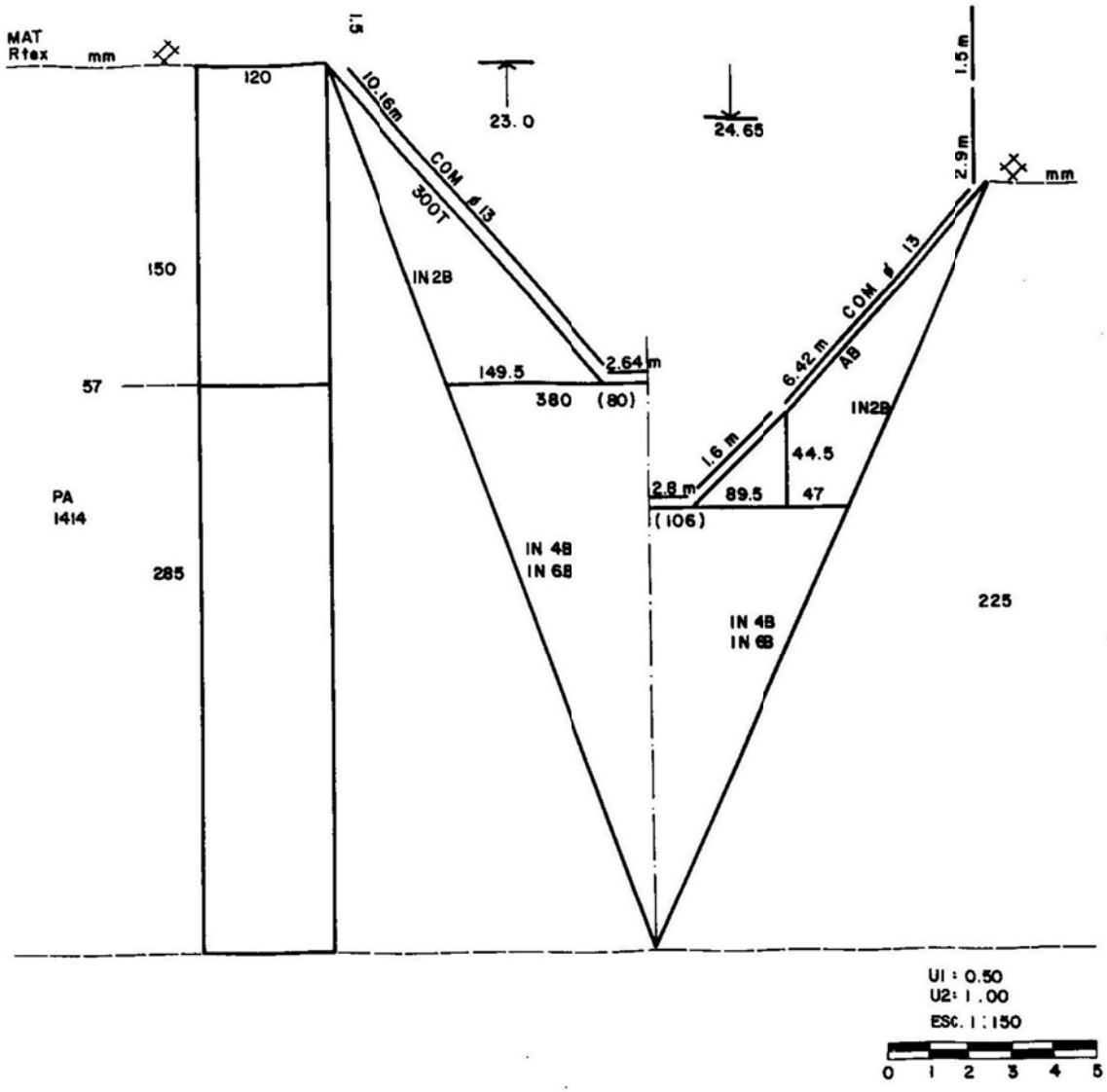
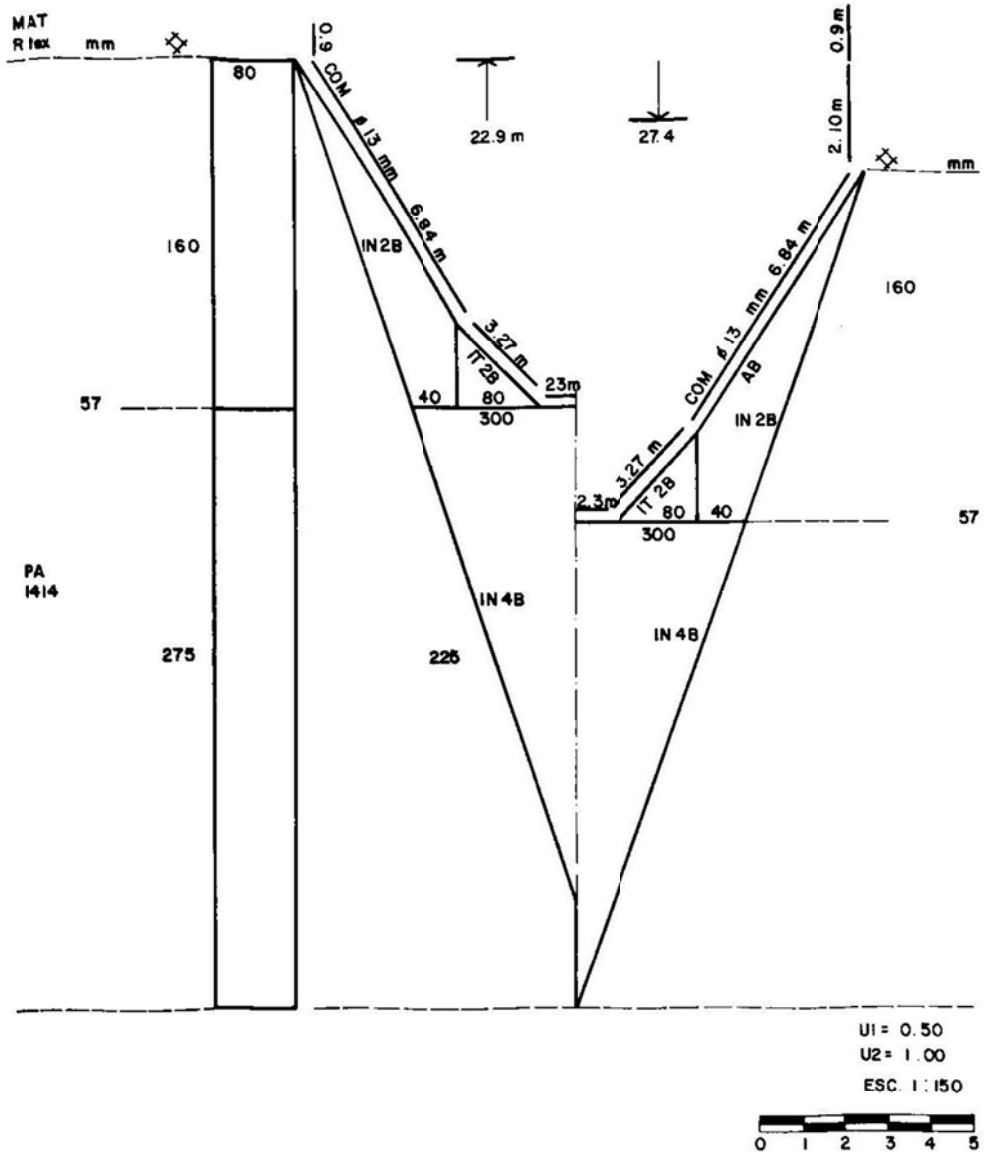


Figura 37

Plano de red camaronera diseño mixto de 22.9 m (72 pies) de relinga superior

Figura 38

Plano de red camaronera diseño portugués de 22.9 m (72 pies) de relinga superior



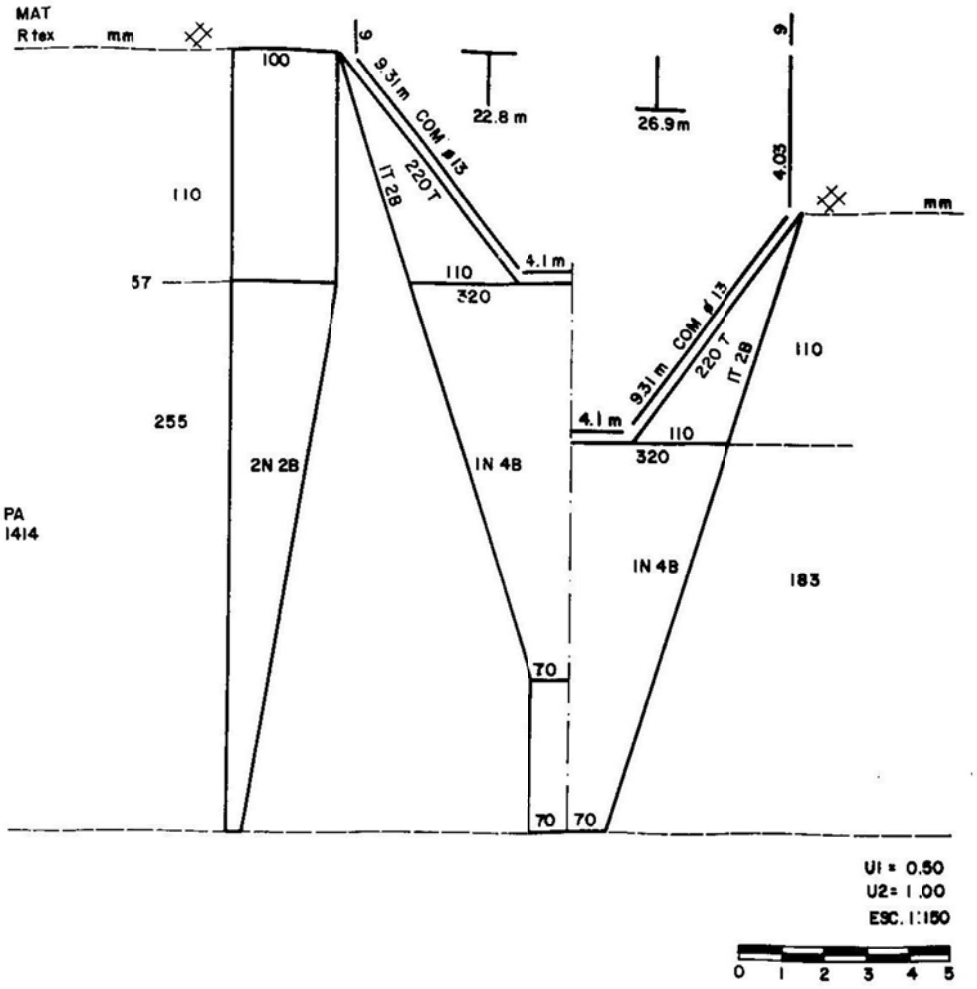


Figura 39

Plano de red camaronera tipo arrastre de 22.9 m (72 pies) de relinga superior

presentó las características técnicas de los equipos, el comportamiento teórico de relingas y analizó el aparejamiento y resistencia al avance de tres categorías de redes, basándose en una muestra de 222 buques con potencia nominal de máquina principal entre 120 y 500 HP; recomendó un procedimiento para determinar la longitud de la relinga superior de la red de manera práctica, en base a relación lineal con la potencia nominal de las embarcaciones utilizadas durante 1978 y 1979. Por su parte, Ramos (1988) presentó un plan de trabajo de cálculo para el diseño, construcción y análisis sobre la operación de las redes camaroneras de buques de instrucción de la SEP. El plan de trabajo consistió en el cálculo de redes volador y semivolador de 21 m de relinga superior.

La figura 40 es una red prototipo propuesta para exclusión de juveniles de peces en zonas en que se pretenden proteger a esos organismos. El diseño se basó en una red volador experimentada por Luis y Campos en 1987 y de la que se conoce la resistencia al avance real ante diferentes condiciones de operación. La red modificada incorpora un paño de malla de PAMO 114 mm traslapado a otro paño de PAMU del mismo tamaño de malla, pero recorrido en media malla para simular la malla de 57 mm. Estos paños se incorporan en la tapa superior y tapas laterales de la red para que las especies juveniles puedan escapar (Sarmiento, 1992b). La resistencia al avance de esta red es 20% menor respecto al equipo original.

En cuanto a selectividad de redes de arrastre existen diversos métodos, siendo los principales el de "copo cubierto" y el de "lances alternados", los cuales fueron descritos por Beverton y Holt (1957) y Pope (1966).

Grande-Vidal y Arias (1991) en un trabajo realizado en 1986 para determinar selectividad de cuatro tipos de redes de arrastre camaroneras usadas en el Océano Pacífico, con tres tamaños de malla diferentes (44.4 mm (N1), 50.8 mm (N2) y 57.15 mm (N3)) utilizando los métodos mencionados, encontraron que con el método de copo cubierto las redes semiportuguesas presentaron valores de longitud de selección de camarón de 85.87 mm (N1), 95.98 mm (N2) y 86.81 mm (N3); las redes volador presentaron valores de longitud de selección de 106.46, 109.77 y 108.57 mm y los diseños cholo de 22.9 m (75') presentaron valores de 79.3, 97.44 y 84.48 mm, respectivamente.

Para el método de lances simultáneos (variante del método de lances alternados), los valores de longitud de selección fueron diferentes para una misma red, según se compararon con redes de tamaño de malla de 50.8 mm (N2) o de 57.15 (N3) del mismo tipo. Para la red semiportuguesa con tamaño de malla de 44.45 mm se obtuvieron valores de longitud de selección de 69.55 (N1/N2) y 76.40 mm (N1/N3) según se compararon con uno u otro tamaño de malla; para la red cholo de 22.9 m se obtuvieron 114.12 (N2/N1), 92.28 (N2/N3) y 86.24 (N3/N1); para la red cholo 80-110 se obtuvieron valores de 118.27 (N2/N1), 103.69 (N2/N3) y 86.24 (N3/N1).

Por otra parte, en el análisis del equipo pesquero y motriz de la flota del noroeste de México, Murillo (1987), basándose en las características constructivas de las redes camaroneras, el aparejamiento, la maquinaria, las embarcaciones y el equipo motriz, concluye que las redes se construyen de mayores dimensiones (más de 30 m de relinga superior), teniendo por lo tanto capturas mayores, y que las embarcaciones con capacidad de bodega de 15 t y eslora promedio de 20 m y 295 HP obtuvieron hasta 1984 las capturas más abundantes; sin embargo, para el análisis de flo-

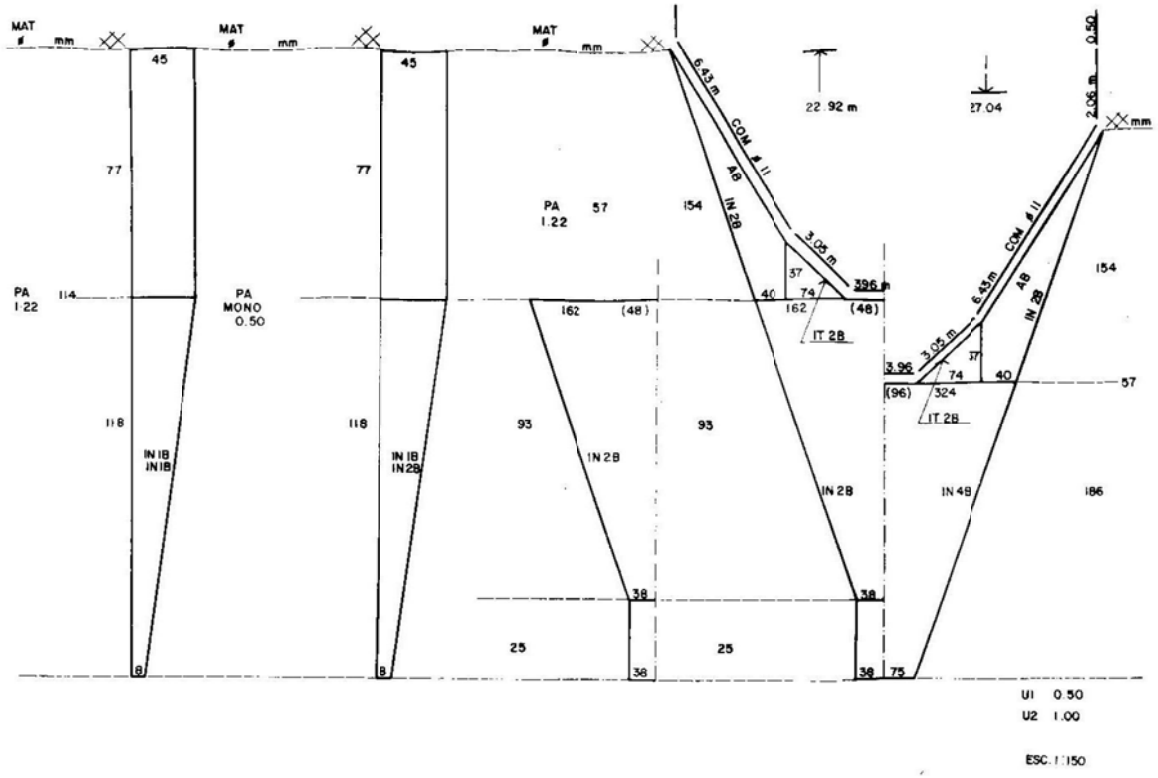


Figura 40

Red camaronera prototipo de 22.9 m (72 pies) de relinga superior

ta efectuado por Sarmiento entre 1989 y 1990 se determinó que el mayor poder de pesca corresponde a embarcaciones mayores a 23 m de eslora y en categorías a la de 21 a 22 m con 351 a 400 HP.

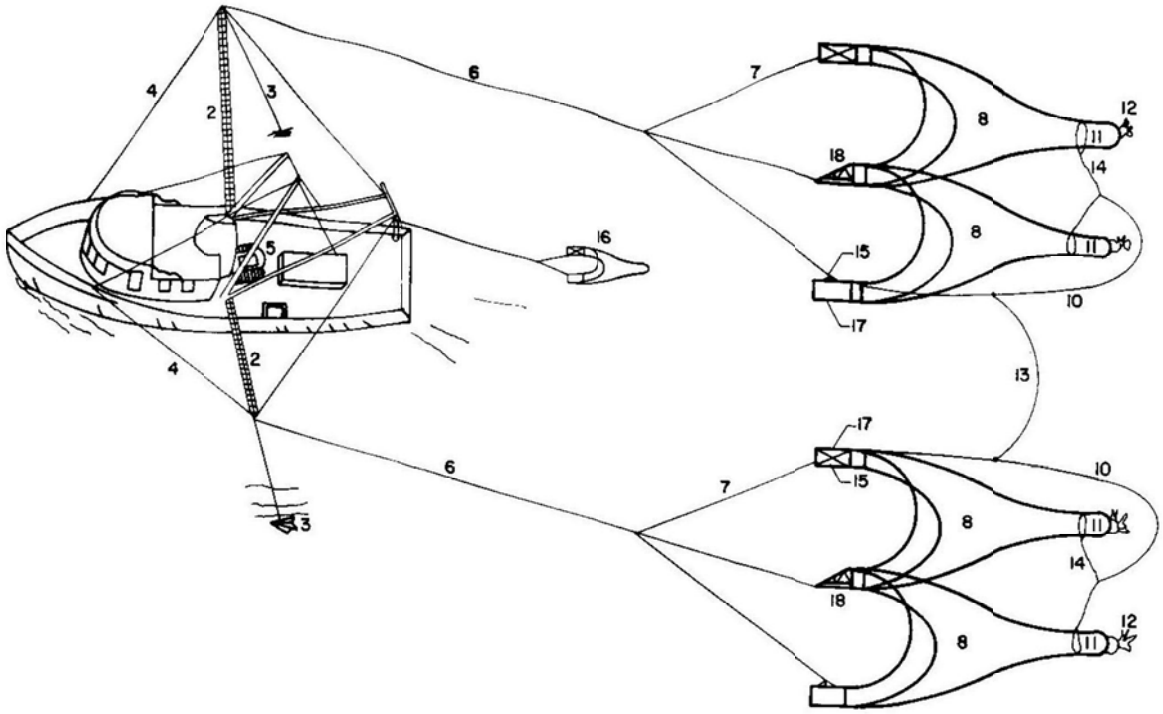
Murillo (1987) recomendó diseñar tambores de fricción de acuerdo a la norma europea, debido a que los utilizados presentan dimensiones muy reducidas; asimismo, propuso considerar la propuesta Hamuro para determinar en el diseño de la embarcación la máquina principal adecuada para buques arrastreros.

Sistema de arrastre de cuádruple aparejo (redes gemelas)

El sistema de redes gemelas (Fig. 41) es muy semejante en sus maniobras de operación al sistema doble, con las diferencias inherentes al uso de cuatro redes. Se compone de las siguientes partes: embarcación y sus subsistemas; cable de

Figura 41

Componentes del sistema de pesca de arrastre de cuádruple aparejo (redes gemelas)



1. Embarcación
2. .Tangones
3. Avión
4. Tirantes del tangón
5. Winche (malacate)
6. Cable de arrastre
7. Galgas
8. Red exterior
9. Red inferior
10. Volador
11. Bolso
12. Cornejal
13. Timbomba
14. Falso
15. Patas de gallo
16. Red de prueba
17. Portones
18. Patín

arrastre, el cual permite que el equipo sea remolcado por la embarcación a una determinada profundidad; galgas, que unen el cable de arrastre con las puertas o portones y el patín; puertas, que permiten abrir la boca de la red, merced a un cierto ángulo en relación a la dirección de arrastre, y que se colocan como si se tratara de una sola red, es decir, una en el lado de adentro de la abertura de la red interna y la otra en el lado exterior de la red externa; redes, siendo una interior y otra exterior; patín, el cual se coloca en medio de ambas redes y sirve como punto de unión entre ellas y favorece la estabilidad del sistema. Va sujeto directamente al cable de arrastre por medio de una galga, por lo que se reduce un poco la tensión en la parte media del equipo. Esta es la pieza fundamental de la operación del sistema y consta de un deslizador que tiene contacto con el fondo y encima lleva una armazón que sirve para sujetarlo a las relingas superior e inferior de las redes.

Por lo que respecta a las redes, su armado es igual al de redes sencillas y se componen de las mismas partes (Polanco *et al.*, 1988), aunque sus dimensiones son más reducidas.

Los modelos de redes han cambiado de tal forma que en la actualidad existe una gran variedad de redes de arrastre camaroneras, pues cada patrón de pesca las modifica según su muy particular punto de vista y en base a su experiencia.

La longitud de la relinga superior para las redes de este sistema se ha recomendado en 9.45 m (32') de relinga superior, con portones de 1.5 m por 0.76 m (5' por 30"), siendo el tipo denominado "planas" el más común en el Golfo y Caribe.

Los trabajos que se han realizado para mejorar los sistemas tecnológicos de capturas de camarón se han debido principalmente a iniciativas de los propios pescadores, motivados por la necesidad de incrementar su producción, lo que les reporta mayores utilidades.

También el uso de una extensión en el portón de arrastre ha permitido tener una mayor abertura. La extensión se coloca en la parte superior de la puerta y se denomina triángulo o ángulo (Polanco *et al.*, 1987).

El tamaño de malla utilizado en la década de los treinta, era de 50.8 mm (2") a 57.2 cm (2 1/4") en el cuerpo y de 44.5 mm (1 3/4") en el copo. En 1958 se redujo el tamaño de malla utilizado en el cuerpo, pasando a ser desde 41.4 mm (1 5/8") hasta 44.5 mm (1 3/4"); y en el copo pasó a ser de 38.1 mm (1 1/2"). Sin embargo la regulación oficial de septiembre de 1991 establece que el tamaño de malla debe ser de 57.15 mm en el cuerpo de la red y de 50.8 mm en el bolso (D.O.F. 26/sept/91).

Según un estudio realizado en 1985, los modelos de redes más utilizados por los pescadores camaroneros en el litoral del Pacífico fueron el volador, cholo, portugués y semiportugués, siendo notable el aumento en la longitud de la relinga superior de todos los modelos.

En cuanto a las características de las embarcaciones, se observa tendencia a aumentar su desplazamiento, eslora y potencia nominal a medida que pasa el tiempo, lo cual no necesariamente representa una mejora pues las embarcaciones más eficientes y con mayor poder de pesca no fueron las que presentaron los mayores valores de eslora, potencia nominal, antigüedad, etc. (Fuentes y Portugal, 1974 y 1975; Portugal, 1976; González *et al.*, 1988).

Existe un trabajo denominado *Dimensionamiento del Sistema de Arrastre Camaronero para el Barco Prototipo de 13.7 m (45') de Eslora*, en el cual se consideran algunos modelos ya existentes de redes utilizados con el sistema doble y de cuádruple aparejo (Fig. 42 y 43); ahí se determinaron las medidas teóricas ideales para ser utilizadas en barcos prototipo, modificándose algunos diseños como la red propuesta por González-Jara (Fig. 44).

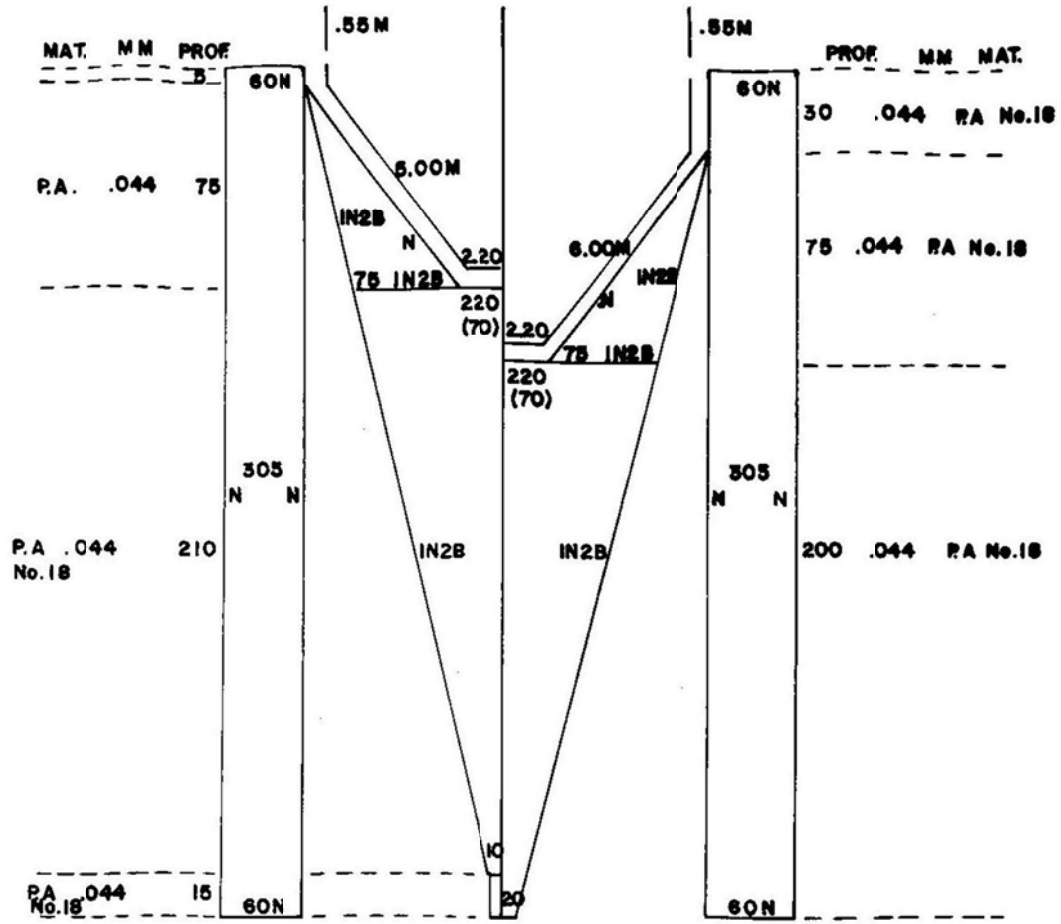
Experimentación de redes de arrastre con dispositivos excluidores (DET)

Excluidores de tortuga marina

Se conocen como dispositivos excluidores de tortuga marina (DET) a aquellos aditamentos de paño de red o de la combinación de parrilla(s) y paño que se incorporan en el antebolso de las redes

Figura 42

Plano de red camaronera, diseño portugués (Plano) de 12.2 m (40 pies) de relinga superior



ESC. 1:100

FUENTE: Soc. Coop. La Nacional, Tampico, Tamps.

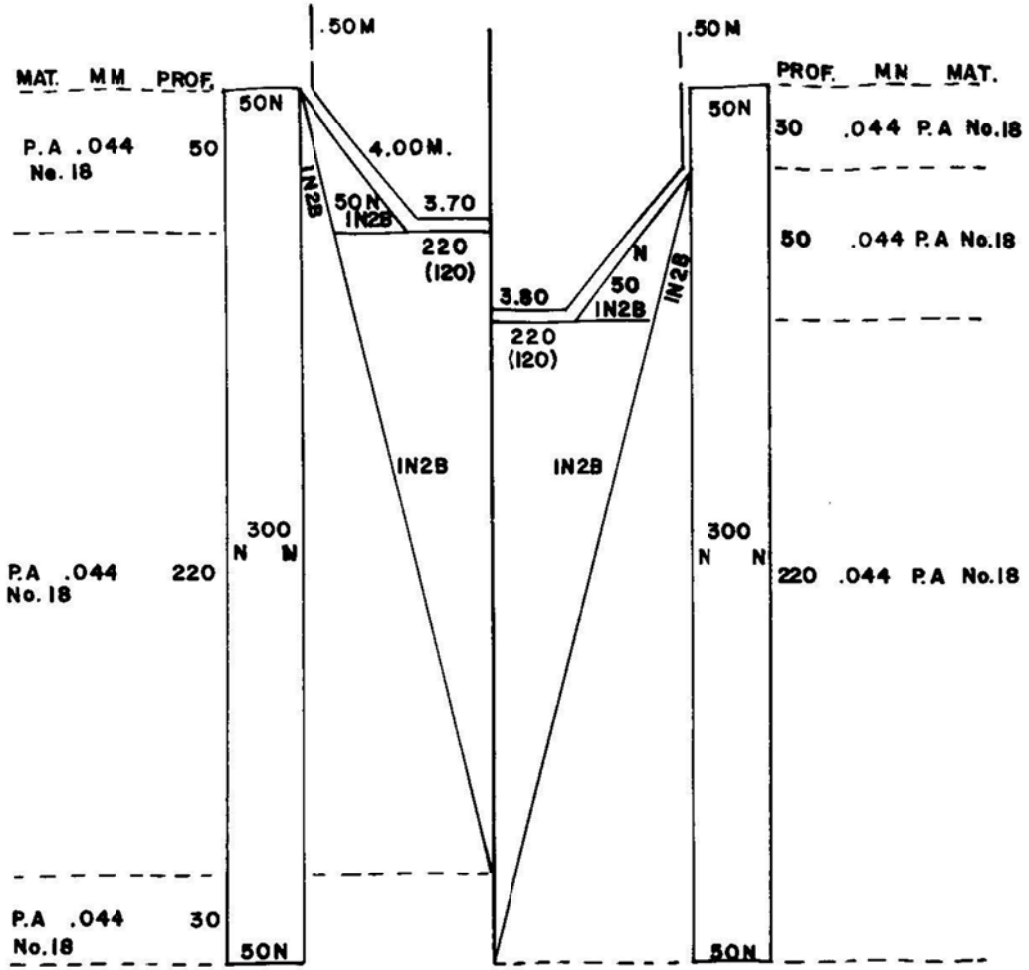


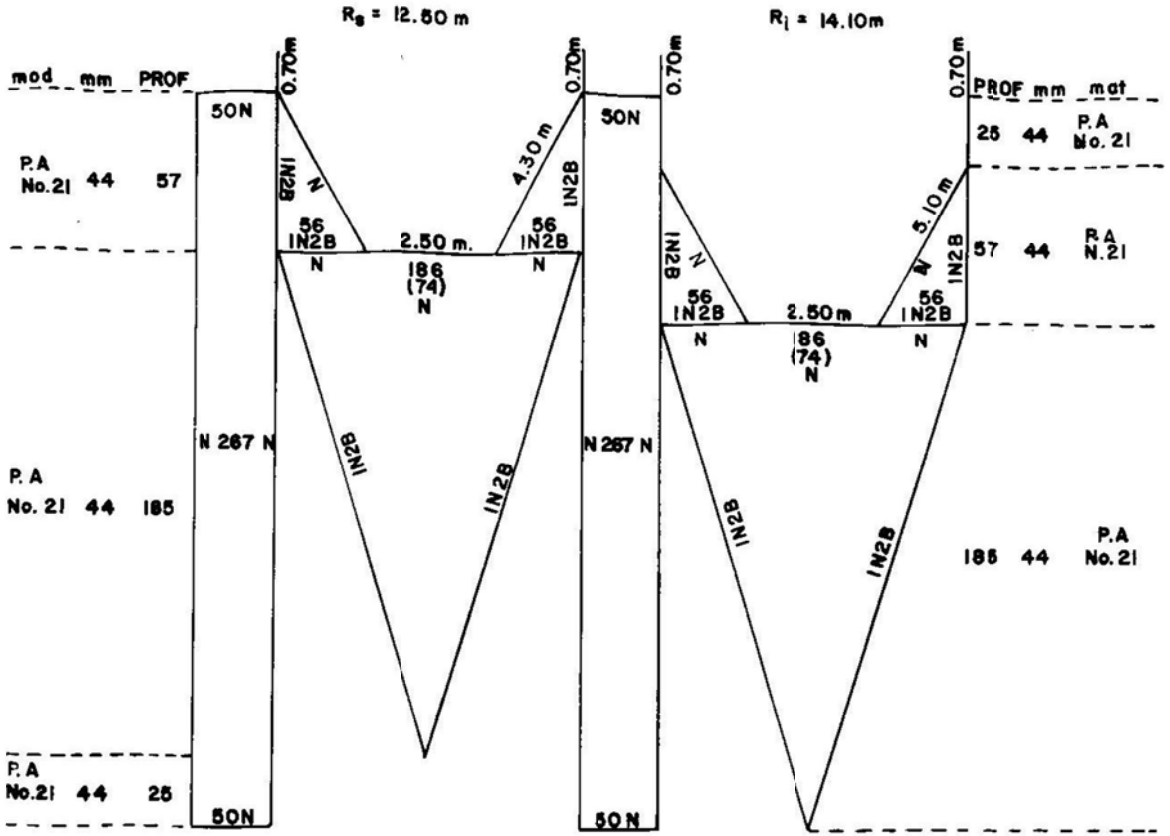
Figura 43

Plano de red camaronera típica del Golfo de México de 11.7 m (38 pies) de relinga superior

FUENTE: Soc. Coop. Camaroneros tampiqueños.

Figura 44

Red camaronera prototipo. Optimización de diseños



FUENTE: Cortesía de E. González-Jara, 1992.

camaroneras con el objetivo de incrementar la selectividad, disminuyendo la captura incidental de tortugas marinas durante las operaciones de pesca comercial.

Los DET tienen su antecedente en las modificaciones efectuadas a las redes de arrastre para proteger a los peces pequeños debido a que el continuo incremento del esfuerzo pesquero ha afectado a sus poblaciones, particularmente a aquellas especies asociadas a la pesca de camarón (FAO, 1973). En algunos países como Francia, Islandia, Países Bajos y Noruega se empezaron a perfeccionar redes selectivas que inicialmente tenían un paño deflector frontal para desviar los peces a una salida en la tapa superior de la red, por lo que los primeros excluidores fueron dispositivos para disminuir la captura incidental de peces.

En 1977 el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de los Estados Unidos de América (NMFS), desarrolló un excluidor diseñado para disminuir la captura de tortugas marinas en las operaciones de arrastre en el Golfo de México. Sin embargo, el diseño original no resultó lo suficientemente eficaz debido a que las capturas de camarón disminuyeron en un 30 por ciento.

A partir de 1980 el NMFS incorporó en las redes camaroneras un dispositivo rígido con estructura metálica a manera de caja y cubierta con paño, que tenía una parrilla desviadora de tortugas a la parte superior del excluidor, denominado "dispositivo para la eficiencia de las redes de arrastre".

Con el perfeccionamiento de los dispositivos y la necesidad de proteger a las tortugas marinas, se empezaron a probar diferentes tipos de DET, apareciendo en el mercado varios diseños: NMFS, Matagorda, Georgia, Super Shooter, Saunder Grid, etc., entre los rígidos (Fig. 45), y entre los suaves el diseño Morrison y el Andrews (Fig. 46).

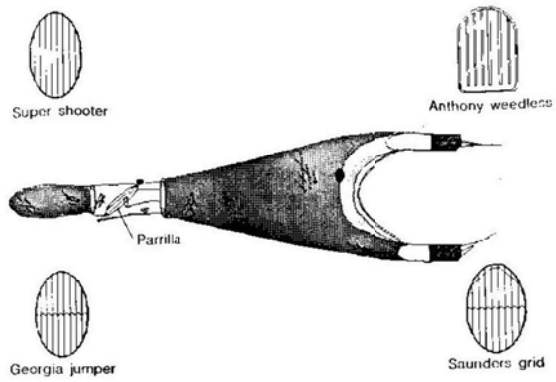
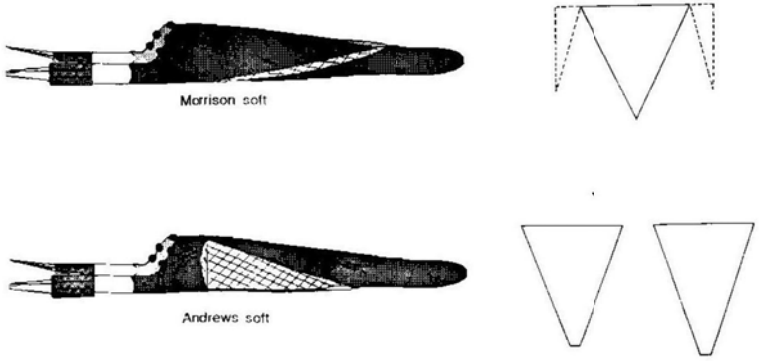


Figura 45

Esquema de colocación y parrillas de los dispositivos excluidores tipo rígido

Figura 46

Dispositivos excluidores tipo suave



Los diseños rígidos se caracterizan por estar constituidos por una parrilla de aluminio, acero o fibra de vidrio que desvía las tortugas, peces grandes y otros objetos a una abertura situada por lo regular en la parte inferior de una extensión de paño sobre la que se instala la parrilla, quedando a una inclinación entre 40 y 50° respecto al plano horizontal. La extensión tiene una abertura y una tapa de protección que impide el escape de camarón. Actualmente se usa con un túnel acelerador para incrementar la velocidad de la captura al pasar al copo, evitándose de esa forma la salida de camarón. También hay DET de caja con puerta de resorte como el NMFS que se ha experimentado también en redes nacionales.

Los DET suaves son de paño de polietileno o polipropileno de hilo trenzado, con tamaño de malla de 12.7 a 20.3 cm. Pueden ser paneles semitriangulares o secciones cónicas que se instalan en el interior de la red para desviar las tortugas hacia la abertura de la tapa superior (Morrison) o hacia una salida en la parte inferior (Andrews).

Subprograma de experimentación

La política que ha caracterizado al gobierno mexicano en cuanto a especies sujetas a protección especial, se ha basado en investigaciones biológicas y tecnológicas que han favorecido el establecimiento y ejecución de medidas de regulación pesquera para salvaguardar los ecosistemas y su biodiversidad; por ello la protección a las tortugas marinas tanto dentro como fuera del mar (en playas o lugares de anidación), ha involucrado medidas tales como el establecimiento de vedas, campamentos tortugueros permanentes, y el uso de dispositivos excluidores de tortugas (DET) en las redes de arrastre camaronera, ya que a la captura del recurso camarón se asocia la de tortugas marinas (Hillested *et al.*, 1981; Regulaciones Federales de EUA Vol. 52 No. 192 de 5/oct/1987; Vol. 53 No. 170 de 1/sep/1988, Vol. 34 No. 170 de 1989, Vol. 55 No. 110 de 7/jun/1990 y Vol. 57 No. 234 de 4/dic/1992; Renaud *et al.*, 1991).

En México las investigaciones relativas al uso de DET comenzaron en 1984, aunque la transferencia tecnológica tiene su antecedente en 1983 cuando el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de Estados Unidos proporcionó información técnica, donó redes y DET para que al amparo del Convenio MEXUS-GOLFO se iniciaran la experimentaciones (Grande-Vidal, 1988a; 1988b, González, 1990).

Las primeras pruebas experimentales se iniciaron frente a las costas de Tamaulipas con DET de diseño NMFS-I. A partir de ese año y hasta 1987 el INP realizó en ambos litorales 82 lances de pesca experimental sin capturarse tortugas. Los resultados de dichas pruebas mostraron una disminución importante en los volúmenes de captura de camarón y fauna de acompañamiento.

Las pruebas de DET a bordo de embarcaciones comerciales camaroneras continuaron hasta 1991, realizándose de enero a marzo de 1992 una fase intensiva de experimentación en embarcaciones camaroneras pescando comercialmente en el Océano Pacífico mexicano, Golfo de México y Caribe mexicano, con la finalidad de evaluar con mayor precisión la eficiencia de seis diferentes tipos de DET, utilizados y certificados en Norteamérica.

La eficiencia de los DET se evaluó fundamentalmente en función a la menor pérdida de capturas de camarón, ya que se asumió que todos los tipos de DET utilizados en el análisis tienen una eficiencia de exclusión de tortugas del 98%, según la estimación de expertos del NMFS. En el

trabajo de campo participan los investigadores y técnicos de Tecnología de Capturas, del Instituto Nacional de la Pesca, y personal observador entrenado a través de cursos internos (Instituto Nacional de la Pesca, 1991).

Las experimentaciones están programadas hasta julio de 1993, utilizando los DET que mejor retención de camarón registraron en el muestreo de enero a marzo de 1992 (Fig. 47).

Objetivo de la investigación

El objetivo general de la investigación es determinar diferencias significativas de capturas entre redes con distintos tipos de DET para definir el excluidor que ocasione menores pérdidas de camarón por zona y temporada y evaluar la influencia de algunos factores técnicos y ambientales relacionados con el uso de DET sobre los volúmenes de captura de camarón.

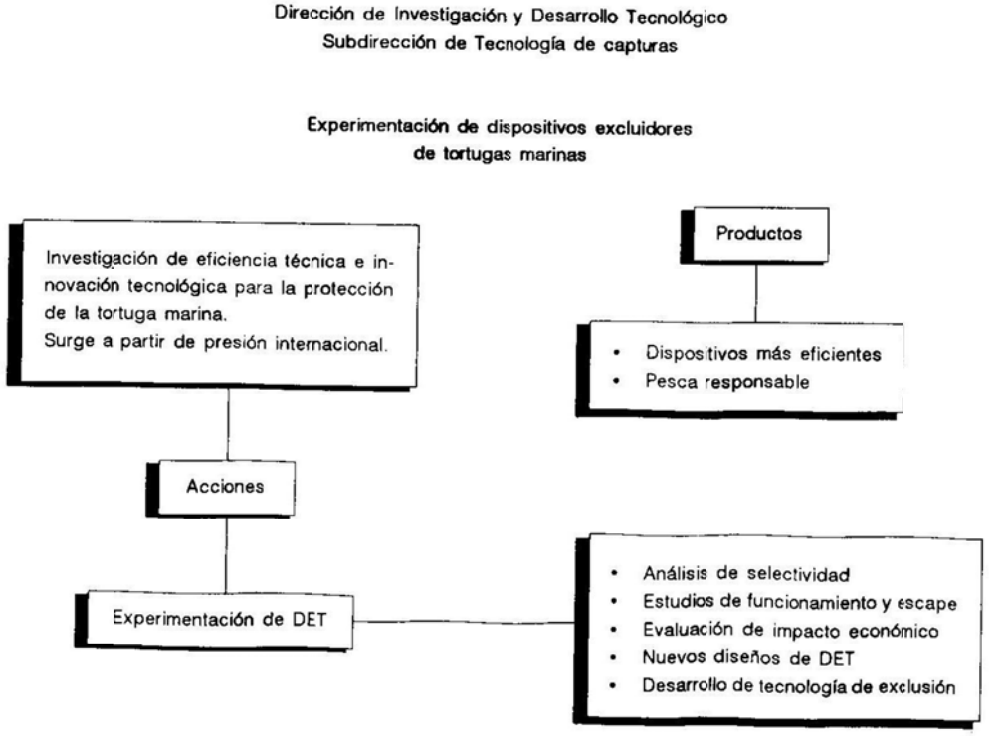


Figura 47

Actividades del Subprograma de experimentación de dispositivos excluidores

Tabla 13
Capturas de camarón y fauna de acompañamiento en el muestreo realizado de enero a marzo de 1992 en el Golfo de México y Mar Caribe mexicano

		Cantidad viajes	Cantidad lances	Horas de arrastre	Dif. est.* Capturas de camarón red con y sin DET	Dif. est.* Capturas de fac red con y sin DET
Total	Total	211	4 322	19 878.7	si	si
	Promedio					
	Por hora			8.4	si	si
Pacífico	Total	17	441	1 574.5	si	si
	Promedio					
	Por hora			3.7	si	si
Golfo y Caribe	Total	194	3 881	18 304.2	si	si
	Promedio					
	Por hora			4.7	si	si

* Prueba estadística "t" de Student para comprobar diferencias significativas al 95% de confianza entre dos muestras pareadas.

Tabla 14
Capturas de camarón y fauna de acompañamiento por tipo de DET en el muestreo realizado de enero a marzo de 1992 en el Pacífico mexicano

	Cantidad viajes	Cantidad lances	Horas de arrastre	Dif. est.* Capturas de camarón red con y sin DET	Dif. est.* Capturas de camarón red con y sin DET
Total	17	441	1 574.7	si	si
NMFS	2	70	274.2	si	no
Super Shooter	4	105	423.7	no	si
Georgia Jumper	4	110	357.7	si	si
Saunders Grid	7	156	519.0	si	si

* Prueba estadística "t" de Student para determinar diferencias significativas al 95% de confianza entre dos muestras pareadas.

Métodos

El muestreo se realizó en embarcaciones camaroneras del Pacífico mexicano, Golfo de México y Caribe mexicano. En el caso del Golfo y Caribe, en donde se usan cuatro redes de arrastre, se colocó un DET por banda, y en el caso del Océano Pacífico se colocó el DET en una de las dos redes, obteniendo de esta forma muestras pareadas en todos los casos. La selección de los barcos para efectuar el muestreo se realizó en base a disponibilidad que había de éstos, programándose viajes en base a un tamaño de muestra inicial de un 5% del total de la flota pesquera.

El tipo de dispositivo a usar en cada embarcación fue determinado al azar. Sin embargo el tiempo de experimentación de cada uno de los diferentes tipos de DET se asignó según la cantidad y disponibilidad que se tenía de éstos, dando prioridad de estudio al Golfo y Caribe mexicano. El análisis de información se realizó primeramente sobre los datos recabados entre enero y marzo de 1992, periodo en el que se contabilizó un total de 19 878 horas de arrastre, de las cuales 1 575 correspondieron a litoral del Pacífico y 18 304 al Golfo de México (Tablas 13, 14 y 15). El análisis de información generada de abril hasta diciembre de 1992, se realizó solamente en el Golfo y Caribe mexicano en base a 3 667 horas de arrastre (Tabla 19). Inicialmente se determinó el sesgo del tamaño de muestra para evaluar la acertividad de subsecuentes análisis.

Para evaluar las diferencias en los volúmenes de camarón y fauna de acompañamiento, se aplicó una prueba t de Student para muestras pareadas. Los factores técnicos y ambientales que influyen en las capturas de camarón tales como tamaño de malla, duración de arrastre, profundidad y estado del mar, entre otros, se analizaron con el fin de

cuantificar la influencia que tienen sobre las capturas de camarón, para lo cual se hizo una depuración de datos, eliminando las variables de menor importancia y cuya incorporación puede generar confusión en el análisis estadístico; a las variables restantes se aplicó un análisis de factores, cuantificando la influencia de cada una sobre las capturas totales de camarón de todos los barcos muestreados.

Las variables elegidas para el análisis de factores fueron: capturas de camarón, área de puertas de arrastre, abertura de malla, longitud de relinga superior, profundidad de arrastre, tiempo de arrastre, tipo de excluidor y litoral. Posterior al análisis de factores se buscó el modelo de regresión múltiple que mejor explica la relación entre los factorés y las capturas de camarón. Las pendientes originadas por los modelos de regresión se compararon mediante pruebas de paralelismo con la técnica descrita por Kleinbaun *et al.* (1989). El análisis determina si existen o no diferencias entre las capturas con o sin DET, en base a los factores que influyen dichos volúmenes de captura.

Resultados y discusiones

Resultados y discusiones del muestreo realizado de enero a abril de 1992

Para el mustreo de enero a abril de 1992 la captura promedio de camarón en kg/h del Pacífico fue de 1.6 y 2.2 con y sin DET, respectivamente; mientras que en el Golfo de México las capturas por hora fueron un poco mayores que en el Pacífico (del orden de 2.,1 y 3.0 kg/h). En general el uso de DET por la flota camaronera mexicana, registro pérdidas de camarón de acuerdo con el tipo utilizado, siendo el DET Saunders Grid para el Golfo y Caribe mexicano el que mayor retención de camarón obtuvo y el Super Shooter para el Océano Pacífico.

Tabla 15

Capturas de camarón y fauna de acompañamiento por tipo de DET en el muestreo realizado de enero a marzo de 1992 en el Golfo de México y Mar Caribe mexicano

	Cantidad viajes	Cantidad lances	Horas de arrastre	Dif. est.* Capturas de camarón red con y sin DET	Dif. est.* Capturas de fac red con y sin DET
Total	194	3 881	18 304	si	si
NMFS	32	501	2 399	si	si
Super Shooter	30	577	2 585	si	si
Georgia Jumper	30	534	2 419	si	si
Andrews Soft	6	219	1 066	si	si
Saunders Grid	26	444	2 231	si	si
Morrison Soft	70	1 606	7 604	si	si

* Prueba estadística "t" de Student para determinar diferencias significativas al 95% de confianza entre dos muestras pareadas.

Sesgo del tamaño de muestra

En la comprobación de la validez del tamaño de muestra tomado para el muestreo de abril a mayo se analizaron las capturas de camarón mediante la fórmula descrita por Spigiel (1986). En la tabla 16 se observa que el mayor rango de variación de las capturas de camarón del Golfo y Caribe de cualquier tipo de DET, es menor a 0.5 kg/h, lo que indica que el promedio de capturas por hora de todos los barcos que utilizaban DET no varió más de esa cantidad; por lo tanto hay homogeneidad en los volúmenes de captura de camarón y

Tabla 16
Precisión del tamaño de muestra por tipo de dispositivo para el muestreo realizado de enero a abril de 1992

Tipo de DET	Tamaño de muestra (lances)	Intervalo inferior (kg/h)	Intervalo superior (kg/h)	Precisión (kg/h)	% error
Pacífico mexicano					
NMFS	67	0.79	1.77	0.98	38.38
Red testigo		1.17	2.13	0.96	29.14
Super Shooter	105	0.77	1.13	0.36	18.80
Red testigo		0.90	1.32	0.42	19.14
Georgia Soft	110	0.91	1.52	0.61	18.59
Red testigo		1.54	2.15	0.61	16.48
Sauders Grid	155	1.95	2.52	0.57	12.86
Red testigo		2 88	3.74	0.86	12.88
Golfo de México y Mar Caribe mexicano					
NMFS	498	1.42	1.69	0.27	8.83
Red testigo		2.39	2.76	0.37	7.14
Super Shooter	574	1.92	2.18	0.26	6.21
Red testigo		2.67	3.06	0.39	6.72
Georgia Soft	531	1.71	1.99	0.28	7.35
Red testigo		2.95	3.29	0.34	5.51
Andrews Soft	219	1.86	2.24	0.38	9.30
Red testigo		2.63	2.93	0.30	5.30
Sauders Grid	442	1.89	2.13	0.24	6.04
Red testigo		2.63	2.93	0.30	5.30
Morrison Soft	1 558	2.34	2.52	0.18	3.77
Red testigo		3.26	3.49	0.23	3.41

NOTA: Los límites del intervalo de confianza a un 95% o intervalo de precisión de la media poblacional de calculó mediante la fórmula:

$$\text{Precisión} = (\bar{x} + (t * \text{error estándar})) - (\bar{x} - (t * \text{error estándar})$$

El porcentaje de error o alejamiento del tamaño de muestra de la media poblacional, se calculó mediante la fórmula:

$$\% \text{ error} = t * \text{coeficiente de variación}/\sqrt{n}$$

en consecuencia los análisis derivados de estos datos reflejan la realidad en cuanto a la captura por unidad esfuerzo (CPUE) de la flota camaronera del Golfo y Caribe. En el Océano Pacífico, sin embargo, es necesaria una mayor experimentación ya que la variación en los volúmenes de captura fue de más de 0.5 kg/hr.

Análisis de factores para Golfo de México y Océano Pacífico

Las variables mencionadas, se trataron mediante un análisis de factores. En en la tabla 17 se observa que las mayores varianzas (86.2% del total) y por consecuencia las variables que determinan en mayor grado los volúmenes de captura son el tiempo de arrastre, profundidad, tipo de DET y litoral. Por eso estos factores fueron utilizados en los análisis posteriores y, debido a que el tipo de DET y el litoral originan gran parte de esta varianza, se analizaron por separado para realizar las comparaciones entre los tipos de DET y volúmenes de captura en cada litoral.

Tabla 17
Análisis de factores

Variable	Factor	Eigenvalor	Porcentaje de la varianza explicada	Porcentaje acumulado de la varianza explicada
Camarón	1	3.23371	40.4	40.4
Litoral	2	1.24355	15.5	56.0
Tipo de DET	3	0.96111	12.0	68.0
Tiempo de arrastre	4	0.81163	10.1	76.1
Profundidad de arrastre	5	0.64726	8.1	86.2
Luz de malla	6	0.5203	6.5	92.5
Longitud de la relinga superior	7	0.38168	4.8	97.5
Área de puertas	8	0.20077	2.5	100.0

Tabla 18
Ecuaciones por regresión para las capturas de primera por tipo de DET y litoral en el muestreo realizado de enero a marzo de 1993

Pacífico

Dispositivo tipo	Ecuación	Coeficiente de determinación (r^2)	Tamaño de muestra (lances)
Super Shooter	Y = ((1.105 – 5.058E – 6(P.A.^3))^2) + e	0.3696	105
Testigo	Y = ((1.190 – 5.386E – 6(P.A.^3))^2) + e	0.3599	105
Georgia Jumper	Y = 3.427 – 0.230(P.A.) + 5.87E – 3(P.A.^2) – 4.4E – 5(P.A.^3) + e	0.3102	110
Testigo	Y = 4.866 – 0.285(P.A.) + 6.87E – 3(P.A.^2) – 4.9E – 5(P.A.^3) + e	0.2517	110

Donde: Y = Capturas estimadas de camarón de primera en kg/h
P.A. = Profundidad de arrastre

Golfo y Caribe

Dispositivo tipo	Ecuación	Coeficiente de determinación (r^2)	Tamaño de muestra (lances)
Sauders Grid	Y = 0.758 + 0.025(P.A.) + e	0.1303	428
Testigo	Y = 1.392 + 0.027(P.A.) + e	0.1072	432

Donde: Y = Capturas estimadas de camarón de primera en kg/h
P.A. = Profundidad de arrastre

Modelos de regresiones para las capturas de camarón de primera por tipo de dispositivo

Las variables localizadas en el análisis de factores, se trataron mediante regresión múltiple, determinando así el modelo óptimo que explica las capturas de camarón en relación con el tiempo y profundidad para cada tipo de DET y su red testigo.

Los modelos originados para los DET tipo Super Shooter, y Georgia Jumper en el Océano Pacífico y Saunders Grid en el Golfo, demuestran que el factor dominante en las capturas de camarón para estos DET fue la profundidad (Tabla 18). Para el DET Super Shooter, así como para su DET testigo, el modelo tiene un coeficiente de correlación (r) de 0.61, que representa satisfactoriamente la relación entre las capturas y la profundidad. Para

el DET Georgia Jumper el modelo originado corresponde a una regresión múltiple polinomial de tercer orden, el cual explicó adecuadamente la relación entre las capturas obtenidas (r = 0.56). En cuanto al DET Saunders Grid, se determinó que la relación entre las capturas y la profundidad de arrastre es explicada por un modelo de regresión simple (r = 0.36).

La relación entre la profundidad de arrastre y las capturas de camarón en el Océano Pacífico se puede apreciar en las figuras 55 y 56; la primera corresponde a las capturas con DET Super Shooter y muestra una disminución en las capturas conforme aumenta la profundidad de arrastre, por lo que arrastres a profundidades mayores de 40 m podrían no ser rentables. Un comportamiento similar registra el DET Georgia Jumper (Fig. 45). El muestreo con estos dos DET estuvo básicamente realizado en la zona correspondiente a la costa de Oaxaca y Baja California.

Para el caso del Golfo de México, la relación entre las capturas y la profundidad de arrastre es directamente proporcional; es decir, se capturan mayores volúmenes de camarón en arrastres a más de 40 m profundidad, principalmente frente a las costas de Tampico y Alvarado. En esos casos, el tiempo de arrastre no fue tan significativo como para incluirlo en los modelos de regresión, obteniéndose modelos parsimoniosos del fenómeno.

Para darle un mayor fundamento estadístico al análisis, se estableció el diagnóstico de los modelos de regresión de los DET y sus redes testigo, para lo cual se elaboraron gráficas de distribución de residuos, los cuales resultaron satisfactorios sin descartar normalidad y homocedasticidad de las variables. Sin embargo, el estadístico Durbin-Watson indica que existe evidencia de autocorrelación de los datos. Este hecho afecta en cierto grado la optimización del modelo de regresión en cuanto a su poder predictivo, ya que en cierto modo, cada arrastre afecta los volúmenes de captura de arrastres subsecuentes debido a la disminución y/o dispersión del recurso conforme avanzan las operaciones de pesca.

Los datos generados en el muestreo de los DET NMFS (Andrews y Morrison), no se ajustaron a algún modelo de regresión, por lo que se concluye que los volúmenes de captura de camarón cuando se utilizaron estos tipos de DET fueron estocásticos.

Comparación de pendientes entre capturas con DET y su red testigo, originadas por los modelos de regresión

La comparación de las pendientes originadas en los modelos de regresión se realizó en base a la técnica descrita por G. *et al.* (1989). La metodología de análisis se fundamenta en la comparación de la inclinación de la pendiente y en la coincidencia del origen o intercepto de ambas ecuaciones.

En los distintos tipos de DET analizados, se presenta la misma tendencia de desfasamiento, al comparar el DET con su red testigo (Fig. 48 y 49); es decir, la penciente de las capturas con DET siempre está por debajo de las capturas de la red testigo, siendo el DET Super Shooter y el Saunder Grid en los que se minimiza este desfasamiento.

En los resultados presentados para la comparación de las pendientes de las capturas de camarón con y sin DET se concluye que para el Saunders Grid en el Golfo y el Georgia Jumper en el Pacífico, existe una diferencia constante y sistemática en las capturas con y sin DET a lo largo del muestreo.

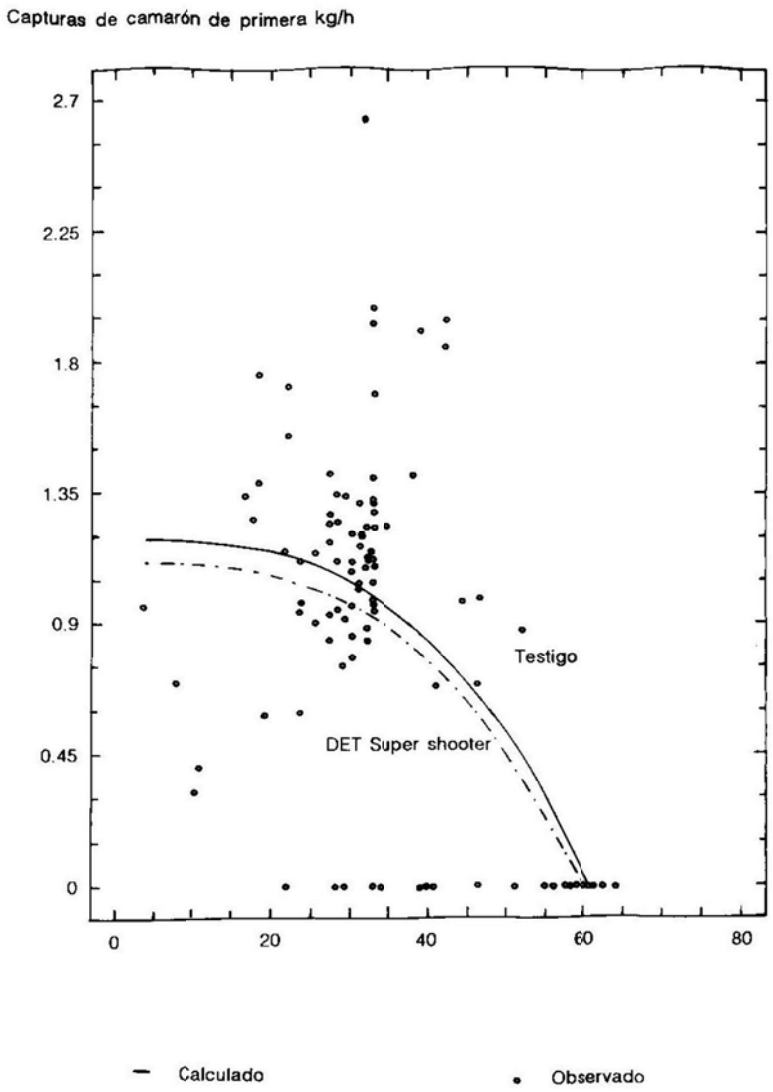
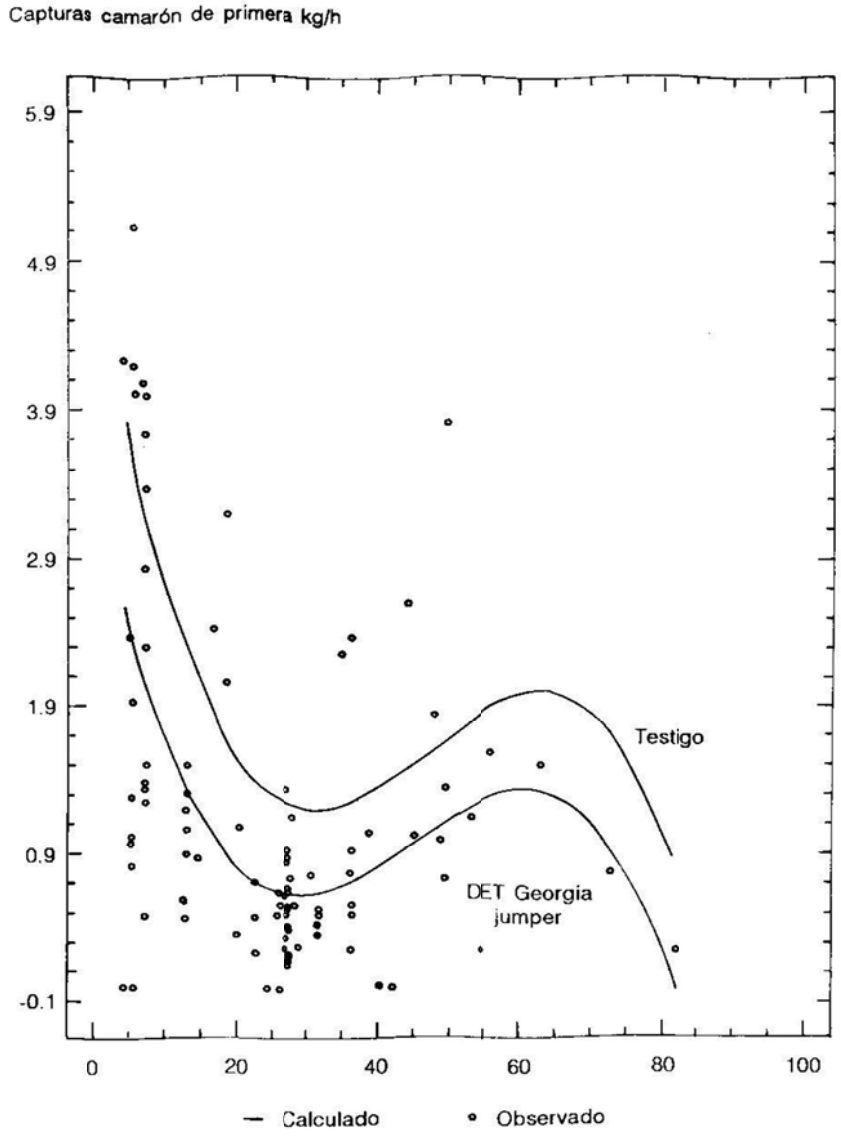


Figura 48

Efecto de la profundidad de arrastre sobre los volúmenes de captura de camarón usando DET Super Shooter

Figura 49

Efecto de la profundidad de arrastre sobre los volúmenes de captura de camarón usando DET Georgia Jumper



Para el Super Shooter en el Océano Pacífico los resultados indican una coincidencia espacial tanto de inclinación de pendiente como de origen, por lo que estadísticamente las capturas con DET y su red testigo son iguales a un 95% de confianza.

Resultados y discusiones del muestreo realizado de abril a diciembre de 1992

Para este periodo se modificó el tamaño de muestra en base a la estimación estadística; se utilizaron para este muestreo los tipos de DET que mejor retención de camarón registraron en el muestreo anterior y se probó, además, el nuevo diseño Anthony Weedless. El sesgo o error deseado para esta fase fue de un máximo del 20% en el promedio de capturas kg/h, como una medida de alejamiento de la captura por unidad de esfuerzo realizada por la flota camaronera nacional.

La distribución de barcos, fechas y tipo de DET se realizó mediante asignación por números aleatorios, logrando así un muestreo completamente al azar en la asignación de estas características y un muestreo de tipo aleatorio estratificado para evaluar diferencias entre zonas de pesca.

En términos generales las redes con DET obtuvieron en todos los casos las capturas menores, con una diferencia promedio en cuanto a su red testigo de 0.3 kg/hr en camarón de primera y 2.5 kg/h en fauna de acompañamiento comercial.

En los dos recursos las capturas entre DET y su red testigo fueron estadísticamente diferentes, a un nivel de confianza del 95%, usando el estadístico "t" de Student (Tabla 16).

Al evaluar las diferencias de captura por tipo de DET, se observó que el DET tipo Saunders Grid fue el que mayor retención de camarón registró. Sin embargo, la diferencia en capturas con su red testigo, así como con los DET restantes es estadísticamente significativa a un 95% de confianza.

El sesgo del tamaño de muestra en términos de porcentaje de error o alejamiento de la media poblacional de capturas en kg/h es inferior al 6% para los DET Super S. y Saunders G., e inferior al 14.5% para el Anthony W., lo que nos indica un gran acercamiento de la media poblacional en términos de kg/hr obtenido por la flota comercial camaronera del Golfo de México y Caribe.

En análisis desarrollados en el muestreo de enero a abril se evaluó la influencia que podían ejercer en los volúmenes de captura factores ambientales o técnicos tales como velocidad de arrastre, tipo de red, luz de malla, longitud de galgas, y profundidad y tiempo de arrastre, entre otros; y, mediante el análisis de factores, se determinó que el tiempo y la profundidad de arrastre influían en mayor o menor grado sobre los volúmenes de captura, dependiendo de la inclusión o no del DET, así como del tipo de DET utilizado. (Tablas 19 y 20).

En la tabla 18 se muestran los modelos generados por regresión para cada tipo de DET, en donde los factores incluidos en el modelo y que influyen significativamente sobre las capturas fueron el tiempo de arrastre para los muestreos con DET Super S. y Saunders G., y el tiempo y profundidad de arrastre para el DET Anthony W.

A las variables tanto dependientes como independientes se les realizaron transformaciones matemáticas con el fin de tener un mejor ajuste de los datos al modelo.

Tabla 19

Capturas de camarón, fauna de acompañamiento y tortugas por tipo de DET en el muestreo realizado de junio a diciembre para el Golfo de México y Mar Caribe mexicano

	Canridad lances	Horas de arrastre	Dif. Est.* Capturas de camarón red con y sin DET	Dif. Est.* Capturas de fac red con y sin DET	Captura de tortugas con DET	Captura de tortugas sin DET
Total	850	3 635.71	si	si	0	1
Super Shooter	427	1 764.60	si	si	0	1
Sauder Grid	328	1 499.41	si	si	0	0
Anthony Weedlees	95	371.70	si	no	0	0

* Prueba estadística "t" de Student para determinar diferencias significativas al 95% de confianza entre dos muestras pareadas

Tabla 20

Precisión del tamaño de muestra por tipo de dispositivo para el muestreo realizado de junio a diciembre de 1992 en el Golfo de México y Mar Caribe mexicano

Tipo de DET	Tamaño de muestra (lances)	Intervalo inferior (kg/h)	Intervalo superior (kg/h)	Precisión (kg/h)	% error
Super Shooter	427	1.94	2.14	0.20	5.17
Red testigo		2.24	2.48	0.24	5.17
Saunder Grid	328	2.10	2.34	0.24	5.31
Red testigo		2.29	2.53	0.24	5.14
Anthony Weedlees	95	1.68	2.24	0.56	14.30
Red testigo		2.12	2.84	0.72	14.17

NOTA: Los límites del intervalo de confianza a un 95% o intervalo de precisión de la media poblacional de calculó mediante la fórmula:

$$\text{Precisión} = (\bar{x} + (t * \text{error estándar})) - (\bar{x} - (t * \text{error estándar})$$

El porcentaje de error o alejamiento del tamaño de muestra de la media poblacional, se calculó mediante la fórmula:

$$\% \text{ error} = t * \text{coeficiente de variación}/\sqrt{n}$$

Los resultados en el diagnóstico de los modelos fueron satisfactorios presentando sin embargo el mismo problema de autocorrelación de los datos observados en los modelos descritos del muestreo de enero-abril. La comparación de las pendientes de los modelos de regresión se realizaron en forma similar al muestreo de enero-abril. (Fig. 50, 51 y 52).

En la figura 52 se observan las capturas con el DET Super S. y su red testigo, en donde los volúmenes de captura de camarón tienden a disminuir conforme aumenta el tiempo de arrastre. Esta disminución de las capturas está aparentemente más pronunciada en la red testigo que en la red con DET (pendiente menos inclinada). Sin embargo, al analizar la comparación estadística de las dos pendientes, se concluye que ambas son iguales, pero los orígenes de las rectas son diferentes.

Para el DET tipo Saunders G. (Fig. 51) la comparación estadística de las pendientes entre éste

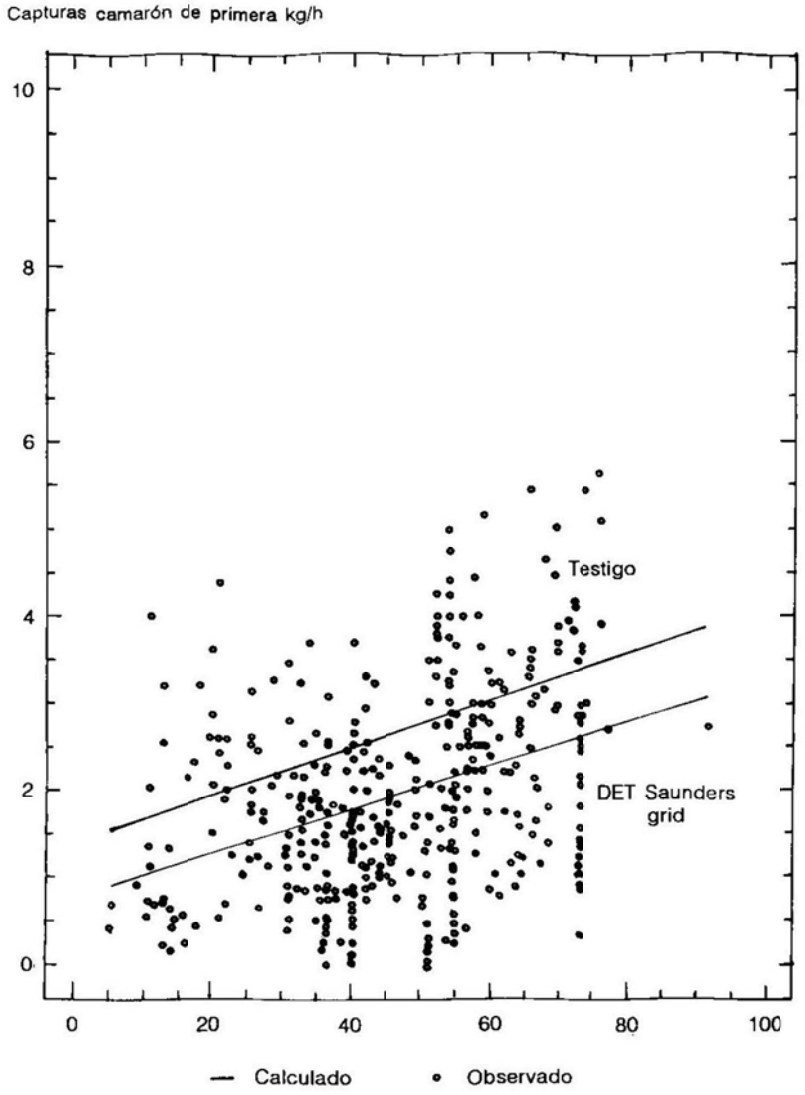
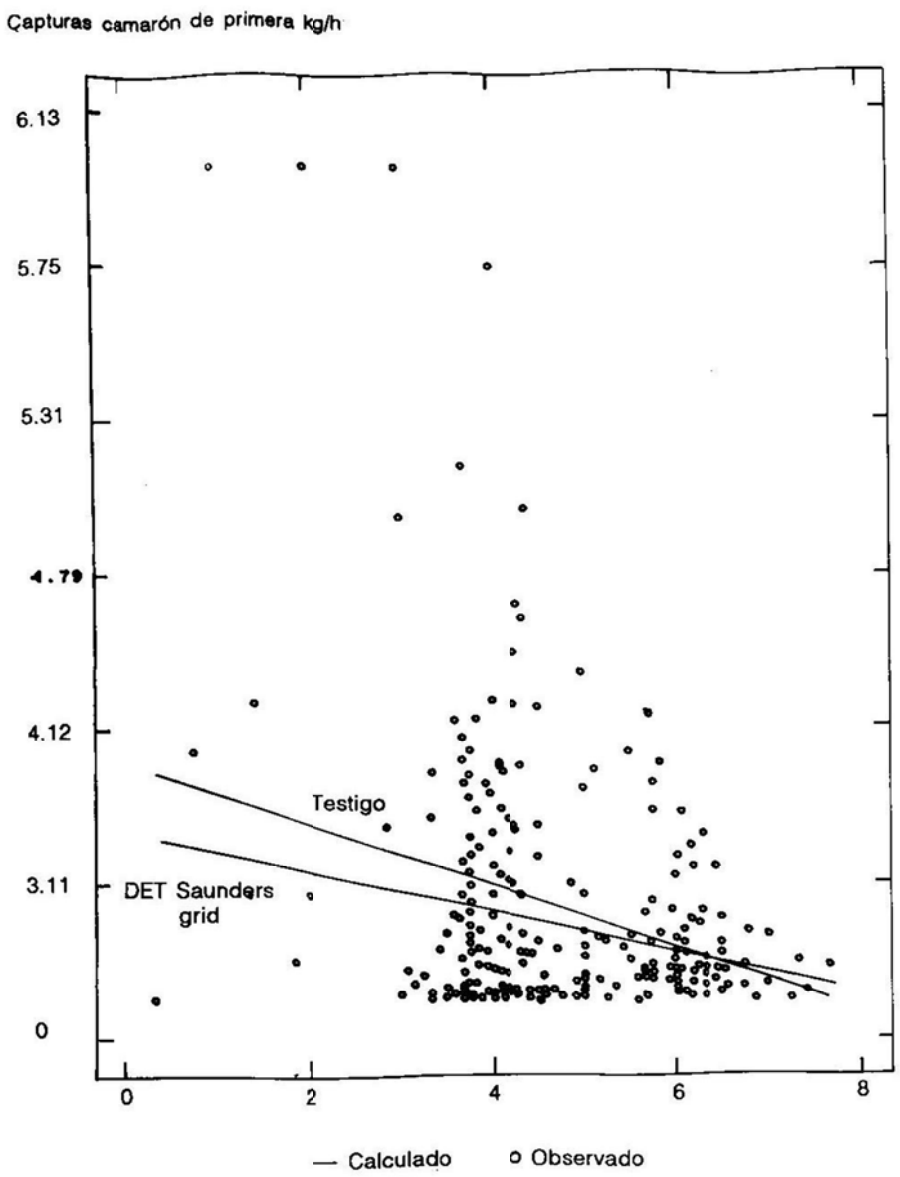


Figura 50

Efecto de la profundidad de arrastre sobre los volúmenes de captura de camarón usando DET tipo Sauders Grid

Figura 51

Influencia del tiempo de arrastre en los volúmenes de captura de camarón usando DET tipo Saunders Grid



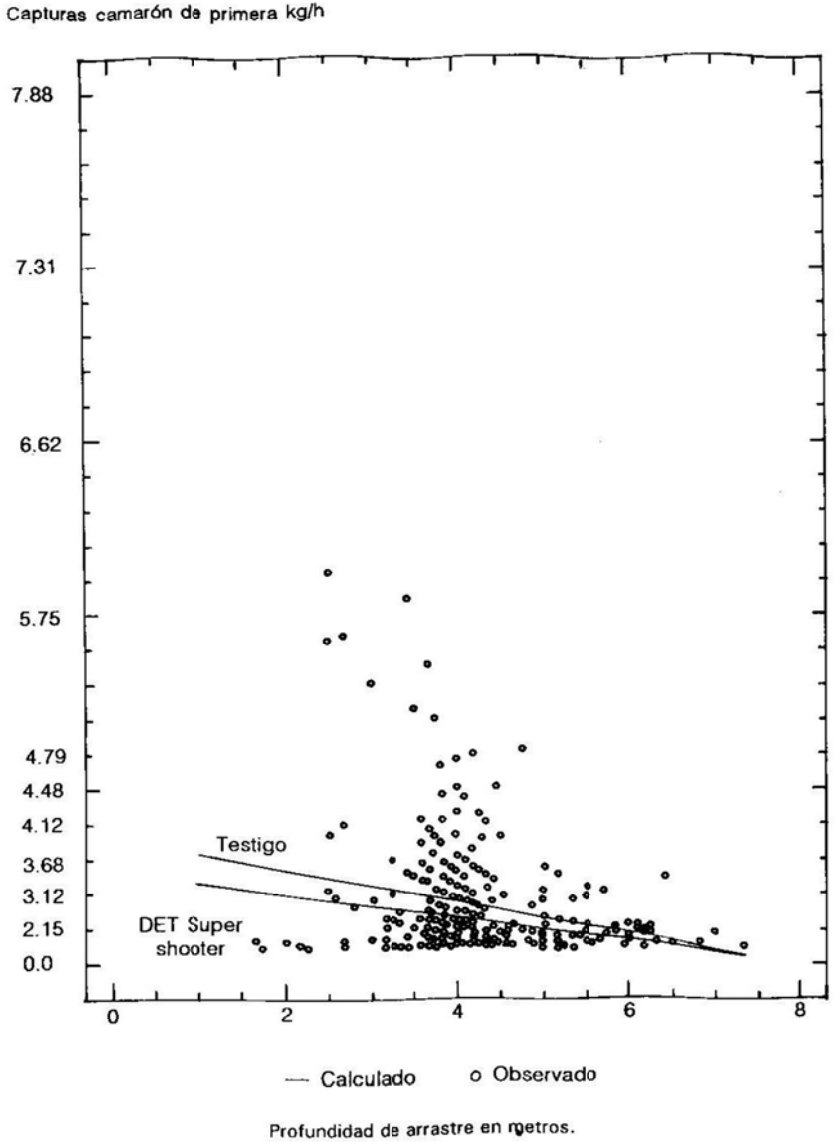


Figura 52

Influencia del tiempo de arrastre en los volúmenes de captura de camarón usando DET tipo Super Shooter

y su red testigo resultó igual a una probabilidad de $0.05>p>0.01$; la coincidencia de pendientes se acepta a un 99% de confianza y se rechaza a un 95 por ciento.

La influencia del tiempo y la profundidad de arrastre en los volúmenes de captura durante el muestreo con el DET Anthony W. y la red testigo se puede apreciar en las figuras 53 y 54, en donde los volúmenes de captura de camarón tienden a decrecer conforme aumenta el tiempo, de arrastre. Esta relación es la misma que la observada para los otros dos DET descritos anteriormente.

Por otro lado los volúmenes de captura de camarón tienden a aumentar conforme se incrementa la profundidad de arrastre. Este comportamiento entre los volúmenes de captura y la profundidad de arrastre es el mismo que se registró en el muestreo de enero a abril en el Golfo de México.

Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el muestreo realizado de enero a abril muestran una pérdida significativa en los volúmenes de captura de camarón; sin embargo esta pérdida no es importante cuando se utiliza el DET Super Shooter para el Océano Pacífico. Por otro lado, para el Golfo de México y Caribe todos los DET utilizados resultaron tener pérdidas significativas siendo el DET Saunders G. el que menor disminución de camarón originó.

En el muestreo realizado de abril a diciembre en el Golfo de México, las pérdidas continuaron siendo significativas, aunque menores. Las pérdidas de camarón entre ambos muestreos con los DET Super S. y Saunders G. en el Golfo de México y Caribe disminuyeron un 45.07 y un 68.6%, respectivamente, siendo la causa probable de esta disminución en las pérdidas de volumen de camarón un factor de aprendizaje en el uso de estos DET, lo cual también es argumentado por investigadores del NMFS al tener en sus experimentaciones una disminución de perdidas del 10% en 1989 al 0.7% en 1990 (Renaud, etc.).

En el Golfo de México y Caribe los volúmenes de captura de camarón son mayores conforme aumenta la profundidad de arrastre, a diferencia de las capturas en el Pacífico en donde ocurre lo contrario. Esta relación es debida probablemente a la distribución del recurso y/o a una menor abundancia en el Pacífico mexicano, ya que en este litoral la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) es menor en comparación con el Golfo de México en un 27% (según resultados del muestreo); por otro laco, en el Golfo de México la flota camaronera tiene un tiempo relativamente corto de explotar el recurso camarón a profundidades mayores de los 50 m, ya que la autonomía y eficiencia operativa de las embarcaciones no había permitido desplazarse lo suficientemente lejos de la costa como para alcanzar estas profundidades, por lo que el recurso no estaba accesible a los sistemas de pesca, manteniéndose relativamente inexplotado.

El tiempo de arrastre para las capturas en las cuales fue significativa esta variable (muestreo realizado de mayo a diciembre en el Golfo de México) registró una relación inversamente proporcional para todos los casos; es decir, una disminución en los volúmenes de camarón al incrementar la duración del tiempo de arrastre del lance. Este resultado puede ser explicado como efecto de la dispersión del recurso conforme avanza la duración del lance y la intensidad de pesca en la zona, por lo que lances con una duración mayor a 5 hr podrían tener capturas considerable-

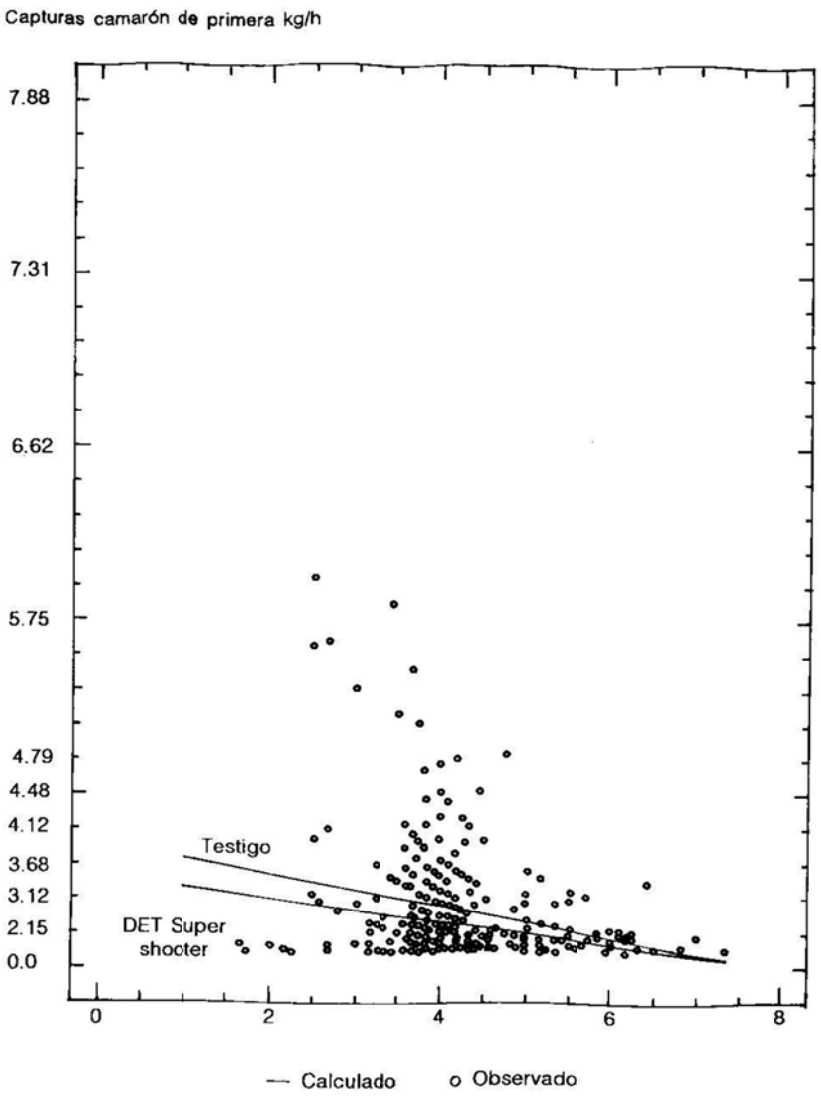


Figura 52

Influencia del tiempo de arrastre en los volúmenes de captura de camarón usando DET tipo Super Shooter

y su red testigo resultó igual a una probabilidad de $0.05>p>0.01$; la coincidencia de pendientes se acepta a un 99% de confianza y se rechaza a un 95 por ciento.

La influencia del tiempo y la profundidad de arrastre en los volúmenes de captura durante el muestreo con el DET Anthony W. y la red testigo se puede apreciar en las figuras 53 y 54, en donde los volúmenes de captura de camarón tienden a decrecer conforme aumenta el tiempo, de arrastre. Esta relación es la misma que la observada para los otros dos DET descritos anteriormente.

Por otro lado los volúmenes de captura de camarón tienden a aumentar conforme se incrementa la profundidad de arrastre. Este comportamiento entre los volúmenes de captura y la profundidad de arrastre es el mismo que se registró en el muestreo de enero a abril en el Golfo de México.

Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el muestreo realizado de enero a abril muestran una pérdida significativa en los volúmenes de captura de camarón; sin embargo esta pérdida no es importante cuando se utiliza el DET Super Shooter para el Océano Pacífico. Por otro lado, para el Golfo de México y Caribe todos los DET utilizados resultaron tener pérdidas significativas siendo el DET Saunders G. el que menor disminución de camarón originó.

En el muestreo realizado de abril a diciembre en el Golfo de México, las pérdidas continuaron siendo significativas, aunque menores. Las pérdidas de camarón entre ambos muestreos con los DET Super S. y Saunders G. en el Golfo de México y Caribe disminuyeron un 45.07 y un 68.6%, respectivamente, siendo la causa probable de esta disminución en las pérdidas de volumen de camarón un factor de aprendizaje en el uso de estos DET, lo cual también es argumentado por investigadores del NMFS al tener en sus experimentaciones una disminución de perdidas del 10% en 1989 al 0.7% en 1990 (Renaud, etc.).

En el Golfo de México y Caribe los volúmenes de captura de camarón son mayores conforme aumenta la profundidad de arrastre, a diferencia de las capturas en el Pacífico en donde ocurre lo contrario. Esta relación es debida probablemente a la distribución del recurso y/o a una menor abundancia en el Pacífico mexicano, ya que en este litoral la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) es menor en comparación con el Golfo de México en un 27% (según resultados del muestreo); por otro lado, en el Golfo de México la flota camaronera tiene un tiempo relativamente corto de explotar el recurso camarón a profundidades mayores de los 50 m, ya que la autonomía y eficiencia operativa de las embarcaciones no había permitido desplazarse lo suficientemente lejos de la costa como para alcanzar estas profundidades, por lo que el recurso no estaba accesible a los sistemas de pesca, manteniéndose relativamente inexplotado.

El tiempo de arrastre para las capturas en las cuales fue significativa esta variable (muestreo realizado de mayo a diciembre en el Golfo de México) registró una relación inversamente proporcional para todos los casos; es decir, una disminución en los volúmenes de camarón al incrementar la duración del tiempo de arrastre del lance. Este resultado puede ser explicado como efecto de la dispersión del recurso conforme avanza la duración del lance y la intensidad de pesca en la zona, por lo que lances con una duración mayor a 5 hr podrían tener capturas considerable-

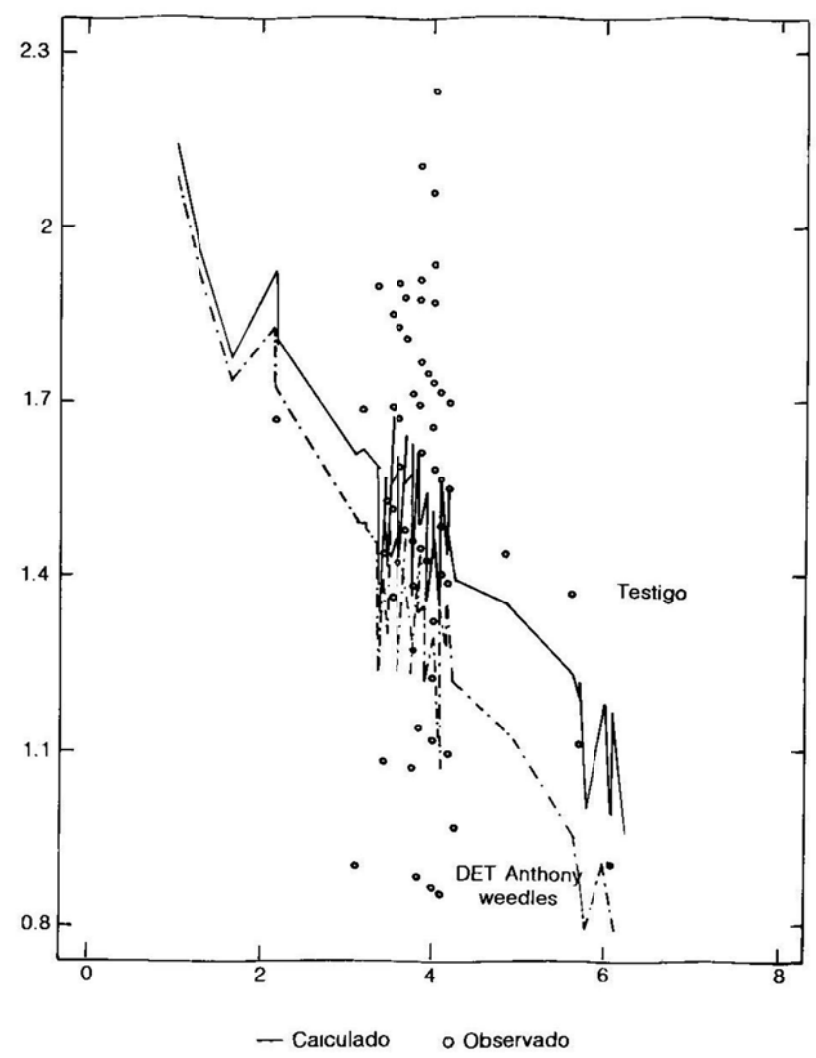
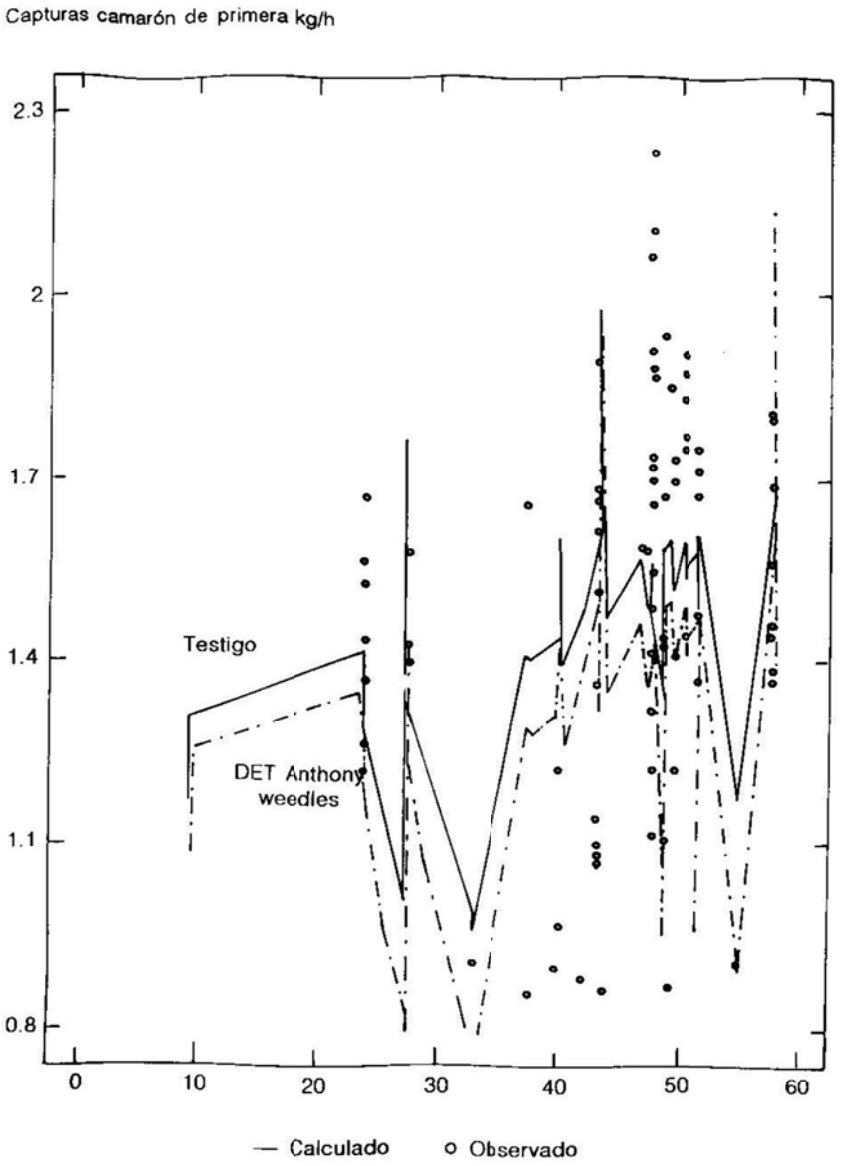


Figura 53

Influencia del tiempo de arrastre en los volúmenes de captura de camarón usando DET tipo Anthony Weedles

Figura 54

Influencia de la profundidad de arrastre en los volúmenes de captura de camarón usando DET tipo Anthony Weedles



mente menores, tomando en cuenta tanto la dispersión y disminución del recurso como las modificaciones en el área frontal de la red debido a las tensiones por acumulación de captura y basura.

La igualdad estadística de la inclinación de las pendientes descritas, permite suponer que los factores como profundidad o tiempo de arrastre afectan estadísticamente por igual tanto al DET como a su red testigo. Sin embargo, es necesario realizar un muestreo específico con estas dos variables para confirmar lo anterior, ya que en los muestreos realizados hasta el momento la profundidad así como el tiempo de arrastre fueron establecidos a criterio del capitán del buque y las fluctuaciones de las dos variables fueron muy limitadas entre lances y barcos.

Sistema de arrastre para pesca de especies pelágicas y demersales

El sistema de arrastre para pesca de recursos demersales o pelágicos es similar al utilizado para pesca de camarón en cuanto a la característica principal de operar redes con forma de saco o embudo que son arrastradas sobre el fondo (en este caso también a media agua). Sin embargo, para el sistema de arrastre demersal o para el pelágico, los objetivos de captura son recursos demersales o pelágicos, que son "buscados" mediante equipos de ecodetección, localizados y capturados al paso de la red por el estrato en el que se desplazan o habitan. Los organismos a capturar son por lo regular peces y crustáceos de hábitos demersales o pelágicos.

En nuestro país son escasas las investigaciones realizadas en cuanto a este sistema de pesca. Asimismo las operaciones comerciales con redes de media agua son muy limitadas y de hecho la práctica más común es con redes demersales e incluso camaroneras adaptadas a la pesca de escama, las cuales sin embargo aún presentan problemas operativos.

En 1976 se inició la entrega de 60 buques tipo BID de 22 m de eslora, 6.01 m de manga máxima, 3.66 m de puntal, 80 m^3 de capacidad de bodega, 37 m^3 de capacidad de combustible, 156 ton de tonelaje bruto y 56 ton de tonelaje neto, 440 HP de potencia de motor principal; construidos por Astilleros Unidos del Pacífico en Mazatlán, Sin., bajo el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo.

La empresa receptora Productos Pesqueros Mexicanos (PPM) empezó a tener problemas debido a que las tripulaciones nacionales no estaban totalmente capacitadas para la pesca de arrastre de escama y los rendimientos de captura eran muy bajos.

Lo anterior motivó la ejecución de un convenio entre el Departamento de Pesca a través del Instituto Nacional de la Pesca, la empresa PPM y el Programa de Investigación y Desarrollo Pesquero MEX/FAO, mediante el cual se desarrolló y demostró la tecnología necesaria para incrementar la productividad de la flota arrastrera. Los expertos de FAO colaboraron con personal del INP para realizar las actividades de reconocimiento y proposición de adaptaciones a las embarcaciones, entre las que se encontraron: adaptación de pescantes para mecanizar la maniobra, readaptación de torretas desviadoras del cable de remolque, elevación del estibador del cable del winche y cambio de posición de las manivelas del estibador del winche.

En cuanto a las artes de pesca el grupo tecnológico diseñó y construyó los portones rectangulares planos en base a la potencia de la máquina principal de la embarcación; se construyeron redes de polietileno de dos tapas y de 32.3 m (106') de relinga superior; se diseñaron juegos de mallas falsas para portón y cable de arrastre a fin de mecanizar la maniobra; asimismo se recomendó la utilización de cable de arrastre 6X19+1 (alma textil) de 15.9 mm de diámetro, que es más flexible y de mayor resistencia que el original. Los cálculos estuvieron basados en la potencia nominal de la máquina principal (455 HP), condiciones de operación con 4° Beaufort, velocidad de arrastre de 3 a 3.5 nudos para 1 500 a 1 700 rpm del motor principal. Se determinaron las resistencias al avance de los portones, redes y cables recomendados, comparándose con los resultados de resistencia del aparejo de construcción local durante operaciones de pesca experimental realizadas entre 1976 y 1977.

También se diseñaron y construyeron dos redes de cuatro tapas de PA para la captura de langostilla, mismas que se probaron en el Golfo de California en embarcaciones adaptadas: casco 610 de serie A-26-A en donde se instaló tambor hidráulico para estibar red y casco 611 con tambor similar y winche R-800 en lugar del winche R-600 para estibar mayor cantidad de cable por tambor. Las redes fueron probadas en 1977 para ajustar el aparejo y efectuar modificaciones de calibración y entrenamiento.

De las investigaciones tecnológicas se concluyó que las redes de cuatro paños deben ser utilizadas para arrastres de media agua y superficial, debido a que el hilo de 1.2 mm de diámetro es poco resistente al arrastre de fondo, las redes camaroneras son adecuadas para la captura de langostilla sólo cuando ésta tiene comportamiento bentónico, los portones tipo "V" resultaron mejores que los rectangulares planos, se recomendaron equipos de ecodetección con más de 500 watts de salida. Asimismo, se entrenó a las tripulaciones para las maniobras y manipuleo de captura. Otra recomendación consistió en proponer el uso de embarcaciones que procesen a bordo la langostilla, ya que el crustáceo es muy delicado como para descargarse con sistemas de succión con bodega inundada.

Aunque los resultados del Programa en estos campos fueron un notable avance en la incorporación de tecnología más adecuada y obtenida mediante modificaciones en los sistemas locales en base a la experiencia internacional y a la práctica de los pescadores mexicanos, los resultados consecuentes no fueron muy satisfactorios, con excepción de las actividades de pesca demersal. Posiblemente la falta de continuidad en las investigaciones y los múltiples problemas administrativos y de financiamiento fueron causa importante de que no pudiera incrementarse la productividad de los sistemas de pesca en el Pacífico.

Las actividades de pesca demersal han sido más importantes en el Golfo de México, en donde desde 1977 los arrastres de fondo son una actividad que ha ido creciendo por lo menos hasta principios de los ochenta. Durante ese periodo se realizaron experimentaciones a bordo del BIP Onjuku y del B/M Propemex Y-9A, lo que permitió calcular y dimensionar las redes de arrastre en base a las características de las embarcaciones y a partir del trabajo previo realizado por el grupo tecnológico participante en el Programa PNUD/FAO/MEX. De los resultados fundamentales de las actividades realizadas en ese periodo y reportadas por Grande-Vidal y Vargas (1982), se desprende que el rendimiento potencial de recursos demersales era superior a 55 000 t en el Banco

de Campeche y de más de 16 000 t en el noroeste del Golfo de México.

Por su parte, Bucki y Esparza (1979a), al analizar las posibilidades de aplicar el sistema de pesca de arrastre de media agua en México, propusieron un diseño de red de arrastre en base a la tracción del buque de pesca, para lo cual estimaron la resistencia total del equipo por medio de métodos empíricos japoneses. El resultado del análisis fue una red de media agua de cuatro tapas de paño PA (808 mallas), con tamaños de malla entre 25.4 y 800 mm en el cuerpo de la red y 25.4 mm en el bolso; construida y sometida a experimentación en 1979 y cuyo comportamiento operativo fue satisfactorio, sobre todo en lo referente a las aberturas de la boca de la red y las velocidades de arrastre, ya que se alcanzaron velocidades entre 2.6 y 3.5 nudos. También se presentaron recomendaciones para adaptar maquinaria de cubierta a los buques BID, considerados adecuados para realizar las faenas de pesca con este tipo de red (cambio de winche por uno de tambores separados para 1 000 m de cable de 16 mm de diámetro y velocidad de 60 m/min, así como instalación de tambor para adujar red y acondicionamiento de cubierta).

En 1986 Basto y de Alba presentaron un trabajo sobre construcción y operación de un sistema de pesca de arrastre demersal para un B/E Marsep VIII RAE2, en el que utilizaron el método gráfico analítico. Dicho método consiste en la elaboración de un plan técnico, la elaboración del anteproyecto y su análisis, y el desarrollo del proyecto técnico respectivo.

Para el Plan Técnico se presentaron las características de la región de pesca (costas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo en la plataforma continental, hasta la isobata de 180 m aproximadamente): batimetría, aspectos oceanográficos (corrientes, oleajes y marea), áreas de operación importantes y las características de los objetivos de captura (distribución de familias y especies, forma y dimensiones de las concentraciones a capturar, velocidades de desplazamiento de cardúmenes, ciclos de incidencia de captura; las características técnicas de la embarcación (generales, equipo electrónico, máquina y maquinaria); la selección del sistema de arrastre y del tipo de construcción de la red y finalmente los elementos del aparejamiento.

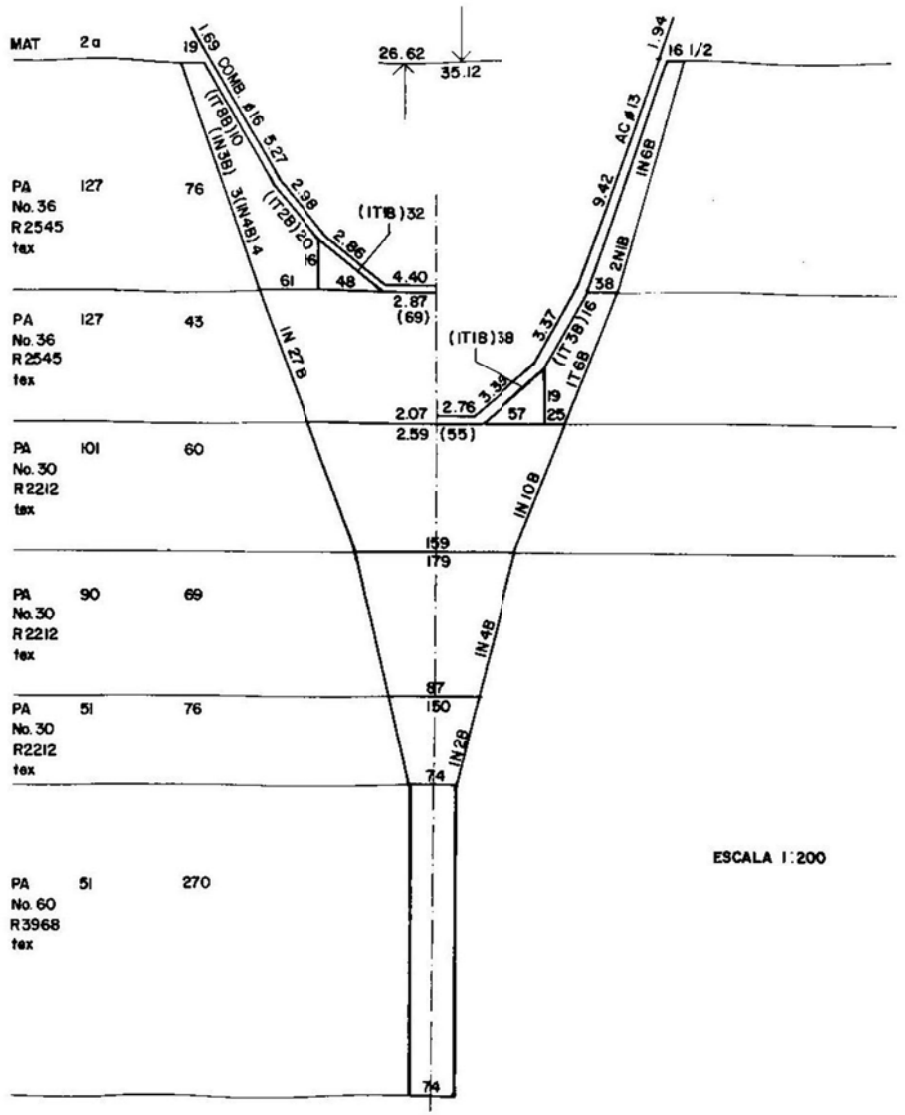
El anteproyecto tuvo el objetivo de establecer los parámetros que permitieron diseñar el sistema de pesca de arrastre: líneas teóricas de la red, cálculo de parámetros básicos, cálculo de la longitud del cuerpo, determinación de perímetros de las secciones de la red, aberturas teóricas y geometría del equipo, características del plano preliminar y estimación de la resistencia al avance del sistema, así como en cada componente, cálculo de fuerza de tracción disponible, pesos y características de portones, principalmente.

Las estimaciones y los cálculos realizados permitieron obtener una red de 26.6 m de relinga superior de dos tapas, cuyas características se aprecian en la figura 55. La red presentó una resistencia al avance entre 462.83 kgf y 1 101.88 kgf dependiendo de las diferentes velocidades consideradas dentro del rango de variación durante el arrastre (1.03 a 1.54 m/s). El esquema de armado de la red se muestra en la figura 56 y se detallan las características de algunos elementos de aparejamiento. Los planos generales de los portones se presentan en la figura 57.

Se determinó que la condición de arrastre óptima es cuando la velocidad es de 3.5 nudos

Figura 55

Red de arrastre de 8.2 m (27') de relinga superior para especies demersales, fondos planos



FUENTE: Basto y de Alba, 1986.

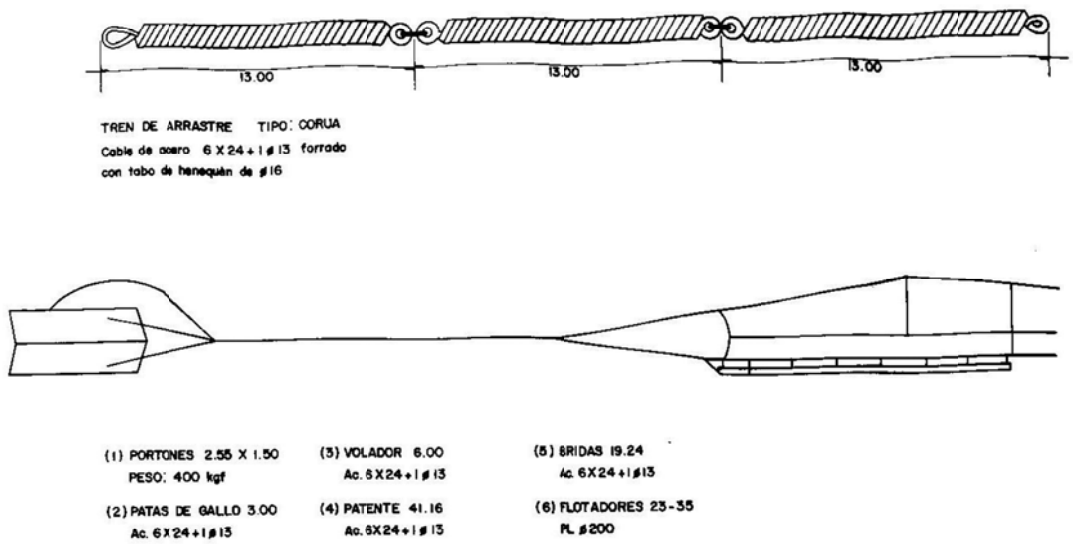


Figura 56

Esquema de armado del sistema de arrastre demersal

y la resistencia al avance del sistema es de 2 980 kgf con una fuerza de tracción del buque de 2 971 kgf, obteniéndose una desviación de la resistencia al avance con respecto a la fuerza de tracción de + 0.3 por ciento.

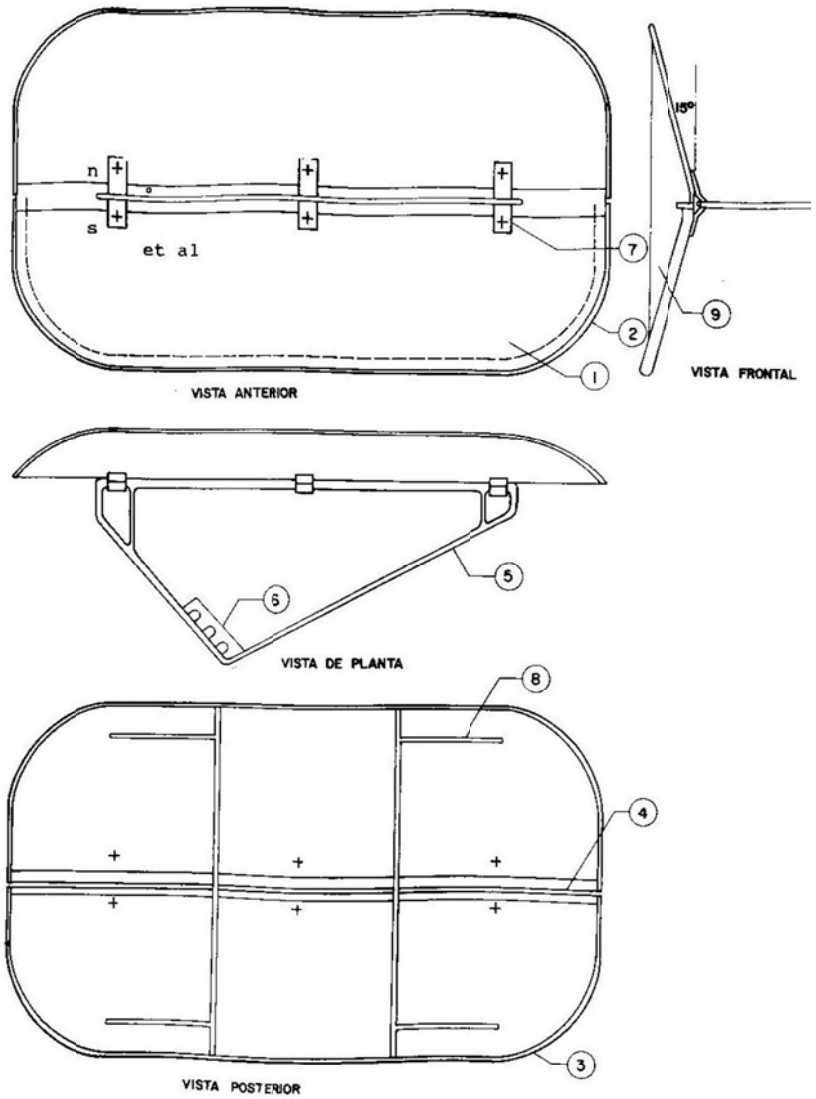
En esta investigación la maniobra de largado y cobrado más eficiente en función del tiempo y condiciones imperantes resultó ser la de costado-costado. También se concluyó que la operación del sistema fue satisfactoria sobre fondos planos e inadecuada en fondos con obstáculos.

Otra investigación interesante es la realizada por Ventura y Organista (1985), quienes diseñaron y calcularon los sistemas de arrastre de fondo y de media agua operados por dos embarcaciones del tipo de arrastreros pequeños dirigidos a la captura de concentraciones de interés comercial (especies de fondo y pelágicas). El método utilizado fue el gráfico analítico, por lo que elaboraron el plan técnico, anteproyecto y proyecto técnico.

En base a los cálculos realizados a partir del procedimiento de diseño, se determinó que a la velocidad de 3.5 nudos la fuerza de tracción de los arrastreros es igual a 4 800 kgf. Al analizar la fuerza de tracción y la resistencia al avance de los sistemas, se encontró que para el sistema de pesca de arrastre de fondo la velocidad que podría alcanzarse llega a 3.7 nudos (Fig. 58) y con esa velocidad la fuerza de tracción que puede desarrollar el arrastrero es igual a 4 100 kgf, mientras que para el sistema de arrastre de media agua la velocidad óptima es de 3.86 nudos para una correspondiente resistencia de 3 900 kgf.

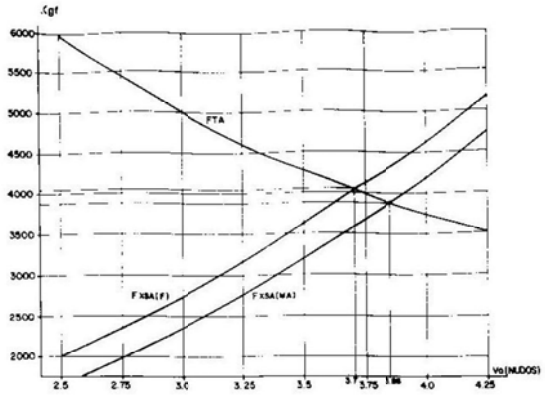
Figura 57

Plano de construcción de portón tipo "V"



FUENTE: Basto y de Alba, 1986.

Figura 58
Velocidad óptima de arrastre para redes de fondo y de media agua



FUENTE: Ventura y Organista, 1985.

Con los resultados obtenidos del plan técnico y anteproyecto, se elaboraron los planos de las redes de media agua (Fig. 59 y 60) y de fondo (Fig. 61 y 62), así como los correspondientes esquemas de aparejamiento y definición de materiales del mismo. También fue necesario proponer las adaptaciones a las embarcaciones para someterlas a la pesca de arrastre por pareja, en especial los elementos de cubierta: tangón recortado (Fig. 63), pescante en la polea direccional, polea de arrastre y pescante de popa (Fig. 64).

Sistema de cerco de jareta para la captura de atún

Componentes del sistema

Este sistema se caracteriza porque las embarcaciones son de las unidades pesqueras con mayor autonomía y dimensiones, pues realizan actividades en la zona oceánica operando redes que circundan grandes cardúmenes de atunes, hasta cerrar completamente un cerco que va concentrando a la especie a capturar hasta un espacio reducido comparado con volumen original del encierro.

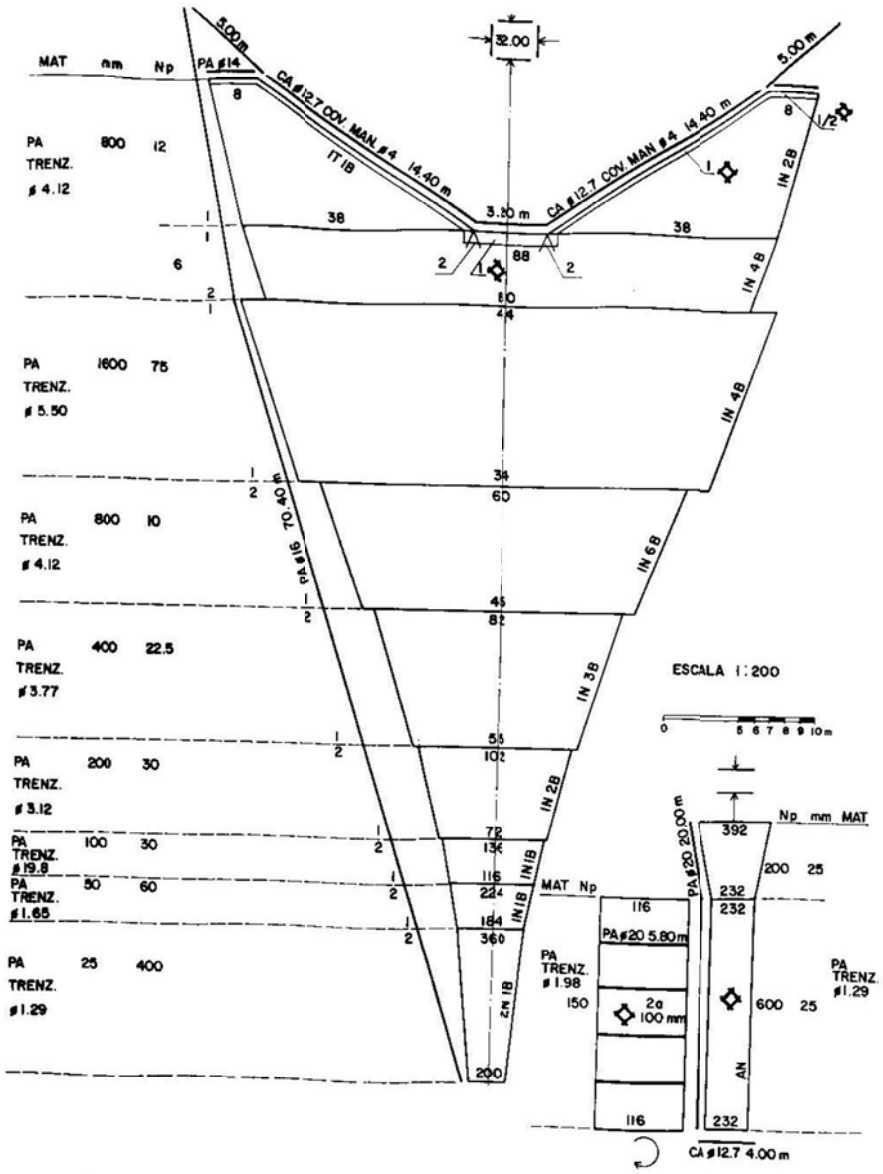
El sistema de cerco de jareta puede ser considerado tecnológicamente equivalente al concepto administrativo de la unidad de pesca atunera; está constituido por una embarcación cerquera, la red de cerco reglamentaria, pangón y vehículos auxiliares (lanchas rápidas, helicóptero, lanchas de rescate) y por los elementos de la tripulación que mediante el trabajo organizado dirigido por el capitán de la nave y el técnico de pesca pueden detectar, concentrar, cercar y extraer grandes concentraciones de túnidos, protegiendo a la vez los cardúmenes de delfines que están asociados a ellos.

Los buques atuneros son embarcaciones de gran capacidad de carga, llegan a medir entre 30 y 80 m de eslora y su tonelaje neto va de 650 a 1 200 ton.

Este tipo de buques (Fig. 65) están equipados con el más moderno instrumental de navegación, radiocomunicación, detección, auxilio a la pesca y equipos que permiten a la tripulación trabajar adecuadamente. Los equipos de navegación son: compás magnético y electrónico con piloto automático, posicionador por satélite GPS y NAVITEX, sistema radar de más de 72 mn de alcance; cuentan con radios VHF, radio banda lateral, comunicación vía satélite y FAX; también tienen información meteorológica continua por imágenes de satélite y facsímil, indicadores NOAA de temperatura superficial del agua; sonar, ecosonda y videosonda, velocímetro doppler y binoculares de largo alcan-

Figura 59

Red de arrastre de media agua de 32/64 x 4



FUENTE: Ventura y Organista, 1985.

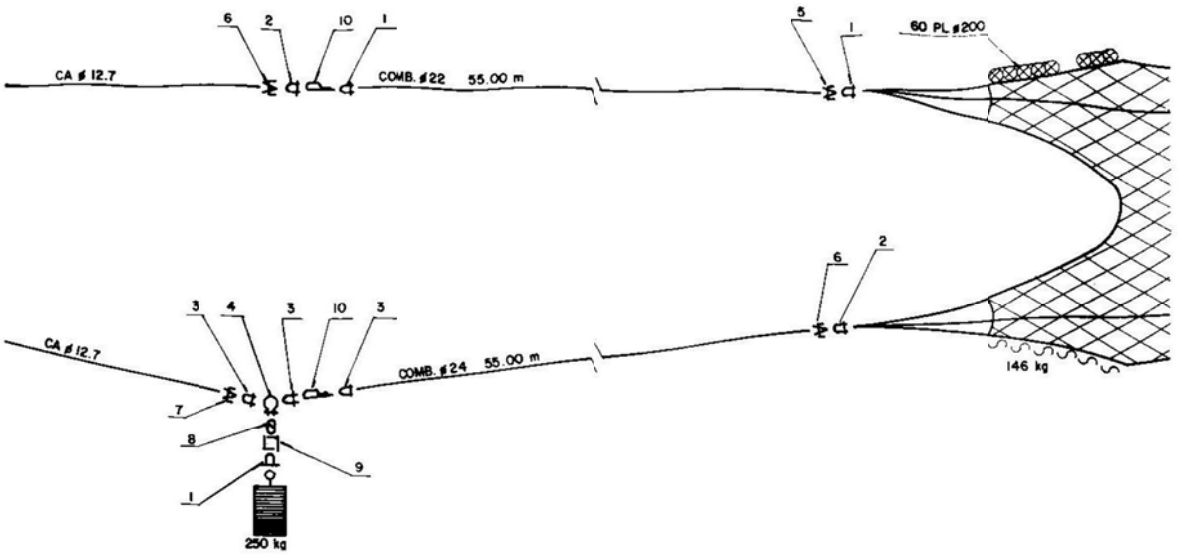


Figura 60

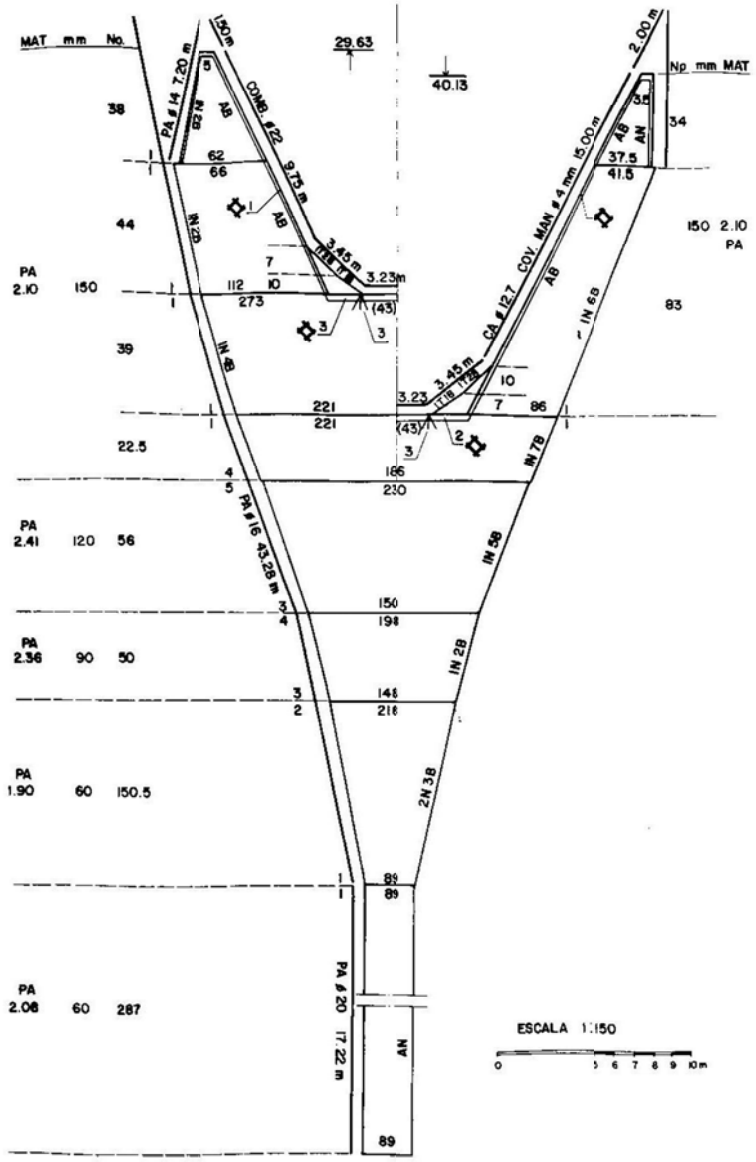
Aparejamiento de la red de arrastre de media agua 32/64 x 4

FUENTE: Ventura y Organista, 1985.

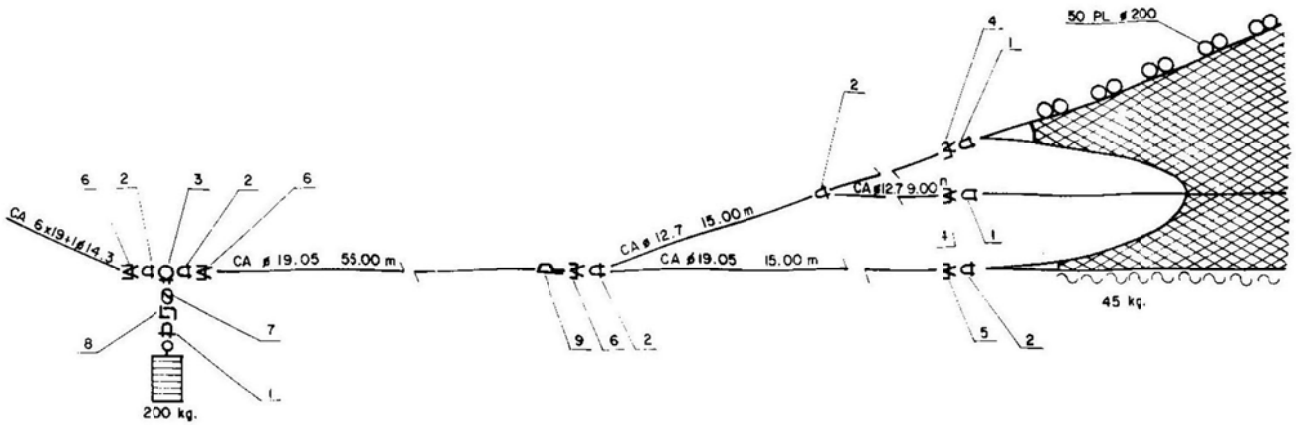
No.	Elemento	CTA (kgf)	Tamaño pulg.	Tamaño mm
1	Grillete normal	2 000	1/2	12.70
2	Grillete normal	3 250	5/8	15.88
3	Grillete normal	4 750	3/4	19.05
4	Grillete corazón	4 750	3/4	19.05
5	Destorcedor normal	2 359	5/8	15.88
6	Destorcedor normal	3 266	3/4	19.05
7	Destorcedor normal	4 536	7/8	22.23
8	Eslabón ranurado	1 600	—	24.00
9	Malla falsa	1 600	—	24.00
10	Pelícano	~3 200	3/4	19.05

Figura 61

Red de arrastre de fondo 30/40



FUENTE: Ventura y Organista, 1985



FUENTE: Ventura y Organista, 1985.

Figura 62

Aparejamiento de la red de arrastre de fondo 30/40

No.	Elemento	CTA (kgf)	Tamaño pulg.	Tamaño mm
1	Grillete normal	2 000	1/2	12.70
2	Grillete normal	3 250	5/8	15.88
3	Grillete corazón	3 250	5/8	15.88
4	Destorcedor normal	1 633	1/2	12.70
5	Destorcedor normal	2 359	5/8	15.88
6	Destorcedor normal	3 266	3/4	19.05
7	Eslabón ranurado	1 600		24.00
8	Malla falsa	1 600		24.00
9	Pelicano	~3 200	3/4	19.05

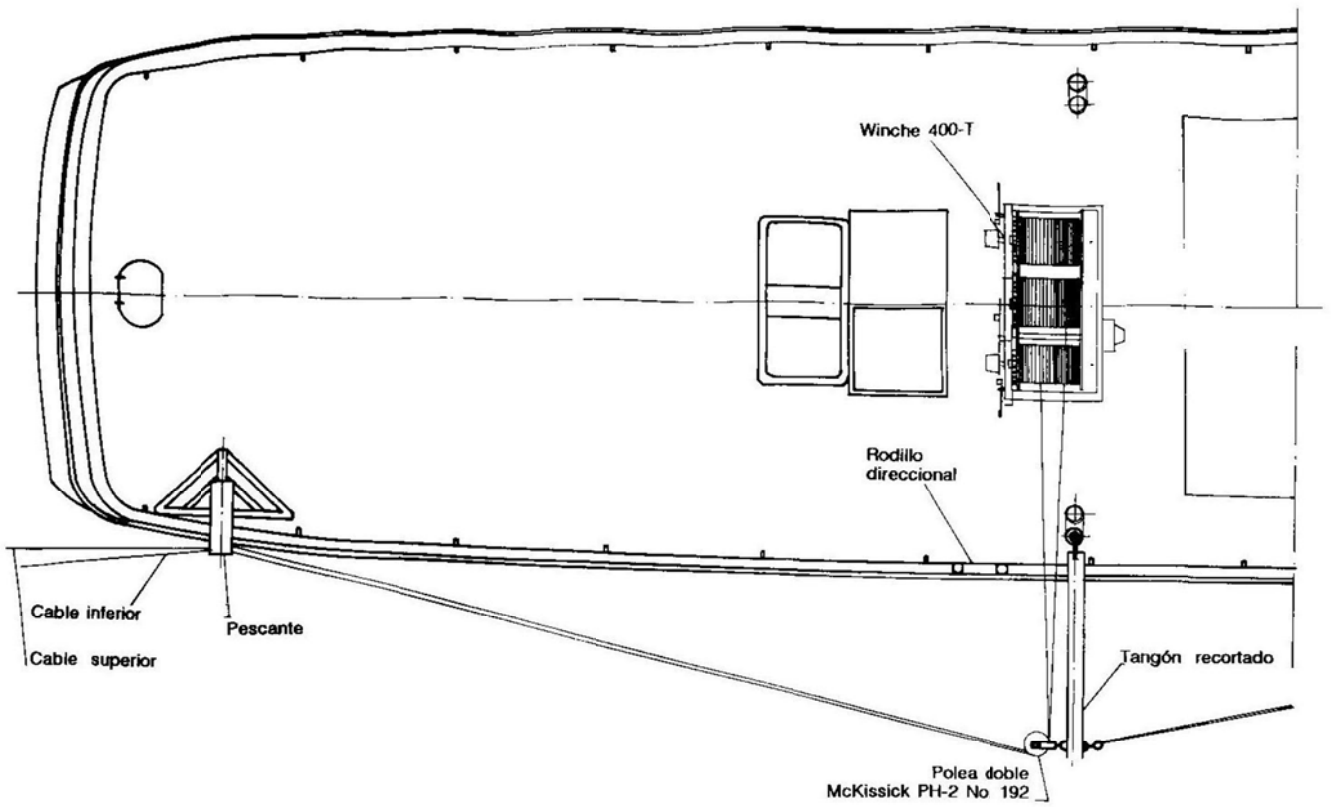
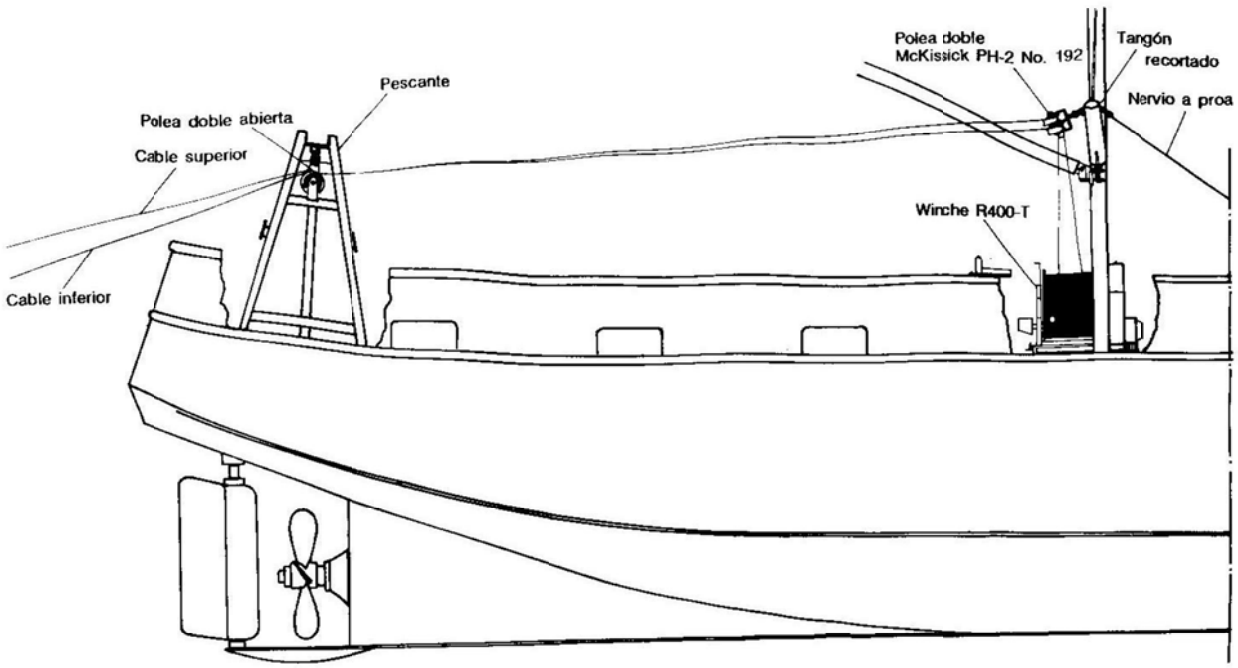


Figura 63

FUENTE: Ventura y Organista, 1985.

Esquema de conducción de los cables de arrastre, vista superior



FUENTE: Ventura y Orçanista, 1985.

Figura 64

Esquema de conducción de los cables de arrastre, vista lateral

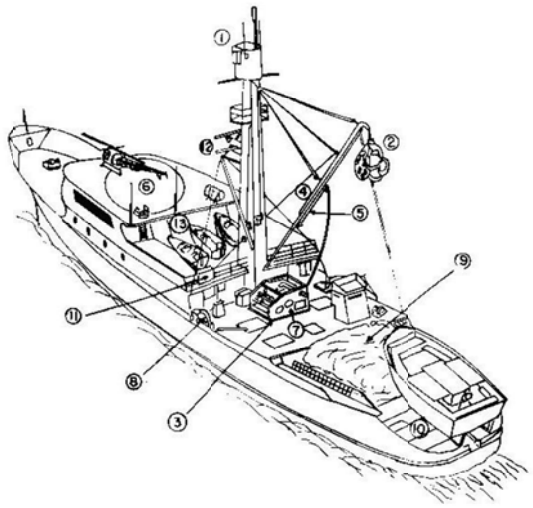


Figura 65

Embarcación atunera cerquera

1. Cofa
2. Polea viradora motriz
3. Malacate
4. Trincado
5. Pluma de pasteca
6. Base de helcóptero
7. Cabrestante
8. Pastequero
9. Red
10. Rampa de esquife
11. Consola de mandos
12. Reflector principal
13. Lanchas rápidas

ce; la maquinaria de cubierta consta de una gran cantidad de winches o malacates, incluyendo el malacate principal, el pastequero de babor, el malacate salabardeo, el malacate de ancla, el malacate doble de la pluma, así como máquinas menores: trincado, malacate de pluma estribor y babor, malacates de corchos, consolas de control, etcétera.

La flota puede clasificarse dependiendo de la capacidad de acarreo en embarcaciones cerqueras mayores de 1 000 t que cuentan con 21 o más tripulantes, embarcaciones cerqueras entre 500 y 1 000 t con 17 tripulantes, embarcaciones menores de 500 t con 15 tripulantes en promedio.

Las redes son rectangulares o semirectangulares, sus dimensiones dependen de las de la embarcación, pero en general presentan en promedio 1 200 m de largo y 100 m de altura, con peso superior a las 10 t y están constituidas por: relinga superior, cadeneta superior, cuerpo, copo, cadeneta inferior, alas, relinga inferior, patas de gallo, anillas y jareta, principalmente.

Las secciones de red están constituidas por paños con tamaños de malla que varían entre 4.13 cm y 10.16 cm dependiendo del lugar que ocuparán en la red, ya que los tamaños de malla grandes van colocados en los extremos de la red y los pequeños van en donde queda concentrado el atún al formarse la bolsa.

Los paños van montados a cabos (relingas) de flotación y de plomos. En la relinga de plomos a distancias iguales van colocadas cadenas formando patas de gallo y presenta una cantidad de anillos de acero igual al número de patas

de gallo, ya que por ellos pasa el cable de jareta que permite que la red sea cerrada por la parte inferior.

Por ser el atún una especie cosmopolita, las capturas de la flota nacional no se realizan exclusivamente en nuestra Zona Económica Exclusiva, sino que se han extendido al Océano Pacífico Oriental (ARCAA).

Desarrollo del sistema de pesca y su impacto en la pesquería

La explotación del atún en nuestro país presentó sus primeros registros de 1922 a 1927, correspondiendo 42% de las exportaciones a los Estados Unidos de América y presentando capturas de 3 822 toneladas en 1929; posteriormente, descendió la producción a 2 345 en 1934, debido probablemente al incremento de los impuestos de exportación (Hernández Fujigaki, 1988).

En un trabajo realizado por la compañía Ford Bacon & David Inc. en 1950, se reportó que el desarrollo de la industria pesquera radicaba en la explotación del atún y especies similares, pero que era necesario adquirir nuevas embarcaciones ya que en 1948 sólo operaban tres buques con una capacidad de 40 toneladas cada una; asimismo, una de las principales necesidades que urgía satisfacer era la creación de una infraestructura portuaria.

Desde que los mexicanos incursionaron en la pesca del atún con redes de cerco, se hizo evidente la necesidad de importar tecnología y expertos, por lo que los primeros buques eran de construcción extranjera y los técnicos de pesca en su mayoría provenían de países europeos con tradición en técnicas de pesca de cerco como Portugal.

Para el año de 1973 la flota atunera nacional ocupaba el segundo lugar en el Continente con una producción de 24 000 t y en 1975 el número de buques se incrementó de 11 a 26, con un tonelaje de acarreo de 12 904 t. En ese mismo periodo las cooperativas recibieron créditos para adquirir 12 embarcaciones con una capacidad d6 480 t, lo que representaba un incremento del 52 por ciento.

En 1978 México se retiró de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) por considerar que el sistema de asignación de cuotas de dicha comisión era incompatible con la política nacional orientada al aprovechamiento de la Zona Económica Exclusiva. En 1982 el Secretario de Pesca anunció que la salida de nuestro país de la CIAT permitió el desarrollo de esta pesquería cuyas capturas ascendieron de 25 mil a 75 mil toneladas construyéndose en los astilleros nacionales embarcaciones atuneras y sardineras con capacidad de 750 a 1 200 t (Excélsior, 20 de mayo de 1982).

La infraestructura portuaria, al igual que la flota, se fue desarrollando y para 1984 contó con 221 plantas procesadoras con una producción de 161 mil t de producto terminado

La flota atunera nacional presentó su apogeo a partir del año de 1980, de tal manera que para 1982 contaba con 70 embarcaciones llegando a contar actualmente con 85 buques con tonelajes netos que varían entre las 20 y 1 200 t, y esloras que van de los 15 a más de 70 m, encontrándose un número mayor de embarcaciones entre los 55 y 75 m, con edades de la mayoría de los barcos entre 5 y 10 años.

Las capturas aumentaron de 50 000 t en 1982 a 117 344 t en 1990, siendo esta pesque-

ría una de las que presenta mayores volúmenes de producción por abajo de la pesquería de la sardina, participando a su vez con el 12% en el valor de las exportaciones.

El sistema de pesca es similar al que utilizó la flota norteamericana cuando una gran cantidad de buques de ese país pescaban en aguas nacionales. Sin embargo, como producto del desarrollo tecnológico y de la adopción de criterios sobre pesca responsable, empezaron a tomarse medidas para favorecer la eficiencia del sistema de pesca en cuanto a la captura de atunes y la disminución de la captura de delfines.

Las primeras regulaciones para la protección de delfines implicaron aspectos tecnológicos. Por ejemplo, se estableció en septiembre 1977 que a la red de cerco debía integrarse el paño superprotector denominado "Medina" el cual contribuye a evitar la mortalidad de delfines; se estableció la obligatoriedad de realizar maniobras "marcha atrás" o de retroceso para facilitar la salida de delfines. Estas maniobras resultaron de la combinación entre la práctica pesquera y la ejecución de acciones para mejorar la selectividad de la red.

El paño protector se ajusta a las características de las embarcaciones:

a) Los buques con más de 400 t de acarreo (toneladas cortas) que hayan sido construidos de 1961 a la fecha, deben instalar el paño de 329 m de largo como mínimo por 21.59 m de ancho mínimo y el tamaño de malla debe ser de 3.18 cm como máximo.

b) Las embarcaciones de más de 400 t de acarreo (toneladas cortas) que hayan sido construidas antes de 1961, deberán instalar paño de 183 m como mínimo y 10.98 m de ancho mínimo y con tamaño de malla de 3.18 cm como máximo.

c) Las embarcaciones de menos de 400 ton de acarreo deberán instalar el paño de características similares al señalado anteriormente.

En lo que respecta a la infraestructura portuaria, actualmente se cuenta con una longitud de atraque en los puertos nacionales de 2 150 m siendo los principales puertos de operación Ensenada, BC y Mazatlán, Sin., y utilizando como puertos alternos La Paz, BCS y Manzanillo, Col.

Se cuenta con 198 plantas procesadoras que tienen una capacidad instalada de 649.9 ton/hora, de las cuales 128 son para congelado con una capacidad de 61.4 t/hora y 34 para el enlatado con una capacidad de 259.6 t/hora.

Operaciones de pesca

Para localizar los cardúmenes de atún los pescadores utilizan binoculares de largo alcance (20 x) que van instalados a babor y estribor del puente de mando y en la cofa de la embarcación. También utilizan radar que sirve para localizar aves; otras embarcaciones pagan un servicio de satélite, el cual les envía fotografías de la superficie del mar donde se presentan las temperaturas superficiales y con esos datos buscan las zonas más propicias en donde puede haber atún.

En años recientes la flota empezó a utilizar el servicio de helicópteros para la localización de cardúmenes de atún y actualmente hay embarcaciones que tienen incorporado dicho vehículo al sistema. Esto vino a proporcionar una mayor rapidez en las operaciones de pesca, ahorro de tiempo y combustible, ya que con su uso se logra evaluar de una manera rápida el tamaño del car-

dumen evitando efectuar "lances de agua", además de que se logra abarcar un área mayor de búsqueda en un periodo corto.

Las formas que comúnmente se utilizan para localizar los cardúmenes de atún son tres:

- Por medio de "brisas": cuando el cardumen se encuentra sobre la superficie, apreciándose una tonalidad diferente en el color del agua de mar.
- Por medio de troncos y restos de árboles: alrededor de troncos o de cualquier objeto que se encuentre a la deriva se llegan a concentrar grandes volúmenes de atún, debido a que se encuentran peces pequeños que le sirven de alimento. También se acercan otras especies como el dorado y los tiburones.
- Asociados a delfines: esta es la forma más utilizada por los técnicos de pesca, ya que las capturas que se logran por este método son más abundantes y los ejemplares son de tamaños grandes y exclusivamente de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), especie que presenta valores altos en el mercado nacional e internacional, mientras que en las otras dos formas de avistamiento, se capturan tamaños pequeños y especialmente de barrilete (*Katsuwonus pelamis*).

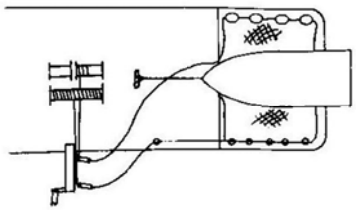
Después de haber localizado al cardumen por cualquiera de las formas mencionadas, se procede a realizar el cerco. Esta maniobra se hace por el lado de babor de la embarcación y consiste en formar un círculo entre el barco y la embarcación auxiliar (pangón), la cual al momento de ser botada sale con un extremo de la red encerrando al cardumen (Fig. 66 y 67).

Después de haber terminado de formar el encierro se procede a jalar el cable de jareta con ayuda del winche principal hasta que llegan las anillas cerrando la red por la parte de abajo y evitándose de esa forma que el atún escape (Fig. 68).

Al terminar de hacer el círculo y haber entregado el otro extremo de la red al buque, el pangón se coloca a estribor de la embarcación y con un cabo la jala hacia afuera del encierro, evitando que éste se meta por efecto del viento y de la corriente.

Una vez cerrada la red se empieza a subir el paño con ayuda de la polea viradora (pasteca hidráulica o motriz) adujando la red en la popa del barco, hasta que queda formada la bolsa en el agua; en ese espacio reducido queda concentrado el pescado. Enseguida el pangón se acerca para que con la ayuda de los cables sencillos y una red cuchara participe en la subida del producto.

Mientras eso sucede, la red se continúa subiendo y posteriormente el pangón, quedando de esta manera lista para el siguiente lance.



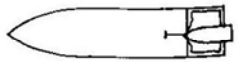
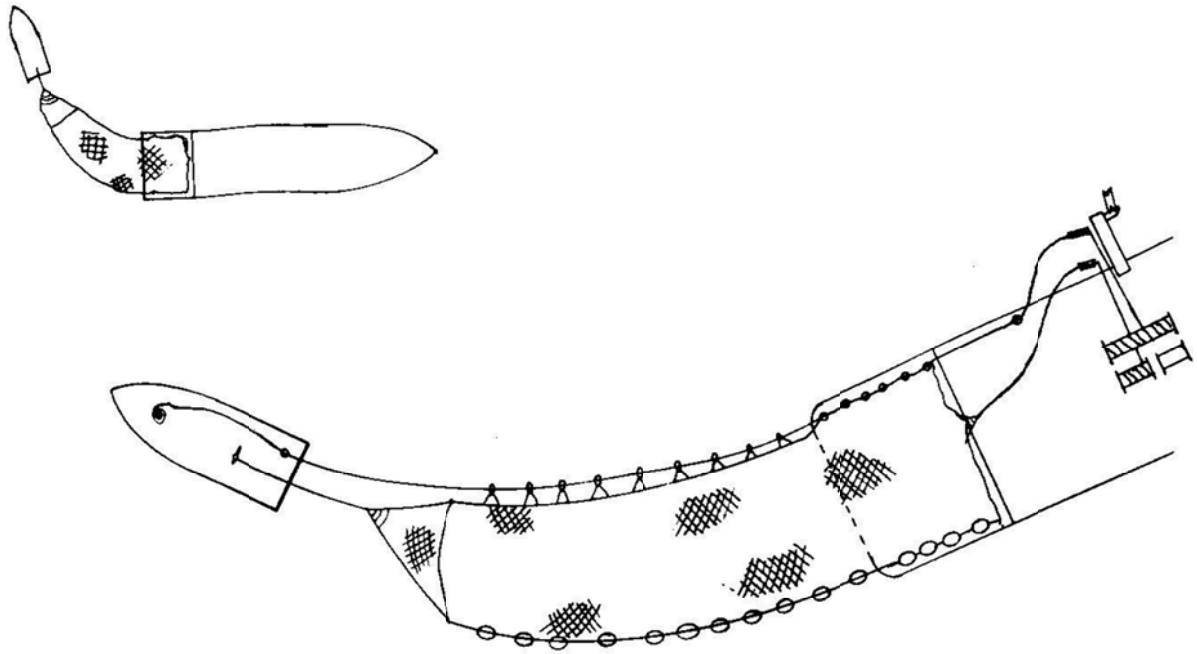


Figura 66

Posición del pangón al inicio de operaciones

Figura 67

Inicio del cerco



Si el lance es realizado sobre delfines la maniobra se desarrolla con otras características, denominándose "caza". Cuando ello sucede es necesario efectuar la maniobra de retroceso ya que las condiciones son diferentes a cuando el lance se efectúa a "brisas" o a "palos".

La "caza" consiste en agrupar a la manada de delfines y dirigirlas hacia el barco. Ésta se realiza por medio de lanchas rápidas, utilizándose hasta cinco unidades dependiendo del tamaño de la manada y comportamiento de los delfines; además, cada lanchero lleva un radio receptor para escuchar las instrucciones que les vaya indicando el técnico de pesca (Fig. 69A).

Durante la caza el barco realiza movimientos en círculo cuidando que los delfines queden siempre a babor; además, de esta manera participa también en la caza, ya que la estela que va formando con sus movimientos sirven de barrera al paso de los delfines (Fig. 69B)

El helicóptero también participa durante esta maniobra dando vueltas encima de la manada y en algunas ocasiones llega a descender muy cerca de la superficie para frenar la carrera de los delfines o hacerlos cambiar de dirección. Por otra parte es el encargado de comunicarle al técnico de pesca la cantidad de atún que se encuentra acompañando a la manada, pues en ocasiones no

se logra agruparla entera perdiendo grandes cantidades de atún. La maniobra depende del comportamiento de la manada durante la caza, especie, condiciones atmosféricas y experiencia del técnico.

Después de que el técnico da la orden de iniciar la maniobra se bota el pangón, realizándose las actividades tal como se describieron anteriormente, con excepción de la maniobra de retroceso, efectuada cuando se han subido dos terceras partes de la red.

Después de la caza y durante el tiempo que tarda en cerrarse la red se encuentran dando vueltas entre el pangón y el barco para evitar que los delfines escapen y lleven consigo los atunes. Posteriormente se colocan entre el barco y el extremo de popa de la red. Esta maniobra se efectúa con el fin de permitir el escape a los delfines que quedan capturados durante el encierro.

Para llevarla a cabo el barco da marcha atrás muy despacio formando un canal con la red que

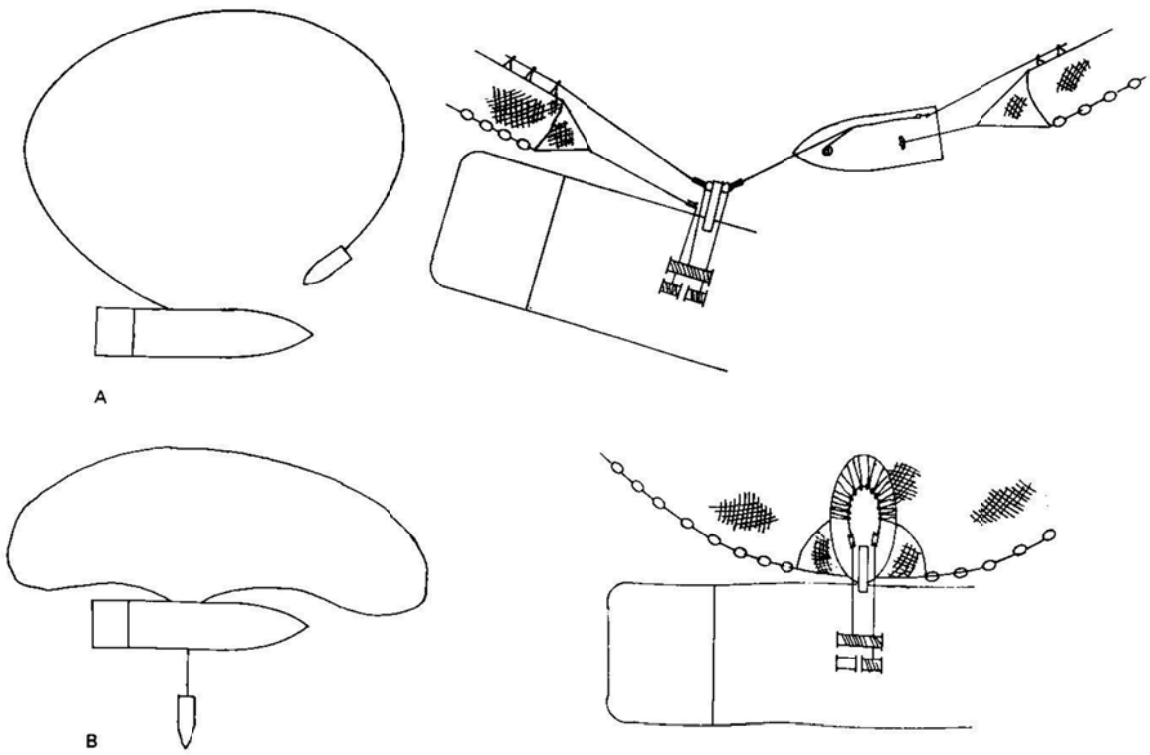
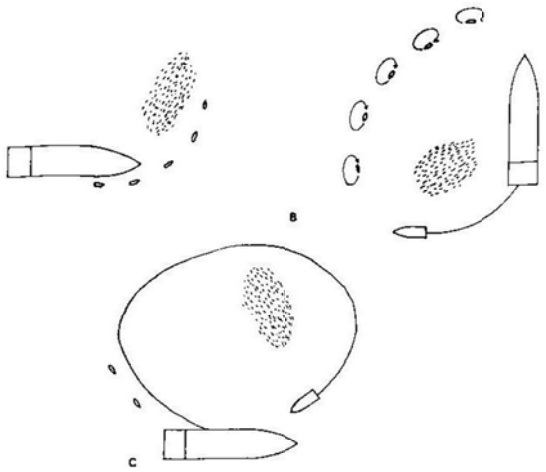


Figura 68

Finalización de la operación del cerco (A Operación de cerrado de la red y maniobra del pangón (B).

Figura 69

Lance de cerco sobre delfines (operación de caza)



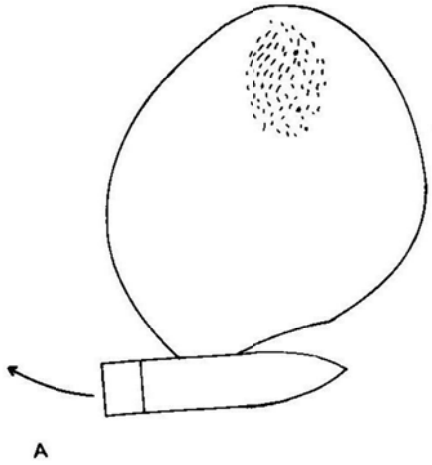


Figura 70

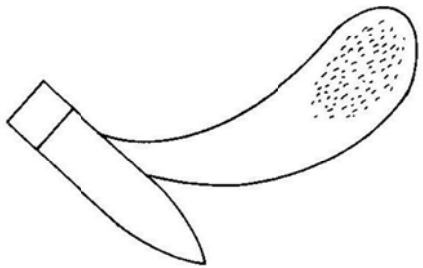
Esquema de la operación de retroceso

se encuentra todavía en el agua y aumentando la velocidad gradualmente de tal forma que los flotadores de la parte más alejada puedan hundirse para que los delfines encerrados puedan escapar (Fig. 70).

Investigaciones actuales

Una problemática que se ha presentado durante el desarrollo de la captura de atún aleta amarilla asociado a delfines es la mortandad de estos últimos durante los lances de pesca, pues a pesar de que se ha comprobado que es de un valor inferior al 1% existe mucha presión de grupos ecologistas y del gobierno de Estados Unidos de América para obligar a suspender las operaciones de pesca con este sistema.

Para evitar lo anterior se han instrumentado una serie de medidas técnicas y legales que permiten una reducción de los índices de mortalidad reportados para estas especies. El gobierno de México a través de la Secretaría de Pesca inició un Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Conservación de los Delfines (Programa Atún-Delfín) con el objetivo de recabar información relativa a las capturas, índices de pesca incidental de delfines, operaciones de pesca y comportamiento de las especies de delfines asociadas al atún aleta



amarilla; para alcanzar los objetivos del programa, las actividades se sustentan en la recabación de información por medio de observadores a bordo de las embarcaciones de la flota atunera nacional.

El 29 de junio de 1987 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el acuerdo que regula la explotación de los túnidos en aguas del Océano Pacífico mexicano y en el Océano Pacífico Oriental con embarcaciones de bandera mexicana, que establece:

- En las embarcaciones de una capacidad de acarreo menor a 400 t métricas, el paño de seguridad debe ser de 183 m (100 brazas) de longitud. Sin embargo, si la red tiene más de 10 bandas de caída, la longitud del paño de seguridad será determinada de acuerdo a la siguiente razón: 10 brazas de longitud por cada banda de caída.

- En embarcaciones atuneras con una capacidad de acarreo superior a 400 t métricas, el paño de seguridad deberá tener como mínimo una longitud de 329 m (180 brazas). Si las redes de cerco utilizadas por esta clase de embarcaciones tienen más de 18 bandas de caída, la longitud mínima del paño de seguridad se determinará con la siguiente razón: 10 brazas de longitud por cada banda de caída.

- La operación del paño de seguridad en la red de cerco debe señalizarse con marcas claramente distinguibles.

- En la red deben localizarse tres puntos de remolque a 1/4, 1/2 y 3/4 de la red.

Las medidas regulatorias incluyen además del uso del paño "Medina", la prohibición a realizar lances nocturnos y la obligatoriedad para que todas las embarcaciones lleven a bordo lanchas salvavidas y dos equipos de buceo (visor y snorkel) a fin de participar en las actividades de rescate y liberación de cetáceos.

El Programa Atún-Delfín actualmente realiza investigaciones sobre mecanismos y equipos que faciliten el rescate de delfines o que eviten la captura incidental, para lo cual están contempladas varias líneas de acción, algunas de las cuales ya se están llevando a cabo:

- Experimentación con lanchas salvavidas.
- Experimentación de dispositivos emisores de sonido para ahuyentar delfines o concentrarlos en algún lugar.
- Uso de colorantes con el mismo fin.
- Experimentación con bengalas.
- Perfeccionamiento de maniobras de retroceso y rescate de delfines.
- Modificaciones en las redes de cerco.

Por su parte, el Área de Ciencias y Artes para el Diseño, de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, ha construido un dispositivo excluidor de delfines que opera a base de ondas sonoras, que van guiando a los delfines a la salida de la red para su escape (Aguilar y Lazcano, 1993).

También el personal del Área de Tecnología de Capturas de la Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico adscrito al CRIP Mazatlán del INP, ha iniciado experimentaciones con un dispositivo excluidor de delfines que opera a base de un mecanismo controlado de hundimiento y boyancia de una sección de la relinga superior de la red de cerco. Las pruebas preliminares han resultado satisfactorias y se estima que el mecanismo creado por Esparza-Carvajal, será una

contribución importante en la selectividad del sistema de cerco de jareta.

Sistema de pesca de palangre de altura

Caracterización del sistema de pesca de palangre

El sistema de pesca de palangre de altura se caracteriza por estar constituído de una embarcación capaz de desplazarse grandes distancias, con una autonomía de por lo menos 1 000 horas (aproximadamente 40 días). La embarcación requiere una máquina de 900 HP, y tiene adaptaciones de cubierta para soportar trabajos continuos de 16 horas, maquinaria y equipo para permitir el largado y cobrado del arte de pesca "palangre", así como el manejo y conservación a bordo de especies de pelágicos mayores.

Se consideran como pelágicos mayores a los peces de talla mayor de 30 cm, que realizan grandes migraciones, siendo una de sus características particulares el hecho de ser formidables nadadores y preferentemente de hábitos alimenticios carnívoros. Entre ellos se encuentran los atunes, especies de pico, dorados y tiburones (Klett, 1988).

Debido a que esas especies habitan el ambiente pelágico y a su carácter de grandes nadadores, no pueden estar sujetas a captura por medio de redes como la de arrastre, ya que fácilmente la evadirían; asimismo, el hecho de que se agrupen en esa denominación tanto a organismos de carácter gregario (atún) y a organismos de conductas individualistas (durante su periodo adulto) como el caso de los picudos y algunos tiburones, implica que la estrategia de pesca sea más específica y requiera por lo tanto de un equipo que abarque grandes extensiones de operación, que sea pasivo y fácilmente atractivo para las especies objetivo.

Tal es el caso de los palangres, ya que son artes de pesca que constan de una línea de gran longitud, denominada línea madre, a la cual se sujetan una cantidad determinada de anzuelos con sus respectivas líneas de sostén, denominados reinales, separados unos de otros a una distancia conveniente para evitar que se enreden.

Como medio de flotación y para facilitar su localización en mar abierto, se sujetan a la línea madre boyas de colores vivos (naranja o rojo), que pueden llevar banderolas o reflectores de radar, si se cuenta con equipo electrónico de detección (Vélez, 1989; Alejandre y Vizcarra, 1990). Las boyas pueden ir sujetas directamente a la línea madre, o por medio de unos cabos denominados orinques, de longitud variable, dependiendo de si el palangre se trabajará en el fondo o cerca de la superficie (Fig. 71).

Los materiales más utilizados en la construcción de palangres son la cremona (un derivado del PVC), nylon poliamida (PA) en presentación monofilamento y multifilamento, polipropileno (PP) y alcohol de polivinilo (PVA), según la especie que se pretenda capturar. Los anzuelos que se utilizan pueden ser del tipo noruego (recto) o japonés, denominado atunero o "garra de águila"; generalmente están construidos de acero inoxidable y rara vez se usan de hierro.

La composición de los reinales también varía según la especie que se pretenda capturar, pudiendo ser únicamente de fibras textiles (monofilamento de nylon cremona u otro), o llevar una

sección de fibra textil y una sección de alambre de acero, como en el caso del palangre tiburonero representado en la figura 72 (Virgen *et al.*, 1981; Santana, 1989; Alejandre y Vizcarra, 1990).

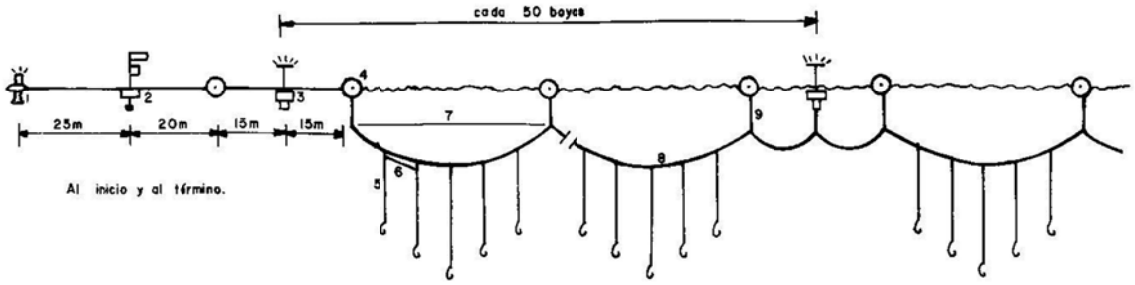
La pesquería de pelágicos mayores utilizando palangre

Algunos países han aprovechado a los pelágicos mayores como fuente de proteínas, principalmente aquellos que poseen un escaso territorio nacional y elevado índice de población, tales como Japón, China y Corea, lo que los ha obligado a buscar el recurso en áreas cada vez más alejadas de su país de origen.

Los primeros datos de pesca con palangre en el Pacífico Oriental se remontan a 1915, cuando ya se realizaba pesca comercial a pequeña escala y pesca deportiva. Posteriormente, en 1952 el Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos probó un palangre para la captura de atunes y picudos en el Pacífico Oriental, realizando 18 lances en el periodo de 1952 a 1954 (Alejandre y Vizcarra, 1990); sin embargo, los japoneses ya habían incursionado en aguas del Océano Pacífico mexicano utilizando palangres posiblemente desde los años cuarenta.

Esta pesca adquirió importancia comercial desde el año de 1956, con la operación de palangres de tipo japonés diseñados para la captura de túnidos, en el Pacífico Occidental y Central (Klett, 1988). Durante la Segunda Guerra Mundial la demanda de atún enlatado creció enormemente. La necesidad de buscar nuevos caladeros para satisfacer la creciente demanda, aunado a los avances en materia de conservación de productos, permitió a las flotas de los países pesqueros el alejarse cada vez más de sus puertos de origen.

Entre los países que pescaban en lo que ahora es la ZEE de México se cuentan Japón, Taiwan y Corea (Klett, 1988; Santana, 1989; Vélez, 1989; Alejandre y Vizcarra, 1990).



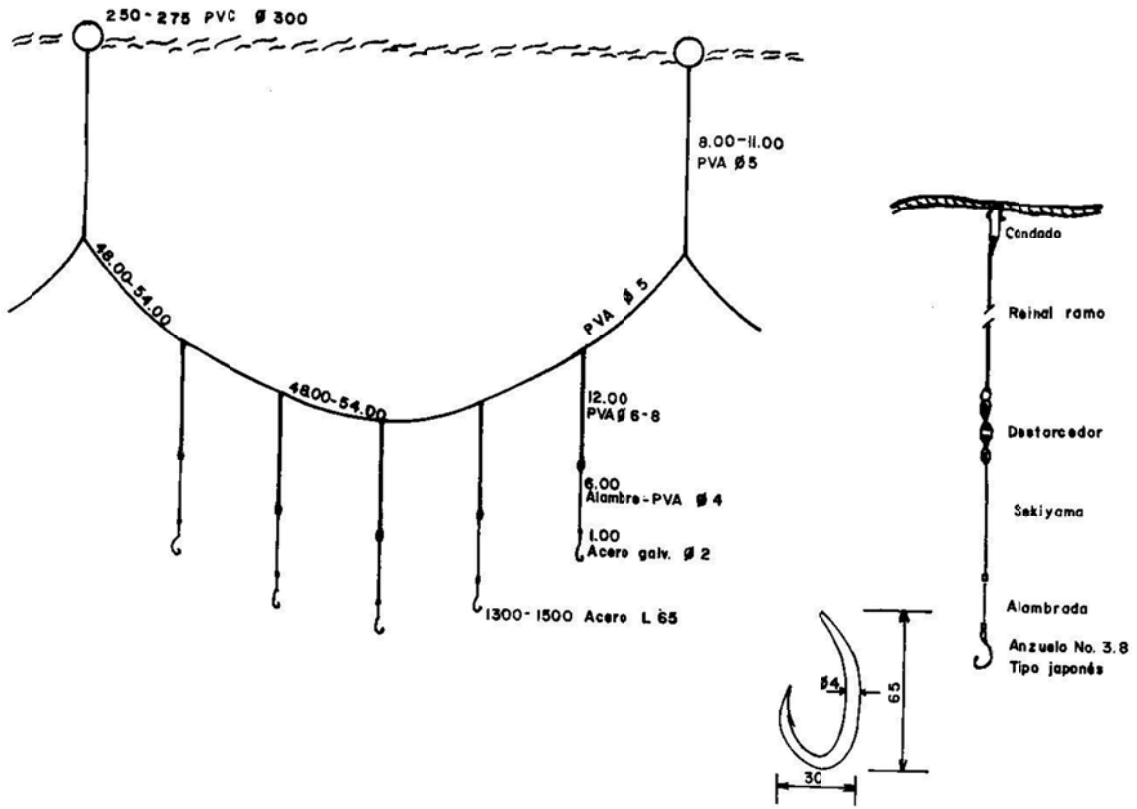
1. Lámpara señaladora
2. Banderola
3. Radioboya
4. Flotador
5. Reinal
6. Distancia entre reinales
7. Distancia entre orinques
8. Línea madre
9. Orinque

Figura 71

Palangre tiburonero de deriva tipo japonés utilizado en el Océano Pacífico mexicano

Figura 72

Detalle de unidad de palangre tiburonero de deriva tipo japonés



En 1972 ciertas especies del Pacífico mexicano, específicamente los denominados picudos, fueron reservados por el gobierno mexicano para la pesca deportiva, sin que tal medida afectara la operación de las flotas extranjeras que pescaban el recurso fuera de las 12 millas de mar territorial (Alejandre y Vizcarra, 1990).

Cuando se estableció el régimen de las 200 millas de ZEE en 1976, se promovió la creación de una flota palangrera nacional, con un mínimo de participación extranjera. Sin embargo, los buques nacionales encontraron dificultades para operar, aún cuando contaran con los permisos correspondientes..

Como alternativa para el aprovechamiento de los recursos de la recién adquirida ZEE, en 1980 se adquirieron cinco barcos palangreros de construcción japonesa, uno con base en Alvarado, Veracruz y cuatro en Manzanillo, Colima, con lo cual México se adelantó a los acuerdos interna-

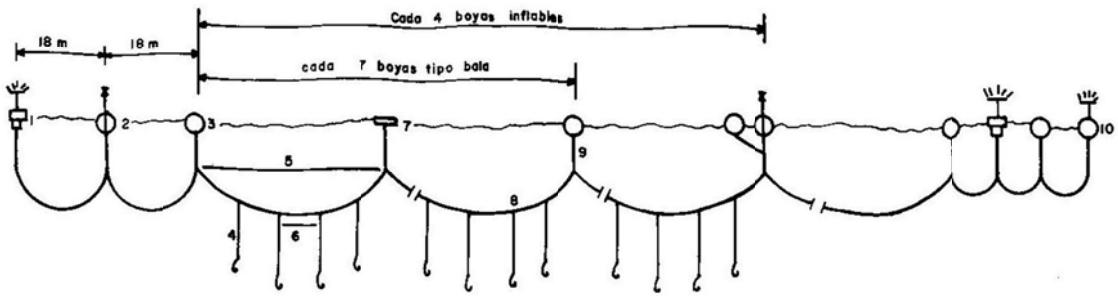
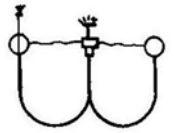


Figura 73

Palangre atunero de deriva tipo americano utilizado en el Golfo de México

1. Radio boya
2. Boya reflectora con lámina de aluminio
3. Boya inflable
4. Reinal
5. Distancia entre orinques
6. Distancia entre reinales
7. Boya tipo bala
8. Línea madre
9. Orinque
10. Boya con luz intermitente



A la mitad del palangre

cionales tomados en la Convención de las Naciones Unidas de diciembre de 1982, donde se obliga a los países costeros a explotar sus recursos pesqueros hasta el máximo nivel sostenible o permitir que otras naciones exploten el excedente (Santana, 1989).

Los pescadores consideran que es posible desarrollar una pesquería de las especies de picudos a nivel industrial, basados en que el recurso fue explotado hace varios años por flotas extranjeras fuera del límite de las 12 millas de mar territorial y después continuaron haciéndolo fuera de lo que ahora es la ZEE mexicana. Consideran que por ser estas especies sumamente migratorias, la mayor parte de su vida se encuentran en alta mar (aguas internacionales) y que si no se pescan en nuestra ZEE otras naciones aprovecharán el recurso.

Operaciones pesqueras y estrategia de captura

Existen diversos tipos de palangres, pero los más representativos y conocidos son el tipo japonés y el tipo americano. El japonés se distingue por emplear anzuelos con caña curva, son de longitudes muy grandes, casi siempre mayores de 150 km y utilizan materiales de mayor diámetro, casi siempre entre 5 y 6 mm (Fig. 72). El tipo americano por lo general es de menores dimensiones, utilizando anzuelos del tipo noruego (caña recta); el diámetro de los materiales también es menor que los utilizados en el tipo japones, entre 2 y 5 mm (Fig. 73 y 74). Los dos tipos de palangre se utilizan indistintamente en ambos litorales, aunque es más común el uso del palangre japones en el Océano Pacífico.

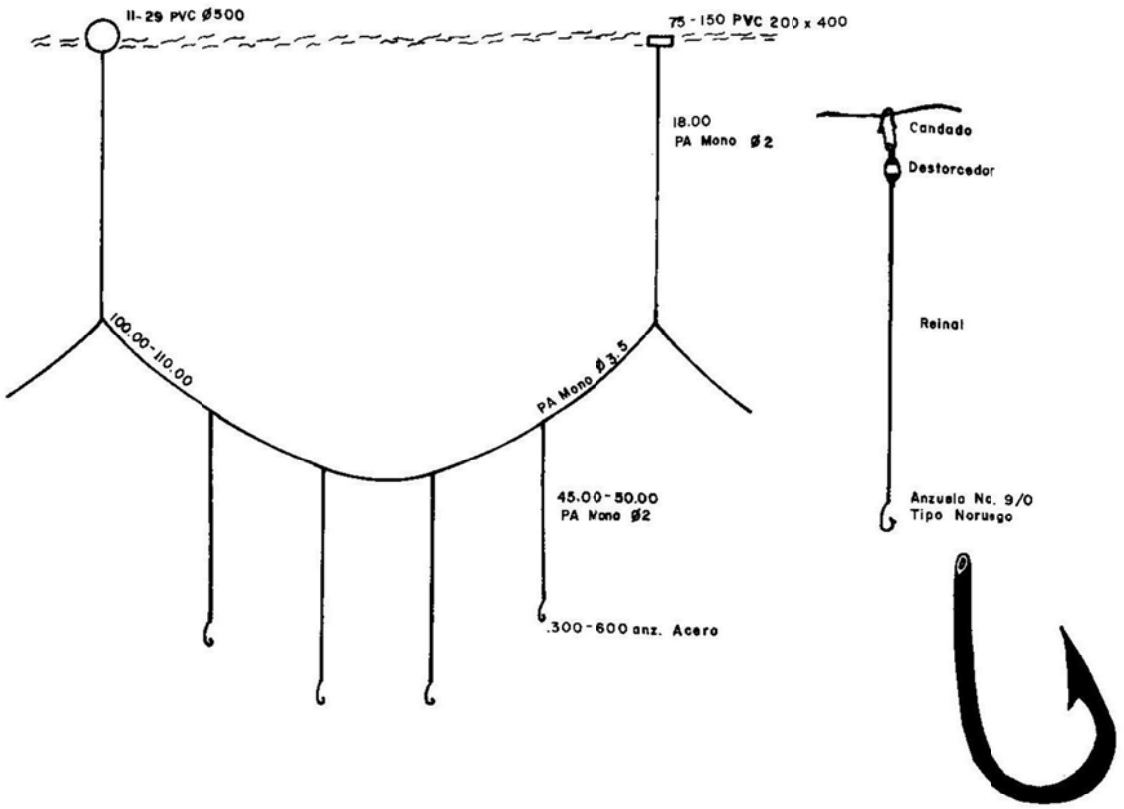


Figura 74

Detalle de unidad del palangre atunero de deriva tipo americano

La forma de operación es relativamente sencilla, pero se requiere bastante tiempo en el calado y cobrado debido a las grandes longitudes, siendo normal utilizar de 3 a 5 horas o más en cada operación. El número de tripulantes es variable, utilizando los barcos prototipo Tiburón un total de 24 personas. A continuación se describen en general, las maniobras realizadas por los barcos prototipo.

Antes de efectuar la operación de tendido, la línea madre se estiba de manera conveniente para que no se enrede y pueda salir fácilmente. Algunas embarcaciones utilizan un tambor estibador, que puede hacer las veces de cobralíneas o estar adaptado a éste. El calado se realiza a diversas horas, dependiendo de la especie que se pretenda capturar. La dirección de la maniobra se encuentra a cargo del capitán, el cual se encuentra

en el puente de mando y regula la velocidad y rumbo de la embarcación. Se procura que el tendido de la línea sea en dirección perpendicular o diagonal a la dirección del viento, lo que facilita la maniobra.

La organización de la tripulación se encuentra a cargo del contramaestre, quien es responsable del éxito final de la maniobra. Para esta maniobra se requiere un mínimo de ocho personas, generalmente distribuidos de la siguiente manera: un marinero se encarga de colocar la carnada en los anzuelos y otro acomoda las boyas en el orden requerido; un tercer marinero tiene a su cargo el lanzar al agua los reinales cuando se le da la orden y un cuarto marinero asegura los reinales a la línea madre; un marinero está de reserva, listo para suplir o ayudar en caso de algún contratiempo.

Al inicio de la maniobra se lanza una de las radioboyas sujeta a la línea madre, procediendo a largar ésta, lo que se realiza con ayuda de una maquinilla eléctrica con velocidad regulada, dependiendo de la especie a capturar, para que se formen senos en la línea y se determine la profundidad de trabajo de los anzuelos. Posteriormente se distribuyen de manera regular los reinales a lo largo de la línea madre, intercalando boyas y radioboyas a criterio del patrón, contramaestre o quien esté a cargo de la maniobra. Una vez terminado el largado del equipo, se permite que permanezca en esta posición de 6 a 8 horas o más.

La operación de cobrado requiere como mínimo de 16 personas, estando el contramaestre en los controles del cobralíneas, regulando la velocidad de cobrado y un marinero se encarga de adujar la línea madre y evitar que se enrede. Diez marineros tienen a su cargo el separar la captura de los anzuelos, desenganchar los reinales de la línea madre, adujarlos y acomodarlos a popa de loa embarcación, dejando el equpo listo para el siguiente lance. Un par de marineros evisceran, lavan e introducen el producto al cuarto de trabajo (Endo, 1981; Alejandre y Vizcarra, 1990).

Investigación y desarrollo tecnológico

Virgen *et al.* (1981) en un trabajo sobre pesca exploratoria y experimental de tiburón en los litorales de Oaxaca y Chiapas, a bordo de embarcaciones camaroneras, utilizando un palangre tiburonero de 7 500 m de longitud (conformadas por 25 canastas de 12 anzuelos cada una y separados 25 m entre sí, con anzuelo japones tipo atunero No. 6), concluyeron que la operación del arte de pesca fue satisfactoria debido a su fácil adaptación a buques camaroneros, con la ventaja de ser económico en su construcción y que es posible establecer en forma definitiva una pesquería comercial de tiburón en el Océano Pacífico Sur.

Otras investigaciones como la reportada por Vélez *et al.* (1989) y la realizada por Santana (1989), se refieren particularmente a explcraciones, distribuciones de recursos e índices de abundancia relativa. Sin embargo, para algunos viajes de pesca comercial, los análisis tecnológicos han involucrado la efectividad del sistema, como mencionan Vélez *et al.*, en cuanto a que los palangres de 78.7 km de longitud promedio obtienen una eficiencia de 7.14% por cada 100 anzuelos, siendo las áreas de mayor captura las correspondientes a la flota del Golfo de California, la periferia de las Islas Marías y en el Golfo de Tehuantepec.

En el proyecto en donde participa actualmente el personal de Tecnología de Capturas del INP se

ha hecho notar que la selectividad de especies en los palangres de altura está determinada por la estrategia de pesca con respecto a la distribución vertical y horizontal de las especies a capturar, por ejemplo los atunes se distribuyen en la columna de agua en función sus preferencias de temperatura, algunas especies de tiburones presentan migraciones verticales nictimerales como consecuencia de la búsqueda de presas.

En cuanto a las posibles modificaciones a los palangres se toma en consideración que las carnadas, tipo y tamaño son factores importantes en la efectividad del palangre y en la selectividad tanto de especies como de tallas. Como existe una relación lineal entre el tamaño de las presas y la talla de depredador, debe tomarse en consideración esta característica para decidir sobre el tamaño de las carnadas, aunque también se ha comprobado que la carnada no puede ser demasiado grande debido a que disminuye la probabilidad de captura.

Sistemas de pesca para calamar

Principios de captura

Los calamares, al igual que muchas otras especies acuáticas, presentan migraciones verticales diurnas, encontrándose por lo común cerca a la superficie del agua durante la noche y habitando zonas profundas durante el día. Esta migraciones verticales pueden extenderse a lo largo de varios cientos de metros. En base al comportamiento biológico de esta especie se han desarrollado y especializado métodos de captura, dando lugar a que la pesca se realice de noche, utilizando sistemas de iluminación para atraer a la especie (fototropismo) hacia los anzuelos o redes (Cifuentes *et al.*, 1990).

Tipo de embarcaciones utilizadas en la pesquería de calamar

La pesquería de calamar se puede realizar en embarcaciones pecueñas, medianas, o mayores, las cuales se diferencian en el tiempo y zona de operaciones, tecnología de captura, y volúmenes capturados.

Las embarcaciones menores operan únicamente tres meses al año, cuando el recurso esta disponible y accesible para obtenerlo sin alejarse demasiado de la costa. La iluminación requerida para atraer al calamar la obtienen mediante lámparas de gasolina, y en algunos casos de gas; debido al poco espacio físico disponible en estas embarcaciones, éstas carecen de refrigeración, por lo que sólo pescan durante una noche, entregando el producto fresco y eviscerado para su venta a la mañana siguiente.

Las embarcaciones medianas se dedican a la pesca del calamar en determinadas épocas del año, cuando existe abundancia del recurso en la zona de pesca. Estas embarcaciones están caracterizadas por tener entre 16 a 40 m de eslora; 95 a 1 000 HP de potencia; casco de acero o madera en algunos casos; autonomía de 15 a 30 días; capacidad de bodega de 40 a 300 m^3, y sistema de iluminación de 15 a 1 200 watts.

Algunas de estas embarcaciones utilizan sólo líneas calamareras operadas manualmente o en forma automática, las cuales se distribuyen a lo largo de las bandas. Para conservar el producto utilizan hielo o sistemas de refrigeración a bordo.

Las embarcaciones mayores que extraen este recurso cuentan con equipos de pesca y sistemas de iluminación más sofisticados, con una gran capacidad de bodega y sistema de refrigeración.

El producto tiene cierto procesamiento a bordo (elaboración de "marquetas") y realizan viajes de una gran duración.

Desarrollo de los sistemas de captura

Durante 1974, en el Golfo de California, la pesca del calamar la realizó una pequeña flota artesanal, que pescaba durante 2 ó 3 meses en el verano, cuando el calamar se encontraba más cerca de la costa. La producción era baja y con fines de consumo local (Garibay, 1988).

El desarrollo de los métodos de captura de calamar se inició a finales del siglo pasado, cuando inmigrantes chinos pescaban calamar en aguas del Golfo de California con pequeñas embarcaciones ilumińadas por antorchas para atraer al recurso y recogiéndolo después por medio de ańzuelos o pequeñas redes de cerco (Quiróz y López, 1979).

En 1905 se introdujeron en esta pesquería otros equipos, tales como las redes lámpara, que fue utilizada primeramente por los italianos (Fields, 1965), los palangres, poteras y las redes de arrastre. La introdujeron posteriormente los japoneses.

A partir de 1978 en el Océano Pacífico, la pesquería del calamar se convirtió en una actividad sustituible de la pesquería de camarón cuando éste se encontraba en veda. En 1979 varios barcos con pabellón japonés se incorporaron a la flota nacional a través de una operación conjunta entre ambos países. Junto con estas embarcaciones surgieron en México nuevas técnicas de captura, aumentando la producción considerablemente.

En 1980 la empresa Productos Pesqueros Mexicanos introdujo una nueva política, por medio de la cual adquiriría todo el calamar extraído si no se presentaba otro comprador, atrayendo por consiguiente a esta actividad a un gran número de embarcaciones dedicadas a la pesca de camarón. Por esto, durante ese año, la flota calamarera mexicana se componía de 15 barcos japoneses que operaban con poteras, pertenecientes a la operación conjunta México-Japón, alrededor de 200 barcos camaroneros, diez huachinangueros y de 20 a 30 embarcaciones menores y la temporada de pesca se realizó en todos los meses del año (Garibay, 1988).

Algunos de los métodos y materiales para extraer calamar se describen a continuación:

Red lampara

Constituida por dos alas de paño en forma de cono y una bolsa de luz de maya pequeña, relinga superior e inferior con flotadores y plomos, respectivamente; la red cierra automáticamente por el peso, impidiendo que escape la presa.

El calamar se atrae a la red mediante luces. Cuando los calamares se acercan a la superficie, se lanza la red alrededor del cardumen arrastrándola después contra corriente.

Esta red es de uso común en el Mediterráneo y muy popular en algunas partes de California en EUA. Sin embargo, a pesar de que es sencilla de construir y que ha tenido buenos resultados, el arte no es selectivo, maltratando además a las especies, lo que representa una desventaja operativa.

Red de cuchara rectangular con jareta

Este arte tiene la misma abertura de malla en todas sus partes y se mantiene vertical mediante la relinga superior con flotadores y la relinga inferior con plomos.

La línea de fondo tiene anillos por los que corre una línea de cierre de la bolsa; al tirar de los extremos de ésta, la parte inferior forma una bolsa.

Una vez tendida la red del lado de una banda, se encienden luces en la banda opuesta para atraer el cardumen. Posteriormente se apagan esas luces y se encienden las luces en la banda del lado de la red; al desplazarse y concentrarse el recurso a esta banda siguiendo el impulso luminoso, la red se cierra y se levanta mediante un winche hidráulico.

Red cónica levadiza

Puede ser circular o rectangular, adherida en su parte superior a un marco sostenido por un cabo en cuatro puntos del mismo, hasta un pescante el cual permite izarla o bajarla. En su parte inferior lleva un plomo que la mantiene vertical. El principio de atracción del recurso es a base de una lámpara sumergible que se encuentra en el centro y por encima de la boca de la red.

Red de medio anillo

De constitución similar a la de cuchara, siendo sin embargo de forma semicircular, presenta anillos sólo en la mitad de la longitud. La operación es similar a la de red de cuchara, sólo que esta red opera con dos embarcaciones.

Bomba de succión

Los calamares se atraen a la superficie por el principio de fototropismo, colocándose luces tanto en la banda de la embarcación como sumergibles. Cuando los calamares se concentran son succionados por un embudo rectangular o circular conectado a la bomba de succión. La desventaja de este sistema es que maltrata el producto y sólo sirve para especies de tamaño pequeño.

Poteras

Probablemente éste es el método más adecuado para nuestras condiciones locales, y es usado con mayor intensidad y eficiencia, obteniéndose por medio de poteras la mayor parte del calamar capturado anualmente en México.

El arte consta de una o más coronas radiales de anzuelos, largándose por medio de malacates manuales o automáticos (Fig. 75).

Para la operación de pesca las poteras se ordenan en líneas de monofilamento de diverso diámetro, en base a la profundidad de operación y tamaño de los organismos susceptibles de extracción. Asimismo, la separación de las poteras está en función de la talla de la especie. Al principio de la línea se coloca un lastre para mantenerla tensa.

El recurso entre tanto es atraído con una fuente luminosa durante la noche, la cual crea una zona de penumbra alrededor de la embarcación. Es en esta zona donde se ubican las mayores densidades del recurso debido al efecto de fototropismo. La línea de poteras debe pasar por la frontera entre la zona de penumbra y la zona iluminada (Quiróz y López, 1979). Durante la maniobra, y para mantener la verticalidad de la posición de las líneas de poteras, se utiliza una ancla de capa la cual propicia que tanto el barco como la línea de poteras adquieran la misma velocidad de deriva que las corrientes en ese momento, y a su vez, contrarrestado aquellos efectos de deriva debidos al viento (Fig. 75, 76 y 77).

Figura 75

Diferentes tipos de poteras. Propuestas por García, 1989 (A), Japonesas comerciales (B), y Artesanal (C)

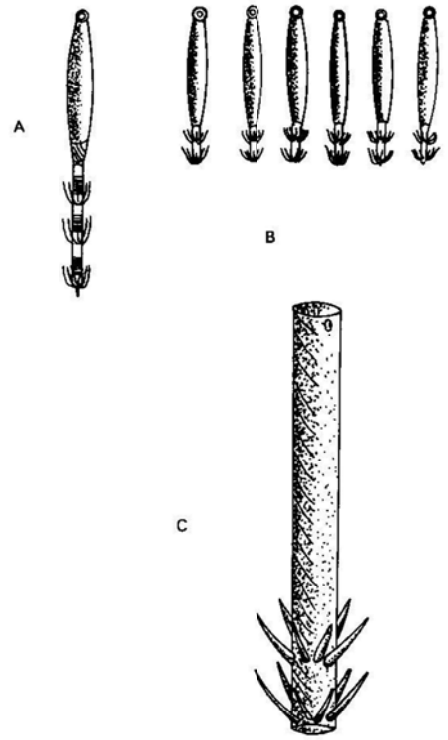


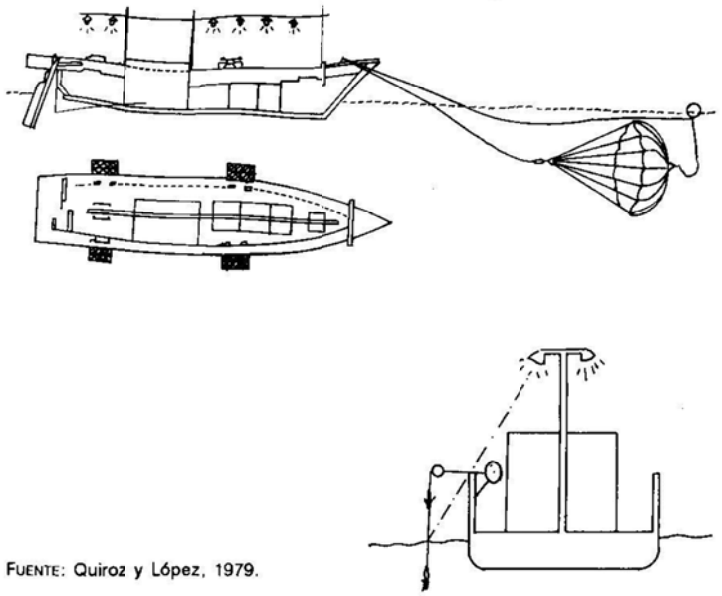
Figura 76

Isolíneas de intensidad luminosa. El calamar se agrega bajo el cono de penumbra, marcado con líneas punteadas

FUENTE: INP, 1992.

Figura 77

Sistema de iluminación y disposición de malacates



FUENTE: Quiroz y López, 1979.

Este método, además de ser muy eficiente, es muy selectivo y fácilmente adaptable a buques camaroneros que pueden incorporarse a la actividad en temporada de veda del crustáceo.

Máquina automática

Entre los métodos de captura más modernos para la captura de calamar está el de la máquina automática, la cual está ligada al uso de poteras, piola y plomos.

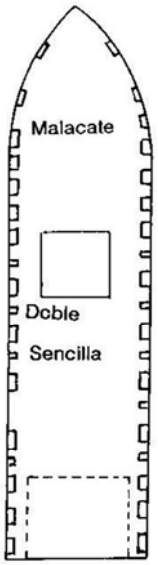
Debido al alto costo de este dispositivo, su uso se ha destinado por lo regular a las embarcaciones mayores, y el número de éstas, a bordo, está en función de las dimensiones del buque (Fig. 77 y 78).

Con este equipo, las operaciones de pesca se hacen con mayor rapidez y con menor esfuerzo. Por otra parte es altamente selectivo (mediante el uso de la potera adecuada), y sin maltratar al producto.

Estas máquinas pueden ser manipuladas en su totalidad por un operador desde un control centralizado, en donde regulan funciones tales como: profundidad de operación; sistema de frenado, mecanismo especial que le transmite a los anzuelos movimientos de sacudida mientras las líneas se elevan; sistema de alarma cuando se zafan las poleas frontales, y el número de anzuelos con el que cuenta la línea varía entre 40 y 70 (Fig. 79 y 80).

Figura 78

Distribución en cubierta de maquinillas calamareras automáticas y lamparas

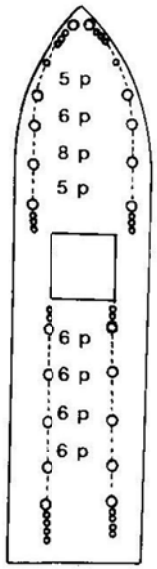


Máquinas calamareras automáticas

Doble lado: 28 máquinas

Sencillas: 10 máquinas

Total: 33 maquinillas



Lámparas pesqueras

Un lado: 1 kw 6 Pc

Un lado: 2 kw 10 Pc

Doble: 1 kw 120P Pc

Doble: 2 kw 20 Pc

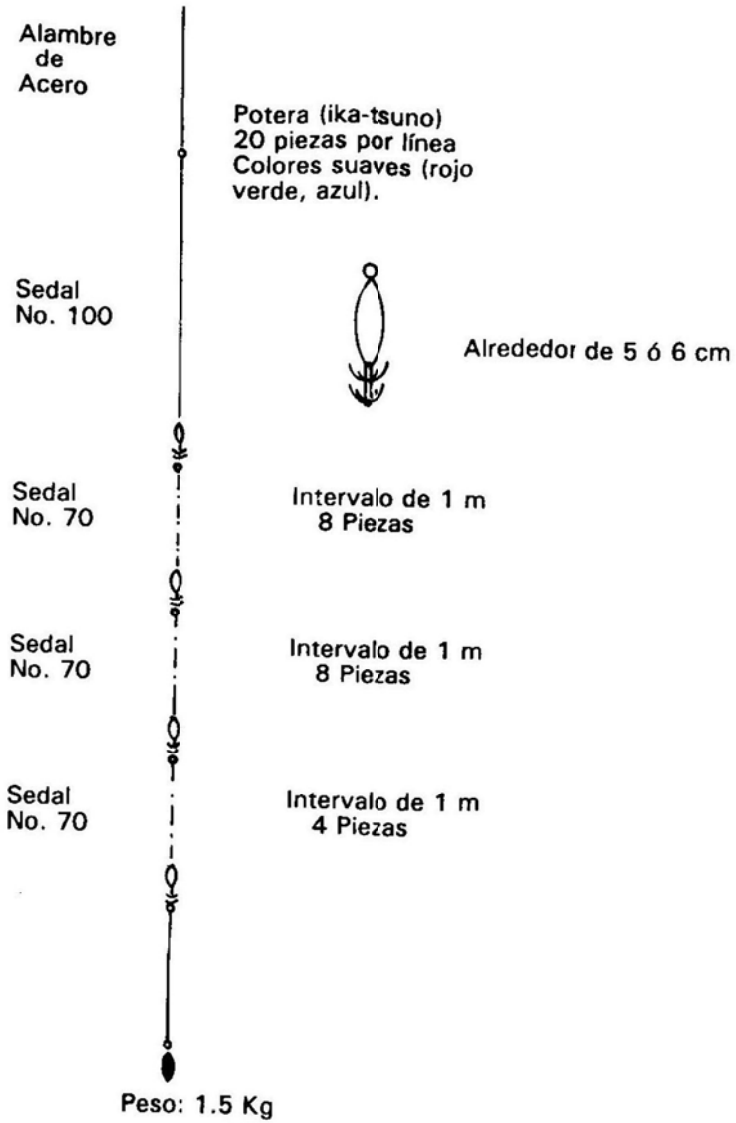
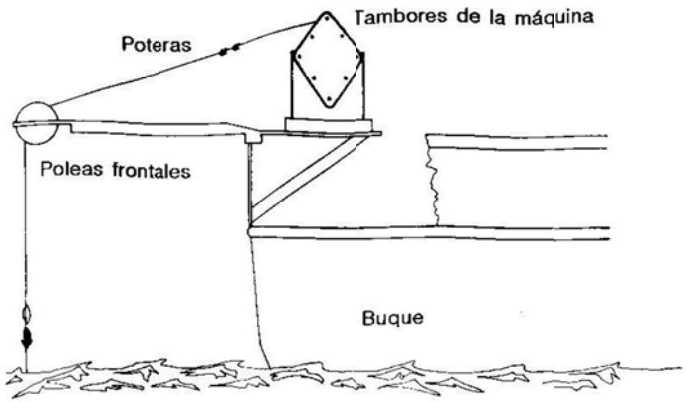
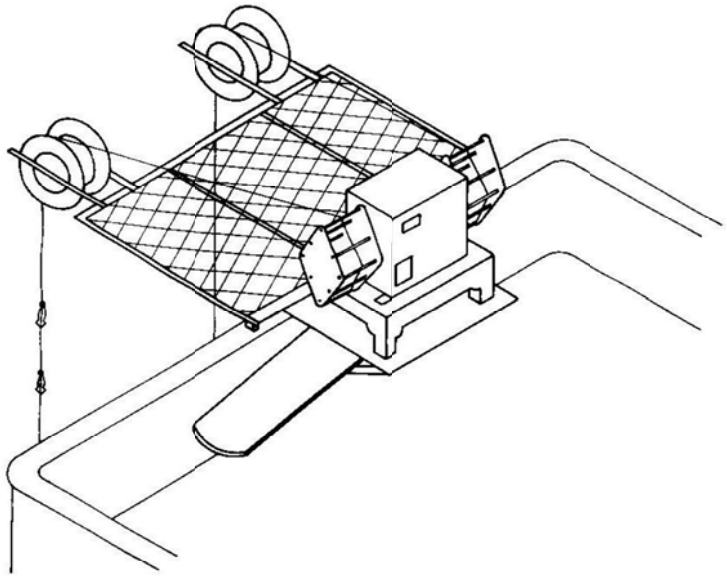


Figura 79

Estructura de una línea calamarera



A



B

Figura 80

Maquinilla calamarera. Vista lateral (A), maquinilla en operación (B)

Principales investigaciones de la Subdirección de Tecnología de Capturas del Instituto Nacional de la Pesca realizadas entre 1977 Y 1992

Investigaciones Sobre Sistemas de Captura Ribereños:

1. Desarrollo tecnológico de pesquerías artesanales de Baja California Sur (1985-1986).
   Jefe de proyecto: T.P. Félix Guardado Topete.

2. Evaluación técnica de las artes de pesca menores en el Pacífico Central (1984).
   Jefe de proyecto: Ing. Arturo García Roa.

3. Pesca exploratoria y experimental de mero (*Epinephelus morio*) con palangre de fondo en la plataforma yucateca (1986-1992).
   Jefe de proyecto: T.P. Manuel Sáenz Santella.

4. Diagnosis tecnológica de las artes de pesca de Veracruz (1992).
   Jefe de proyecto: T.P. César Severino Hernández.

Investigaciones tecnológicas sobre sistema de pesca de arrastre y pesca exploratoria:

5. Evaluación biotecnológica de los recursos demersales vulnerables a redes de arrastre de fondo en el Golfo de California (1978-1980).
   Jefe del proyecto: T.P. Armando Arias Uscanga.

6. Desarrollo de la pesquería de arrastre de escama en el Golfo de México (1978-1980).
   Jefe de proyecto: Ing. Emmanuel Vargas Molinar.

7. Pesca exploratoria y experimental de recursos pelágicos con redes de arrastre de media agua en el Océano Pacífico Centro Sur (1981-1982).
   Jefe de proyecto: T.P. Armando Arias Uscanga.

8. Desarrollo tecnológico de la pesca de arrastre de media agua a bordo de los barcos escama de diseño español (1985).
   Jefe de proyecto: Ing. José Manuel Grande Vidal.

9. Pesca comparativa y selectividad de redes camaroneras (1986).
   Jefe de proyecto: Ing. José Manuel Grande Vidal.

10. Caracterización y análisis del sistema de pesca de arrastre de doble aparejo para captura de camarón en la región del Océano Pacífico Sur mexicano (1988-1990).
Jefe de proyecto: Ing. Saúl Sarmiento Náfate.

11. Diagnosis de eficiencia y poder de pesca de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec, México (1988-1990).
Jefe de proyecto: Ing. Saúl Sarmiento Náfate.

12. Estandarización del sistema de pesca de arrastre con doble aparejo para la captura de camarón (1992).
Jefe de proyecto: Ing. Luis Esparza Carvajal.

Investigaciones tecnológicas sobre el sistema de pesca con palangre:

13. Pesca exploratoria y experimental de tiburón en el Golfo de Tehuantepec (1978).
Jefe de proyecto: T.P. Jesús Avila Virgen.

14. Desarrollo tecnológico de la pesquería comercial de atunes en el Golfo de México (1981-1986).
Jefe de proyecto: T.P. César Severino Hernández.

15. Desarrollo de la pesquería de escama en la costa Nor-occidental de Baja California (1979-1983).
Jefe de proyecto: Ing. J. Trinidad Silva Ramírez.

Pesca exploratoria y prospecciones:

16. Desarrollo tecnológico de la pesca de calamar gigante en el Golfo de California (1978-1980).
Jefe de proyecto: Ing. Pablo López.

17. Prospección de calamar gigante en la Zona Económica Exclusiva (1989-1992).
Responsables: Ing. J. Trinidad Silva Ramírez y T.P. Manuel de la Rosa Barrera.

18. Evaluación de la población de holotúridos de las costas de Oaxaca y Guerrero.
Jefe de Proyecto: Ing. Heldail Aarón Gil.

19. Prospección de bacalao negro (1979-1992).
Responsables T.P. Manuel de la Rosa Barrera e Ing. Trinidad Silva Ramírez.

20. Investigación sobre los recursos demersales incluyendo aquellos de media agua en la región del Océano Pacífico Sur mexicano.
Coordinador: Ing. Raúl Villaseñor Talavera.
Jefe del proyecto: Ing. Saúl Sarmiento Náfate.

21. Subprograma nacional de evaluación del impacto técnico y económico del uso de los dispositivos excluidores de tortuga marina en la flota comercial.
Coordinadores: Lic. Raúl Zavala Verdugo e Ing. Raúl Villaseñor Talavera.

Responsables Regionales:

Ensenada:	Ing. J. Trinidad Silva Ramírez.
La Paz:	Ing. José de Jesús Gallo.
Guaymas:	Ing. Raymundo Torres Jiménez.
Mazatlán:	Ing. Luis Esparza Carvajal.
Manzanillo:	Ing. Heriberto Santana Hernández.
Salina Cruz:	Ing. Heldail Aarón Gil.
Tampico:	T.P. Eduardo González Jara.
Alvarado:	Ing. Emmanuel Vargas Molinar.
Campeche:	T.P. Román Trujeque Cabrera.
Cd. del Carmen:	T.P. Víctor Rivera Román.
Yucalpetén:	T.P. Manuel Saenz Santella.

Proyectos de tecnología de los sistemas de captura del INP para 1993

Proyectos nacionales

1. Evaluación, optimización y selectividad de los sistemas de captura de arrastre para camarón en el Océano Pacífico.

2. Evaluación, optimización y selectividad de los sistemas de captura de arrastre para camarón en el Golfo de México y Mar Caribe.

3. Pesca exploratoria de camarón en zonas profundas y experimentación de artes de pesca frente al litoral de Tamaulipas, Veracruz y Campeche.

4. Proyecto de prospección de recursos pelágicos mayores y selectividad con palangre en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano.

5. Investigación tecnológica de la pesquería del atún con palangre y biología pesquera del recurso en el Golfo de México.

6. Selectividad del sistema de pesca de cerco de jareta para la captura del recurso atún.

Proyectos regionales

1. Selectividad de los sistemas aplicados a la pesquería ribereña multiespecífica del estado de Tamaulipas y norte de Veracruz (Tampico, Tamps.).

2. Diagnosis de las artes de pesca del estado de Veracruz (Alvarado, Ver.).

3. Optimización y selectividad de las artes de pesca ribereñas en la zona norte del estado de Campeche (Campeche, Camp.).

4. Desarrollo de las pesquerías artesanales del estado de Yucatán: optimización del palangre de fondo (Yucalpetén, Yuc.).

5. Estudio tecnológico de la pesca artesanal de recursos demersales de escama (Ensenada, BC).

6. Investigación tecnológica de los sistemas de pesca de Baja California Sur (La Paz, BCS).

7. Pesca experimental de redes con dispositivos excluidores de tortuga y peces en la zona

alta del alto Golfo de California (Guaymas, Son.).

8. Análisis de los sistemas de pesca para la captura de camarón en el estado de Sinaloa y Nayarit, en aguas protegidas (Mazatlán, Sin.).

9. Evaluación del impacto que sobre las poblaciones de especies de escama fina tiene la operación de artes de pesca en los bajos rocosos de las localidades de Zihuatanejo, Gro. y Pto. Ángel, Oax. (Salina Cruz, Oax.).

10. Pesca ribereña en la costa de Michoacán. (Pátzcuaro, Mich.).

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dra. Margarita Lizárraga Saucedo por la invitación para participar en la publicación conmemorativa, ya que ello constituye un reconocimiento a la labor desempeñada en la Subdirección de Tecnología de Captura del INP.

Deseamos hacer patente nuestro agradecimiento a la Ing. Ma. Luz Díaz López, Directora de Investigación y Desarrollo Tecnológico, por las facilidades brindadas; a la Biól. Susana García Real Peñaloza, jefa del Departamento de Publicaciones y al editor M. en C. Francisco Pedroche, por sus atenciones y apoyo, gracias a los cuales fue más fácil concluir esta contribución.

También se expresa el agradecimiento a los directivos e investigadores de las instituciones que facilitaron información. En especial se agradece al Mtro. D.I. Antonio Lazcano y la Profra. Ma. Georgina Aguilar del Departamento de Medio Ambiente de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco y al Ing. Aurelio Benítez Valle, Director de la Escuela Superior de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Al Biól. Pedro Saenz M. e Ing. José de Jesús Gallo, Director y Subdirector del CRIP de La Paz, Baja California Sur, respectivamente; y al Biól. Manuel Puerto Mocorba, Director del CRIP de Puerto Morelos, Quintana Roo, por facilitar documentos técnicos.

La contribución de los investigadores y técnicos del Instituto Nacional de la Pesca fue indispensable para contar con información suficiente, ya que la gran experiencia que en ellos recae se ha expresado a través de informes de investigación y trabajos técnicos, varios de los cuales han sido utilizados por los autores para mejorar esta publicación. Por lo anterior, deseamos expresar nuestro agradecimiento al siguiente personal: al Ing. Luis Esparza Carvajal, tecnólogo del CRIP de Mazatlán, Sinaloa; al Ing. Heriberto Santana Hernández del CRIP de Manzanillo, Colima; a los Ings. Saúl Sarmiento y Aarón Heldail Gil, tecnólogos del CRIP de Salina Cruz, Oaxaca; al T.P. Eduardo González Jara, tecnólogo del CRIP de Tampico, Tamaulipas; y al T.P. Manuel Sáenz Santella, tecnólogo del CRIP de Yucalpeten, Yucatán.

Bibliografía

AGUAYO, P.M. y MACHUCA, A.J., 1988. *Métodos utilizados en la construcción de una trampa denominada almadraba*. Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq. Univ. Autón. Nay. 95 p.

AGUILAR, M., M.G. y LAZCANO, G.L., 1992. *Proyectos terminales de diseño industrial, Área de pesca*. Documento Inédito, UAM Azcapotzalco. 3 p.

ALCALÁ, J., 1541. *Relación de las ceremonias y ritos y poblaciones y gobierno de los indios de la Provincia de Michoacán.* Rep. Facsimilar del Ms. C. IVs de El Escorial. Transcripción de José Tudela y Estudio de José Corona Núñez.

ALEJANDRE, G. P. y VIZACARRA, E., 1990. *Monografía de la pesquería del tiburón en el estado de Colima.* Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq. Univ. Autón. Nayt. 112 p.

ALVERSON L. D., 1963. Fishing gear and methods. En: Stansby, M.E. (Ed.) *Industrial fishery technology. A survey methods for domestic harvesting, preservation, and processing of fish used for food and industrial products.* Chap. 4. Edit. Reinhold Publ. Corp. Nueva York, Cahpman & Hall, Ltd. Londres. Pp. 41-60.

APPLEGATE, S.P., ESPINOSA, L., SOTELO, F. y MENCHACA, F., 1979. *Tiburones mexicanos.* SEP, Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica, Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. México. 146 p.

ARÁMBURU-DÍAZ, M.G., 1942. *La pesca en México.* Secretaría de Economía Nacional. México. DF.

ARIAS, U.A., RAMOS P.R., BEDIAN, F., VALLE J.A., GUZMÁN L.R. y GRANDE-VIDAL, J.M., 1978. Pesca exploratoria y experimental del pez sable (*Anoplopa fimbria*). Departamento de Pesca. Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca, Subdirección de Investigación Tecnológica, División Tecnología de Capturas. *Serie Tecnológica* No. 17. 32 p.

BARANOV, F.I., 1948. Theory and assessment of fishing gear. Moscow, Pishchepromizdat. English Version Issued as Theory of Fishing With Gillnets. Transl. from Russian by Ontario Departament of Land and Forest, Toronto, 45 p.

BARRIGA, A. y ENCISO, R., 1988. Cálculo para el diseño, construcción y operación de una red de arrastre tipo "Asuro" para aguas someras. Tesis de Ingeniería Pesquera. Esc. Sup. de Ing. Pesq., UAN. 45 p.

BASURTO, M., ZÁRATE, E., CABALLERO. P., ABURTO, E., POOL, A., MARTÍNEZ, M. A., 1992. *Informe semestral de investigación sobre la tecnificación de la captura de escama de fondo de la reserva de biosfera de Sian Ka'an.* CRIP Pto. Morelos/Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca, México.

BELLOT C.F., 1987. Participación de productora nacional de redes en el desarrollo pesquero mexicano. En: Secretaría de Pesca (Ed.). *Síntesis pesquera 1982-1987.* México DF. Pp. 361-367.

BERTUCCIOLI, U., 1955. *Il Primo libro del pescatore.* Venecia, Italia.

BEVERTON, R.J. y HOLT, S.J., 1957. On the dynamics of exploited fish population. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. *Food G. B. (2 Sea Fish),* 19: 553 p.

BOOZ, ALLEN Y HAMILTON INC., 1979. *Description of swordfish fishery.* South Atlantic Fishery Management Council. Draft Final Report. 135 p.

BOTTEMANNE, C.J., 1980. *Economía de la pesca.* Fondo de Cultura Económica. Segunda reimpresión. México. 570 p.

BRANDT, A VON, 1984. *Fish catching methods of the world.* Tercera edición. Edit. Fishing News Books Ltd., Gran Bretaña, 418 p.

BUKI, F., *Diseño de las artes de pesca.* Primera Parte. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. Ser. Textos Didácticos, Sría. de Educación Pública. México, 138 p.

BUCKI, F. y ESPARZA, L.E., 1979a. Posibilidad de la aplicación del sistema de pesca de arrastre de media agua. *1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera.* Vol. III: Gestión Tecnológica de las Pesquerías. México. 12 p.

BUCKI, F. y ESPARZA, L.E., 1979b. La tecnología de captura como un factor decisivo en el desarrollo de la industria pesquera. *1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera.* Vol. III: Gestión Tecnológica de las Pesquerías. México. 6 p.

BUSTAMANTE A.R., 1988. Avances en la infraestructura para el desarrollo pesquero mexicano. En: Secretaría de Pesca (Ed.). *Desarrollo pesquero mexicano 1987-1988.* México, DF. Pp. 201-212.

CÁMARA DE DIPUTADOS. 1966. *Los Presidentes de México ante la Nación.* El Presidente Plutarco Elías Calles al abrir el Congreso de la Unión sus Sesiones Ordinarias, el 1o. de Septiembre de 1925. XLVI Legislatura de la Cámara de Diputados. 4 Vols., Vol. IV: 650-703.

CÁRDENAS, P.J. y RODRÍGUEZ G.C., 1981. *Resultados de las pruebas de eficiencia a la lancha de fibra de vidrio de la Cía. SERICO Mod. 235 en Progreso, Yucatán.* Departamento de Pesca, Dirección General de Flota, Industria e Instalaciones Pesqueras, Coordinación Técnica. 10 p.

CARRANZA F.J., 1987. Instituto Nacional de la Pesca. Periodo 1977 a 1984. En: *Reseña Histórica del Instituto Nacional de la Pesca. XXV Aniversario.* Instituto Nacional de la Pesca, Srla. de Pesca. Pp. 27-37.

CASTRO y CASTRO, F., 1985. *Aportaciones al desarrollo marítimo y pesquero de México.* Secretaría de Pesca, México. 478 p.

CASTRO, B.M. y MORENO, Z.J., 1987. *Estudio de los parámetros ambientales y la composición por especies de las capturas de la almadraba de la ESIP.* Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq. UAN. 52 p.

CASTRO, J.M., 1979. La utilización de la fibra de vidrio en la construcción de lanchas pesqueras en México. *1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera.* Vol. III: Gestión Tecnológica de las Pesquerías. México. 4 p.

CIFUENTES-LEMUS, J.L., TORRES-GARCÍA, P. y FRIAS, M., 1990. *El océano y sus recursos, XI. Acuicultura.* Col. La Ciencia desde México/90. SEP, Fondo de Cultura Económica, CONACyT. 160 p.

CIFUENTES-LEMUS, J.L., TORRES-GARCÍA, P. y FRIAS, M., 1990. *El océano y sus recursos, X. Pesquerías.* Col. La Ciencia desde México/90. SEP, Fondo de Cultura Económica, CONACyT. 228 p.

CLAVIJERO, F.J., 1974. *Historia antigua de México.* Colección "Sepan Cuantos". Edit. Porrúa. México.

CLAVIJERO, F.J., 1975. *Historia de la Antigua o Baja California. Introducción y estudios preeliminares por Miguel León Portilla.* Colección "Sepan Cuantos". Edit. Porrúa. México.

COMISIÓN NACIONAL CONSULTIVA DE PESCA, 1970. *Industrias conexas a la pesca y comercio exterior de productos pesqueros.* Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conexas, Sec. de Ind. y Com. México. 121 p.

COMPEAN, J.G., 1985. *Atlas pesquero de atún.* Sec. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. México. 77 p.

CONACyT, 1982. *Ciencia y tecnología para el aprovechamiento de los recursos marinos (Situación actual, problemática, y políticas indicativas).* Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 115 p.

CORDOBA J.C., 1982. *Diseño, cálculo, construcción, material y operación de una almadraba tipo Daibo-Ami.* Tesis Profesional. Esc. Sup. de Ing. Pesq. UAN. 90 p.

DE LA CUEVA-SANZ, M., 1987. *Artes y aparejos. Tecnología pesquera.* Srla. General de Pesca Marítima, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. 266 p.

DE LA ROSA, B.M., 1992. *Informe preliminar del programa de prospección de bacalao negro (Aroploma ambiras).* Documento Interno. Secretaría de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. CRIP 265/927.

DEPARTAMENTO DE PESCA, 1977. *Subdirección de investigaciones tecnológicas: Objetivos, funciones y lineamientos generales de trabajo.* Inst. Nal. de la Pesca. 21 p.

DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN. *Programa general de flota 1991-1994.* Documento Interno, Secretaría de Pesca. 1991.

DUHAMEL DU MANCEAU, H.L. y DE LA MARR, L.H., 1776. *Traité des pêches, et historie des poissons Neuchatêl 1776-1779.*

DULLES, J.F., 1985. *Ayer en México. Una crónica de la Revolución 1919-1936.* Fondo de Cultura Económica. México D.F.

DURÁN H. A. y CÁRDENAS M. L., 1988. *Composición por especies de las capturas de una almadraba tipo Daibo-Ami durante un ciclo anual y su relación con*

algunos parámetros ambientales. Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq., Univ. Autón. Nay. 92 p.

EHRHARDT, N.M., RAMÍREZ, M., AGUILERA, P., JAQUEMÍN, P., LOZANO, M. y ROMO, I., 1980. *Evaluación de los recursos demersales accesibles a las redes de arrastre de fondo en la plataforma continental occidental de la Península de Baja California, México, durante 1979 y 1980.* División Biológica y Evaluación de Recursos Demersales. Programa MÉXICO/PNUD/FAO.

ENDO, M., R., 1981. *Informe sobre las capturas comerciales exploratorias de la pesca con palangre japonés del 5 de octubre al 10 de diciembre de 1980.* Inst. Nal. de la Pesca. 110 p.

FAO, 1972. *Catálogo de aparejos de pesca.* Dirección de Industrias Pesqueras, FAO. Fishing News (Books) Ltd.

FAO, 1973. *Consulta de especialistas en artes de arrastre seléctivo para camarones.* IJmuiden, Países Bajos, 12-14 junio 1973 (1973).

FAO, 1975. *Catálogo de artes de pesca artesanal.* Dirección de Industrias Pesqueras, FAO. Fishing News (Books) Ltd.

FEDERAL REGISTRER Vol. 52. No. 192 5/oct/1987 Estados Unidos de América.

FEDERAL REGISTRER Vol. 53. No. 170 1/sep/1988 Estados Unidos de América.

FEDERAL REGISTRER Vol. 55. No. 110 7/jun/1990 Estados Unidos de América.

FEDERAL REGISTRER Vol. 57. No. 234 4/dic/1992 Estados Unidos de América.

FERREIRA, H., 1965. Notas sobre la historia de la pesquería comercial de camarón en el Pacífico de México. *Inst. Nal. Invest. Bio. y Pesq. Ser. Divulgación* X (99). 14 p.

FIELDS, W. G., 1965. The structure, development, food relations, reproduction, and life history of the squid *Loligo opalescens* Berry. *Departament of Fish and Game, Fish Bulletin* No. 131, Sacramento, USA.

FUENTES, C.D. y PORTUGAL, C.R., 1974. *Análisis del poder de pesca de la flota camaronera puerto Campeche, Camp.* Sub. Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. Serie Informativa. Informe Técnico INP/51: 19. 30 p.

FUENTES, C.D. y PORTUGAL, C.R., 1975. *Poder de pesca de la flota de Campeche, Camp., 1973.* Sub. Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. Serie Informativa. Informe Técnico. 32 p.

GALINDO, A., 1979. Análisis del sistema formal de educación para la formación de pescadores. *1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera.* Vol I: Educación Pesquera. 12 p.

GALLO, R., J., 1992. *Contribución al conocimiento de la pesquería de camarón de la región del Complejo Lagunar de Bahía Magdalena, BCS.* Tesis Profesional. Esc. Sup. de Ing. Pesq. Univ. Autón. Nay. 95 p.

GARCÍA, B. A., CRUZ M. y E. ESPINO, 1992. *Catálogo de artes de pesca ribereña del estado de Colima.* Divulgación Interna. Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. México. 35 p.

GARIBAY, M.J., 1988. *Métodos de captura y uso de la máquina automática en la pesca de calamar.* Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq. UAN. 83 p.

GARNER, J., 1978. *Pelagic and semipelagic trawling gear.* Fishing News Books Ltd. England. 60 p.

GIBSON, Ch., 1967. *Los Aztecas bajo el dominio español (1519-1810).* Siglo XXI Editores S.A. México, DF.

GÓMEZ, R.C., ROBLES, V.L. y GALLO, R.J., 1991. *Informe preliminar del crucero de pesca DEM/VER/02/91 efectuado en el Golfo de California a bordo del barco "Sara California".* Secretaría de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca.

GÓMEZ, R.C. y ROBLES, V.L., 1991. *Informe preliminar del crucero DEM/VER/0191/2II efectuado en el Golfo de California a bordo del barco 'Sara California".* Secretaría de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca.

GÓMEZ-ROBLEDO V., A., 1986. *El nuevo derecho del mar, Guía introductoria a la Convención de Montego Bay.* Miguel A. Porrúa Editor, México D.F. 474 p.

GONZÁLEZ, J.E., MARTINEZ, M.J., ZUÑIGA, L.D. y Ramirez, V.A., 1988. *Análisis del poder de pesca de la*

flota camaronera de Tampico, Tams. Durante el año 1986. Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. 14 p.

GONZÁLEZ, J., E., 1990. *Informe al mes de noviembre de 1990 del programa nacional de evaluación del impacto técnico-económico del uso de aditamentos excluidores y de la incidencia de tortugas marinas en la flota camaronera de alta mar.* Documento Interno, DIDT/CRIP-Tampico, Tamps. 32 p.

GRANDE-VIDAL, J.M. y ARIAS, A., 1991. Selectividad de los principales tipos de redes camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sinaloa. *Ciencia Pesquera.* (8) 83-106-1991.

GRANDE-VIDAL, J.M., 1973. *Catálogo de artes para pesca costera. Primera Parte. Trampas y Nasas.* Subsecretaría de Pesca. Inst. Nal. de la Pesca/SD:1. México.

GRANDE-VIDAL, J.M., 1982. *Evaluación biotecnológica de los recursos demersales vulnerables a redes de arrastre de fondo en el Golfo de California 1978-1980.* Informe de Investigación/DIDT, Instituto Nacional de la Pesca, Sría. de Pesca. 34 p.

GRANDE-VIDAL, J.M., 1988a. *Situación actual y perspectivas de la utilización del turtle excluder device (TED) en México.* Documento Interno/DIDT, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. 32 p.

GRANDE-VIDAL, J.M., 1988b. La investigación y desarrollo tecnológico en la fase de capturas en el periodo 1977-1987. En: *Los recursos pesqueros del país.* Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. Pp. 565-661.

GRANDE-VIDAL, J.M. y VARGAS M., E., 1982. Evaluación biotecnológica de la pesquería de arrastre de escama del Golfo de México durante el periodo 1977-1980. *Ciencia Pesquera* (3): 9-32.

GRANDE-VIDAL, J.M.; GUARDADO, F. y FLORES, A., 1977. Eficiencia y selectividad de las redes agalleras de fondo de Baja California Sur. *Memorias del Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México.* CICIMAR/SEP/CONACyT.

GRANDE-VIDAL, J.M., SAENZ, M. y MENDOZA, F., 1987. *Evaluación tecnológica del sistema de captura utilizado en la pesquería del mero (Epinephelus morio) en el Banco de Campeche.* Informe de Investigación/DIDT Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. 38 p.

GRANDE-VIDAL, J.M., SEVERINO H.C. y VALDEZ G.A., 1988. Evaluación tecnológica de las posibilidades de explotación comercial de atún en el Golfo de México. *Ciencia Pesquera.* (6): 103-118

GRANVILLE, A., 1957. *La red de arrastre flotante Larsen.* Separata del Biól. de Pesca de FAO, Vol. IX, No. 3. Jul-sept. 1956, Foma. 18 p.

GROFIT, E. y FAO Fisheries Technology Service. 1980. The fishing technology unit (FTU). A guide for the planing, establishment and operation of national fishing technology service in development fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (199): 48 p.

GULLAND, J.A., 1961. The estimation of effect on catch of changes in gear selectivity. *J. Cons. CIEM*, 26(2): 204-14.

HAMLEY, J.M. y REGIER, H.A., 1973. Direct estimates of gillnet selectivity to walley (*Stizostedion vitreum vitreum*). *J. fish. Res. Board Can.*, 30: 817-30.

HAMLEY, J.M., 1975. Review of gillnet selectivity. *J. fish. Res. Board Can.*, 32: 1943-1969.

HERNÁNDEZ C.A., 1988. Camarón del Pacífico. Programa de actividades y vinculación interinstitucional. En: Los recursos pesqueros del país. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Pesca. Pp. 303-313.

HERNÁNDEZ-FUJIGAKI., G., 1988. *75 años de historia de la pesca. 1912-1987. Avances y Retos.* Sría. de Pesca. México. 90 p.

HILLESTEAD, H.O., RICHARDSON, J.I., MCVEA, C. y WATSON, J.M., 1981. Worlwide incidental capture of sea turtles. En: Bjirdal, K. (Ed.). *Biology and conservation of sea turtles.* Smithson. Inst. Press, Wash., DC. Pp. 489-495.

HOLT, S.J., 1963. A method for determing gear selectivity and its aplications. *Icnafspec. Publ.*, (5): 106-115.

HOYDAL, K., RORVIK, C.J. y SPARRE, P., 1980. A method for estimating the effective mesh sizeand the effect of changes in gear parameters. *ICES C.M. 1980/G*: 28-33 p.

HOYDAL, K., RORVIK, C.J. y SPARRE, P., 1982. Estimation of Effective Mesh Sizes and Their Utilization in Assessment. *DANA*, 2: 69-95.

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA. 1991. *Programa nacional de evaluación de la captura incidental de tortugas marinas y del impacto técnico y económico del uso de dispositivos excluidores*. Doc. Interno/DIDT, Sría. de Pesca, México, 25 p.

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA. 1992a. *Programa nacional de calamar en el Pacífico mexicano*: Informe Técnico. DIDT/INP, Sría. de Pesca. 55 p.

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA. 1992b. *El calamar en México, una alternativa de producción*. Documento Interno/ DIDT/Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. 178 p.

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA, DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DE PESQUERÍAS, 1988. La pesquería de túnidos en el Pacífico Oriental y la protección de delfines incidentalmente capturados. *XIII Reunión internacional para el estudio de los mamíferos marinos*. México, BCS. 17 p.

JENSEN, J.W., 1986. Gillnet selectivity and the efficiency of alternative combination of mesh zises for some freshwater fish. *J. Fish. Biol.* 28: 637-46.

KASUGA-OSAKA, L., 1987. Instituto Nacional de la Pesca. Sexenio 1970-1976. En: *Reseña Histórica del Instituto Nacional de la Pesca*. Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca. Pp. 23-26.

KLEINBAUM, D.G., KUPPER, L.L. y MJLLER, K.E., 1989. *Applied regression analysis and other multivariable methods*. PWS-Kent Publishing Company. Boston 718 p.

KLETT, T., A., 1988. Análisis de la pesquería de peces picudos en el Océano Pacífico Oriental y la Zona Económica Exclusiva de México. En: *Los recursos pesqueros del país*. Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. Pp. 221-250.

KUSOYOSHI, M. y VALLE, J.A., 1978. *Diseño, construcción y operación de almadrabas*. Japan International Coperation Agency. México.

LAGUARDA F.A., 1986. Investigación y tecnología para la pesca. En: *Desarrollo pesquero 1985-1986*. Tomo II. Sría. de Pesca, México. Pp. 191-196.

LAGUARDA F.A., 1987. Investigación y tecnología en materia de pesca. En: *Síntesis pesquera 1982-1987*. Sría. de Pesca, México. Pp. 237-252.

LANDIVAR, R. DE, 1975. *Por los campos de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Biblioteca Universitaria. México D.F.

LANZ, C.H., 1979. Evolución de la educación pesquera en México y su vinculación con el desarrollo económico y social del país. *1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera*. Vol 4(4): Políticas de Apoyo.

LAZCANO, G., L., 1993. *Artículo sobre el diseño de una embarcación camaronera*. Documento Interno, UAM. 9 p.

LIZÁRRAGA S.M., 1992. *Consideraciores y directrices generales para las operaciones pesqueras en el contexto de la pesca responsable*. Documento inédito, Dirección General de Institulo Nacional de la Pesca. 4 p.

LOBELL, M.J. y STRANGER, S., 1954. *Métodos y artes pesqueros*. Seg. Cent. Latinoam. ce Capac. Pesq., Octubre-Diciembre de 1954. Oficina regional de FAO. México. Imp. Buenos Aires, Argentina. 195 p.

LÓPEZ, G.A., 1987. *Investigación y selección de la zona de pesca para la instalación de una almadraba en el área adyacente al puerto "General Vicente Guerrero"*. Tesis Profesional. Esc. Ing. Pesq. UAN. 71 p.

MACÍAS, Z.R., 1992. *Breve descripción de la pesca ribereña con palangre (cimbra) en el estado de Colima*. CRIP-Manzanillo. Doc. Interno. Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. 8 p.

MÁRQUEZ W.M. y MACÍAS W.O., 1987. *Análisis cualitativo y cuantitativo de producción de una almadraba tipo Daibo-Ami*. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera, Univ. Autón. Nay. 91 p.

MCCOMBIE, A.M. y FRY, E.J., 1960. Selectivity of gillnets for lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 89: 176-84.

MEDINA-MORA I.E., 1988. *Los derechos de soberanía del estado ribereño para conservar y administrar los recursos vivos de la Zona Económica Exclusiva. Un ensayo interpretativo de la convención de las naciones unidas sobre derecho del mar.* Sría. de Pesca, México. 163 p.

MERCADO, S.P., 1959. *Breve reseña sobre las principales artes de pesca usadas en México.* Direc. Gral. de Pesca e Ind. Conexas, Secretaría de Industria y Comercio. México DF. 79 p.

MONTENEGRO, P., L.G. y RIVERA, B., F., 1990. *Contribución al conocimiento de la dinámica poblacional de camarón café (Penaeus aztecus, Ives, 1891) en el Golfo de México durante el periodo septiembre 1988-abril 1989.* Tesis Profesional. UAM Xochimilco. 78 p.

NACHTIGALL, H., 1966 Indianische fischer, feldbauer und viehzüchter. Beiträge zur Peruanischen völkerkunde. *Marburger Studien zur Völkerkund.* Berlin.

OJEDA P.P., 1988. *Apuntes para la historia contemporánea de la pesca en México.* Exposición recipiendaria, como miembro de número de la Academia Nacional de Historia y Geografía. 14 de abril de 1988. Sría. de Pesca. México. 46 p.

OKONSKI, S.L. y MARTINI, L.W., 1976. Materiales didácticos para la capacitación en tecnología de artes y métodos de pesca. Primera Parte: Materiales utilizados en la industria pesquera. Progr. de Inv. y Fom. Pesq. Segunda Parte: Redes de cerco. Diseño, construcción, aparejamiento, mediciones a bordo, resistencia, dinámica, utilización, detección y corrección de faltas, comportamiento de especies, técnicas de capturas. México/PNUD/FAO. *Contrib. al Estudio de las Pesquerías de México. CEPM.*

OKONSKI, S.L. y MARTINI, L.W., 1978. *Informe técnico sobre las experiencias prácticas de pesca de langostilla en Bahía Magdalena, BC, utilizando el arrastrero de productos pesqueros mexicanos A-26A.* Programa de Investigación y Desarrollo de las Pesquerías Mexicanas/PNUD/FAO. Departamento de Pesca.

PALOHEIMO, J.E. y CADIMA, E., 1980. On statistics of mesh selection. *ICNAF Serial No. 1394*/Doc. 98.

PÉREZ, P.A., REYNA I., SALINAS H., SARMIENTO S. y HERNÁNDEZ G.A., 1992. *Resultados del estudio sobre el recurso camarón (Pennaeus spp.) en el sistema lagunar Mar Muerto Oaxaca-Chiapas, 1991.* Divulgación interna. Instituto Nacional de la Pesca, Sría. de Pesca. México. 30 p.

PESQUERA ULTRAMAR, 1992. *Informe de las operaciones pesqueras del B/M Pacific Breeze, durante el periodo del 17 de febrero al 24 de junio de 1992.*

POLANCO, J.E., MIMBELA, S.R., BELÉNDEZ, M.L., GONZÁLES, Q.P., FLORES M.A., PÉREZ, V.A., AGUILAR, L.N., PÉREZ, E.R., CALDERÓN, A.R., GUERRA, R.J.L., ROMO, A.J., GÓMEZ, A.H., MIMBELA, S.J., CABRERA, M.H., PERALTA, M.D., GARCÍA, J. y OCHOA, J.G., 1987. *Pesquerías mexicanas. Estrategias para su administración.* Sría. de Pesca, México. 1 061 p.

POPE, J.A., MARGETTS, A.R., HAMLEY, J.M. y AKYÜZ, E.F., 1975. Manual of methods for fish stock assessment. Pt. 3. Selectivity of fishing gear. FAO *Fish. Tech. Pap.*, (41) Rev. 1: 65.

POPE, J.G., 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Res. Bell. ICNAP*, (9): 65-74.

PORTUGAL, C., R., 1976. Captura por esfuerzo de la flota camaronera del puerto de Campeche, Camp. en 1974. *1er. Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones.* Guaymas, Son. 1976. 38 p.

QUIRÓZ, S.A. y LÓPEZ, B.N., 1979. Contribución al desarrollo de la pesquería del calamar mediante el estudio de las artes de pesca. *1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera.* Vol. III: Gestión Tecnológica de las Pesquerías. México. 10 p.

RADCLIFF, W., 1921. *Fishing from the earliest times.* New York, 1921/1969.

RAMOS, C.J.R., 1988. *Cálculo para el diseño, construcción y análisis sobre la operación de las redes de*

arrastre camaroneras del B/M Marsep XIV. Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq. UAN. 98p.

RAMOS, H.D. y RUBIO, C.S.R., 1989. *Propuesta de un método de cálculo para la construcción de una almadraba tipo Otoshi-Ami.* Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq. UAN. 190 p.

RASMUSSEN, H., 1975. Vodfiskeri. En: Lundbaek, M. (Ed.). *Dansk Fiskeri for Industrialisieringen.* Nationalmuseet, Copenhagen.

REGIER, H.A. y ROBSON, D.S., 1966. Selectivity of gillnets, especially to lake whitefish. *J. Fish. Res. Board Can.*, 23: 423-54.

RENAUD, M., GITSCHLAG, G., KLIMA, E., SHAH, A., CALLOUET, CH., ZEIN-ELDIN, Z., KOI, D. y PATELLA, F., 1990. *Evaluation of the impacts of turtle excluider devices (TEDs) on shrimp catch rates in the Gulf of Mexico and South Atlantic, March 1988 through July 1989.* NOAA Technical Memorandum, MNFS-SEFC-254. 165 p.

RENAUD, M., GITSCHLAG, G., KLIMA, E., SHAH, A., KOI, D. y NANCE, J., 1991. *Evaluation of the impacts of turtle excluider devices (TEDs) on shrimp catch rates in coastal waters of the United States along the Gulf of Mexico and Atlantic, September 1989 Through August 1990.* NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFC-288. 78 p.

RIVERA, R.J.L., PERAZA, O.S., CAMPOS, A.T., MOYEDA, G.A., JASSO, D.C. y VALDEZ, O.M.A., 1988. *Catálogo de artes y métodos de pesca del estado de Sinaloa.* Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México. 142 p.

ROBLES, V.L. y LUCERO, T.F., 1991. *Informe preliminar del crucero DEM/OTO/0291/711 efectuado en el Golfo de California a bordo del barco "Sara California".* Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca.

RODRÍGUEZ, 1986. *Testimonio de los pescadores indígenas: Desarrollo y perspectiva.* SEPESCA. México, D.F. 1986. 91 p.

SAENZ, S.M.J. y MENDOZA, L.F., 1985. *Artes de pesca en la captura del mero (Epinephelus morio).* Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca. México.

SAENZ, S.M.J. y MENDOZA, L.F., 1987. Proyecto de desarrollo de las pesquerías artesanales en las costas de Yucatán. Informe final de CONACyT. Informe Interno/DIDT, INP. Sría. de Pesca. México.

SAENZ, S.M.J., 1992. Actividades de tecnología de capturas del CRIP-Yucalpetén. En: *Relatoría del seminario sobre selectividad de los sistemas de captura.* CECAPE Mazatlán, Sin./DIDT, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México.

SAENZ, S.M.J., PISTE, J. y MENDOZA, L.F., 1987a. Catálogo de artes de pesca artesanal en las costas del estado de Yucatán. *Contr. Invest Pesq. Doc. Téc. No. 2.*/DIDT, Inst. Nal. de la Pesca. Sría de Pesca. México.

SAENZ, S.M.J., PISTE, J. y MENDOZA, L.F., 1987b. *Alternativas de solución a la falta de carnada como apoyo al palangre de fondo en la captura de mero.* DIDT, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México.

SÁNCHEZ, E., DE LA ROSA, M., SILVA, J.T., RIVERA, J.L., ESPINOZA, M.A., TRONCOSO, R., NAVARRETE, M., LUNA, J., MARTÍNEZ, F., ROMERO, J., M. y LIMONES, E., 1991. *Programa de prospección y evaluación del calamar gigante: Resultados obtenidos durante la segunda etapa del programa de prospección y evaluación del calamar gigante Disidicus gigas, realizada en el periodo de 14 de junio a 15 de diciembre de 1990 en el Pacífico mexicano.* CRIP-Ensenada/DIDT, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México. 50 p.

SÁNCHEZ, P.M., 1959. *Breve reseña sobre las principales artes de pesca usadas en México.* Doc. Inédito, México 1959.

SANTANA, H.H., 1989. *Distribución y abundancia relativa espacio temporal de las especies capturadas por la pesquería palangrera en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano.* Tesis Profesional, Esc. Sup. de Ing. Pesquera. Univ. Aut. Nay. 52 p.

SARMIENTO N., S., 1992a. *Caracterización y análisis del sistema de arrastre de doble aparejo para la pesca de camarón en la región del Océano Pacífico sur mexicano.* Informe de Investigación/CRIP-Salina Cruz/DIDT. 70 p.

SARMIENTO N., S., 1992b. *Efectividad y poder de pesca de la flota camaronera del Golfo de Tehuantepec.* Informe de Investigación/CRIP-Salina Cruz/DIDT. 50 p.

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, SEIT, UEC y TM, 1991. *Propiedades del diseño y de la explotación técnica de los barcos pesqueros.* SEP. 1991. 271 p.

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 1976. *Catálogo de peces mexicanos.* Subsecretaría de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. 462 p.

SECRETARÍA DE PESCA, 1981. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1982. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1983. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1984. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1985. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1986. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1987a. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1987b. *El mundo de la pesca.* Dir. Gral. de Com. Soc., Primera Edición. México 133 p.

SECRETARÍA DE PESCA, 1988a. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1988b. *Mecanización de embarcaciones menores. Manual de capacitación pesquera*, Serie Técnica, Pesca de Ribera No. 1. Inst. Nal. de la Pesca. México. 21 p.

SECRETARÍA DE PESCA, 1989. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1990. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1991. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1992a. *Anuario estadístico de pesca.* Dirección General de Informática y Registro Pesqueros. México. 126 p.

SECRETARÍA DE PESCA, 1992b. *Ley de pesca y su reglamento.* 68 p.

SECRETARIADO TÉCNICO DEL CNTCSSC, 1992a. *Plan de acción para el establecimiento del programa de selectividad de los sistemas de captura.* Documento Interno de la Dir. de Invest. y Des. Tecnol. (DIDT), Inst. Nac. de la Pesca, Sría. de Pesca. 11 p.

SECRETARIADO TÉCNICO DEL CNTCSSC, 1992b. *Seminario sobre selectividad de los sistemas de captura.* Anexo No. 2 Relatoría. Mazatlán, Sin. 26 a 30 de octubre 1992. CRIP-Mazatlán/DIDT. Documento Interno/DIDT, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. 45 p.

SEVERINO, H.C.A. y OVIEDO, J., 1992. *Informe técnico preliminar del proyecto catálogo de artes de pesca de Veracruz.* Divulgación Interna/DIDT, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México. 25 p.

SHARFE, 1960. A new method for "aimed" one boat trawling in mid-water and on the botton. *Stud. and Rev.* 13 p.

SIERRA, C. y SIERRA ZEPEDA, J., 1977. *Reseña histórica de la pesca en México (1821-1977).* Departamento de Pesca. Segunda edición, México, DF. 95 p.

SILVA, R.J.T. y GARCÍA, V.S., 1988. Resultados preliminares del estudio de la pesquería del pez sable (*Anoplopa fimbria*) en México. *Ciencia Pesquera.*

SMITH, K., 1988. Grado de conocimiento del recurso camarón del Golfo de México, Una perspectiva en la ocasión del XXV Aniversario del INP. En: *Los recursos*

pesqueros del país. Sría. de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca. Pp. 399-420.

SOCIEDAD ICTIOLÓGICA MEXICANA, A.C., UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, SECRETARÍA DE PESCA, GOBIERNO DE ESTADO DE NUEVO LEÓN, CONACyT, SEP, SEDUE, ITESM, (Organizadores), 1991. *II Congreso Nal. de Ictiología*. Programa-Resúmenes. México, Nuevo León. 1991.

SPARRE, P. y VENEMA, S.C., 1991. Introducción a la evaluación de stocks de peces tropicales. Manual Parte 1. FAO *Doc. Téc. Pesq. No.* 306.2, Rev. 2. Roma, FAO. 1991. 94 p.

SPIEGEL, R., M., 1990. *Estadística, teoría y problemas resueltos*. Serie Schaum. Ed. McGraw-Hill. México, D.F. 357 p.

STANSBY, M.E. (Ed.), 1963. *Industrial fishery technology. a survey methods for domestic harvesting, preservation, and processing of fish used for food and industrial products*. Edit. Reinhold Publ. Corp. Nueva York, Cahpman & Hall, Ltd. Londres, 393 p.

STEINBERG, R. y DAHM, E., 1975. The use of two-boat bottom and mid-water trawls in inland waters: Experiences in the german fishery. *EIFAC/T 23 (Suppl. 1)*, 1: 23-35.

STEINBERG, R., 1975. Neue entwicklungen auf dem gebiet der schleppnetzfischerei arbeiten des. *Dtsch. Fischeri-Verb.* 17: 52-65.

STEINBERG, R., 1977. Erprobung eines modifizierten 4-laschen-tawerk-schleppnetzes. En: Steinberg, R. y Dahm, E. (Ed). *German experiments with a modified four panel rope trawl*. ICES, CM 1976/8:39.

STROMME, T. y SAETERSDAL, G., 1988. *Prospecciones de los recursos pesqueros de la plataforma Pacífica entre Colombia y el Sur de México, 1987*. Rep. on Surveys with R/V Dr. Fridtjof Nansen. Institute of Marine Research, Bergen. NORAD/UNDP/FAO PROGRAMME. 108 p.

TÉCNICA MGG, S.A. DE C.V., 1990. *Resultado de las pruebas de velocidad de las lanchas W-25 y W-22 y los consumos de combustible de los motores fuera de borda E-48C y D-36*. 127 p.

TORQUEMADA, J. DE, 1975. *Monarquía indiana*. Edit. Porrúa, México DF.

UNDERHILL, R., 1944. *Indian of the Pacific northwest*. Washington, EUA.

VARGAS M.E., SEVERINO, C., CRUZ, E. y RODRÍGUEZ, R., 1990. *Informe técnico preliminar de la selectividad de las redes agalleras de sierra utilizadas en los municipios de Alvarado y Veracruz*. CRIP-Alvarado/ DIDT, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México. 6 p.

VARGAS, J.A., 1979. *México y la zona de pesca de Estados Unidos*. Coordinación de Humanidades, UNAM. México D.F. 140 p.

VARGAS, J.A., 1980. *La Zona Económica Exclusiva de México. Descripción, textos legales y bibliografía*. Siglo XXI Editores, México D.F. 125 p.

VÉLEZ, M.R., MENDIZABAL Y ORIZABA, D., VALDÉZ, F.J. y VENEGAS, G.A., 1989: *Prospección y pesca exploratoria de recursos pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico*. Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca CONACyT. 178 p.

VILCHES, A.R., 1978. *La pesca en la crónica*. Ed. Departamento de Pesca. México.

VILCHES, A.R., 1980. *Pesca prehispánica. Artes, usos y costumbres*. Edit. del Banco Nacional Pesquero y Portuario, SA. México, DF. 101 p.

VILLASEÑOR, R. y SARMIENTO N., S., 1992. Investigación sobre los recursos demersales incluyendo aquellos de media agua en la región del pacífico sur mexicano. En: *Pesca exploratoria, Investigación conjunta Inst. Nal. de la Pesca-Overseas Fishery Cooperation Fundation*. Informe Final. DIDT/ Inst. Nal. de la Pesca, Sría. ce Pesca. México. 145 p.

VILLASEÑOR, R., 1991. Características y comportamiento migratorio de cardúmenes de peces pelágicos en aguas costeras frente a Nayarit. *II Congreso Nacional de Ictiología*. (Resumen).

VILLASEÑOR, R., JACOB, C., VALADEZ, L., y ALDECO, J., 1990 (Eds.) *Tercer encuentro académico de estudiantes de ciencias del mar y limnología*. Libro de

Resúmenes. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, México. 70 p.

VILLASEÑOR, R., SARMIENTO N.S., AGUILAR, D., BERMUDEZ, A.E. y SÁNCHEZ, R., 1992. *Investigación sobre los recursos demersales incluyendo aquellos de media agua en la región del Pacífico sur mexicano.* Primer Informe de Investigación en Pesca Exploratoria, Investigación Conjunta Inst. Nal. de la Pesca-Overseas Fishery Cooperation Fundation. DIDT/Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México. 140 p.

VILLASEÑOR, S., LÓPEZ-RIVERA, M. y MEDINA, F., 1982. Análisis de la situación actual de las pesquerías de San Blas, Nayarit. En: *Estudio pesquero integral del estado de Nayarit.* Convenio Esc. Sup. Ing. Pesq. Univ. Autón. Nay. Sría. de Educación Pública No. 800130, 50 p.

YAMADA HAMADA, S., 1976. *Red agallera invisible.* Serie Información INP/SI:173. Pesca Experimental en Aguas Interiores, Inst. Nal. de la Pesca, Sría. de Pesca. México. 8 p.

ZARATE, O., J. y RODRÍGUEZ, C., J., 1988. *Propuesta de un diseño para la construcción de almadrabas tipo Daibo-Ami.* Tesis Profesional. Esc. Sup. Ing. Pesq. UAN. 93 p.

ZARUR M., A., 1987. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. Periodo 1968-1970. En: *Reseña histórica del Instituto Nacional de la Pesca.* Inst. Nal. de la Pesca. Sría. de Pesca. 17-21 p.

PROCESAMIENTO

TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO

Ma. Luz Díaz López
Leonel Bojórquez Landa
Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, INP

Introducción

En México, como en todos los países,la producción de alimentos tiene una alta prioridad y constituye el centro de la planeación del desarrollo. La captura, manejo, procesamiento, almacenamiento y distribución de alimentos son etapas de un proceso integrado; en la actualidad se pierden cantidades importantes de alimentos porque la tecnología posterior a la captura o cosecha es inadecuada y las técnicas de almacenamiento ineficaces.

La política actual para la reestructuración industrial implica la transformación radical de las industrias tradicionales y su futura expansión mediante un esfuerzo importante de investigación y desarrollo experimental.

Los retos son enormes y la desmesurada presión que ejerce una población en constante crecimiento exige la adaptación y la innovación tecnológica, el desarrollo de los sistemas de calidad, el diseño e instrumentación de nuevos y mejores alimentos que en el futuro permitan elevar y hacer más homogénea la disponibilidad de productos pesqueros mejorando su calidad, presentación y valor nutritivo.

El área de investigación y desarrollo tecnológico en procesamiento de productos pesqueros fue creada en el Instituto Nacional de la Pesca como una respuesta lógica a la evolución de la investigación biológica; el establecimiento de una pequeña unidad tecnológica de procesamiento de productos pesqueros data del año de 1973, con la finalidad de desarrollar una capacidad en la investigación, diseño y optimización de productos pesqueros y para difundir y promover los resultados en el sector productivo nacional.

Previo al establecimiento de esta unidad, el grupo de ingenieros y químicos trabajaban en el Laboratorio Químico del Instituto establecido en el año de 1962; esta unidad proporcionaba asesoría técnica al Instituto, a la Secretaría de Industria y Comercio y al sector productivo pesquero en aspectos de composición química, control de calidad, problemas de contaminación, así como proyectos tecnológicos específicos.

Los programas iniciales del área estuvieron orientados a la experimentación y desarrollo de productos no tradicionales en México, utilizando especies de poco valor comercial o subutilizadas; en esta época se contó con el apoyo de la Agencia de Cooperación Técnica Internacional del Japón (JICA) la que proporcionó dos asesores en tecnología de procesamiento y coadyuvó a equipar una pequeña planta piloto a nivel central.

Los proyectos realizados en este periodo estuvieron relacionados con la tecnología y producción de pulpas de pescado, surimi y productos derivados tales como embutidos y troquelados, utilizando para ello especies dulceacuícolas y de poco valor comercial.

En los años de 1974 y 1975 se inició la desconcentración de personal técnico hacia los Centros Regionales de Investigación Pesquera de Tampico, Tamaulipas y Ensenada, Baja California con la finalidad de definir la problemática asociada a la utilización de recursos potenciales para la generación de presentaciones no tradicionales en nuestro país y establecer contacto con el sector productivo además de realizar acciones fundamentalmente de análisis y control de calidad.

Fue en el año de 1977, cuando se diseñaron las unidades tecnológicas (Plantas piloto y laboratorios de química y microbiología) este concepto fue concebido con la finalidad de que tanto los proyectos de investigación tecnológica en procesamiento de productos pesqueros del Instituto Nacional de la Pesca como el sector productivo pesquero tuvieran infraestructura y facilidades a dos niveles de experimentación; a pequeña y mediana escala, para generar los parámetros técnicos de procesos y productos que permiten hacer los estudios económicos correspondientes y finalmente coadyuven a instrumentar los estudios de factibilidad técnico-económica. Las plantas piloto cuentan con líneas de producción para productos secos, salados, ahumados, enlatados, congelados, embutidos y troquelados, complementadas con laboratorios de química y microbiología, para la investigación, análisis, procesamiento y control de calidad de los recursos pesqueros como materias primas, productos intermedios, terminados y sub-productos.

Con la finalidad de cubrir estratégicamente y a nivel nacional las necesidades de investigación en esta área, se seleccionaron cinco Centros de Investigación Pesquera para complementarlos con esta infraestructura: Ensenada, BC; La Paz, BCS; Salina Cruz, Oaxaca; en el Pacífico y Tampico, Tamaulipas, y Ciudad del Carmen, Campeche en el Golfo de México, además de la Unidad Central en el Distrito Federal.

Las unidades tecnológicas se empezaron a construir o adaptar en el año de 1980.

En el año de 1981 y dentro del marco de acciones del Proyecto MEX/PNUD/FAO se realizó un proyecto piloto industrial de conservación de anchoveta para consumo humano, en el cual el área de procesamiento de productos pesqueros del Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada participó con personal técnico, control de calidad y análisis químicos y microbiológicos.

En noviembre de 1982 se firmó un convenio de cooperación técnica entre la Secretaría de Pesca y la FAO para realizar el proyecto denominado "Utilización de anchoveta para consumo humano" TCP/MEX-2203-1, para ser realizado durante 1983 en la temporada de anchoveta de abril a noviembre, dicho proyecto tuvo que ser diferido por problemas de disponibilidad del recurso y se postergó su realización hasta mayo de 1984. Los resultados más relevantes de este proyecto fueron:

- Estudio técnico para una planta/línea de salazón de anchoveta utilizando tecnología mediterránea.
- Estudio técnico para una planta/línea de procesamiento de anchoveta ahumada utilizando equipo y material de empaque moderno.
- Estudio técnico para una planta/línea de elaboración y enlatado de paté de anchoveta.

Es importante resaltar que en esta época en la que la planta piloto de Ensenada no estaba totalmente terminada, se contó con el invaluable apoyo de la pequeña industria de Ensenada, particularmente de la Empacadora Marco Antonio y de la Empresa Pesquera del Pacífico de Productos Pesqueros Mexicanos, S.A. de C.V.

En el año de 1985, dentro del Cuarto Ciclo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y a solicitud expresa del Gobierno Mexicano se concibió un Proyecto específico para el área de Procesamiento de Productos Pesqueros denominado *Fomento del aprovechamiento integral de recursos pesqueros seleccionados*; éste se cristalizó con la firma del documento por las partes involucradas en noviembre de 1987 y cuyo inicio formal fue en enero de 1988. El proyecto evaluó la situación del sector productivo y sus necesidades y realizó una amplia consulta con el sector industrial de los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California Norte y Sur.

Durante este periodo, además, se contactó a los Institutos de Investigación y de Educación Superior para conocer y detectar las líneas de acción que se realizaban en ese momento relacionadas con el sector pesquero.

El programa de trabajo se dividió en tres subproyectos:

- Algas y sargazos.
- Desarrollo de nuevos productos a base de pelágicos menores y atunes.
- Pesca de arrastre de media agua.

Los dos subproyectos de tecnología de procesamiento, el de algas y sargazos y el de pescado, realizaron actividades de investigación y desarrollo de productos; investigación de mercados, estudios de prefactibilidad, técnico-económico y financiero, y transferencia de tecnología al sector productivo.

El subproyecto de algas y sargazos se ubicó físicamente en dos áreas geográficas, La Paz, BCS para la investigación referida a alginatos y Ensenada, BC para la de carragenanos. En el caso de alginatos y bajo el acuerdo de cooperación establecido por la Secretaría de Pesca y el Instituto Politécnico Nacional representados por el Instituto Nacional de la Pesca y el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, se firmó un convenio de cooperación para el establecimiento de una planta piloto para la investigación, experimentación y producción de alginatos.

El proyecto fue decididamente apoyado en todos los aspectos por la industria, la que estuvo involucrada en todas las etapas de su desarrollo.

En 1991 y con el deseo de fomentar la cooperación pesquera entre México y Japón se acordó llevar a cabo un proyecto conjunto sobre investigación de los recursos demersales en la Región del Pacífico Sur Mexicano, así como la asistencia tecnológica para su aprovechamiento entre la Secretaría de Pesca a través del Instituto Nacional de la Pesca y la Fundación para la Cooperación Pesquera de Ultramar (OFCF).

Este proyecto se desarrolló en el CRIP de Salina Cruz, Oax. y se inició el 1o. de marzo de 1992 y se concluyó en agosto del mismo año.

Durante este periodo se realizaron cuatro cruceros estacionales de pesca exploratoria; la captura obtenida en cada uno de ellos fue transferida al CRIP para el análisis, definición de la composición química y propiedades funcionales, procesamiento en pulpas de pescado y derivados, y

productos secc-salados y ahumados, que se experimentaron.

Adicionalmente, se realizaron estudios de aceptación local de los productos elaborados y cuatro talleres en comunidades pesqueras de los estados de Oaxaca y Chiapas para trabajar, en conjunto con los pescadores, adecuaciones a los procesos tradicionales de manejo y conservación de los productos que procesan y comercializan.

Campo de acción

El campo de acción de la tecnología de procesamiento está estrechamente relacionado con aspectos biológicos, tecnológicos, económicos y sociales, los cuales contribuyen con información científica y técnica para el diseño racional de las investigaciones.

La tecnología de procesamiento debe asegurar una calidad y un tratamiento adecuado a bordo de las embarcaciones pesqueras para un óptimo manejo, procesamiento, distribución y comercialización posterior; por lo tanto aspectos tales como la selectividad de las capturas respecto a especies, tamaños y edades, minimizar el deterioro durante la captura, reducción de la fauna incidental y manejo y almacenaje, tienen obvias implicaciones en el diseño y construcción de artes y métodos de pesca, embarcaciones y operaciones de pesca tanto en pesquerías tradicionales como en aquellos recursos potenciales o subutilizados.

La estructura del mercado y las variaciones en la demanda de los consumidores tienen un gran impacto sobre la selección tanto de las operaciones de captura y procesamiento como en la planeación de las actividades de investigación.

El pulso económico es ciertamente el mejor criterio para cualquier desarrollo tecnológico, la factibilidad económica es de gran importancia para la selección de los proyectos de desarrollo, así como las consideraciones de tipo social.

El patrón social de las comunidades pesqueras, sus tradiciones, y mentalidad son de crucial importancia para la transferencia y desarrollo de tecnologías apropiadas y son elementos que deben ser tomados en cuenta en la planeación y selección de los proyectos de desarrollo tecnológico.

El área de investigación y desarrollo tecnológico es el punto de enlace entre el sector productivo y los productos de investigación generados por el Instituto ya que aquí es posible concentrar los esfuerzos de las áreas técnicas y de apoyo traduciéndolas en acciones visibles y cuantificables.

En los proyectos desarrollados han sido factores determinantes los aspectos de manejo y conservación a bordo, ya que las substancias orgánicas involucradas son altamente inestables, de gran significación son los cambios *postmortem* en las cuales participan las enzimas y los microorganismos, así como factores externos como la temperatura y el oxígeno atmosférico entre otros, estos cambios en la composición química tienen una tremenda influencia sobre la constitución técnica del recurso pesquero como materia prima y para efectos de procesamiento. Ya que aparte de la profunda significación biológica y bioquímica, tienen un gran valor práctico al permitir determinar los patrones de variabilidad tanto técnica como nutricional de la materia prima; otro factor muy importante fue la innovación en la preparación de los productos de acuerdo a hábitos de consumo regional, nacional y con requerimientos especiales

en la dieta, así como la innovación en el material de empaque de acuerdo a los criterios conservacionistas de protección al equilibrio ecológico con el empleo de material reciclable, que permitiera además una mejor penetración en el mercado de consumo.

El área de Tecnología de Procesamiento desde su formación y acorde a la política pesquera del país ha dado prioridad y dirigido su trabajo de investigación hacia la máxima utilización para el consumo humano directo, de los recursos pesqueros disponibles.

El objetivo general del área es desarrollar las investigaciones especializadas, orientadas a la optimización de los sistemas actuales de manejo, preservación y procesamiento de las capturas a bordo y en tierra de las pesquerías potenciales y subexplotadas.

Las líneas de acción principales han estado enfocadas a:

- La definición de la composición química de los recursos pesqueros, sus propiedades funcionales y su comportamiento como materias primas, productos intermedios y terminados.
- El desarrollo experimental en laboratorio y planta piloto.
- La producción a pequeña escala para estudios económicos y de aceptación.
- La normalización de productos y subproductos.
- La elaboración de estudios de prefactibilidad técnico-económico de los productos desarrollados.

Para el logro de sus objetivos cuenta con una infraestructura física de siete unidades tecnológicas (planta piloto y laboratorios de química y microbiología), cinco dedicadas al procesamiento de productos pesqueros destinados al consumo humano y subproductos, y dos al procesamiento de algas y sargazos; el personal técnico está constituido por 27 profesionales en ingeniería bioquímica, de alimentos, químicos y personal técnico de apoyo.

El apoyo obtenido tanto del gobierno federal como de los convenios internacionales han sido positivos y benéficos tanto por la aplicación y el desarrollo de tecnologías como por el fortalecimiento de la infraestructura física y la capacitación de personal nacional, aspectos que permiten seguir generando información y aplicando tecnología estratégica para la utilización óptima de los recursos pesqueros.

En virtud de la reciente reestructuración del marco jurídico y el análisis efectuado a las políticas y estrategias de la investigación y desarrollo tecnológico, se reafirma que los objetivos y líneas de acción de esta disciplina continúan vigentes.

A continuación se describen, agrupándolos por recursos, una serie de trabajos considerados como los de mayor relevancia y que abarcan todos los aspectos fundamentales a considerar en la investigación tecnológica de procesamiento de productos pesqueros, en los cuales se respetó en la medida de lo posible la estructura dada por sus respectivos autores.

Pelágicos menores

La información estadística sobre sardina, anchoveta y macarela nos indica que sólo una pequeña parte de la captura de estos recursos es

usada como alimento a pesar de que las especies objeto de este estudio tienen características muy relevantes como materia prima para generar una gran variedad de presentaciones tanto para el consumo interno como para la exportación.

El proyecto realizado con el Programa de las Naciones Unidas y la FAO desarrolló con éxito productos salados, ahumados y enlatados de estas tres especies, identificando que las capturas de aguas relativamente frías del Océano Pacífico y los adecuados sistemas de conservación permitirán manejar y procesar volúmenes mayores que los actuales, destinados al consumo humano directo.

Todas las pesquerías a nivel industrial necesitarán tarde o temprano de una organización adecuada para evitar la sobrepesca e inversiones excesivas en embarcaciones pesqueras. Un elemento importante que habrá que enfatizar son los resultados de la investigación sobre manejo, a bordo y en tierra, que permitan mantener la calidad del pescado, reduciendo la contaminación y las pérdidas postcaptura. Aun el pescado destinado a la reducción debe ser enfriado y procesado rápidamente después de su captura para poder reducir la contaminación y producir harina de pescado de alta calidad. Para el consumo humano directo el manejo adecuado de las capturas es aún más importante y se requerirá de embarcaciones pesqueras bien diseñadas para asegurar un buen manejo de las mismas.

Las capturas de pelágicos pequeños ofrecen la ventaja del tamaño uniforme de una sola especie, siendo la proteína y el aceite de estos recursos muy valiosos para la nutrición y usos farmacéuticos.

La gama de productos alimenticios, de pescado pelágico producida en México para el consumo humano es muy limitada, siendo principalmente enlatada y esterilizada en caliente, situación que le ofrece a las nuevas presentaciones desarrolladas por el proyecto un amplio margen de utilización.

Parte importante de la experimentación de nuevas presentaciones son las investigaciones de mercado; los resultados obtenidos en el ámbito local, regional y nacional permitieron retroalimentar la investigación y obtener mejores productos de acuerdo a la preferencia de los consumidores.

Adicionalmente se realizó una evaluación de la industria sarcinera del país y como resultado de la misma se generó el diseño tecnológico para la modernización de una planta enlatadora de sardina.

Manejo de pelágicos menores a bordo y en tierra*

Resumen

En colaboracón con una planta enlatadora de sardina se llevó a cabo una serie de mediciones de calidad e la materia prima que recibió la planta, seguido por mediciones de productividad en las operaciones de corte y empaque.

En la época en que fue realizado este experimento, abril de 1981, la sardina Monterrey fue

* Jorgen G. Jensen, *Experto en manejo de pescado, Programa México/PNUD/FAO.*
Jesús Camacho Acosta. CRIP-Ensenada, Baja California, INP.

descargada a la planta con temperaturas entre 2° y 16°C entre 5 y 34 horas después de la captura, o en promedio 19 horas después de la captura a 9°C con un 10% de daños físicos totales. Estos datos demuestran que el pescado presenta una calidad baja e indican que los sistemas de enfriamiento a bordo no funcionan debidamente, ya que están diseñados para enfriar a las sardinas a 0°C en 8 horas. La situación se complica por el hecho, que los estanques de recepción de materia prima en tierra, aunque sirven para mantener el pescado frío, no tienen capacidad suficiente como para enfriar el pescado a 0°C cuando llega a la planta con diferentes grados de temperatura.

La productividad en el proceso de corte se mostró fuertemente dependiente de la calidad ya que ésta subió hasta 54% con una materia prima de muy buena calidad y bajó hasta 44% con una materia prima de muy mala calidad en relación al promedio observado.

Las mediciones de productividad de empaque se hicieron con menos exactitud que las de corte por las dificultades para eliminar la influencia de otros factores ajenos a la calidad, tales como paros por fallas técnicas. No obstante se registró una dependencia relacionada con la textura del pescado, logrando con pescado firme un aumento de la productividad real de 12-15%, en relación al promedio observado.

Los gastos directos de producción se estiman en 60% del precio del producto al salir de la fábrica. Con eso cada tonelada de materia prima que pasa por la fábrica deja un ingreso de aproximadamente $8 760.00 MN en precios de abril de 1981, para cubrir los gastos fijos y formar la ganancia de la fábrica. En una fábrica imaginaria de 35 toneladas de recepción de materia prima por día (1 050 cajas de latas ovaladas) el aumento de la producción con 10% sin aumentar las inversiones en equipo, lo que sería posible con una materia prima siempre de buena calidad, se aumentarían los ingresos en $30 660.00 MN por día.

De la misma forma, la existencia de estanques de almacenamiento adecuados en tierra, para guardar materia prima a 0°C para los días sin pesca y parte del claro, resultaría en un aumento de los ingresos de $306 600.00 MN por día extra de producción.

El trabajo se llevó a cabo por medio de las siguientes operaciones:

- Inspección del pescado a bordo.
- Medición de calidad (daños físicos) y temperatura.
- Medición de tamaño.
- Medición de productividad.

Informe técnico de enfriado-salado tipo Jaccuzzi*

Introducción

La pesquería de sardina, es muy importante desde el punto de vista económico y social, ya que es una fuente generadora de empleos, y de la proteína animal más barata dentro del mercado para el consumo humano directo; más del

* Dra. Ana Rosa Castro Ramos, Ing. Ramón Corrales Urrea, Q.B.P. Irene Prieto Montalvo. *Área de tecnología industrial. CRIP-Ensenada, Baja California, INP.*
Dr. Paul Hansen. *Asesor Técnico de la FAO.*

80% se captura en el Golfo de California, siendo los principales sitios de descarga el puerto de Guaymas, Yavaros, Bahía Magdalena y Ensenada.

Esta investigación se realizó en la Planta piloto del Centro Regional de Investigación Pesquera en el marco del Proyecto PNUD/MEX/FAO/87/019 en el periodo 1991-1992, utilizándose como materia prima sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus)* mediante el método de salado tipo Jacuzzi, el cual consiste en acelerar la penetración de sal al interior del músculo, de esta manera se protege al pescado de la oxidación al ser cubierto totalmente con la salmuera.

Por otra parte, mediante este método se disminuyen los costos de producción debido a la reutilización de la salmuera.

La materia prima utilizada fue obtenida directamente de la flota sardinera local, colectándose en un contenedor con hielo para su conservación. Datos de captura y recepción.

Barco	María Teresa
Captura	40 t
Arribo muelle	4.00 am
Recepción en planta	8.40 am
Cantidad recibida	200 kg
Temperatura inicial	4°C
Peso de las sardinas	125-200 g
Talla de las sardinas	23-28 cm

El proceso se inició con el enfriamiento, para lo cual se utilizaron 50 kg de hielo y 50 litros de agua con un 3% de sal en un contenedor de 368 litros. Se inyectó aire comprimido al fondo mezclando perfectamente el hielo con el agua.

Se utilizaron 200 kg de sardina seleccionada y se distribuyó a granel en 10 bolsas de malla plástica con 20 kg cada una; se depositaron en el contenedor, manteniendo el flujo de aire hasta que las sardinas alcanzaron 0°C. Al término de este paso las bolsas se drenaron para pasar al proceso de salado.

Por otra parte, en el contenedor adaptado para el salado tipo Jaccuzzi, se prepararon 120 litros de salmuera saturada, usando 31 kg de sal y 89 litros de agua.

En el contenedor con la salmuera se colocaron las bolsas con sardina, y se inyectó aire durante un minuto cada cinco minutos, esta operación duró 3:15 horas, tomándose la temperatura, nivel del agua y salinidad cada 15 minutos, agregándose 8.6 kg de sal fina encima de las bolsas, repitiéndose la operación a los 20, 40 y 60 minutos. Transcurrido este tiempo el flujo de aire es reducido al mínimo durante toda la noche. Al día siguiente se aumenta el flujo de aire aplicándose 1 minuto cada 5 minutos durante 2 horas.

Después del presalado las sardinas se drenan, se pesan y se colocan en cubetas plásticas de 5 galones de capacidad con aproximadamente 18 kg de sardina, mezclándose con 2 kg de sal fina seca, llenándose las cubetas con salmuera saturada y cerrando herméticamente.

Una vez cerradas se etiquetan y almacenan tres cubetas a temperatura ambiente y tres cubetas en refrigeración, registrándose las temperaturas tres veces por semana. Al término de la primera, segunda y tercer semanas se abre una cubeta de cada lote se pesan y se evalúan las características sensoriales de las sardinas, las cuales se regresan a las cubetas, se les agrega sal y salmuera saturada, cerrándose herméticamente y al-

macenándose nuevamente a las temperaturas originales.

Una vez almacenadas se procedió a invertir las cubetas durante una hora cada semana haciendo una inspección mensual y dando por terminado el proceso de maduración a los seis meses.

Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos con el sistema de conservación por el método de Champagne para pelágicos menores, se inició con una temperatura de 2°C en el agua y 9°C en el producto, lográndose el equilibrio a 7°C entre el producto y el agua, a los 30 minutos de iniciado el experimento.

Los resultados obtenidos por el método Jaccuzzi para el procesado de sardina salada arrojaron una pérdida de peso promedio del 7.75% después de 18 horas de proceso; en comparación con el salado tipo mediterráneo se concluye que es más fácil, rápido, económico y con resultados muy similares.

Las características organolépticas de este producto fueron excelentes para el consumo humano directo. Además, constituye materia prima para elaborar otros productos ahumados y marinados.

Este tipo de productos presenta la ventaja de ser fáciles de procesar, con equipo sencillo y su costo no es elevado; sin embargo, es necesario efectuar en paralelo estudios de aceptación a todos los niveles y sobre todo una labor permanente de promoción al consumo con la finalidad de que el consumidor pueda tener información y fácil acceso a otras presentaciones.

Procesamiento de la sardina y sugerencias para modernizar una planta enlatadora de sardina en México*

La industria sardinera en México

La industria enlatadora de sardina en México se encuentra localizada en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y norte de Sinaloa; su abastecimiento proviene del Golfo de California y parte del Océano Pacífico.

Con el tiempo las plantas procesadoras de Baja California se han ido enfrentando al problema de la desubicación. La pesquería comercial de sardina en México, en la zona norte de la costa occidental de Baja California, se inicia en 1927, teniendo como puertos base y de desembarco, Ensenada e Isla de Cedros.

El comportamiento del recurso durante un lapso de 50 años, permite diferenciar por lo menos cuatro periodos. Los dos primeros (1929-1945 y 1946-1952) estuvieron fuertemente influidos por el desarrollo de la pesquería en las zonas más al norte (San Diego, Cal., hasta la Columbia Británica) y en este sentido constituyen el último efecto del fenómeno de redistribución del esfuerzo en toda la zona de la pesquería de sardina basada en la explotación de las subpoblaciones norte y centro de sardina Monterrey.

Más aún, el desplazamiento del recurso de Baja California hacia el sur, ocurrido durante el tercer

* Ing. Ivan Baricic. *Consultor Técnico de la FAO.*
Ing. Leonel Bojórquez Landa. *Contraparte nacional (Área de Tecnología Industrial, INP).*

periodo (1953-1967) tiene su origen en el colapso de la pesquería del norte que afectó también el área de Ensenada, causado entre otras cosas por el decrecimiento de la captura hasta en un 90%.

El periodo 1968-1977 se caracterizó por un rápido crecimiento de la captura nacional de sardina. Este crecimiento acelerado se produce gracias a la existencia de facilidades para la operación, desembarco y procesamiento de la captura disponible en la zona de Guaymas, Sonora y en la costa oriental de la Península, basado en la redistribución de las flotas de Ensenada e Isla de Cedros, BC, por una parte, y por el fomento y establecimiento de nuevas plantas procesadoras en Mazatlán y Topolobampo, Sin., y Santa Rosalía y Bahía Magdalena, Baja California Sur, por la otra.

A finales de los años setenta y principios de los ochenta las capturas continúan incrementándose, sufriendo una caída en 1984, recuperándose en los dos años posteriores y manteniéndose casi constante durante los siguientes.

En lo que se refiere al destino de la sardina en México, el mayor porcentaje de captura es procesado por la industria harinera, pudiéndose observar que en los últimos años (1986-1988) se han empacado por la industria enlatadora volúmenes cercanos a las 90 000 t.

Este comportamiento no se origina por una falta de capacidad instalada en la industria enlatadora, ya que existen 18 empresas que pueden procesar 263 340 t de sardina por año; más bien se debe, en algunos casos, a una conservación inadecuada de la materia prima en los barcos y cuestiones de índole económica, entre otros factores.

Como se señaló inicialmente, la planta industrial está localizada en la región noroeste del país, el 41% de la capacidad instalada se ubica en Sonora, el 27% en Baja California, el 21% en Baja California Sur y el 11% restante en Sinaloa.

Considerando que la sardina enlatada es un producto maduro en el mercado, que su tecnología de proceso es muy semejante en todo el mundo y que no se han observado modificaciones significativas en los últimos 60 años, la industria enlatadora puede tomarse como una industria estática donde los cambios no ocurren con frecuencia.

En México la industria empacadora de la sardina posee equipos antiguos y de segunda mano (salvo sus excepciones), adquiridos en Estados Unidos a empresas ubicadas en San Diego, que cerraron sus instalaciones hace aproximadamente 20 años y que se han reparado para alargar su vida útil o adaptado a las condiciones de operación actuales.

Se han adquirido nuevas engargoladoras automáticas para eficientar el cerrado (250-300 latas por minuto), despaletizadoras para aumentar la velocidad de alimentación en las líneas de envasado o empacadoras automáticas que mejoran el llenado.

En la mayoría de las plantas, sólo las engargoladoras entre otros son equipos de línea; los demás (cocedores, autoclaves, bandas transportadoras, carros, etc.) son equipos fabricados localmente.

Actualmente, la industria cuenta con una tecnología uniforme para el proceso de productos como: sardina entera en salsa de tomate, envasada en lata ovalada metálica de 425 g y sardina entera en aceite en lata rectangular de 3/4 y 1/4 club.

La tecnología utilizada en el país desde la captura, se puede describir a continuación:

- Captura y conservación a bordo: El método utilizado es la red de cerco, la sardina después de ser capturada es almacenada en la bodega del barco y conservada por un sistema de agua fría o helada de mar (AHM) recirculada.

- Descarga: Al arribar la embarcación a puerto, la sardina se descarga por cualquiera de los dos sistemas de absorción al vacío; en seco o húmedo, mediante bomba y chupón.

- Recepción: La sardina es conducida por transportadores verticales, horizontales o canales con agua de mar a tanques o pilas con agua fría de mar o salmuera fría (método Champagne).

- Corte: El pescado se transporta a las máquinas cortadoras o mesas de corte manual, por medio de un canal con agua fría y transportadores mecánicos, posteriormente ya cortada se almacena en pilas con salmuera fría (método Champagne), con la finalidad de mantener la calidad.

- Empaque: La sardina cortada es transportada en forma mecánica para ser empacada en forma manual en lata ovalada o rectangular, con excepción de una planta en la que existe una línea automática para corte y empaque en lata rectangular.

- Cocido: El sistema es con vapor a través de un *exhauster*, en lata ovalada para sardina en salsa de tomate cocida en su propio líquido y en lata rectangular para sardina en aceite la cuál es cocida con la lata invertida; cabe señalar que ya existe el sistema *Flash cooker* con carga y descarga manual, en una empresa del estado de Sonora.

  Dosificador: El sistema de llenado de líquido de cobertura es en caliente, tanto para salsa de tomate como para aceite, mediante un dosificador en dispersión continua y con reciclado a su origen.

- Cerrado: El engargolado para todo tipo de lata es automático.

- Lavado: El sistema de lavado de latas no es uniforme en todas las plantas, en algunas de ellas realizan entre uno y dos lavados con agua caliente y detergente.

- Recepción de latas en carros para autoclave: El sistema de algunas plantas consiste en una malla en declive, mientras que en otros se recibe por inmersión en agua.

- Esterilización: El método de esterilización utilizado en la mayoría de las plantas es por vapor y enfriado por contra-presión de aire y agua en aspersión a una presión de 18 a 19 lb/pulg^2 y sólo una planta usa el de agua caliente en forma automática.

- Descarga: La descarga de las canastas en la retorta se realiza por sus dos puertas en forma manual, ya que pocas industrias cuentan con el sistema mecánico.

- Embalaje y cuarentena: La operación de la extracción de latas de la canasta y su acomodo en cajas de cartón es realizada manualmente; algunas plantas están probando un volteador mecánico de latas, construido por ellos mismos. En esta parte del proceso se muestrea y se envía al almacén con la finalidad de realizar

los análisis del producto y liberar los lotes, para su comercialización.

- Etiquetado y almacén: El etiquetado de la lata se realiza en forma manual y en algunas plantas automáticamente.

Control de calidad de la sardina enlatada en México

La mayoría de las empresas que integran la industria enlatadora de sardina en México ofertan en el mercado nacional sardina en salsa de tomate en lata ovalada, produciendo en menor escala otros tipos de empaque, en aceite o en salmuera, en formatos como 1/4 Maine, 3/4 club y 1 lb alta.

Durante el recorrido de evaluación de las líneas de proceso de sardina enlatada del país el producto terminado presentó diferentes grados de calidad; entre los puntos favorables están la textura firme y elástica; huesos suaves y blandos, sabor y olor característico de la especie y un color uniforme. Entre las irregularidades cabe mencionar las siguientes: textura blanda o arenosa; en relación al color se observaron zonas rosadas sobre todo en la carne unida al hueso, así como manchas características de golpes; en cuanto a su sabor hubo gran variación de excelente, regular, hasta rancio o picoso de mayor a menor grado.

La mala calidad en el producto final, puede deberse a diferentes anomalías en algunas fases del proceso, tales como:

- Un método de conservación inadecuado del pescado a bordo del barco.
- Golpes o fricciones que sufre el pescado durante la descarga en bodega.
- Exposición prolongada del pescado al sol durante su transportación de la bodega del barco a las tolvas de recepción de la planta.
- Almacenamiento de la sardina cortada sin refrigeración, por tiempos prolongados.
- Cocción de la sardina con vapor de pH alcalino elevado.

Recomendaciones

Para este tipo de pesquerías masivas es importante aplicar métodos de conservación, como agua de mar refrigerada (AMR) y de esta forma mantener la calidad uniforme de la materia prima.

Para evitar golpes o fricciones a la materia prima durante su descarga de la bodega del barco a la planta, es importante utilizar el sistema de bombeo por succión al vacío en seco, ya que mediante este sistema se evitan los daños a la sardina y se disminuye notablemente la contaminación.

Es importante proteger con techos los canales que conducen a la sardina hacia las tolvas de recepción.

En la construcción y diseño de las naves industriales es importante una distribución adecuada en el área de procesos y de ésta con las áreas auxiliares, aspectos que no se cumplen en la mayoría de las plantas existentes.

Es necesario que los pisos del área de proceso cuenten con pendientes para facilitar el desagüe del agua de lavado y las paredes estén revestidas o pintadas con pintura lavable.

La construcción requiere de sistemas de protección para evitar la entrada de roedores así como

la instalación de cortinas de aire o lámparas para eliminar la contaminación por insectos

El equipo utilizado en las líneas de producción debe ser construído con material adecuado e inerte (acero inoxidable, plástico sanitario, lámina galvanizada u otros).

Lavamanos provistos de agua caliente o fría, deben estar ubicados fuera del área de proceso pero cercanos a la misma.

El número de sanitarios, regaderas y vestidores debe ser el especificado en el código sanitario.

Debido a que el flujo en las etapas del proceso debe ser continuo debe existir un equilibrio de las fases del proceso con respecto al almacenaje de sardina, después de ser cortada.

Utilizar técnicas de organización de líneas de proceso, para dar facilidad operativa al obrero y obtener mayor eficiencia en la productividad y calidad de los productos.

La seguridad del trabajador es de suma importancia, por lo que la maquinaria debe tener protectores en partes peligrosas como engranes y otros, al igual que las tuberías de vapor y equipos que generen calor; deben ser claros los letreros y gráficos de precaución; además la empresa debe proporcionar el equipo adecuado de protección que se requiera (cascos, botas, lentes, etcétera).

En conclusión, es importante la aplicación de los sistemas de control de calidad, sanitario, organización y seguridad industrial para lograr una alta productividad y un producto final de excelente calidad.

Sugerencias para la modernización de una industria enlatadora de sardina en Guaymas, Sonora

Como resultado del diagnóstico obtenido en base a las visitas realizadas a la industria sardinera nacional, se generó la sugerencia o propuesta para modernizar esta industria, realizándose un estudio que consiste en el diseño de dos líneas para dos nuevos productos como: sardina en aceite y filetes ahumados de sardina en aceite.

El diseño de la primera línea consiste en procesar sardina en aceite con una capacidad de 10 000 t anual de materia prima, correspondiendo a una producción de 12 500 000 de latas de 3/4 club, de 350 g.

La segunda línea esta diseñada para procesar filetes ahumados de sardina en acete, con una capacidad de 2 000 t anual de materia prima, obteniéndose una producción de 4 600 000 latas Hansa de 200 g. La modernización del diseño de estas dos líneas para la industria sardinera en México, consintió en la incorporación de tecnología de punta, en lo que se refiere a cortadoras y empacadoras automáticas (*Flash pack*) y cocedor automático (*Flash cooker*), así también máquinas fileteadoras y ahumadores automáticos con sistemas de programación de tiempo, temperatura, cuantificador de humo y humedad relativa; con respecto al diseño de la línea para el proceso de filetes ahumados, requerirá de algunos procedimientos manuales debico a la calidad del producto que se quiere obtener. Estas etapas manuales consisten en el acomodo de los filetes en charolas y su colocación en carritos para ser llevados al ahumador; posteriormente los recortes de los filetes ahumados y su acomodo en la lata.

El diseño de estas dos líneas fue complementada con maquinaria y equipo del sistema existente y fabricado en México; estas líneas automáticas presentan la gran ventaja de procesar sardinas en salsa de tomate y mostaza con adecuaciones simples.

Pelágicos mayores

El mercado nacional del atún incrementó su oferta primaria al sector industrial en un 49% durante los años 1987-1989 (USITC, 1987), concentrándose básicamente en los enlatados.

Asimismo, durante los años 1985-1989 el balance del comercio exterior para esta industria resultó positivo, incrementándose las exportaciones de materia prima congelada. Italia ha sido un mercado potencial para este recurso desde 1985. Japón, Francia, España, Malasia, Tailandia, Taiwan, Panamá y los Estados Unidos de América constituyeron también mercados interesantes para la exportación. Es importante mencionar, que al incremento de las exportaciones anteriormente expuestas correspondió un decremento en su valor. Actualmente, por diversos problemas conservacionistas no persisten en el escenario de las exportaciones los mercados que por su magnitud resultan de importancia a esta industria. La industria mexicana del atún se ha dinamizado con el establecimiento de varias plantas procesadoras de diferentes capacidades ubicadas a lo largo de la costa noroccidental de México. La industria mexicana del atún no necesita asistencia técnica externa en cuanto a sus materias primas. Este recurso es abundante en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico Tropical Mexicano. La demanda de este recurso puede ser satisfecha plenamente por su disponibilidad en la región oceanográfica descrita y por la accesibilidad tecnológica de la flota operativa existente. La persistencia, aunque variante en la disponibilidad del recurso, la capacidad tecnológica de captura y procesamiento, así como la dinámica de sus mercados en una perspectiva a largo plazo, sugieren una viabilidad económica para nuevos proyectos de inversión en esta actividad; sin embargo, esta factibilidad puede estar condicionada al mercado con una diversidad e innovación en sus presentaciones.

El Proyecto MEX/PNUD/FAO/87/019, iniciado en 1987 se instrumentó para realizar investigación aplicada y estratégica con el fin de diversificar las presentaciones del aún para el consumo humano directo. Inicialmente se realizó una serie de experimentos en laboratorio obteniéndose productos congelados, asados y una variedad de enlatados; seleccionándose de éstos dos productos con posibilidades de cumplir con las expectativas de presentación y calidad de los consumidores nacionales y para el mercado externo; siendo uno de estos productos el atún cocido congelado. Por lo tanto, los trabajos del Proyecto se encaminaron a desarrollar la tecnología del procesamiento con el objeto de:

- Elaborar un producto congelado a nivel piloto para consumo humano directo.
- Realizar estudios de mercado a nivel nacional del producto congelado experimentado.
- Elaborar el estudio de prefactibilidad técnico-económico-financiero del producto congelado.

El proyecto desarrolló la tecnología de procesamiento de la carne cocida congelada del atún, empacada en envases de plástico semirrígido, selladas herméticamente con una película de plástico transparente y ha generado la normatividad que permitió reducir las pérdidas de calidad en el manejo, procesamiento y conservación. El atún cocido congelado fue elaborado en la planta pi-

loto de alimentos del Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, Baja California y analizado en sus laboratorios de química y microbiología, dando como resultado lotes de producción para estudios de aceptación en el mercado de consumo y datos técnicos para realizar un estudio de prefactibilidad técnico-económico-financiero de una planta industrial tipo para la manufactura del atún congelado, con una capacidad instalada para el procesamiento de 10 t de materia prima por turno de 8 horas. Esta tecnología puede adecuarse a las plantas enlatadoras existentes, complementándose con equipos para empaque y congelación, reduciendo los costos de inversión y permitiendo la diversificación.

Descripción del proceso

Recepción y pesado

Previo a la descarga se permitió una descongelación parcial de la superficie del atún durante cuatro horas aproximadamente, hasta una temperatura de –5°C a –7°C como máximo. Para facilitar su manipulación, el producto se separó y se descargó en contenedores de tipo sanitario, previo al pesado. Durante la operación de descarga se tomaron muestras al azar para determinar la calidad del producto y el porcentaje de sal.

Almacenamiento

La materia prima que reunió las especificaciones de calidad, se estibó en la cámara de congelación a una temperatura de –25 a –30°C.

Descongelado

Esta operación se realizó mediante el sistema de inmersión en piletas que contenían agua limpia y clorada.

Lavado

El pescado se lavó continuamente con una solución de agua y 5 ppm de cloro residual.

Eviscerado

Se procedió a eviscerar cuando la temperatura del espinazo alcanzó –1°C a +1°C. Para el eviscerado se efectuó una operación manual que consistió en una incisión a lo largo de la porción ventral desprendiéndose las visceras de la cavidad abdominal.

Lavado

La cavidad abdominal se lavó inmediatamente con agua conteniendo dióxido de cloro a una concentración de 20 ppm con la finalidad de reducir la cantidad de microorganismos.

Cocimiento

Una vez seleccionado el producto en base a su peso se acomodó en los carros del cocedor.

Durante el cocimiento del atún se eliminan parte de los líquidos y el aceite y se inactivan las enzimas. El cocimiento se realizó con vapor directo, controlándose tiempo y temperatura.

Enfriamiento

Terminado el proceso de cocción el producto es descargado del cocedor y enfriado a la temperatura ambiente, en un sitio fresco y seco, aislado de posibles fuentes de contaminación.

Limpieza y selección de carne

La limpieza se realizó cuando la temperatura del producto fue de 30 a 40°C, el rendimiento en

esta etapa fue de 43.7% de carne blanca en lonjas.

Inmersión en solución de polifosfatos y antioxidantes

Una vez concluida la limpieza del atún, las lonjas de carne blanca se sometieron a una inmersión en una solución conteniendo polifosfatos al 3% y una mezcla de antioxidantes al 1%, a una temperatura de 2°C.

La relación entre la solución de polifosfatos y antioxidantes y carne de atún fue de 3:1 respectivamente.

Empacado

Las lonjas se drenan y se acomodan manualmente en los envases de plástico rígido (charolas *Dyno-pack*) cuidando que las lonjas sean homogéneas y que se cubran los requisitos de peso.

Dosificación de líquido de cobertura

Una vez concluido el llenado y pesado se dosifica el líquido de cobertura.

El líquido de cobertura se preparó con agua potable fría y una mezcla de antioxidantes al 0.25% a una temperatura de 2°C.

Congelación

Una vez dosificado el líquido se procedió a introducir las charolas al congelador de placas a una temperatura de -20°C a -30°C. durante un tiempo de dos a tres horas aproximadamente.

Una vez terminado el proceso de congelación el producto se glaseó mediante su inmersión en agua potable fría, para protegerlo de los efectos de la deshidratación y oxidación.

Sellado

Después del glaseado, la charola *Dyno-pack* es sellada con una película plástica, utilizando una máquina termoselladora a 180°C.

Embalaje

Después de sellado el producto se procedió al embalaje en cajas de cartón master parafinado, conteniendo 7 charolas por caja.

Almacenamiento

Las cajas se almacenaron en la cámara de conservación de producto terminado a una temperatura de -20 a -30°C.

El producto permaneció almacenado durante el tiempo necesario para que el área de control de calidad efectuara los análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos previos a su liberación.

Especificaciones de producto terminado

De acuerdo a los trabajos desarrollados por el área de control de calidad, se logró definir la norma de calidad para el producto terminado de acuerdo a lo siguiente:

Formulación

Atún cocido congelado	
Ingredientes	% en peso
Carne de atún	55.00
Medio de cobertura	45.00
Medio de cobertura	
Ingredientes	% en peso

Agua potable fría	99.75
Antioxidantes	0.25
Antioxidantes	
Acido cítrico	5.00
Acido ascórbico	95.00

Grado de calidad

El producto tendrá un solo grado de calidad con un valor mínimo de 75 y un máximo de 100 puntos.

Pesos

El peso neto es de 850 g y drenado de 550 g.

Características sensoriales

El atún cocido debe estar exento de olores, sabores y colores desagradables o extraños.

La carne de atún debe ser de color claro o característico de la especie de atún utilizada.

La textura debe ser firme y característica del producto cocido.

Características microbiológicas

El producto debe estar exento de microorganismos patógenos.

Investigación de mercado*

El objetivo de la investigación fue realizar una prueba de degustación y de evaluación de empaque, para conocer la opinión de los participantes sobre el atún cocido congelado y empacado en envases rígidos con capacidades de 215 y 850 g.

Los alcances de la investigación fueron:

- Evaluación de la presentación del producto en estado congelado.
- Envases.
- Análisis organoléptico del producto descongelado.
- Actitud de compra.
- Precios.

Es importante hacer notar que para esta evaluación en particular y por tratarse de una nueva presentación y empaque, el panel estuvo integrado por industriales de medio y alto nivel relacionados con el procesamiento del atún, así como personal de investigación, producción de envases y autoridades pesqueras.

La metodología que se utilizó es la de investigación profunda en grupo pequeño, que consiste en analizar la información requerida en dos formas, la primera a través de un cuestionario con preguntas específicas y la segunda con plática directa con cada uno de los asistentes antes y después de llenar los cuestionarios.

El sistema de calificación es el tradicional de evaluación sensorial donde se otorgan las siguientes calificaciones:

Excelente	5 puntos
Bueno	4 puntos
Regular	3 puntos
Malo	2 puntos
Pésimo	1 punto

Para realizar esta investigación se acondicionó un local donde se presentó el producto

* Lic. Leonor Ojeda González. *Experto en investigación de mercado. Proyecto MEX/PNUD/FAO.*

congelado y descongelado para realizar la degustación.

Después de la degustación se les presentaron 7 diferentes platillos para que se evaluara el potencial del producto en lo referente a la diversidad de platillos que podrían elaborarse.

Conclusiones

- Presentación del producto en estado congelado. El producto en ambas presentaciones (215 y 850 g) resultó atractivo obteniendo las siguientes calificaciones 3.8125 y 4.000, respectivamente.

Las principales razones para obtener estas calificaciones fueron:

- El envase permite apreciar el producto (lonjas o filetes o pedacería).
- La presentación de 850 g presenta una buena perspectiva para el consumo familiar o institucional.
- Practicidad del envase.

En la presentación de 215 g se detectó la presencia de cristales de hielo y diferencias de color en la carne de atún, lo cual mermó ligeramente su calificación.

Evaluación del envase plástico en relación con el de hojalata

El plástico como material de empaque, obtuvo una calificación muy alta (4.6150) considerándolo atractivo (4.5000) e higiénico (4.7300).

Las principales razones para considerarlo atractivo fueron: que se puede observar la cantidad o calidad del producto, facilidad de apertura y que el envase puede tener un uso posterior.

En lo referente a aspectos higiénicos se mencionó la importancia que el envase sea blanco y que la tapa sea transparente, ya que se puede apreciar la calidad y limpieza del producto, también que si no se maneja en forma adecuada puede mancharse muy fácilmente.

Es importante mencionar la preocupación que se manifestó por parte de los industriales en lo referente a la red de frió que se necesitará para la distribución y presentación del producto.

Presentación del producto y mercado potencial

Las calificaciones en este rubro resultaron excelentes e interesantes, siendo 4.000 para mercado nacional y 5.000 para el mercado internacional.

La principal razón para ubicarlo en el mercado nacional fue por considerar que su precio final será menor que el del envase de hojalata y por sus contenidos ya sea para raciones individuales o de pequeñas familias como para consumo institucional.

En lo referente al mercado internacional, se contemplaron dos aspectos. Hábitos y costumbres de consumir pescado congelado, presentación y calidad del producto, específicamente la presentación de 850 g. El producto fue identificado como potencial en el mercado de los Estados Unidos de América y en el europeo.

En este punto nuevamente se expresó la inquietud de parte de los industriales de que para introducir un producto de esta naturaleza en el mercado nacional será necesario contar con una red de frió en todos los puntos de la cadena

(producción-consumidor) así como con una campaña constante y metódica de educación y promoción al consumo de productos congelados.

La calificación promedio de los productos en el rubro presentación fue de 3.3404, la cual resulta muy alta, dado el nivel técnico del personal que realizó la evaluación (tres directores generales, cuatro gerentes técnicos de producción, dos gerentes de control de calidad y un gerente de comercialización de empresas productoras de atún enlatado; dos gerentes técnicos de empresas productoras de envases de hojalata; dos directores de centros de investigación del sector pesquero y dos representantes de las autoridades de la Secretaría de Pesca).

Evaluación sensorial

La calificación promedio en este rubro fue de 4.0313 y el olor fue la característica con mayor calificación (4.1250), siendo las principales razones, que se mantuvo el olor característico del atún cocido y de frescura.

En lo referente al color, se obtuvo una calificación de 4.000 primordialmente porque se mantuvo claro y característico del atún cocido, aunque algunos participantes detectaron cambios de color en algunas muestras.

El sabor fue la calificación más baja (3.9375) sin que se considere mala; sin embargo la evaluación no fue homogénea ya que algunas personas externaron sus gustos, preferencias y costumbres (falta de aceite) y pocas detectaron una ligera oxidación.

Lo que es importante señalar es que fue calificado con sabor característico de atún y de producto fresco.

La consistencia fue calificada en forma positiva (4.0625), mencionando primordialmente que no se desintegraba, que se mantenían trozos completos (850 g) y que no estaba la carne ni dura, ni blanda, ni seca.

Sólo se mencionó el exceso de pedacería en el envase de 215 g.

Actitud de compra y precios

La actitud de compra fue muy positiva ya que el 93.75% lo consumiría, 73.33% en la presentación de 215 ml. y 60.0% en la de 850 g.

Sólo una persona no lo compraría porque le gustaba la presentación tradicional (con aceite); sin embargo su opinión cambió al probar la diversidad de platillos que se presentaron posteriormente.

Los precios *a priori* y dados por personal altamente calificado, son de suma importancia en cualquier investigación de mercados, básicamente por que ratifican o rectifican las hipótesis al respecto, a corto y mediano plazo.

En esta ocasión el resultado fue muy positivo, ya que el punto de referencia que utilizaron fue el del atún enlatado en envase de hojalata con capacidad de 198 g y un peso drenado de aproximadamente 150 g y no todos consideraron que la hojalata tiene un costo superior al del envase plástico y que el contenido era mayor en esta nueva presentación.

Resultados de las pláticas individuales

Los industriales se percataron inmediatamente del potencial del producto, específicamente el de 850 g para mercado institucional.

También se comentó que este producto cubría fácilmente las tendencias actuales de consumo nacional e internacional (productos congelados, naturales, sin medios de cobertura, sin aditivos, etc.)

En cuanto a los envases, se provocó un gran interés, tanto a los industriales productores de atún enlatado como a los de envases, ya que los primeros vieron la posibilidad de reducir costos de producción y abrir nuevos mercados y los segundos diversificación y alternativas de expansión.

Recomendaciones

Realizar una segunda fase de investigación de mercado con comercializadores y consumidores.

Evaluar las sugerencias técnicas y corregir los detalles siguientes:

- Oxidación.
- Formación de cristales de hielo.
- Cambios de color.
- Evitar el exceso de pedacería en envase de 215 g.

Determinar la vida de anaquel del producto mantenido en estados óptimo, aceptable y mínimo.

Fomentar y apoyar a las industrias interesadas en el desarrollo de empaques plásticos.

Recapitulación de las actividades de desarrollo de nuevos productos de atún

En vista que la captura de túnidos ha aumentado en los últimos años, se han generado problemas de mercadeo, por lo que es deseable contar con una diversificación de presentaciones. Para tal efecto se desarrollaron con éxito tres nuevas presentaciones de atún enlatado.

- Atún en salsa pibil.
- Atún con verduras y chile en salsa de tomate.
- Atún con verduras ligero.

Las nuevas presentaciones de atún enlatado se justifican por las innovaciones presentadas en la preparación al combinar la carne con diferentes medios de cobertura (salsa pibil, salsa de tomate y agua) y al combinar la carne con vegetales; así como en el uso de nuevos materiales de empaque, al utilizar latería de aluminio con tapa abrefácil.

En cuanto a la nueva presentación de carne cocida de atún congelado se encontró el poder ofertar al mercado de consumo un producto sin condimentación para ser utilizado como materia prima en cualquier práctica culinaria, previendo fortalecer los mercados institucionales y los de consumo doméstico con otra opción de menor costo.

Desarrollo experimental de nuevos productos de atún en México*

Resumen

El mercado doméstico del atún en México tiene lugar principalmente en las grandes áreas urbanas, en su presentación enlatada. El sector

* Ing. María Luz Díaz López. *Subdirectora de Tecnología de Alimentos. INP.*
Ing. Velkjo Perovic. *Asesor Técnico Principal del Proyecto MEX/PNUD/FAO/87/019.*

pesquero en su conjunto ha hecho esfuerzos importantes para diversificar las presentaciones de atún e introducirlas al mercado.

El Proyecto MEX/PNUD/FAO/87/019 consideró en su programa de trabajo la experimentación en varios niveles de una serie de nuevos productos de atún. El presente trabajo describe los experimentos realizados con tres nuevos productos de atún asados y congelados y los resultados obtenidos, incluyendo la valoración que de éstos se hizo durante su exhibición en la Feria Internacional de Anuga en Alemania.

Introducción

El desarrollo de la industria atunera mexicana ha estado desde sus inicios en la década de los treinta ligada a las políticas gubernamentales de manejo de las pesquerías y a la participación activa de los sectores social y privado.

Actualmente la industria está lo suficientemente organizada para utilizar los recursos atuneros que existen en su zona económica exclusiva.

El sector procesador de la industria es muy dinámico, actualmente cuenta con 18 enlatadoras capaces de procesar 600 t métricas por turno de 8 horas. Adicionalmente existen dos grandes proyectos en construcción que involucran facilidades para el procesamiento de atún en la Costa del Pacífico mexicano; tanto enlatado como en otras presentaciones.

El atún enlatado, empacado en aceite en latas de 198 g es un producto muy popular en la población urbana de las grandes ciudades de México y es consumido por todos los sectores de la población.

Reconociendo que las exportaciones de atún mexicano son fundamentalmente en la presentación de congelado y la necesidad imperiosa de la industria de diversificar las presentaciones de atún, el Proyecto MEX/PNUD/FAO/87/019 a petición del gobierno mexicano incluyó en su programa de trabajo la producción experimental de por lo menos seis nuevos productos de atún. Los productos asados cuyos resultados preliminares son presentados en este trabajo forman parte del citado programa y el objetivo fundamental de su fabricación en serie es aprovechar en su totalidad la carne de atún y optimizar su rendimiento.

Materiales y equipo

Las formulaciones utilizadas en la producción de tres productos de atún asados fueron desarrollados en el laboratorio, las cuales fueron adaptándose a los diferentes niveles de producción experimentados.

La idea de hacer estos productos en línea es para optimizar el aprovechamiento de toda la carne de atún, utilizando los trozos mayores para la presentación en filete, los trozos menores para la presentación de brochetas y la carne que no cumple los requisitos de tamaño para estas dos presentaciones se utiliza para la elaboración de hamburguesas.

La materia prima utilizada para la elaboración de estos productos fue atún aleta azul y atún aleta amarilla y otros ingredientes como vegetales, aceite y una gama de especies comúnmente utilizadas en México.

Equipo utilizado

Las formulaciones experimentadas a nivel laboratorio fueron procesadas con equipo pequeño y se hicieron adaptaciones para la etapa de cocinado en un asador rústico.

Una vez superada la experimentación a este nivel fue necesario planear una producción experimental a nivel piloto; el equipo requerido para esta etapa no se encontraba en las instalaciones con que cuenta la planta piloto del Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, ni en el sector industrial; debido a lo anterior se contactó con empresas dedicadas a la fabricación y/o distribución del equipo necesario para estos experimentos.

La Cía. Koppens de Holanda, a través de su agente en México, cuenta con un prestigio a nivel mundial en la fabricación de equipo para producción de comida preparada y lista para el consumo inmediato (*fast food*); tiene además un centro de experimentación muy bien equipado, donde se producen, a nivel semiindustrial e industrial, productos de carnes rojas, blancas, pescado y otros; el centro se pone a la disposición de los clientes potenciales para que realicen sus experimentos. Para la realización de esta producción, la Cía. Koppens recomendó la utilización de los siguientes equipos:

- Moldeadora para hamburguesas. Mod. BM 400 HD
- Túnel de asado. Mod. HLT/6000/600.
- Asador de superficie. Mod. GR 722.
- Equipo estándar industrial como sierra eléctrica, molino, mezcladora, túnel de congelación y máquina selladora al vacío.

Para el empaque se utilizaron bolsas de plástico de tres capas y medio kg de capacidad.

Procesamiento

Las piezas de atún fueron rebanadas en la sierra eléctrica para la obtención de postas de 3 cm de espesor.

Las postas fueron cuidadosamente manipuladas para remover la parte obscura del músculo, la piel y el hueso, obteniéndose dos trozos de tamaño uniforme para el filete, cubos de 2 cm por lado para la brocheta, y el sobrante se utilizó para la elaboración de las hamburguesas; el rendimiento promedio es de 45% para la presentación en filete, 30% para brochetas y 25% para hamburguesas.

Una vez obtenida la materia prima, se procedió a la preparación de la solución para maduración y al formado de la brocheta con vegetales (cebolla y pimiento morrón); el producto 1 y 2 fue introducido en la solución de especies para su maceración por un periodo de dos horas, en ese lapso se preparó la mezcla para hamburguesas con dos tipos de formulaciones.

Pruebas realizadas con el equipo industrial y parámetros seleccionados

El túnel de asado fue el equipo principal para esta producción para el cual se hicieron de dos a cuatro pruebas por producto, usando pequeñas cantidades para determinar el tiempo, la temperatura y la humedad de cada uno de ellos.

Los productos obtenidos se congelaron y se empacaron al vacío en bolsas de plástico.

Degustación

Inicialmente se realizaron las pruebas de degustación de los productos por el equipo que participó en la producción piloto (seis personas); al término de la cocción, después de la congelación y previo al empaque.

Resultados

Pruebas de fabricación

De las tres o cuatro pruebas realizadas por producto a nivel industrial fueron seleccionadas las mejores para la fabricación en equipo industrial de los lotes de cada uno de los productos que se presentaron en la feria de alimentos de Anuga, Alemania.

Como resultado de la experimentación efectuada, es factible la elaboración en serie de estos productos.

El lote de productos asados elaborados experimentalmente fue trasladado a la Ciudad de Colonia, República Federal de Alemania, y presentado durante seis días en el stand de Infopesca-GTZ ProTrade, Organizaciones de la FAO y del Gobierno Alemán que unieron sus esfuerzos para dar asistencia técnica sobre mercadeo y comercialización a la industria pesquera de Latinoamérica y a proyectos de investigación y desarrollo en la elaboración, presentación y proyección de productos de valor agregado en este tipo de eventos.

Pruebas de degustación

Los productos fueron degustados en primera instancia por el grupo de trabajo durante y después de su fabricación; adicionalmente fueron ofrecidos en pequeños lotes al público que diariamente visitaba el stand donde fueron exhibidos; la aceptación fue excelente.

Conclusiones

El impacto causado por los productos de atún elaborados por el proyecto fue muy positivo de parte del público asistente al stand de exhibición, en virtud de lo novedoso de su presentación, especialmente el filete y en el caso de las brochetas por lo llamativo de su presentación con vegetales; la hamburguesa fue el producto con menor aceptación, ya que no es un producto tradicional en el mercado europeo; sin embargo es importante tomar en cuenta los comentarios y sugerencias que se derivaron de esta presentación.

Algas y sargazos

Los alginatos, carragenanos y agar-agar son coloides que se obtienen de algas café (Feofitas) y de algas rojas (Rodofitas), respectivamente. La producción de los primeros oscilan alrededor de 200 000 t anuales. Estos productos tienen una amplia utilización por sus propias gelificantes en una gama de productos en la industria alimentaria; textil y farmacéutica entre otras.

México es exportador de materia prima e importador de productos terminados, este es el caso de las algas *Macrocystis pyrifera* y *Gigartina canaliculata,* de los cuales se exportan aproximadamente 25 000 t frescas y 1 200 t secas por año respectivamente e importa alrededor de 500 t por año de cada coloide (alginatos y carragenanos).

Está situación se presenta por la ausencia de industrias con la tecnología adecuada para procesar estas materias primas y producir los coloides que en la actualidad se importan en su totalidad; por lo tanto el proyecto se abocó a desarrollar e instrumentar metodologías de extracción a nivel laboratorio, producción piloto y en un futuro escalar a nivel industrial.

El desarrollo del proceso de producción de alginatos y carragenanos a nivel piloto se dividió

en tres etapas: evaluación química de especies potencialmente explotables, tomando como criterios de evaluación al rendimiento y cálidad del producto; ésta última a través de su viscosidad y fuerza de gel.

En la segunda etapa se estandarizaron los parámetros físico-químicos del proceso a nivel laboratorio, tales como: tamaño de partícula, velocidad de agitación, pH, temperatura, relación sólido/líquido y tiempo de extracción. Con esto se determinó el balance de materia óptimo del proceso.

El proceso de extracción de alginatos se fundamentó en sus propiedades de intercambio iónico, modificando su solubilidad en agua, eliminando primero los cationes divalentes, tales como: Ca++, Sr++ y Ba++ con los cuales es insoluble, intercambiándolos por cationes monovalentes Na+, K+ ó NH_4 solubles.

La clarificación del extracto se realizó por un proceso mixto de centrifugación-filtración, para finalmente recuperar los alginatos en forma insoluble como alginato de calcio, el cual se somete a una conversión para obtener diferentes sales solubles como: alginato de sodio, potasio, amonio o propilen glicol.

En el caso del carragenano, éste se extrae aprovechando sus propiedades de solubilidad en agua caliente variando el pH de extracción de acuerdo al producto a obtener, prefiriéndose pHps mayores a 10 para carragenanos gelificables.

La clarificación para carragenanos, también se realizó mediante un proceso mixto de centrifugación-filtración a temperaturas superiores a 80°C por su consistencia gelatinosa.

El carragenano se recuperó de la solución por precipitación con etanol (carragenano precipitado), por deshidratación en un secador de rodillos (carragenano crudo) y finalmente el carragenano crudo se refinó eliminando las impurezas solubles en una mezcla de etanol agua obteniéndose un producto de calidad comparable a la del carragenano precipitado con etanol pero con un costo inferior.

La tercera etapa del proyecto, se refiere al diseño de planta piloto, para lo cual se basó en el balance de materia obtenida y se dimensionó el equipo por proceso unitario.

Por tratarse de un producto de alto grado alimenticio se prefirió que el material de fabricación fuera de acero inoxidable o un material inerte tal como fibra de vidrio que también se empleó en la construcción de algunos tanques.

Las plantas piloto, tanto de alginatos como de carragenanos, tienen la capacidad de producir de 6 a 8 kg de producto en periodos de 8 horas; esta capacidad puede incrementarse haciendo el proceso de manera continua. En ambas plantas se tiene la capacidad de producir una amplia gama de productos de acuerdo a los requerimientos de las industrias consumidoras de estos coloides.

La gama de coloides que se obtienen está basada en la producción de diferentes grados de pureza, en combinación con diferentes sales y la variación de sus propiedades físicas tales como tamaño de partícula, viscosidad y fuerza de gel.

Paralelamente se desarrollaron pruebas de aceptación y estudios preliminares de mercado, así como los perfiles de la industria consumido-

ra de alginatos y carragenanos en México. Estos estudios tuvieron como objetivo el evaluar los resultados de la producción a nivel planta piloto de alginatos y de laboratorio de carragenanos ante la industria consumidora. También se obtuvo información sobre los requerimientos que cada una de las industrias tiene en lo referente a viscosidad, pH, color, olor, humedad, tamaño de malla, solubilidad y fuerza de gel, entre otros, y así determinar la demanda existente y en su momento satisfacerla.

La pesquería de algas y sargazos en México se encuentra subexplotada, ya que únicamente se aprovecha la recolección de este importante recurso (200 000 t anuales) exportándolo en fresco a los Estados Unidos de América. El proyecto demostró con éxito el aprovechamiento de algas roja y café por el desarrollo de la tecnología de extracción de alginatos y carragenanos, los cuales tienen una demanda potencial en el mercado nacional y en el internacional.

Es también importante la realización de estudios de aplicación de estos productos en la industria alimentaria con el fin de que mejore u optimice la calidad de los alimentos del país, además de que tales estudios sirvan de base para el fomento al uso de estos aditivos. Eventualmente se recomendaría experimentar su aplicación en las industrias farmacéuticas, cosméticas, textiles e industrias varias, en las cuales ya son aplicados. Tales estudios pudieran ser realizados por el gobierno, por entidades educativas o por la propia industria interesada.

La infraestructura física de las plantas piloto de Ensenada, BC y La Paz, BCS, y la experiencia adquirida por los investigadores nacionales, son elementos que permitirán que se continúe desarrollando investigación sobre la utilización integral de algas y sargazos y tecnologías de punta, para adecuar los procesos a nuestras muy particulares necesidades y limitaciones de agua potable por ejemplo.

Reducción del consumo de agua dulce en el proceso de extracción de alginatos a partir de *Macrocystis pyriferia* mediante recirculaciones de los líquidos residuales de la preextracción y precipitación*

Resumen

Se experimentó recirculando el líquido residual de la etapa de preextracción y precipitación para minimizar el consumo de agua dulce en el proceso de extracción de alginatos a nivel laboratorio. En la etapa de preextracción se demostró que al recircularlos hasta en tres ocasiones se obtuvo un rendimiento promedio de 28.44% con ahorros del 25% del consumo de agua dulce del proceso y de 56.25% en el consumo de ácido clorhídrico concentrado. En la etapa de extracción alcalina se redujo en 50% el consumo de agua dulce en el proceso, mediante tres recirculaciones del líquido residual de la precipitación, mostrando un rendimiento promedio del alginato de sodio obtenido de 33.45%. Los alginatos de sodio obtenidos presentaron una elevada viscosidad y valores de pH comprendidos dentro del intervalo de mayor estabilidad (pH 5-9).

* Ing. Raúl Reyes Tisnado. *Área de Tecnología Industrial. CRIP-La Paz, BCS, INP.*

M. en C. Gustavo Hernández Carmona. *Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. INP.*

Extracción de carragenanos*

Introducción

Los carragenanos son ficocoloides del grupo de los galactanos sulfatados que se obtienen de las algas rojas.

Las algas rojas más comúnmente usadas pertenecen a los géneros de *Gigartina, Chondrus, Hypnea* y *Euchema*, abarcando una gran variedad de especies.

Desde el punto de vista químico el carragenano está formado por una mezcla de polisacáridos, con un arreglo alternante de residuos de D-galactosa enlazados en las posiciones alfa 1-3 y beta 1-4 con un diferente grado de sulfatación y de contenido de 3,6-anhidrogalactosa.

La variedad en su composición química, da al carragenano una amplia gama de propiedades físico-químicas, que van desde el compuesto que imparte viscosidad a las soluciones (lambda-carragenano) hasta aquel que es capaz de formar geles (kappa-carragenano).

Actualmente toda el alga roja que se cosecha se destina exclusivamente a la exportación como materia prima, sin tratamientos previos adicionales al secado; los Estados Unidos de América, Francia y Dinamarca son los principales países a donde se exporta. Adicionalmente es de estos mismos países de donde se importan los ficocoloides.

El desarrollo de la industria de los ficocoloides ha requerido de un gran soporte de trabajo experimental, tanto a nivel de laboratorio como a nivel de planta piloto. Los primeros esfuerzos en este sentido se realizaron hace varios siglos, pero ha sido en los últimos cuarenta años cuando se ha tenido el mayor impulso y desarrollo de este tipo de investigaciones.

La metodología de extracción se ha optimizado a tal grado, que la producción mundial sólo para carragenanos oscila en alrededor de las 20 000 t anuales, siendo sus principales aplicaciones como aditivos en la industria alimentaria, textil y farmacéutica.

El programa de trabajo de este proyecto se orientó a desarrollar las tecnologías de extracción de carragenanos, con objeto de elaborar productos para el consumo industrial, realizar estudios de mercado y finalmente desarrollar los estudios de prefactibilidad técnico-económicos y financieros de las tecnologías desarrolladas.

Resultados y conclusiones

La estandarización del proceso de extracción de carragenanos requirió de un considerable trabajo experimental a nivel laboratorio con la finalidad de obtener un producto de buena calidad, con alto rendimiento; para ello se optimizó el pH, las temperaturas y los tiempos de proceso.

Este proceso se está instrumentando actualmente a nivel planta piloto, toda vez que la planta piloto para extracción de ficoloides del CRIP de Ensenada ha quedado lista para su operación.

* Oc. Carlos Caloca, M. en C. Julián Guardado, Oc. Enrique Hernández. *Área de Tecnología Industrial, CRIP-Ensenada Baja California, INP.*

Descripción del proceso

El proceso se inicia con el tratamiento de la materia prima *Gigartina Canaliculata*, la que se recibió seca, con una humedad no mayor al 15%. Eliminándose todo el material extraño (arena, sales y otro tipo de algas).

El alga se rehidrató y se molió hasta un tamaño de partícula de aproximadamente 0.5 mm, la extracción del carragenano se llevó a cabo en solución acuosa, (relación alga-agua 1:30). Del proceso de extracción se obtuvo una solución conteniendo 1% de carragenanos y 30% de residuos de alga. La temperatura de extracción se mantuvo entre 85-95°C durante un periodo de dos horas a un pH de 10.5. Este pH fue ajustado y mantenido agregando hidróxido de sodio.

Una vez completada la extracción la pasta resultante se diluyó a 1 420 litros de solución, con el fin de facilitar el proceso de clarificación. En estas condiciones el contenido de carragenano fue del 0.5% y el resto de sólidos se redujo al 15-20 por ciento.

El extracto diluido con una viscosidad entre 80 y 100 cps se sometió a un proceso de separación de impurezas insolubles por filtración a vacío utilizando tierra de diatomeas para hacer esta operación más eficiente. Este proceso se efectuó en caliente para evitar que el carragenano se gelificara, dificultando la filtración.

La solución clarificada se concentró hasta 1/3 de su volumen inicial, utilizando para este efecto un rotoevaporador con vacío con el fin de evitar la degradación térmica del producto por un incremento excesivo en la temperatura. En esta etapa existen dos alternativas a seguir: en la primera se pudo obtener un carragenano crudo conteniendo impurezas insolubles. Para su obtención, el agua se eliminó por evaporación en placas térmicas controlando la temperatura con un termostato.

La segunda alternativa produjo un carragenano purificado libre de impurezas solubles. La solución concentrada se precipitó agregando cloruro de sodio o cloruro de potasio hasta obtener una solución al 0.5%. Esta solución se agregó a dos volúmenes de alcohol con agitación constante y el carragenano se recuperó en forma de fibras.

Un tercer tipo de carragenano se obtuvo partiendo del carragenano crudo; para lograrlo las impurezas solubles se separaron en una mezcla de etanol-agua (1:2). El carragenano se recuperó en forma de pequeñas fibras. Se encontró que este producto tiene características similares al obtenido por precipitación con etanol.

Los carragenanos obtenidos se secaron en un horno con flujo de aire caliente a 95°C hasta obtener un 12% de humedad. El producto seco se molió en un molino de turbina y posteriormente se tamizó a diferentes tamaños de partícula: 40, 80, 100, 150 y 200 mallas.

Recomendaciones

Este proyecto demostró con éxito el aprovechamiento de algas rojas y las recomendaciones generadas de la experimentación son:

- Desarrollar los estudios de factibilidad técnico-económicos y financieros para la extracción de carragenanos, para convertir estos estudios en proyectos de inversión viables para el sector productivo pesquero.

- Optimizar la tecnología de extracción de carragenanos a nivel de planta piloto, con la finali-

dad de realizar un adecuado escalamiento industrial.

- Realizar estudios de aplicación de los carragenanos producidos, principalmente en el ramo alimentario, con el fin de mejorar la calidad de los alimentos que producen la micro y pequeña empresa, a la vez que estos estudios coadyuven al fomento de estos aditivos alimentarios considerados como seguros (GRAS).

- Desarrollar y fomentar el maricultivo de algas rojas que permita satisfacer el abasto a las industrias extractoras de coloides.

- Que se fomente el maricultivo del alga *Euchema uncinatum*, poco abundante en el Golfo de California, pero materia prima importante por el tipo de carragenano que posee (iota-carragenano).

- Realizar estudios de prospección y evaluación de las algas rojas productoras de carragenanos especialmente de *Gigartina canaliculata*, especie abundante en las costas de Baja California.

Recapitulación de las actividades de algas y sargazos

El programa de trabajo se orientó al desarrollo de tecnologías de extracción de ficocoloides con el objeto de elaborar nuevos productos a nivel piloto para uso industrial, elaborar los correspondientes estudios de mercado y finalmente desarrollar los estudios de prefactibilidad de alginatos y carragenanos.

En febrero de 1988 se firmó el convenio INP/CICIMAR para construir una planta piloto de extracción de alginatos en La Paz, BCS, y se integraron los recursos humanos, materiales y financieros para el inicio de la actividad.

En 1989 se inició la construcción de la planta piloto de extracción de carragenanos en Ensenada, BC, se desarrolló la ingeniería de detalle y se gestionó la fabricación del equipo de ambas plantas piloto.

En 1990 se desarrollan a nivel laboratorio los procesos tecnológicos de extracción de alginatos y carragenanos y en 1991 se concluye el equipamiento e inician las pruebas de operación de ambas plantas piloto. Paralelamente, se desarrollan pruebas de aceptación de los nuevos productos para uso industrial y se obtiene un estimado de costos de producción.

Fauna de acompañamiento del camarón

La fauna de acompañamiento del camarón (FAC) es un recurso de capital importancia dentro de la investigación tecnológica que se ha desarrollado en el área desde el año de 1975. Sin embargo, y a pesar de su potencialidad en cuanto a volúmenes, es un recurso sumamente complejo como materia prima debido a su heterogeneidad en cuanto a especies, tallas y pesos, los cuales son característicos del área en la que son capturados.

Debido a lo anterior la investigación se ha realizado en base a la caracterización particular del recurso como materia prima en cada proyecto en los CRIP de Salina Cruz, Oax., en el Pacífico y en Tampico, Tamps. y Ciudad del Carmen, Camp. en el Golfo de México.

En base a los estudios preliminares realizados con el recurso se definieron las prioridades para

la investigación de acuerdo a sus características. Por lo tanto la alternativa tecnológica más viable fue la de convertir la porción subutilizada de la FAC en pulpas de pescado, mismas que tendrían que ser normalizadas dentro de lo posible para ser canalizadas al consumo humano directo como una primera opción o constituir una materia prima intermedia para la elaboración de productos embutidos o troquelados.

Las líneas de investigación en términos generales han estado enfocadas a:

- Evaluación de la biomasa de FAC y composición mensual por especies, tallas y pesos; definición de porción objetivo apta para el procesamiento y su variación en espacio y tiempo.
- Instrumentación del proceso de obtención de pulpas de pescado de la FAC y definición de características y calidad.
- Normalización de pulpas de pescado.
- Elaboración de productos a partir de pulpas normalizadas.

A la fecha se han realizado un sinnúmero de experimentos de obtención, procesamiento y sobre todo de normalización de las pulpas, esta última labor se ha concentrado en la unidad tecnológica (planta piloto y laboratorios de química y microbiología) del CRIP de Tampico.

La información técnica generada en este CRIP a la fecha ha permitido elaborar:

- Un ictiocatálogo de las principales especies de la FAC en las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz.
- Un catálogo con la composición química proximal de las 49 especies más importantes de la zona agrupadas por estaciones, (primavera, verano, otoño e invierno).
- Determinación de cuatro grupos de especies predominantes de acuerdo al color de la carne.
- Lotes de pulpa de pescado normalizadas por grupos de especies y estaciones del año.
- Instrumentación del proceso de obtención de surimi de FAC.
- Instrumentación y optimización del proceso a nivel piloto de una fritura de pescado obtenida a partir de pulpa normalizada.
- Lotes de fritura de pescado para estudios de aceptación.
- Estudios preliminares de aceptación de fritura de pescado.
- Estudios preliminares de costos.

Normalización de la pulpa picada tipo "A" a partir de la ictiofauna no comercial de la fauna de acompañamiento del camarón y su estabilidad a –25°C almacenada durante 5 meses*

Resumen

Este experimento fue desarrollado utilizando ictiofauna no comercial de la FAC captuiada en las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz por el barco camaronero comercial FIPESCO 69, a una profundidad de 40-80 brazas.

De la muestra colectada se seleccionaron cuatro especies: *Syacium papillosum, Symphurus plagusia, Encinostomus argentus* y *Lutjanus campechanus* que fueron las más abundantes. Estas especies corresponden al grupo "A" por ser de carne blanca, textura firme y excelente sabor de acuerdo

* Ing. Leonel Bojórquez Landa, Téc. Rodolfo Arteaga, Téc. Antonio González. *Área de Tecnología Industrial*, CRIP-Tampico, Tamps, INP.

a la clasificación establecida en el ictiocatálogo de FAC en base a las propiedades funcionales de cada especie. (Bojórquez, L. y col. 1989).

Las tallas promedio de las cuatro especies fueron de 16, 14, 14 y 15 cm y los pesos promedio fueron de 115, 110, 100 y 115 g en orden consecutivo.

Para el procesamiento por medios mecánicos de la pulpa picada de estas especies (según diagrama de flujo) se obtuvo un rendimiento del 65% en troncho y el 36% en pulpa picada con respecto al pescado entero; la pulpa obtenida fue empacada en bolsas de polietileno y congelada a temperaturas de −25 a −30°C, en un congelador por contacto de placas por un periodo de 4 horas; posteriormente ésta fue embalada en cartón corrugado laminado y encerado con capacidad de 10 kg para ser almacenada a temperaturas que fluctúan de −25 a −35°C.

La pulpa picada de pescado fue almacenada por un tiempo de 5 meses (de mayo a septiembre de 1991); durante este tiempo fue muestreada mensualmente, con la finalidad de determinar el comportamiento de su calidad mediante análisis físico-químicos, sensoriales y microbiológicos.

La variación de la composición química proximal de la pulpa de pescado durante los cinco meses de almacenamiento fue mínima. (Véase Tabla 1).

En cuanto a la frescura se obtuvieron parámetros que se encuentran dentro de la norma de calidad de pulpas picadas de pescado, calificando el producto como aceptable para consumo humano y con un grado de calidad bueno.

Los parámetros que determinaron el grado de calidad referido son los siguientes: el pH promedio de la pulpa fue de 6.8, bases volátiles totales se obtuvo un valor promedio de 20.38 mg de nitrógeno por 100 g, rancidez; 0.491 micromoles de malonaldehido por kg y una evaluación sensorial de 18.2 puntos en la escala de 1 a 20 puntos.

En lo referente a la calidad microbiológica de la pulpa de pescado se encontró una carga inicial de 2 400 col/g la cual se había reducido substancialmente en la determinación final.

Las etapas para normalizar la pulpa de pescado significaron un proceso muy complejo debido a la heterogeneidad de la materia prima, para lo cual se requirió de un amplio soporte de trabajo experimental, para llegar a elaborar un ictiocatálogo y definir cuatro grupos de especies principales las cuales fueron catalogadas en base a sus características de color de la carne, textura y sabor.

Actualmente esta clasificación permite agilizar el trabajo de selección y agrupamiento de especies para ser procesadas por lotes y obtener pulpas de pescado normalizadas.

Catálogo de especies de peces no comerciales de la fauna de acompañamiento del camarón de las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz*

Resumen

En relación a los resultados obtenidos en estudios anteriores sobre la normalización de la pulpa picada de pescado, a partir de la ictiofauna no

* Ing. Leonel Bojórquez Landa, Téc. Rodolfo Arteaga Peña, Téc. José Antonio González R. *Área de Tecnología Industrial*, CRIP-Tampico, Tamps, INP.

comercial del camarón los cuales no fueron favorables; se propuso realizar un estudio más exhaustivo sobre estas especies, debido a su diversidad y heterogeneidad. Para este estudio, se consideraron muestras de especies menores de 14 cm, las cuales fueron colectadas durante las cuatro estaciones del año del periodo 1988-1989 por la flota camaronera comercial del puerto de Tampico, efectuándose su evaluación en el área de tecnología industrial del CRIP-Tampico.

Las cuatro muestras sumaron un total de 91 especies y fueron evaluadas en forma individual, determinándose parámetros de estructura física, porcentaje comestible (músculo), así como su destino de aprovechamiento para la industria pesquera; de esta evaluación el 81% son aprovechables para procesarse a pulpa picada, seco-salados y otros y el 19% son especies sin importancia comercial.

De las 91 especies que componen el catálogo 49 de ellas que fueron las más frecuentes se les determinó la composición química proximal, obteniéndose los niveles porcentuales más bajos de lípidos en las estaciones de verano y otoño, épocas favorables para el aprovechamiento de estas especies a pulpa picada, ya que la grasa es uno de los factores que influye en la estabilidad del producto.

Además, se realizó la evaluación sensorial al músculo en vía fresca y cocida, determinándose como parámetros físicos el color, textura y sabor, siendo de estos el de mayor importancia el color, resultando de éste la clasificación de cuatro grupos de especies por el color de su carne, tipos A, B, C y D, correspondiendo al grupo A el 57% de especies de carne blanca, el grupo B 16.5% de carne rosa, el grupo C el 12% de carne beige y el grupo D el 14.5% de carne obscura, esta clasificación de especies por grupos en base al color de la carne nos permitirá obtener una pulpa más homogénea en cuanto al color.

Este estudio basado en una serie de evaluaciones efectuadas en forma individual a las 91 especies nos facilitará determinar su destino y aprovechamiento, de éstas, 49 de ellas nos permitirán obtener una pulpa picada más homogénea en color y con mayor estabilidad durante su almacenamiento por el bajo nivel de lípidos, en las estaciones de verano y otoño, resultando de esto un avance en la normalización de la pulpa picada de pescado de la fauna de acompañamiento del camarón.

Modificación de fórmula y proceso para la elaboración de una fritura de pescado a partir de ictiofauna no comercial del camarón*

Para facilitar el aprovechamiento de la ictiofauna no comercial de camarón como pulpa picada de pescado, la estructura física y la clasificación en grupos por el color de su carne y en que épocas del año estas especies presentan el nivel más bajo de lípidos, fueron fundamentales para agilizar el proceso, los resultados que a continuación se presentan sobre la normalización de la pulpa picada de pescado fueron realizados a partir de la ictiofauna acompañante del camarón de las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz y Oaxaca.

---

* Ing. Leonel Bojórquez Landa, Téc. Rodolfo Arteaga Peña, Téc. Francisco Robles Ocejo. *Área de Tecnología Industrial*, CRIP-Tampico, Tamps, INP.
Ing. Rigoberto Rojas Crisóstomo. *Área de Tecnología Industrial*, CRIP-Tampico, Tamps y Salina Cruz, Oax.

Tabla 1

Comportamiento de la composición química proximal de la pulpa picada de pescado tipo "A" (carne blanca), almacenada de –25 a –30°C de mayo-septiembre de 1990

Mes	Humedad (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Cenizas (%)
Mayo	78.0	17.9	0.6	1.65
Junio	77.0	17.5	1.0	2.0
Julio	76.5	17.2	0.6	2.0
Agosto	76.0	17.4	1.5	3.0
Septiembre	76.0	17.6	1.0	3.0

Estos estudios han servido para mejorar la calidad de la pulpa de pescado estabilizada "surimi" la cual es utilizada como materia prima en la elaboración de una fritura de pescado (botana).

Para elaborar este producto se utilizó pulpa estabilizada, almidón de tapioca, sal, especies, huevo y agua. La pasta de pescado así como los demás ingredientes fueron mezclados en un *Silent Cutter*, hasta lograr una masa homogénea, manteniendo un ambiente frío durante el mezclado para evitar la desnaturalización de las proteínas; terminada esta fase, la masa es formateada manualmente en barras para ser cocinadas a vapor; posteriormente son enfriadas al medio ambiente y después refrigeradas. La masa obtenida adquiere una textura que le permite ser rebanada en hojuelas finas que posteriormente son secadas. Estas hojuelas secas para ser consumidas deben ser fritadas de preferencia en aceite vegetal.

El rendimiento obtenido de hojuela seca es del 54.0% con respecto a la cantidad de masa preparada, con una composición química proximal de: proteína 9.9%, lípidos 1.9%, cenizas 4.6% y humedad 12.3 por ciento.

En relación a su aceptación a nivel local, regional y nacional los resultados preliminares de las encuestas han sido muy favorables sobre todo en la población infantil, ya que es producto con un sabor agradable, crocante y sobre todo con aporte nutricional, no similar a las botanas comerciales a partir de harinas o de papa; en lo que se refiere a la cantidad y calidad de la proteína esto facilitará en un futuro cercano su comercialización y competencia con los productos tradicionales.

La elaboración de esta fritura de pescado, forma parte de un nuevo proyecto titulado: Modificación de fórmula y proceso, para la elaboración de una fritura de pescado. Ya que el producto obtenido anteriormente tenía una vida de anaquel muy reducida y características físicas y sensoriales no favorables, así como fallas técnicas en algunas etapas del proceso.

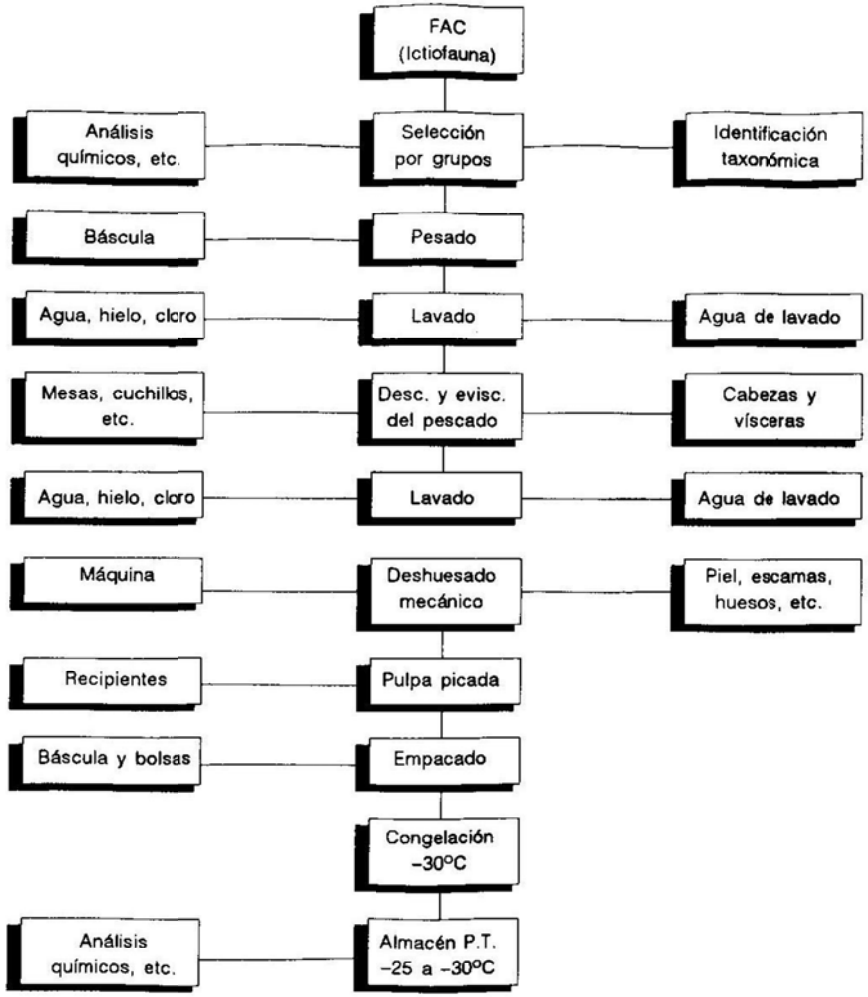
Conclusiones generales

Es importante resaltar que cada una de las etapas involucradas en el proceso tecnológico de manejo y transformación de los productos pesqueros tiene una particular importancia y dependiendo de la eficiencia y oportunidad con que se realice permitirá acceder a la siguiente asegurando la calidad del recurso pesquero y permitiendo obtener productos con los atributos sanitarios, técnicos y merceológicos necesarios para ofertarse al mercado para el consumo humano directo o para el uso industrial.

En cada una de las etapas se realiza además un proceso de estandarización de técnicas, procesos y productos que permiten generar las nor-

Diagrama de flujo
Proceso: pulpa picada de pescado

Figura 1



mas como instrumentos que facilitan la óptima utilización y transformación de los recursos pesqueros. (Fig. 1).

Finalmente y considerando la situación del país en relación a los recursos actuales y potenciales y al sector pesquero y su problemática, en cuanto a la organización de la extracción y comercialización, a la estructura de la demanda y a la ordenación de los servicios de apoyo, incluyendo prioritariamente la investigación tecnológica, se estima que para ampliar el mercado interno y acceder a los externos, el desafío en el campo de la utilización y el mercadeo estará relacionado con la producción estandarizada y definida para el tipo y sector del mercado al que se quiere acceder.

Principales documentos elaborados en el área

1. Proyecto piloto de conservación de anchoveta para consumo humano directo. (Escala industrial).

2. Utilización de anchoveta para consumo humano. (Reporte final del proyecto TCP/Mex-2203-1).

3. Utilización de anchoveta para consumo humano directo (Reporte avance No. 2).

4. Utilización de anchoveta para consumo humano directo (Reporte avance No. 3).

5. Manejo de pescado pequeño-pelágico a bordo y en tierra. (Informe No. 6).
   Productividad y calidad de materia prima en la industria enlatadora.

6. Manejo de pescado pequeño-pelágico a bordo y en tierra. (Informe No. 8).
   Manejo de anchoveta a bordo en contenedores AMHA "Champagne" II.

7. Manejo de pescado pequeño-pelágico a bordo y en tierra. (Informe No. 9).
   Manejo de anchoveta a bordo en contenedores AMHA "Champagne" III.

8. Estudios experimentales sobre conservación de anchoveta a bordo y su vida de almacenamiento en tierra.

9. Manejo de anchoveta a bordo en contenedores con agua de mar y hielo (AMHA)-Champagne.

10. Estudio preliminar del aprovechamiento de anchoveta reseca-congelada para consumo humano directo.

11. Paté de hígado de atún. (Informe avance).

12. Estudio tecnoeconómico de la Planta Procesadora de Anchoveta Salada.
    V. Perovic, I. Prieto, marzo 1990.

13. Actualización de costos y estudio de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de anchoveta ahumada enlatada.
    L. Ojeda, R. Zavala, junio 1989.

14. Investigación de mercados-informe técnico-sardina salada. L. Ojeda, F. Ma. Chávez, diciembre 1989.

15. Investigación de mercados-atún ligero, atún con verduras y chile en salsa de tomate y atún pibil.
    L. Ojeda, julio 1991.

16. Informe sobre procesamiento de la sardina y sugerencia para modernizar una planta enlatadora de sardina en México.
I. Baricic, L. Bojórquez, abril 1990.

17. Estudio preliminar del aprovechamiento de anchoveta fresca congelada para consumo humano directo.
I. Prieto, C. Caloca, julio 1989.

18. Utilización de macarela para consumo humano directo
I. Prieto, julio 1990.

19. Manejo de pescado pequeño para enlatado.
P. Hansen, Informe Técnico, 1o. de julio, 1991.

20. Saládo de pescado pelágico pequeño.
P. Hansen, Informe Técnico, 2 dè julio, 1992.

21. Estudio de prefactibilidad técnico-económico-financiero de tres presentaciones de atún enlatado.
G. Suárez, A.R. Castro, Informe Técnico, 3 julio 1991.

22. Estudio de prefactibilidad técnico-financiero de atún cocido congelado.
G. Suárez, A.R. Castro, Informe Técnico 4, julio 1991.

23. Investigación de mercados-Informe Técnico, atún cocido congelado.
L. Ojeda, julio 1991.

24. El sargazo gigante y el perfil del mercado consumidor de alginatos en México. Investigación de mercados.
L. Ojeda, F.M. Chávez, A. Albarrán, M.L. Gutiérrez.

25. Informe Técnico de alginatos.
R. Schweiger, noviembre 1991.

26. Informe Técnico de carragenanos (1a. parte).
R. Schweiger INP, septiembre 1991.

27. Informe Técnico de carragenanos (2a. parte).
R. Schweiger INP, noviembre 1991.

28. Informe Técnico final de extracción de carragenanos. Resultados y recomendaciones.
C. Caloca, J. Guardado, E. Hernández, G. Suárez, diciembre 1991.

29. Informe Técnico final de extracción de alginatos. Resultados y recomendaciones.
R. Reyes, G. Suárez, diciembre de 1991.

30. Reducción del consumo de agua dulce en el proceso de extracción de alginatos, mediante recirculaciones de los líquidos residuales de la preextracción y precipitación.
R. Reyes, Hernández G., INP/CICIMAR, 1991.

31. Informe final de investigación de mercados en las actividades de alginatos y carragenanos.
L. Ojeda, noviembre 1991.

32 Desarrollo experimental de nuevos productos de atún en México (asados y congelados).
Ma. Luz Díaz, V. Perovic.

33. Normalización de la pulpa picada congelada de pescado (−20 a −25°C), aprovechando la fauna de acompañamiento del camarón (ictiofauna) de las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz.
Bojórquez y col., 1987.

34. Catálogo de ictiofauna (no comercial) de acompañamiento del camarón, para elaborar pulpa picada en base a las propiedades funcionales de las especies. (Costas de Tamaulipas y norte de Veracruz).
Bojórquez L. y col., 1988-1989.

35. Normalización del proceso de la pulpa picada tipo "A", a partir de la Ictiofauna (no comercial) de acompañamiento del camarón y su estabilidad a –25°C almacenada por 5 meses (mayo-septiembre).
Bojórquez L., Arteaga R. y González A., 1991.

36. Modificación de fórmula y proceso para la elaboración de una fritura de pescado, a partir de ictiofauna (no comercial).
Bojórquez L., Rojas C., Arteaga R. y Robles F., 1993.

37. Elaboración de una fritura a partir de Surimi (pasta de pescado), de la especie Oreochromis aureus, (Tilapia).
Bojórquez L., González A. y Arteaga R., 1992.

38. Composición, distribución y abundancia de la ictiofauna en la zona 90, durante el cuarto ciclo de muestreo de camarón de alta mar y fauna de acompañamiento.
Rojas, C., 1991.

39. Composición de la ictiofauna, distribución y abundancia en la zona 90, durante el primer ciclo de muestreo de camarón de alta mar y fauna de acompañamiento.
Rojas, C., 1991.

40. Aprovechamiento integral de recursos pesqueros. Elaboración de productos seco-salados, ahumados y Surimi. Proyecto INP-México/OFCF-Japón.
Tapia, R., Rojas, C. y Ramirez H., 1992-1993.

Bibliografía

AOAC. 1975. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.*

AMERINE, M.A., PANGBORN R.M. y ROESSLER, E.B., 1965. *Principles of sensory evaluation of food.*

ANÓNIMO. 1970. *Utilización de productos.* Tokai Regional Fisheries Institute. Japón.

ANÓNIMO. 1978 *Recommended international code of practice for frozen fish,* CAC/RCP 16.

ANÓNIMO. 1981. The prevention of losses in cured fish. FAO *Fish. Tech. Pap., 219*: 87 p.

ANÓNIMO. 1982. *Conservación de productos hidrobiológicos por refrigeración y congelación.* JICA.

ANUARIO ESTADÍSTICO DE PESCA 1989. Secretaría de Pesca, México.

BAARDSETH, E., 1979. *Investigaciones sobre algas marinas de importancia comercial.* Centro regional de UNESCO, para el fomento de la Ciencia en América Latina. Docin 4/Montevideo. 28 p.

BOJÓRQUEZ, L.L. *et al.*, 1987. *Normalización de la pulpa picada congelada de pescado (-20-25°C), aprovechando la fauna de acompañamiento del camarón (ictiofauna) de las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz.* Informe técnico.

BOJÓRQUEZ L.L., ARTEGA, P.R. y GONZÁLEZ R.J.A., 1988-1989. *Catálogo de ictiofauna (no comercial) de acompañamiento del camarón, para elaborar pulpa picada en base a las propiedades funcionales de la especie, para las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz.*

BORGSTROM GEORGE. (Ed.). 1961. *Fish as food.* Vol. I, II, III, Academic Press.

BOSTOCK, T. y COUTER, J., 1989. El desarrollo y mercadeo de macarela (*Scomber japonicus*) salada en el Ecuador. En *FAO, Informe de pesca* No. 421, Suplemento Roma. Pp. 95-106.

BREND, R.J., 1990. *Proyect appraisal for developing countries*. New York University Press. N.Y.

BURGESS, G.H.O., 1967. (Ed.). *Fish Handling and Processing* Chemical Publishing Co. Inc.

CASAS VALDÉZ M., 1975. *Extracción, cuantificación y caracterización parcial de alginatos procedentes de seis especies de feofitas de las Costas de México.* Tesis Profesional. ENCB-IPN. México. 38 p.

CASAS VALDÉZ M., HERNÁNDEZ, G., TORRES J.R. y SÁNCHEZ R., 1985. Evaluación de los mantos de *Macrocystys pyrifera* en la Península de Baja California. (Verano de 1982). *Inv. Mar. Cent. Intred. Cien. Mar.* 2(1): 1-17

CHAPMAN V.J. y CHAPMAN D.J., 1980. *Seaweeds and their uses*. Chapman y Hall. Londres, New York. 334 p.

DAVIDSON, R.L. (Ed.). 1990. *Handbook of water soluble gums and resins*. 1990. New York. Mc.Graw Hill.

DEL PROO, G.S., 1969. Los recursos vegetales marinos de Baja California. Mex. Proc. *Six Seaweed International Simp.* Madrid, España. Pp. 685-690.

DEL PROO, G.S., DE LA CAMPA S. y PINEDA J., 1974. La cosecha de algas comerciales en Baja California. El sargazo gigante. *INP, Serie de divulgación* (6):14 p.

DEL PROO, G.S., CASAS M., DÍAZ A., DÍAZ M.L., PINEDA J. y SÁNCHEZ M.E., 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México, *Inv. Mar. CICIMAR.* 76 p.

DESROSIER, N.W., 1970. *The technology of food preservation.* The AVI Publishing Co. Inc.

DOTY M.S. y SANTOS C.A., 1978. Carrageenans from tetrasporic and cystocarpic *Eucheuma* species. *Aquat.* Bot. 4: 143-1499.

ESCARTÍN E., PARRILLA C., 1976. *Técnicas para muestreo y análisis microbiológicos de alimentos.* Dirección General de Investigación de Salud. SSA.

F. THATCHER y D.S. CLARK. 1973. *Análisis microbiológicos de los alimentos*. Ed. Acribia.

FAO. *La congelación en las pesquerías*. FAO. Doc. Téc. Pesca, (167): 90 p.

FAO. 1984. *Planning and Enginnering data 3. Fish Freezing FAO* fisheries Circular(771): 126 p.

FAO. 1985. *Informe de pesca* No. 340. Suplemento Roma.

FAO. 1989. *Suplemento al informe de la consulta técnica sobre utilización y mercadeo de pescado en América Latina*. Informe de Pesca No 421. 219 p.

GRAHAM, H.D. (Ed.). 1977. *Food colloids* West Point, Conn. Avi Publish.

GRAHAM, J. (Ed.). 1984. Planning and engneering data 3 fish freezing FAO. *Fisheries Circular* 771: 126 p.

GREER C.W. y YAPHE W., 1984. Characterization of hibrid (beta-kappa-gamma) carrageenan from *Eucheuma gelatinae*, using carrageenans, infrared and C-nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Bot. Mar.* 27: 473-478.

HANSEN, P. y TARKY W., 1989. Rapid Curing of Fillets of Herring and Similar Pelagic Fish. En: *FAO, Informe de pesca* No. 421, Suplemento Roma. Pp. 91-94.

HAUG, A., 1964. *Composition and properties of alginates*. Rept. No. 30. Norwegian Inst, of Seaweed Res. Trondheim, Norway; 126 p.

HAUG A., LARSEN y SMIDAROD. 1966. A study of the constitution of alginic acid by partial acid hydrolysis. *Acta. Chem. Scand.* (20): 183-190.

HENDERSON y QUANDT. 1980. *Microeconomic theory: A mathematical approach*. Economics Handbook series.

HERSCHDOERFER, S.M. (Ed.). 1968. Quality control in the food industry. Academic Press.

HIRASE S. y WATANABE K., 1972. The presence of pyruvate residues in lambda carrageenan and a similar polysaccharide. *Bull. Inst. Chem. Res. Kyoto. Univ.* 50: 332-336.

INFOFISH INTERNATIONAL. Número 5/90. Sept/Oct. FAO.

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA. 1975. Catálogo de peces mexicanos. México.

INTERNATIONAL TRADE COMMISSION. 1990. *Tuna competitive conditions affecting the US and european tuna industries in domestic and foreing markets.* USA.

JENSEN, J.G. y HANSEN, P., 1983. *Bulk handling and chilling of large catches of small fish.* Part II: Purse seine catches. FAO Infofish Marketing Digest No. 1. Pp. 34-38.

JENSEN, J.G., 1983. *Bulk handling and chillling of large catches of small fish.* Part IV. Handling on shore. FAO Infofish Marketing Digest. No. 3. Pp. 38-41.

JOSLIN, M.A. y J.L. HEID. (Eds.). *Food processing operations, their management, machines, materials and methods.* Vol 1, 2 y 3.

LEE, F.N., 1985. Design and operation of chilled sea water systems. *Can Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1 363. 31 p.

LEES, R., *Análisis de los alimentos.* Ed. Acribia.

LENTZ. R. y RUFFO, E., 1980. Final report Guatuso experiment. Informe Interno, Pesquera Zapata, S.A.

LUDORFT, W. y MEYER, V., 1978. *El pescado y los productos de la pesca.* Ed. Acribia.

MARINE COLLOIDS OF FMC CORP. 1977. *Carrageenan marine colloids of FMC.* Corp.

MCHUGH, D.J. (Ed.). 1987. *Production and utilization of products from commercial seaweeds.* FAO Fisheries Technical Paper 288. Roma.

MISHRA, S.N. y BEYER, J., 1976. *Cost-benefit analysys. A case study off the Ratnagiri fisheries proyect.* Hindustan Publishing Co. India.

MYKLESTAD S., 1968. Ion exchange properties of brown algae. I. Determination of rate mechanism for calcium hydrogen ion exchange for particles from *Laminaria hyperborea and Laminaria digitata. J. App. Chem.* (18): 30-36

NORTH W.J. (Ed.). 1971. *The biology of the giant kelp beds in California.* Nova Hedwigia. 600 p.

OJEDA. L., 1989. *Investigación de mercados. Sardina salada.* Informe Interno Proyecto FAO/PNUD/MEX/87/019.

OKASUKI A., 1971. *Seaweeds and their uses in Japan.* Tokai University Press. Tokyo.

PERNAS A.J. *et al.*, 1967. Chemical heterogenety of carrageenans as shown by fractional precipitation with potassium chloride. *Acta. Chem. Scand.* 21: 98-110.

PEROVIC, V., IZQUIERDO, L.A., BUENROSTRO, J.M.L. y YANO, A.M. 1985. Utilización de Anchoveta (*Engraulis mordax*) para consumo humano directo en México. En: *FAO, Iniorme de pesca* No. 340, Suplemento Roma. Pp. 222-243.

PRIETO, I., 1990. *Utilización de macarela (Scomber japonicus) para consumo humano directo.* Informe interno CRIP-Ensenada. 15 p.

RAGULIN, A.E., 1958. The comparative characteristics of Anchovy salting using dry salt and salt solutions. En: *Selected articles from technology of fish processing.* Food Industry Publishing House. Moscow. Pp. 60-65.

REES, D.A., 1963. The carrageenan system of polysaccharide. Part 1. The relation between kappa and lambda components. *J. Chem. Sci.* 821-832.

RIVERA H., 1984. *Secuencia de ácidos urónicos en alginatos.* Norwegian Inst. of Mar. Biochem. NTH, Trondheim Norway. Tesis Doctoral. 144 p.

S. LIBUCHI (Ed). 1974. *Commercial practice for handling and freezing fish fishery productos.* JICA.

SECRETARÍA DE PESCA, 1987. *Desarrollo pesquero mexicano.* Tomo III. México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1988. *Desarrollo pesquero mexicano.* Tomo IV. México.

SCHMIDT, P.G., 1960. Purse seining: deck design and equipment. *FAO Fishing Boats of the World 2.* Pp. 31-55.

SMIDAROD O. *et al.*, 1967. The effect of alkali treatment on the chemical heterogeneity and physical properties of some carrageenans. *Acta. Chem. Scand.* 21: 2 585-2 589.

SMITH D.B., COOK W.H. y NEAL J.L., 1954. Physical studies on carrageenin and carrageenin fractions. *Arch. Biochem. Byophys.* 53: 192-204.

SMITH H.M., 1905. The seaweeds industries of Japan. *Bull of the Bureau of fisheries* 24: 135-165.

SNOEREN T.H.M. *et al.*, 1975. Electrostatic interaction between kappa-carrageenan and kappa-casein. *Milchwissennachft* 30: 393-3986.

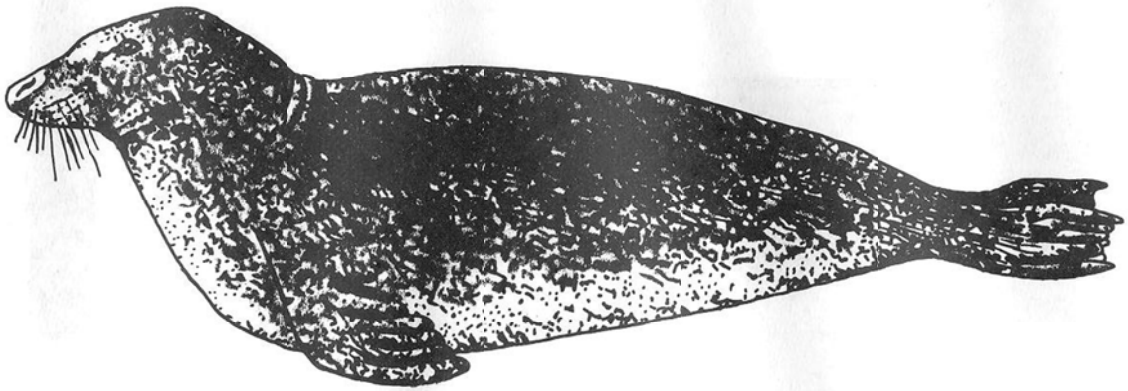
STANLEY E. CHARM. 1971. *The fundamentals of food engineering.* 2da. Ed. West Point Conn. The Avi Publishing Company, Inc.

TROPICAL PRODUCTOS INSTITUTE LONDON (Ed.). 1977. *Proceedings of the conference on the handling. Processing and marketing of tropical fish.*

WISTLER, R.L. y J.N. BEMILLER. *Industrial gums, polysaccharides and their derivates.* 2da. Ed. New York. Academic Press.

WOYEWODA, A.D., S.J. SHAW, y B.G. BURNS. 1987. *Recomended laboratory methods for assement of fish quality.* Departament of fisheries and oceans. Halifax, Nova Scotia, B. 3J-257.

MAMÍFEROS MARINOS



BALLENAS

Luis Fleischer
Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos marinos (PNICMM)
CRIP-La Paz, INP

Introducción

Dentro de la gran diversidad de especies marinas que ocurren en la Zona Económica Exclusiva y que forman parte de nuestra riqueza natural, existen ciertos grupos de mamíferos que dependen exclusivamente del mar para su supervivencia, agrupados en un conjunto denominado mamíferos marinos. Estos organismos presentan adaptaciones al medio acuático y características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento distintas, como resultado de un proceso de selección evolutiva de más de 80 millones de años.

En México, los mamíferos marinos presentes en nuestros mares se pueden asignar a los siguientes grupos biológicos: los Cetáceos (ballenas y delfines); los Pinnípedos (focas y lobos marinos); los Sirénidos (manatíes). Un cuarto grupo, el de los Mustélidos (nutria de mar), aunque anteriormente existente, fue erradicado de nuestras costas a principios de este siglo (Fleischer, 1979).

Estas especies, su abundancia y distribución en nuestra Zona Económica Exclusiva, su dinámica poblacional y el papel ecológico dentro de los ecosistemas que ocupan, son poco conocidas, y algunas de ellas solamente han sido superficialmente estudiadas. Por lo que la presente contribución a esta serie conmemorativa que el Instituto Nacional de la Pesca (INP), con motivo de su XXX Aniversario ha generado bajo el título "Pesquerías Relevantes de México" tiene como objeto principal desarrollar un diagnóstico actualizado del conocimiento de algunas de las principales especies de mamíferos marinos que habitan en nuestros litorales, elaborando además en su análisis recomendaciones concretas tendientes a la administración integral de estos recursos, sujetos en México, por ley, a protección especial.

Otras especies pertenecientes al grupo de mamíferos marinos y de interés fundamental, los delfines, se presentan por separado en este volumen, habiendo sido preparado también por investigadores del PNICMM, por lo que en el presente trabajo se describen únicamente a los grandes cetáceos o ballenas, como comúnmente se les conoce. Así, estas especies se tratarán siguiendo un orden sistemático y un patrón de información que abarca puntos fundamentales, tanto de su biología y ecología, como consideraciones económicas y de conservación, aspectos que en conjunto pretenden únicamente servir como marco de referencia sobre el estado actual del conocimiento nacional de estos recursos. En forma especial se

incluye como anexo una revisión histórica, en orden cronológico, de las acciones legales generadas en México tendientes a su conservación y protección especial, los antecedentes tanto jurídicos como de investigación más relevantes.

Esta contribución sobre ballenas, la de delfines y la preparada con otros autores sobre pinnípedos, se centran solamente en las especies comúnmente encontradas en nuestros litorales, ya que los mamíferos marinos presentes en la Zona Económica Exclusiva de México son 45 especies, las que se pueden agrupar de acuerdo a varios criterios como: especies residentes, endémicas, migratorias, y otras sólo como especies que ocasionalmente visitan nuestras aguas, concentrándose esta sección en las primeras que son más conocidas y normalmente reportadas en nuestros litorales.

Cetáceos (ballenas y delfines)

El nombre de este Orden biológico se deriva del griego "Cetus" o "Ketus" que significa "Ballena". Los miembros de este grupo de mamíferos marinos son los más especializados al medio marino y, a diferencia de los otros tres Ordenes que constituyen en su conjunto al grupo, son los que están totalmente ligados al medio acuático.

Existe una gran diversidad de cetáceos que se pone de manifiesto no sólo en el número de especies que forman el Orden, sino en sus tamaños, pesos, coloraciones y características morfológicas. Por ejemplo, tomando en consideración la talla, se puede observar un rango de tamaños que oscila entre 1.0 a 30.0 m de longitud; consecuentemente, pero sin existir un patrón de relación constante, sus pesos varían también, no solamente con las tallas, sino con la diferencia existente entre los dos sexos, ya que las hembras tienden por lo general a ser de mayor tamaño; sin embargo, a pesar de esta diversidad de formas, pesos y tamaños, existen ciertas características morfológicas comunes que nos permiten describir y agrupar a los cetáceos.

Todos los cetáceos modernos evolucionaron de formas terrestres que, abandonando su existencia sobre la tierra, retornaron al mar hace millones de años, para explotar un nicho ecológico vacante. Más estable y rico en alimentos, el hábitat marino permitió el rápido desarrollo de características, adaptaciones paralelas y, sobre todo, motivó un arreglo evolutivo del cual los cetáceos actualmente son los únicos mamíferos marinos que completamente dependen y realizan todas las facetas de su ciclo biológico en el mar.

Esta alta especialización se manifiesta en características únicas del grupo como son: total modificación de las extremidades, las anteriores transformadas en aletas y las posteriores desapareciendo totalmente en el exterior del cuerpo, (presentes solamente en forma rudimentaria en el interior de la cavidad del cuerpo de algunas especies); la presencia de una cola bilobular orientada en el plano horizontal (a diferencia de los peces), y que es responsable de la principal fuerza propulsora de estos animales. Los nostrilos o aberturas nasales que están colocados en la parte más alta de la cabeza, lo que lleva consigo una gran modificación del cráneo, fusión de vértebras cervicales y un arreglo de la columna vertebral que implica gran flexibilidad del sistema esquelético en general. Otras características fisiológicas son su alta capacidad pulmonar, mayor que la de los mamíferos terrestres de dimensiones comparables. Sistema vascular muy desarrollado que faculta una transportación de sangre y gases más eficientemente en el cuerpo, y que es una venta-

josa adaptación a los prolongados periodos de apneas durante el buceo; una cubierta aislante formada por una capa de grasa y tejido conectivo, que protege y ayuda eficientemente a la termorregulación, particularidad muy importante para los organismos que viven en un medio que transmite el calor 27 veces más activamente que el aire. Aspectos todos relevantes en el éxito que estas especies han adquirido para explotar el medio acuático. Otras características interesantes de resaltar son sin duda las relacionadas con la comunicación, navegación y comportamiento, que dan una gran relevancia al grupo por el alto grado de desarrollo y sofisticación y que hacen que en dondequiera que el hombre los encuentre en el mar, descubra un gran significado y valor en estos mamíferos marinos.

Para su estudio los cetáceos se dividen en dos grandes grupos biológicos que corresponden al Suborden Misticetos (ballenas sin dientes) y Suborden Odontocetos (ballenas con dientes, Fig. 1).

Misticetos (ballenas sin dientes)

Actualmente existen representantes de 3 familias vivientes de Misticetos: Eschrichtiidae, Balaenidae y Balaenopteridae, estando extintos todos los miembros del Suborden Archaeoceti.

Agrupadas en estas 3 familias, las 11 especies vivientes de Misticetos se caracterizan por presentar dientes rudimentarios, únicamente en los estadíos fetales. Presentan también, a diferencia de los Odontocetos, una abertura nasal externa bipartita, un perfil convexo en la parte superior del cráneo (maxila y premaxila) y una construcción esquelética del tórax más rudimentaria; su esternón, a diferencia de los odontocetos, está solamente unido a 1 o 2 de las costillas.

Muy importante por su valor sistemático y funcional son las placas córneas, "barbas" o más propiamente denominadas "ballenas", con lo que genéricamente se conoce al grupo y que aunque sustituyen a los dientes, no tienen ninguna relación ontogenética ni filogenética directa. Son estructuras únicas que no crecen de las encías, sino que se derivan del paladar. Son muy distintivas en sus características y formación y permiten dividir al grupo de los Misticetos, de acuerdo a la estrategia alimentaria, en 3 grupos, los que según Nemoto (1970) son:

1. "Rascadores": Los que rascan las capas superficiales del agua con la boca abierta; tienen las barbas más largas y consecuentemente una mayor masa cefálica (hasta un 30% de su tamaño), por ejemplo los miembros de la familia Balaenidae.

2. "Sorbedores": Los que ingieren su alimento normalmente filtrando las capas de agua lateralmente o por abajo; tienen menormente desarrolladas las "barbas" y consecuentemente su masa cefálica es solamente de un 25% de su longitud total y es además más aplanada; sus mandíbulas superiores tienden por lo general a amoldarse dentro de las inferiores; por ejemplo los miembros de las familia Balaenopteridae.

3. "Intermedios": Los que se alimentan utilizando ambas estrategias o como la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), especie bentófaga y el único miembro actual de la familia Eschrichtiidae.

Históricamente, el valor de los Misticetos para el hombre ha sido muy grande, ya que todas las especies de este grupo, con una sola excepción, han sido utilizadas desde épocas muy antiguas, hasta llegar al auge ballenero del siglo pasado

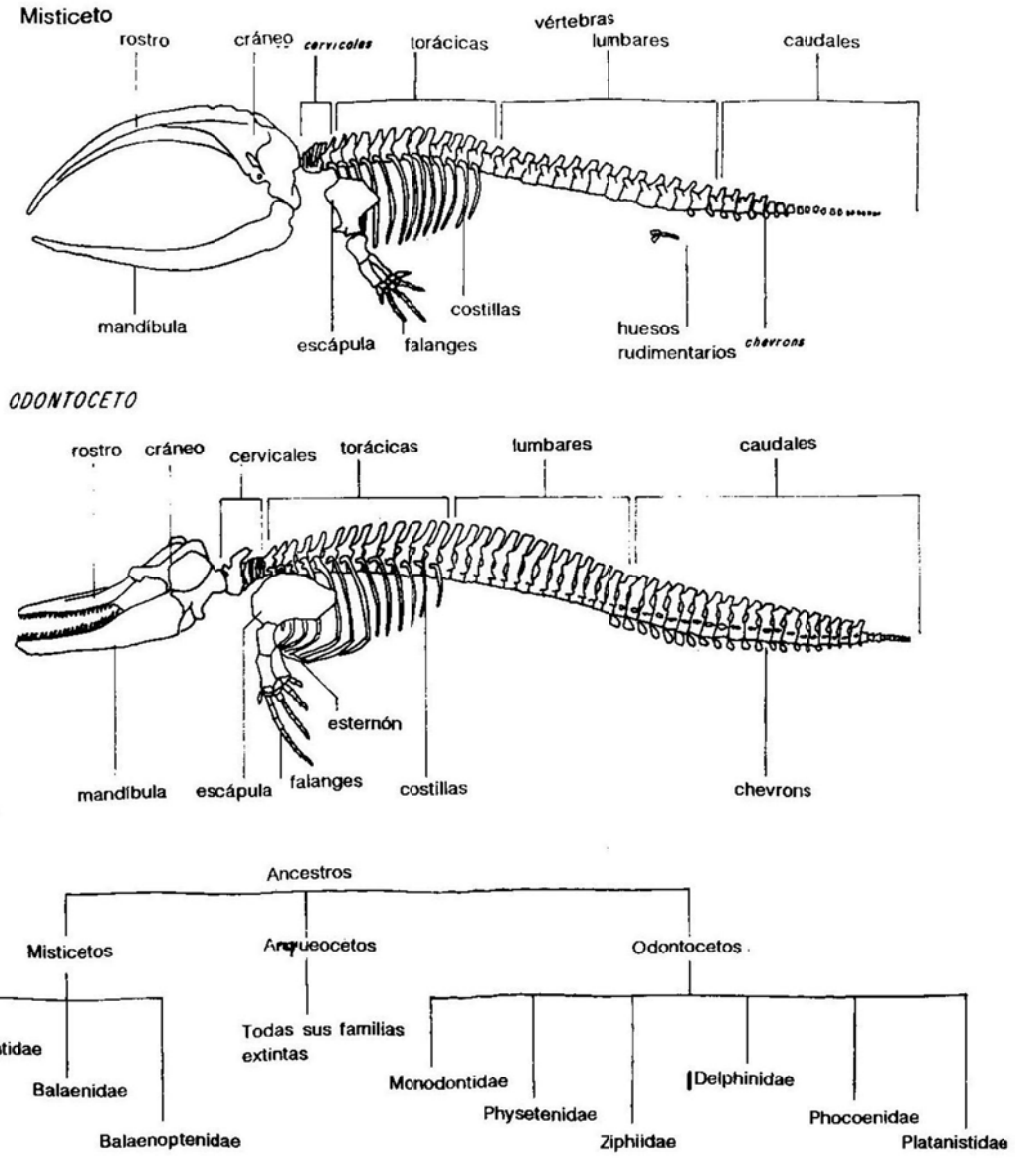


Figura 1

Comparación anatómica entre misticetos y odontocetos y divergencia evolutiva de las familias de ballenas

y el posterior desarrollo de la industria ballenera moderna, la que basó primordialmente su desarrollo en la explotación de los grandes cetáceos y que se mantuvo por muchos años mediante la aplicación de normas internacionales y nacionales de regulación que aseguraran la sobrevivencia de estos recursos, aunque no siempre con los resultados esperados, ya que en algunos casos hubo sobrexplotación.

Familia Eschrichtiidae

Esta familia es la más antigua de los Misticetos. Contiene una sola especie viviente, cuyo rango de distribución está limitado actualmente al Pacífico Norte. Las características más relevantes que la distinguen son:

El rostrum corto y su masa cefálica comparativamente más corta que la de los otros Misticetos. Maxila, premaxila y vomer curvos hacia adelante; siete vértebras cervicales. Las "barbas" son blancas o de color crema, gruesas, cortas y muy abundantes; presentan de 2 a 4 y a veces hasta 6 líneas muy conspicuas en la región ventral de la garganta, pero no presentan los pliegues ventrales característicos de los otros Misticetos. No presenta aleta dorsal, pero sí una serie de nódulos o gibas situadas a lo largo del soporte caudal. Sus aletas pectorales internamente tienen solamente cuatro dedos.

Único miembro vivo de esta especie, la ballena gris es también el único cetáceo que se ha recuperado totalmente de la sobrexplotación y para México constituye un símbolo de conservación.

Ballena gris de México

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Misticetos
Familia: Escrhichtiidae
Género: *Eschrictius* (Gray, 1864)
Especie: *robustus* (Lilljeborg, 1861)

La ballena gris es el único miembro sobreviviente de toda la familia y el cetáceo vivo más primitivo que existe actualmente. En apariencia sus características morfológicas son intermedias entre las de las otras dos familias del suborden de los Misticetos.

En esta especie, los machos adultos alcanzan los 14.3 m de longitud y su peso es superior a las 16 toneladas (Rice y Wolman, 1971). Mientras que las hembras adultas alcanzan los 15.0 m de largo y pueden llegar a pesar hasta 30 toneladas cuando están preñadas (Mate, 1981). Los ballenatos miden en promedio 4.6 m de longitud y pesan alrededor de media tonelada al nacer. El color de estos Misticetos es gris moteado, con un manchado muy característico de marcas naturales blancuzcas y cicatrizaciones de la piel con diversos tonos de gris, razón por la que la población recibe el nombre común de ballena gris.

Población

La distribución histórica de este recurso en el Pacífico Norte permite reconocer dos subpoblaciones o "stocks", al parecer geográficamente aisladas: la del oeste, conocida comúnmente como ballena gris del Mar Okhotsk o coreana, con un nivel poblacional actualmente incierto y presumiblemente para algunos especialistas ya extinta (sólo 7 ejemplares aislados se han reportado desde 1968, Brownell y Chun, 1977). Aunque recientemente se reportaron en varios trabajos soviéticos avistamientos de esta subpoblación, no existe un acuerdo global sobre el estado que guarda actualmente esta población (IWC, 1990). La otra población denominada ballena gris de Califor-

nia, que más correctamente debería denominarse ballena gris de México, es sin duda la especie de cetáceos que quizá más ha sido estudiada en tiempos modernos, tanto por su accesibilidad como especie costera, como especialmente por su hábito migratorio que la hace susceptible y predecible para la investigación (Fleischer, 1978).

La ballena gris de México se distribuye durante el invierno en números abundantes en las lagunas costeras de Ojo de Liebre, Guerrero Negro, San Ignacio y el conjunto lagunar de Bahía Magdalena, en la Península de Baja California, que son los sitios primordiales para su procreación y reproducción (Fig. 2). También, aunque en números muy limitados y de manera infrecuente (Fleischer y Maravilla, 1990), se les encuentra en la zona costera continental de México, principalmente en las áreas de Yavaros, Son. y Bahía Reforma, Sin.; además de ser reportada ocasionalmente en otras áreas del Golfo de California (Gilmore *et al.*, 1967; Vidal 1989; Fleischer y Maravilla, *op. cit.*). Todas estas zonas son de distribución prístina, lo que al parecer puede indicar una lenta expansión de la población hacia su rango geográfico de distribución histórica inicial. Esto último quizá es una consecuencia de la recuperación en número de individuos que esta especie ha alcanzado bajo la protección nacional e internacional a ella otorgada en las últimas décadas.

Estimaciones recientes de la población indican un incremento sostenido del recurso y una subsecuente estabilización de la población alrededor de un número de 18 000 ± 2 000 ballenas, con incremento anual del 2.25% (Reilly *et al.*, 1983). Aunque la porción reproductora que anualmente visita México no indica este crecimiento (Fleischer y Beddigton, 1985). Los análisis de las estimaciones de productividad en las áreas principales de su procreación observan que el incremento puede ser mayor (Fleischer, en prep.).

Aunque no todos los aspectos de su biología se conocen en detalle es, sin duda como se ha apuntado, el grupo de ballenas mejor observado y estudiado de todas las especie de Misticetos.

Sabemos, por ejemplo, que a diferencia de las otras especies, la ballena gris está adaptada específicamente para alimentarse en el fondo, es decir es bentófaga, y preferentemente de anfípodos, los que son muy abundantes en los mares árticos donde pasa el verano y otoño. Algunos tipos de peces como anchovetas e incluso algas marinas son ocasionalmente y quizá en forma accidental también ingeridos por estos cetáceos (Nerini, 1984). La evidencia demuestra que durante su estancia en aguas nacionales, la ballena gris no realiza ninguna alimentación sustancial y que si existe es sólo esporádica y se presenta en casos aislados; por lo que se puede afirmar considerando que los elementos fundamentales de su dieta no existen en abundancia en las lagunas de procreación y que tampoco aparecen muestras masivas de estas actividades alimentarias (huellas en el fondo), que no se da una alimentación sustancial de la porción reproductora de esta especie durante su estancia en las lagunas costeras de la Baja California en México.

Los estudios realizados en un ejemplar inmaduro mantenido en cautiverio por varios meses (Kenney, com. pers.) han permitido corroborar observaciones sobre la fisiología de esta especie y, aunque por un lado hay que resaltar la naturaleza atípica de estas observaciones en cautiverio, por el otro hay que reconocer el mérito de haber mantenido a un Misticeto en cautividad por primera vez y haber podido experimentar con él ciertos

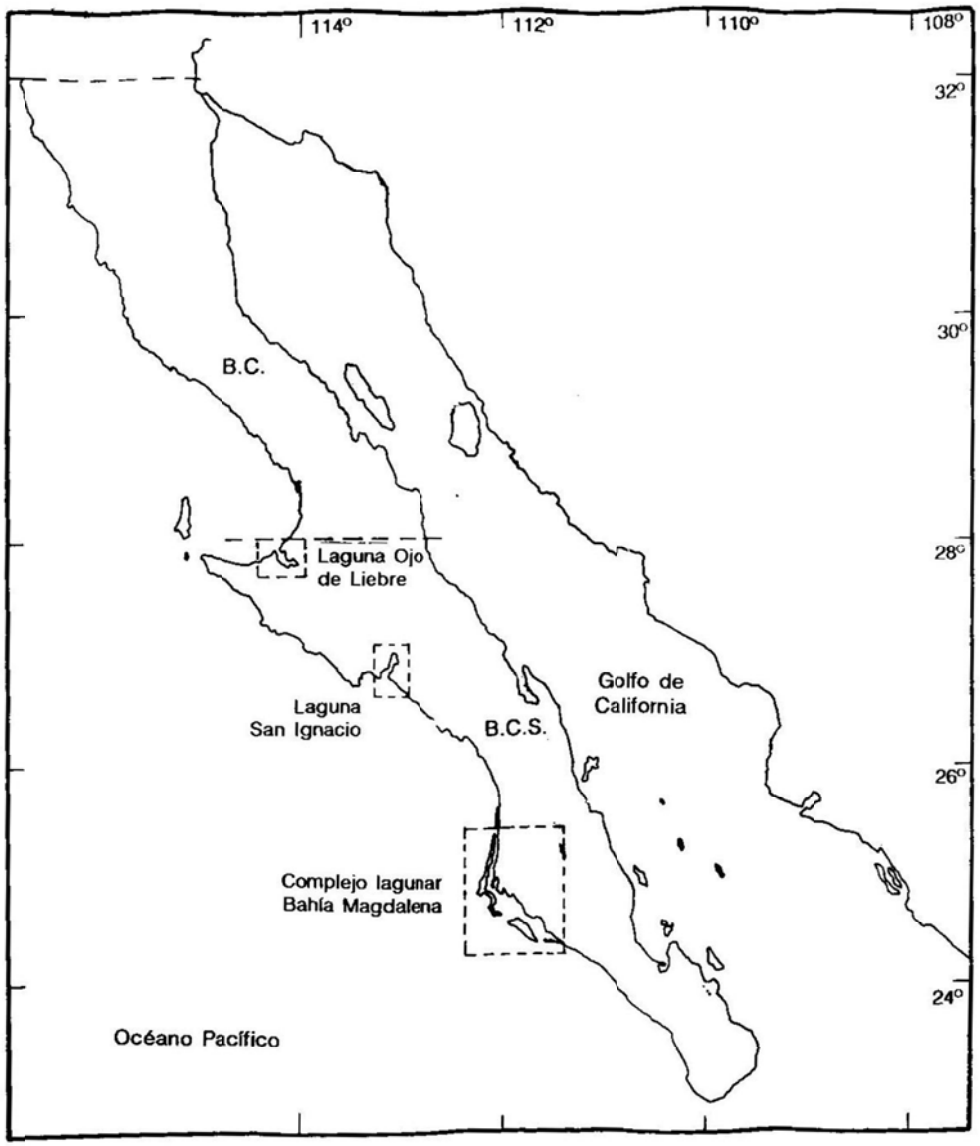


Figura 2

Sitios de alta concentración de ballena gris en Baja California Sur, México

aspectos fisiológicos de interés. Otros estudios han calculado que una ballena gris adulta consume unas 10 kilocalorías por kilogramo de peso por día, o sea un 7% de su peso total por día (Rice y Wolman, 1971).

Su hábito migratorio y puntual paso cercano a la costa nos permiten saber que esta especie recorre anualmente entre 15 000-18 000 y hasta 20 000 km, desde los diferentes sitios de alimentación en regiones árticas, hasta los sitios subtropicales de su reproducción en México. Esta migración constituye la más extensa que se ha reportado en la clase Mammalia y es la peculiaridad más significativa de esta especie. Arribando a las costas mexicanas a finales de diciembre, permanece en las someras aguas de las lagunas costeras de Baja California hasta mediados de febrero, fecha en que los machos adultos y hembras sin crías inician su recorrido hacia el norte (Fleischer, 1979). Es importante señalar el cruce o empalme existente entre las direcciones de las ballenas que vienen apenas arribando tardíamente a México (animales inmaduros generalmente) y las de las que ya van de retorno a los sitios de alimentación en el norte. A diferencia de éstas, las hembras con crías del año permanecen en aguas nacionales hasta los finales de marzo y algunos ejemplares aislados, hasta finales de abril (Fleischer, en prep.). El resto de la migración de primavera, que ocurre a lo largo de la costa de Estados Unidos y Canadá, está bien documentada (Reilly *et al.*, 1980; Rugh y Braham 1979; Poole, 1984; Brewick *et al.*, 1990; Rugh y Dalheim, 1990), pero su revisión detallada escapa al objetivo fundamental de este trabajo. Su comportamiento también se ha estudiado bastante y aunque no se tiene la secuencia espectacular de otras especies de cetáceos, sí es interesante señalar que los aspectos más relevantes de su reproducción y la crianza ocurren anualmente en aguas mexicanas. Mucho énfasis se ha puesto en las observaciones del comportamiento copulatorio de esta especie y en la relación existente entre hembras y crías.

Actualmente se pueden puntualizar ciertos comportamientos tales como la elevación de la cabeza en forma vertical que se denomina "espionaje", patrón muy característico de esta especie, así como saltos repetidos en los que los cuerpos enteros de estas ballenas salen completamente del agua y que se presentan en frecuencias características. Muy en particular se debe mencionar el comportamiento denominado "amistoso" en el que ciertas ballenas se aproximan a las lanchas turísticas y permiten que se les toque. Por muchos años se consideró que esta especie no producía sonidos, pero se han encontrado ciertos sonidos "metálicos" en frecuencias de 12 khz y probablemente asociados con ecolocaciones (Watson, 1981; Dalheim, 1987).

Los machos de más de 11.0 m promedio, se considera que ya han alcanzado la madurez sexual y las hembras se estima que cuando han alcanzado una longitud promedio mínima de 11.7 m, calculándose además entre 5 y 11 años de edad para alcanzar tal longitud y una media en general de 9 y 6 años respectivamente para esta madurez (IWC, 1990). La gestación es aproximadamente de 11-13 meses y el rango de hembras preñadas es de 0.46 por año, lo que sugiere que una ballena gris adulta puede dar a luz cada dos años y no cada año como se suponía (Swartz y Jones, 1983; Fleischer y Beddington, 1985). Utilizando un método diferente, basado en el reconocimiento de individuos fotografiados en diferentes temporadas, se obtuvieron resultados similares. El cuidado materno y amamantamiento dura aproximadamente 8 meses cuando las crías miden ya entre 7 y 8 metros (Tomilin, 1957; IWC, 1990).

Se han realizado observaciones directas tendientes a entender la patología y parasitología de esta especie, utilizando materiales frescos colectados en ejemplares varados o durante las capturas comerciales de los años pasados. Tomilin (1957) reportó ciertos endoparásitos no identificados en el tracto digestivo; posteriormente Rice y Wolman (1971) mencionan la presencia de únicamente 8 especies de endoparásitos. Es importante que en general la infestación interna es menor que en otras especies de Misticetos y que los grupos comúnmente encontrados incluyen Nematodos (1 especie), Trematodos (5 especies), Céstodos (2 especies) y Acantocéfalos (6 especies); pero en contraste la infestación externa por ectoparásitos es muy abundante y constituye una característica de esta especie. Entre las especies más típicas de ectoparásitos reportados en la ballena gris de México se pueden citar 13 especies de Ciámidos, siendo *Cyamus scammoni*, el más abundante. Mate (1981) reporta *Leptospirosis* que pueden estar relacionadas con algunos nacimientos prematuros en esta especie.

Dinámica poblacional

Debido a su característica migración y hábito costero existen datos acumulados para esta especie, tan prioritaria para México, que nos permiten reconstruir algunos aspectos de su dinámica poblacional, los que no solamente ilustran sus parámetros vitales, sino que también permiten comparativamente entender diversos aspectos poblacionales de otros Misticetos y analizar los datos directos tomados durante la fase de explotación comercial a la que estuvieron sometidas estas ballenas y que aportan evidencias mayores sobre aspectos poblacionales relevantes de todas ellas. Por ejemplo, basándose en datos sobre fertilidad de hembras capturadas, Rice y Wolman (1971) reportan un índice de natalidad del 0.23 según el análisis realizado en fetos. Estudiando las ballenas inmaduras y ballenas adultas capturadas, la proporción de sexos en la población al parecer es de 1:1 para todas las edades. Considerando estos datos y asumiendo una población estable en la que los nacimientos deben balancear la mortalidad natural, se puede entonces calcular que el porcentaje de ballenas inmaduras era el 44% de la población total para esa época. Actualmente, el trabajo sistemático que ha estado desarrollando el PNICMM, dependiente del INP, en las áreas de procreación en México, nos permiten corregir o ratificar algunos de estos puntos (Fleischer, 1990; Fleischer y Maravilla, 1990; Fleischer, en prep.). En cuanto a su crecimiento, se sabe que la ballena gris, como los otros Misticetos, tiende a crecer rápidamente durante el primer año de vida, constituyendo una ventaja adaptativa relacionada directamente con la termorregulación y, quizá como mencionan otros autores, secundariamente por razones de protección contra depredadores.

Interesante es el hecho de que a través de los años de su crecimiento hasta alcanzar la madurez sexual, no existen cambios notables en las proporciones de los órganos locomotores (aletas y cola); así como tampoco una diferenciación sexual marcada, aunque como en las demás especies de Misticetos, las hembras tienden a ser mayores que los machos. La madurez física se obtiene en los ejemplares que en promedio han alcanzado longitudes totales de 13.0 para machos y 14.1 para hembras, con edades calculadas para ambos de 40 años.

Rice y Wolman (1971), utilizando la fórmula de Chapman y Robsonn (1960), calcularon valores diferenciados de la mortalidad para machos de 0.081 y 0.095 para hembras. También utilizando datos únicamente de la proporción de hembras obtenidas en las capturas comerciales de esos años, se obtuvo un valor comparativo de 0.082,

sugiriendo que para esa época el valor de la mortalidad era del orden de 0.08. Reilly (1981) revisa algunos de los aspectos relevantes de la dinámica poblacional de esta especie reportando valores de productividad de 3.7% por año; un índice de fertilidad del 0.40; edad de madurez sexual, 8 años, e índices de sobrevivencia de los adultos de 0.945 y 0.899 para juveniles. Además construye un modelo de recuperación de esta población, basándose en datos de censos desde la costa y simulaciones con 18 años de extrapolación; concluyendo que el stock inicial debe haber sido del orden de 24 000 ejemplares. Fleischer y Beddington (1985) y Fleischer (en prep.) revisan estos datos poblacionales y los corrigen basándose en los resultados del Programa Nacional de México. Además, estos datos concuerdan con algunos de los resultados generados independientemente por investigadores rusos que trabajaron en las áreas de alimentación de esta especie y cuestionaron en conjunto los resultados citados.

Ecosistemas que ocupan

La migración de la ballena gris se expande a lo largo de 50° de latitud, exponiéndola a un rango muy amplio de hábitats y condiciones ambientales. Por ejemplo, las temperaturas oscilan entre los 18°C y 0°C, o inclusive menores en los límites de su distribución en zonas árticas. En estas áreas, la especie tolera no sólo condiciones de temperatura extremas, sino también de iluminación, ya que en la época de su alimentación, hay luz solar las 24 horas continuas por varias semanas, decreciendo gradualmente esta iluminación hasta periodos de menos de 8 horas de luz. El efecto de estos cambios fotoperiódicos en las ballenas y su relación con la migración no ha sido estudiada. En general el hábitat de la especie se puede considerar como costero o de aguas someras y en los extremos de su distribución (aguas árticas y áreas subtropicales) existen condiciones tan diferentes que la adaptación a estos medios nos indica que la especie tiene una amplia tolerancia al medio ambiente. Su influencia en las comunidades bentónicas, parte fundamental de su alimentación, son obvias, pero con las otras especies del ecosistema no son tan claras. Sabemos, por ejemplo, que en la actualidad en el medio marino esta especie no tiene un cetáceo competidor directo, ya que esta ballena se alimenta del bentos y no del plancton, ocupando así un nicho ecológico único muy especializado. Mucho se ha discutido recientemente sobre el efecto que esta especie de ballena puede tener en los otros Misticetos y se piensa que la falta de competencia directa con otros cetáceos es quizá una razón primordial de la recuperación poblacional tan exitosa ocurrida en esta especie. Dentro de los predadores de la ballena gris se deben citar las orcas (*Orcinus orca*) y potencialmente algunos tiburones (*Carcharodon sp.*), que pueden atacar a las ballenas jóvenes y a sus crías. En síntesis, se puede decir que esta especie tiene una distribución en el Pacífico Norte y aguas adyacentes al Océano Ártico en una región dominada por corrientes frías o subtropicales y que su hábito costero se relaciona con su especialización a una alimentación bentófaga. Muy relevante es señalar que la especie se concentra en grandes congregaciones en las costas mexicanas, en un hábitat lagunar único en el mundo, para su reproducción y supervivencia.

Potencial del recurso

La ballena gris ha sido un elemento muy importante para los habitantes aborígenes de los estados ribereños a lo largo de su ruta migratoria en el Pacífico Norte Oriental y, muy especialmente en épocas pasadas, para las estaciones balleneras costeras que operaron durante el siglo XIX (Mitchel y Reeves, 1990). La sobrexplotación causó su extinción económica y casi biológica y moti-

vó una serie de medidas de protección, tanto internacionales como nacionales que permitieron una recuperación continua y rápida de la población.

Actualmente, considerando los estudios disponibles, se sabe que la población de ballena gris de México ha alcanzado un nivel de aproximadamente 18 000 ± 2 000 animales. Ya en 1978, se conocía su rápida recuperación y la Comisión Ballenera Internacional (IWC), la removió del grupo de "especies protegidas" a una categoría denominada "población de manejo sostenido", permitiéndose incluso una captura de 178 ballenas anuales, pero únicamente por necesidades aborígenes y no por motivos comerciales directos. Oshumi (1976) calculó que para una población de 14 900 animales (límite de confianza menor calculado para la especie), se tendría una producción sostenida que permitiría capturar hasta 250 ejemplares; pero sus cálculos fueron severamente criticados por otros especialistas, particularmente Mitchell (1978). De cualquier forma es muy importante subrayar que este es un recurso potencial que permite cierta explotación racional, por motivos de subsistencia aborigen y que la cuota propuesta por la IWC se podría dividir entre las comunidades de los países que comparten geográficamente este recurso que, como el nuestro, han velado por la conservación y protección de la especie. Asimismo se debe puntualizar que se ha expresado anteriormente en el Foro Internacional de la IWC la idea de utilizar este recurso a cambio del que actualmente utilizan los esquimales de EUA y que está en peligro inminente de extinción (IWC, 1980), motivo de peso en ese país para promover una reclasificación de esta especie en sus leyes internas.

Aprovechamiento del recurso

Antiguamente la explotación de los Misticetos se enfocaba directamente a la obtención de aceite. Bajo las circunstancias actuales de necesidades de alimentos a nivel mundial, el aprovechamiento de este recurso potencial de México debe enfocarse únicamente, en caso necesario, hacia la alimentación o consumo humano directo, sin descuidar su potencial como fuente productora de ciertas materias primas para fármacos, fertilizantes e incluso como alimento para otras especies de animales.

En particular, esta especie ofrece también un uso extraordinario directo no consumitivo que se finca en su característica migración y puntual arribo a nuestras costas. Este uso es el turístico-educativo, que en otros países ha desarrollado una industria de considerable valor económico, pero que aún no se ha sabido canalizar y organizar debidamente en México, pudiendo ser un eslabón más en la producción de divisas, de trabajo y de desarrollo social y económico de las comunidades involucradas en esta actividad. Al respecto se debe analizar que existe el mercado (demanda) y que solamente es necesario organizar y capacitar al personal para iniciar operaciones nacionales, así como conseguir el financiamiento necesario para la infraestructura y el equipo requerido (embarcaciones).

El potencial educativo y de investigación de este recurso es muy amplio y debe enfocarse bajo una disciplina tendiente a ligar los resultados de las investigaciones con los programas nacionales de desarrollo y educación. Es además por su hábito, una especie altamente predecible, por lo que la investigación con ella es una posibilidad viable de experimentar y comparar los resultados con otras especies de ballenas. En el renglón de la educación, esta especie ya sirve en México como modelo de capacitación, pues a través del Programa Nacional de la Ballena Gris del INP, dependiente de la Secretaría de Pesca, en cooperación con

diversas instituciones nacionales de enseñanza superior, se ha podido establecer un programa de entrenamiento y concientización de jóvenes biólogos mexicanos, con la problemática de esta especie y su potencial como un recurso nacional.

Además, muchos de los resultados de estas investigaciones han sido canalizados a varios niveles del sistema educativo en México, desde las escuelas primarias hasta las especializadas, así como el ámbito científico internacional, lo que le ha permitido a México sobresalir mundialmente a través de diversos reconocimientos internacionales por su dedicación y continuidad hacia esta especie, mexicana por nacimiento.

Familia: Balaenopteridae

Estas ballenas son denominadas comúnmente "Rorcuales", nombre de origen noruego, que hace referencia a los pliegues ventrales típicos que presentan estos cetáceos y que tienen la función de ampliar considerablemente el área del cuerpo durante su alimentación. Esto es una ventaja adaptativa para la estrategia de alimentación planctónica de estos diversificados Misticetos.

En esta familia se incluye al animal más grande que ha existido y constituye además, en conjunto y en la actualidad, el grupo de ballenas más abundantes en número de especies y, algunas de ellas, de individuos. En general, la familia se caracteriza por la gran resemblanza existente entre los miembros que la constituyen, los que varían únicamente en la relación de sus tamaños, el número específico de "barbas" o placas filtradoras, el número de pliegues ventrales y la coloración que incluso difiere entre individuos de una misma población.

Los miembros de esta familia numerosa de ballenas presentan cabezas comparativamente más cortas e hidrodinámicamente diseñadas, en las que el cráneo es plano, con mandíbulas amplias muy separadas que forman una boca muy grande. En el cráneo se pueden distinguir ciertas diferenciaciones estructurales únicas, tales como el hueso frontal, que en contraste con las otras especies no se extiende hasta la parte superior. Los parietales están también más extendidos llegando incluso hasta la sutura detrás del hueso nasal (Ridgway, 1972); similarmente el occipital se haya muy extendido hasta el hueso escamoso, que presenta una profunda cavidad y llega más allá de la fosa orbital. Las siete vértebras cervicales no están fusionadas. Las costillas se unen formando un arco con los procesos transversos de las vértebras. Sus aletas, típicamente angostas, tienen únicamente cuatro dígitos. Todos presentan en el dorso una aleta dorsal triangular. Son muy rápidos nadadores y se encuentran distribuidos en todos los océanos del mundo.

La familia está compuesta de dos géneros; *Balaenoptera*, con 6 especies y una subespecie y *Megaptera* con una sola especie. Todas, con excepción de la subespecie, residen o visitan regularmente nuestras costas.

Ballena azul

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Misticetos
Familia: Balaenopteridae
Género: *Balaenoptera* (Lacepéde, 1804)
Especie: *musculus* (Linnaeus, 1758)

Por sus dimensiones y características, son los animales más grandes que han existido, tanto en el mar como en la tierra. En esta especie, los

machos adultos alcanzan 32.6 m de longitud total y las hembras 33.3 m con un rango de pesos de 80 a 155 toneladas. Sus ballenatos al nacer alcanzan longitudes de 7-8 m y pesos alrededor de 2-3 toneladas (Leatherwood *et al.*, 1988). Los rasgos más singulares de la osamenta de esta especie de ballenas son sus maxilares muy anchos, el número de vértebras cervicales siete, pero no fusionadas; esternón corto, pero muy fuerte y aletas únicamente con cuatro dedos. Se encuentran en sus bocas aproximadamente de 440 a 800 "barbas" o placas filtradoras obscuras, anchas en sus bases y menores de 1.0 m de longitud. Los pliegues ventrales, tan característicos de la familia, se extienden en la ballena azul desde la punta de la mandíbula inferior hasta después del ombligo, su número varía entre 55-88. Su coloración es azul grisácea y presentan además manchas claras en el dorso que varían con los individuos en forma sistemática, por lo que se les relaciona con un carácter genotípico que permite reconocer subpoblaciones. Su aleta dorsal es comparativamente pequeña y curva, las glándulas mamarias en las hembras lactantes llegan a medir hasta 2.0 m de longitud, 0.60 m de ancho y 0.30 m de espesor. Su resoplido es muy característico y permite la identificación de la especie por su peculiar orientación vertical, que alcanza varios metros sobre el nivel del horizonte.

Población

La ballena azul es una especie que se distribuye en ambos hemisferios, desde el Ecuador hasta los polos, pero que debido a la variación estacional existente de seis meses entre los dos hemisferios, aparentemente no entremezcla sus poblaciones. Las del Océano Antártico son en general de mayores dimensiones (hasta 1.5 m) que sus parientes del Océano Ártico, pero independientemente de esta diferencia y algunos patrones de coloración, no existen mayores divergencias raciales conocidas de importancia. La población del hemisferio norte, que es la que nos ocupa, se distribuye en ambos océanos; pero es importante señalar que su distribución latitudinal varía, ya que la del Atlántico se encuentra distribuida hasta el casquete polar, y la del Pacífico norte, únicamente penetra hasta el mar de Bering, pero no a la capa de hielo circumpolar. En general, se pueden reconocer tres poblaciones a nivel mundial: la del Atlántico Norte, la del Pacífico Norte y la del hemisferio sur (US. Department of Commerce, 1978), y en cada una de ellas existen una o varias subpoblaciones. Aspectos ecológicos relativos a su distribución y alimentación han sido estudiados por Uda (1954); Nemoto (1957, 1959, 1970); Beklemeshev (1960); Nasu (1963, 1966); Mackintosh (1966); Gaskin (1972, 1982); Lockyer y Brown (1981). La población del Pacífico Norte se subdivide, de acuerdo con Nishiwaki (1966), en dos subpoblaciones: la Oeste que inverna en las aguas de la Isla Okasawara, Taiwán, Japón y Corea, migrando después al norte del Japón, Kamchatka, las Kuriles y Chukotka; y el grupo de nuestro interés, la subpoblación del Este, que migra cerca de las Islas Aleutianas y la costa de Alaska en el verano y viene hacia México en el invierno, llegando hasta la latitud 8°N.

En México, su distribución abarca la Baja California y el Golfo de California, donde se supone que existe un área de alimentación de la especie Gendrom (1990), reportándose es también en las proximidades de las Islas Marías y las Islas Revillagigedo. Se sabe que su penetración es incluso al sur de los 8°N, durante el invierno (Rice, 1966, 1974; Leatherwood *et al.*, 1972, 1988; Wells *et al.*, 1981; Vidal *et al.*, 1985; Connally *et al.*, 1986; Calambokidis *et al.*, 1987; Findley *et al.*, 1987; Sears, 1987; Sears *et al.*, 1987; Gendrom, 1990; Reilly and Thager, 1990; Sears, 1990; Fleischer, Stinson y Maravilla, en prep.). En el

Golfo de México existe un reporte con 2 avistamientos frente a las costas de Texas (Schmidly, 1981).

En relación a su abundancia, se puede decir que esta especie fue muy capturada, entre 1925 y 1955 por su gran tamaño y rentabilidad comercial para las actividades balleneras modernas y que redujeron muy notablemente su número. En 1965, de los 200 000 ejemplares que se calculaban existieron antes de la explotación, solamente se estimaron vivos unos cuantos miles (Nature Conservancy Council, 1980). Por ejemplo el grupo de ballenas azules del Pacífico Norte fue reducido de 5 000 a aproximadamente 1 400-1 900 (FAO, 1976). Es importante señalar que la población de ballenas azules que visita regularmente la Zona Económica Exclusiva de México es probablemente la que actualmente es más estable de todas las otras subpoblaciones existentes, ya que la frecuencia y regularidad de los reportes de observaciones así lo demuestran (Rice, 1966, 1974; Leatherwood *et al.*, 1981, 1988; Vidal *et al.*, 1985; Reilly y Thager, 1990; Fleischer *et al.*, en prep.).

De su reproducción, se sabe que las hembras maduran sexualmente entre los 4 y 7 años, con longitudes entre 23.4 y 24.0 m (Ridgway, 1972; Nature Conservancy Council, 1980), en tanto que los machos maduran a los 22.5 m de longitud. Se sabe también que estas tallas son menores a las que tenía esta especie antes de la presión ejercida por la captura comercial a la que estuvo sometida. El apareamiento se ha observado en aguas antárticas en julio (Tomilin, 1957), aunque se supone que también ocurre en aguas tropicales durante el invierno.

Al parecer existen movimientos sincronizados entre las poblaciones del sur y norte hacia el Ecuador, pero arribando en épocas diferentes, ya que existe un desfase estacional de 6 meses. También se sabe que los nacimientos ocurren durante julio y agosto en el hemisferio sur y probablemente en diciembre y/o enero-febrero en el hemisferio norte. La gestación es aproximadamente de 11 a 12 meses y los ballenatos al nacer son lo suficientemente grandes (7-8 m) para soportar aguas frías. La lactancia dura aproximadamente de 6-8 meses. En aguas de México no se han detectado hembras con crías.

En cuanto a su fecundidad se sabe que, entre 1925 y 1931, el 48% de las hembras adultas estaban preñadas, entre 1932 y 1941 el porcentaje fue de 56% y en los años cincuentas fue del 53%.

Muy poco se sabe sobre su fisiología, pero la frecuencia respiratoria observada para la especie presenta patrones típicos de 10 a 20 minutos entre buceadas, seguidos de ciclos respiratorios rápidos de 12 a 15 segundos. Su velocidad varía grandemente entre 5 y 33 km/h durante la migración y de 2-6.5 km/h cuando se están alimentando (Lockyer, 1976). Existen reportes de velocidades alcanzadas hasta de 48 km/h (Mate, 1981).

El principal alimento de esta especie en la Antártica es el krill, *Euphasia superba*, así como otros eufásidos y anfípodos. Al parecer, la ballena azul se alimenta durante el verano, ya que el 85% de las ballenas examinadas entonces tenían alimento en el estómago. Comparativamente, sólo un 50% de ellas tuvo alimento en el estómago durante el invierno (Lockyer, 1976). También se deduce, por el hecho de que sus estómagos se encontraron vacíos en la mañana y por la tarde, que su alimentación debe ocurrir principalmente por la noche. Esto se puede explicar por el pico de

abundancia en la superficie del alimento durante las horas de la noche. Zenkovich (1937) calculó que una ballena azul consume unos 4 000 kg de krill al día y Klumov (1963) dedujo que durante 120 días de alimentación consumen de 30 a 40 gr por kilogramo de peso y un promedio de 3.5 gr por kilogramo de peso durante el año. Esto implica que una ballena azul acumula el 50% de su peso durante su estancia en las áreas de alimentación en el verano (Lockyer, 1976). En México existe aparentemente una área de alimentación de esta especie en el Golfo de California, asociada a concentraciones superficiales de eufásidos (*Nyctiphanes simplex*) (Gendrom, 1990).

Como otras ballenas, la ballena azul presenta ectoparásitos, principalmente crustáceos, y los piojos típicos de los Misticetos *Penella sp.*, un crustáceo que es comúnmente encontrado en estos rorcuales. Algunas diatomeas amarillentas también son encontradas en la piel de las ballenas que habitan el Pacífico Norte (Ridgway, 1972). De los endoparásitos conocidos, solamente quistes de Céstodos se han reportado bajo la piel, así como algunos estadios desarrollados de céstodos y nematodos en el tracto digestivo.

Dinámica poblacional

En el Pacífico Norte, el estado actual de esta población es desconocido, con estimaciones de 1 400 a 1 900 ballenas azules. La última información sobre el índice de preñez de las hembras maduras fue para la década de los cincuenta de un valor estabilizado del 53%, con un crecimiento de la población lento. Poco se sabe sobre sus índices de mortalidad. Se estima que estas ballenas pueden vivir hasta 90 años. Existe documentación de ataques de orca a estos grandes cetáceos en aguas de México. De las enfermedades reportadas para esta especie, Mate (1981) cita ciertas deformaciones óseas en el esternón, escápula y hueso hioideo, así como en las vértebras caudales. También hay datos de problemas pulmonares por la presencia de abscesos.

En cuanto a su supervivencia existe el criterio entre los especialistas que esta población tardará muchos años en recuperar el nivel de crecimiento sostenido, aun si se mantiene la protección internacional existente. No se manejan modelos poblacionales actuales, pues muchos de los parámetros vitales de la especie se desconocen y sólo se hace referencia a datos obtenidos durante las temporadas de captura comercial (Chapman, Allen y Holt, 1964; Gulland, 1976). Existen también otros cálculos basados en avistamientos, que presentan problemas estadísticos asociados a los límites de confianza y sobre todo a los parámetros poblacionales utilizados para los cálculos (Oshumi y Masaki, 1974).

Ecosistemas que ocupan

Las ballenas azules son típicamente oceánicas, con distribución cosmopolita, por lo que ocupan diversos ecosistemas, desde los polares hasta los tropicales. Es importante mencionar la competencia existente en la utilización del recurso alimenticio con otras ballenas. Por ejemplo, con la ballena de aleta que también se alimenta en el Antártico y, sobre todo, con la ballena Minke, la cual es en la actualidad la especie rorcual más abundante en estas regiones. Parte de la lenta recuperación de esta especie se finca probablemente en la competencia que estos grandes mamíferos tienen con los otros rorcuales y con otros mamíferos marinos de esas áreas; aunque existen diferencias en la estrategia, comportamiento y/o selectividad al alimentarse, debiéndose recordar que todas estas especies en general son filtradoras del tipo "sorbedor" descrito. Es comparativamente notable el aumento de otras poblaciones de ballenas y la lenta recuperación de esta especie,

a pesar de la protección existente. Esto parece indicar que no solamente los factores ligados a la competencia por los recursos alimenticios está operando, sino que los elementos conectados con la reproducción están también limitando su recuperación.

Potencial del recurso

Este es un recurso que por su bajo nivel poblacional, problemática ecológica y protección internacional no ofrece ningún otro potencial en la actualidad que el de su observación e investigación intensiva, ligadas a una conservación y protección que se deben contemplar por muchos años.

Aprovechamiento del recurso

En el pasado, el uso de estos Misticetos fue muy generalizado, especialmente por su aceite y carne. En la actualidad sería a la inversa por la necesidad de alimentación global, obteniéndose además gran cantidad de productos secundarios para diversas industrias. El interés en ellos, primordialmente por su gran tamaño, ofrece ventajas para el consumo, tanto directo, como indirecto, en derivados y materias primas. Quizá actualmente los aspectos de investigación de esta especie son los más importantes, por tratarse de una especie de distribución cosmopolita y sobre todo por ser el animal de mayor tamaño que ha existido en el mundo y por el estado que presentan sus subpoblaciones.

La especie de ballena azul "forma enana", y cuyo nombre científico es *Balaenoptera musculus brevicauda*, es una subespecie propuesta por Ichihara (1966), no presentada aquí pues es muy similar en hábitos a su relativa la ballena azul descrita, además de que no se conocen reportes de ella en nuestra Zona Económica Exclusiva.

Ballena de aleta o rorcual común

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Misticetos
Familia: Balaenopteridae
Género: *Balaenoptera* (Lacépede, 1804)
Especie: *physalus* (Linnaeus, 1758)

En esta especie se agrupan las ballenas más esbeltas que existen y las segundas en tamaño después de la ballena azul. Los machos alcanzan hasta 24.4 m de longitud total y las hembras 27.3 m (Tomilin, 1967). Las ballenas de aleta del hemisferio norte tienden por lo general a ser menores (1.0-3.0 m) en su longitud total que las del hemisferio sur y sus pesos oscilan entre 35-80 ton. Los ballenatos de esta especie al nacer pesan hasta 2 toneladas y miden de 6.0 a 6.5 m de longitud. Además del gran tamaño, comparten con la ballena azul muchas de las características morfológicas descritas anteriormente, tales como cráneos muy aplanados, pero no tanto como en la ballena azul; sus maxilares son también muy anchos, la escápula bien desarrollada y sus aletas cortas presentan solamente 4 dedos. Distintivamente la aleta dorsal es muy peculiar y característica en esta especie, llegando a medir de 0.35 m a 0.66 m de longitud y está dorsalmente presente a la altura del ano, siendo además falcada posteriormente, con un margen anterior más grueso e inclinada dorsalmente (Tomilin, 1967). La coloración de esta especie es también muy característica, ya que su mandíbula superior, aunque simétrica en coloración (con excepción de las barbas o placas filtradoras), contrasta notablemente con la mandíbula inferior que distintivamente es asimétrica, blanca en el lado derecho y obscura en el lado izquierdo, lo que permite la fácil identificación de la especie en el mar. Las barbas, que son numerosas y variadas (260 a 475 por lado y

aproximadamente de 0.70 a 0.90 m de longitud), difieren también en el patrón de su coloración, presentando al igual la desincronización descrita, que es tan peculiar y distintiva entre el lado izquierdo y la mitad anterior de las derechas, las que son totalmente blancas; los flecos de las barbas o "ballenas" son más finos y delgados que en la ballena azul.

El color dominante en el dorso de este rorcual es un negro grisáceo, o azul grisáceo u ocre obscuro, o café obscuro que se va decolorando gradualmente hacia los lados, terminado en un color blanco que domina en la región ventral incluyendo los lóbulos caudales y la superficie interna de las pectorales (Nishiwaki, 1972), aunque también presentan a veces una coloración obscura por la región ventral que va de la parte media de la cola, hasta el ano y se extiende cerca de las aletas. Los pliegues ventrales característicos de la familia están presentes en números de 50 a 60 y hasta 86 en esta especie, recorriendo el vientre hasta la altura del ombligo (Nishiwaki, 1972). Numerosos pelos táctiles rodean la mandíbula inferior e incluso en grupo, algunos de ellos son observados en la punta del maxilar inferior recordándonos con esto su origen y rasgo más trascendental de mamífero.

Población

La ballena de aleta es un rorcual cosmopolita, pero de naturaleza oceánica, siendo quizá la única excepción la población ocurrente en el Golfo de California, ya que a esta especie es raro encontrarla cerca de la costa. La mayor abundancia de estos cetáceos se encuentra reportada en el hemisferio sur y principalmente en el Océano Antártico. La población del Pacífico Norte se distribuye desde el Ártico hasta sus áreas de invernación en la parte central de California y hasta Cabo San Lucas y en el interior del Golfo de California. Según Gambell (1975), existen aproximadamente 8 subpoblaciones de ballenas aleta en el hemisferio sur; similarmente Rorvick y Jonsgard (1975) sugieren que existen 4 subpoblaciones en el Atlántico Norte y sólo 4 subpoblaciones para el Pacífico Oriental, además de la del Golfo de California, que puede considerarse como una subpoblación especial y una riqueza de la fauna marina de México. Gambell (1975) también revisa el estado de estas poblaciones y estima que existen unas 107 000 ballenas de aleta en el mundo, cantidad que contrasta con las 470 000 que se calcula existían antes de su explotación comercial.

Según Brownell *et al.*, (1978), la población existente en el Pacífico Norte es actualmente del orden de 17 000 a 19 000 ejemplares, concentrándose así 75% de la población total en el hemisferio sur y el 25% restante en el hemisferio norte. Actualmente, el PNICMM está evaluando datos específicos sobre la abundancia del grupo o subpoblación del Golfo de California, ya que existen registros de esta especie presentados por diversos autores durante todo el año: Van Gelder (1960); Lindsay (1962); Rice (1974); Balcom *et al.* (1979); Gisiner *et al.* (1979); Wells *et al.* (1981); Le Boeuf *et al.* (1981); Aguayo (1982); Findley *et al.* (1982); Fleischer (1982, 1984); Morales y Aguayo (1983, 1984); Rojas y Aguayo (1983a, 1983b, 1983c); Tershy y Strong (1983); Perdomo y Aguayo (1984); Urban y Aguayo (1984); Rojas (1984); Acevedo, Tershy y Croll (1986); Flores y Fleischer (1987); Fleischer, Barlow y Maravilla (en prep).

En el Golfo de México se le ha avistado con frecuencia desde el Cabo Hatteras hasta el área de Galveston, Texas, dentro de la isolínea de los 200 m (Schmidly, 1981).

En cuanto a su fisiología se puede decir que esta especie es una de las más rápidas de todos

los Misticetos, con velocidades durante sus migraciones de aproximadamente 8.9-10.0 km/h y cuando se alimentan de aproximadamente 3.2-4.8 km/h, en promedio. Existen récords de velocidades hasta de 37 km/h (Mate, 1981). Estas ballenas no sólo se mueven más rápido sino que también más erráticamente cuando buscan alimento. Kawamura (1974) calcula que una ballena de aleta consume hasta 4.0% de su peso al día en alimento.

La comida favorita de esta especie es el krill, pero son sin duda los rorcuales más generalistas en sus hábitos alimenticios; sobre todo las poblaciones del norte se alimentan de eufásidos, pero también aprovechan otros recursos como peces pelágicos pequeños, anchovetas y sardinas e incluso, algunos otros como el bacalao y peces de fondo que también han sido reportados en sus contenidos estomacales, aunque por su baja proporción éstos pueden haber sido tomados en forma accidental (Nemoto y Kawamuka, 1977). En cuanto a su reproducción, se estima que estos Misticetos alcanzan la madurez sexual entre los 6 y 12 años de edad, que los machos maduros miden 17.7 m de longitud mínima y las hembras, 18.3 m (US Department of Commerce, 1978). Las hembras supuestamente dan a luz cada dos o tres años y como en otros balaenoptéridos la reproducción y parición ocurren en el invierno. La gestación es similar a la de las otras especies de Misticetos (11 a 12 meses), la lactancia es de 6 a 8 meses. Una observación importante relacionada con el comportamiento reproductor de esta especie es el excesivo afecto demostrado por parejas de estos cetáceos que hacen pensar, quizá en una organización monogámica (Ridgway, 1972).

En general se puede decir que la especie migra hacia aguas frías en el verano y hacia aguas tropicales en el invierno, para efectuar entonces su apareamiento y poder parir. En México, no se conoce actualmente el movimiento de estas ballenas en el Golfo de California, aunque en la bibliografía existente hay reportes aislados de estos cetáceos en ambas costas del Golfo durante todo el año, lo que indica que la especie es residente de esta área y el PNICMM posee información cuantitativa reciente sobre avistamientos e incluso el reporte de crías (Fleischer, Barlow y Maravilla, en prep.). En cuanto a su parasitología, se sabe que los ectoparásitos más comunes son los piojos de los cetáceos, crustáceos sobre la piel, así como protozoarios y bacterias que producen laceraciones Ridgway (1972). Estos microorganismos provocan infecciones que dejan cicatrices blancuzcas en la epidermis de estas ballenas, en tanto que los parásitos internos más comunmente reportados para esta especie son nematodos y céstodos en el tracto digestivo y quistes en el sistema muscular. La gran distribución de estos cetáceos y la facilidad de penetración a áreas totalmente tropicales en donde la diversidad de parásitos es mayor, se refleja en estos cetáceos en donde existen gran variedad de parásitos reportados.

Dinámica poblacional

Se puede observar que en las capturas comerciales de hace algunos años existían proporcionalmente más machos que hembras y se refleja además en estas capturas una tendencia de las hembras a ovular cada 1.6 años, produciendo ballenatos cada 2 o 3 años (Lockyer y Brown, 1978). Se ha demostrado también una reducción de tres años en la edad de madurez sexual, como consecuencia de la presión ejercida por las capturas comerciales; especialmente, para las poblaciones del hemisferio sur como las de Durbán (Área II de la Antártida, Gambell, 1976). Aguilar y Olmos (1987) reportan edades de madurez para las ballenas de aleta de la zona de España, entre 6.9 años para los machos y 7.7 para las hembras, correspon-

diendo a 17.7 m y 18.6 m en longitud respectivamente. Sampson (1988) obtiene resultados comparativos que demuestran el aumento en la tasa de reproducción con el descenso en el tamaño de la población en el hemisferio sur. Nada se sabe sobre predación en las ballenas de aleta, aunque siendo de las más rápidas, es probable que ni las orcas, enemigo natural de otras especies de rorcuales, depreden muy regularmente en ellas. Se les ha calculado un potencial de vida de hasta 80 años de edad (Nature Conservancy Council, 1980).

En general, se han estudiado las estadísticas de capturas en la Antártida, pero no existen datos sobre los parámetros vitales de muchos de los stocks o subpoblaciones del hemisferio norte. A pesar de las observaciones reportadas, virtualmente la subpoblación mexicana es a la fecha desconocida en todos los parámetros poblacionales, por lo que el PNICMM está finalizando un trabajo sobre abundancia de estos rorcuales en las aguas del Golfo de California, incluyendo en él datos morfométricos de los varamientos históricos reportados.

Ecosistemas que ocupan

Como sus cercanos parientes, este rorcual de distribución cosmopolita ocupa diversos ecosistemas a lo largo de su distribución anual, siendo al parecer la disponibilidad de su alimento, el krill, el responsable directo de sus movimientos estacionales. Hjort y Ruud (1929) y Jonsgard (1966), citan que los cambios latitudinales y longitudinales de esta especie se pueden entender mejor de acuerdo a los movimientos del plancton y la distribución de su alimento.

Es posible que siguiendo este patrón, en México estas ballenas estén distribuidas en el Golfo de California alrededor de cardúmenes de peces pelágicos pequeños, que estén en desove. Movimientos similares alrededor de anchovetas han sido reportados por Ingebristgtsen (1929). En general, tienden a mantenerse lejanas de la costa y no pasan la termoclina de los 15°C (Sergeant, 1977), aunque toleran temperaturas muy bajas como las que ocurren en el hemisferio sur donde esta especie existe. Sus áreas de reproducción son más bien templadas o subtropicales (Mackintosh, 1966). El único estudio sobre problemas específicos, en relación a los ecosistemas que ocupan, se reporta en Viale *et al.* (1973) y Viale (1974), quienes relacionan la contaminación de las aguas ricas en eufáusidos de Córcega con la debilitación y muerte de algunas ballenas.

Mucho se ha discutido su relación con las otras especies de rorcuales, especialmente la competencia por recursos limitados, sobresaliendo el hecho de que esta es una especie que por su tamaño puede penetrar hasta el casquete de hielos polares, puede excluir a algunas especies de cetáceos competidores y, además, hay que recordar que este rorcual es muy generalista en sus hábitos alimenticios. Tarasevich (1957) reporta sobre el comportamiento interespecífico de los "rebaños" de esta especie, agrupados en las áreas de alimentación, sobre grupos de peces altamente concentrados y muy en particular sobre el patrón específico de grupos de ballenas con crías y de hembras alrededor de los machos dispersos.

Potencial del recurso

Esta especie fue el objetivo principal de la industria ballenera después del descenso de la población de la ballena azul. Aunque actualmente no se conocen todos los parámetros de las subpoblaciones que constituyen esta especie a nivel mundial, se ha podido calcular que algunos de ellos presentan buenas condiciones de explotación racional; por ejemplo, Sergeant (1977) propuso que todas las subpoblaciones europeas de esta es-

pecie en el Atlántico Norte estaban sobrexplotadas, pero el reporte FAO (1976) calcula que el stock de Islandia presentaba una población explotable de 33 000 a 11 200 ballenas y 3 600 a 6 300 para el stock explotable del Atlántico Occidental; aunque otros estudios recientes para esta población resultaron solamente en un valor intermedio de 9 500 ejemplares con unos límites de confianza de 4 500 a 21 900 y se espera próximamente llegar a un acuerdo internacional sobre el potencial de esta población.

Similarmente, en España se calculó que el potencial del stock de Portugal-Islas Británicas está en un rango de 9 543 a 6 650, o sea el 85% o 69% del stock original (IWC, 1980a y 1980b).

Para la población del Pacífico Norte, el stock original calculado es del orden de 42 000 a 45 000 (Gambell, 1976; FAO, 1976), con estimaciones para el presente en un rango de 14 000 a 19 000 o sea el 52%-60% de rendimiento sostenido (Nature Conservancy Council, 1980).

La discusión del stock antártico escapa al objetivo del presente trabajo y por lo tanto no se comenta en mayor detalle.

Finalmente, es importante resaltar el potencial que la población recurrente en nuestra Zona Económica Exclusiva representa, señalando además la necesidad de iniciar investigaciones tendientes a la estimación de los parámetros vitales de esta población mexicana.

Aprovechamiento del recurso

La especie ha sido utilizada en forma íntegra, tanto en el consumo directo como en sus derivados ya que su carne fue una de las más apreciadas, así como el aceite, que se usa para la fabricación de jabón, margarinas, lubricantes, colorantes y algunos aceites limpiadores. Su hígado se ha utilizado en la elaboración de vitamina A (Mate, 1981). En México, como potencial de investigación, es prioritario conocer su abundancia y distribución en nuestras costas (específicamente en el Golfo de California), y también los parámetros poblacionales más relevantes; además de investigar el efecto de estas ballenas en los recursos con los que está interactuando en el Golfo de California para poder dictaminar así sobre las mejores medidas tendientes a su conservación como un recurso potencial y consecuentemente como una especie que por su regular presencia posee un valor turístico y educativo para México.

Ballena Sei o rorcual del norte

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Misticetos
Familia: Balaenopteridae
Género: *Balaenoptera* (Lacépede, 1804)
Especie: *borealis* (Lesson, 1828)

Esta especie, aunque su nombre científico es indicativo del norte, se encuentra también distribuida en el hemisferio sur, pero tiende en estas zonas a no penetrar completamente ni a las aguas árticas ni a las antárticas; aunque sí se les ha reportado en aguas tropicales y sobre todo en áreas templadas. Como en las especies anteriores, los ejemplares del hemisferio sur tienden a ser mucho mayores que los del hemisferio norte. Los machos, por ejemplo, miden 18.5 y 17.1 m de longitud total (Tomilin, 1957), promediando en forma comparativa en el hemisferio norte solamente unos 12.6 m y rara vez más de 15.0 m de longitud, con pesos alrededor de las 16 toneladas. Las hembras adultas a su vez alcanzan en el sur 21.0 m de longitud y en el norte 18.6 m, con un peso aproximado de 14-18 toneladas. La ballena

Sei comparte típicamente muchas de sus características morfológicas con los otros rorcuales, pudiéndose identificar por ser un Misticeto con 32 a 62 pliegues ventrales, los que además, a diferencia, no se extienden hasta el ombligo como en los casos ya mencionados, sino hasta cerca de la mitad del cuerpo. También el tamaño de sus aletas, comparadas con las de los otros dos rorcuales descritos, son comparativamente más pequeñas, presentando también internamente cuatro dedos únicamente. Su coloración es gris oscuro o gris metálico y se extiende más uniformemente hacia la parte ventral que en la ballena de aleta; con un área de transición francamente gris en coloración. Puede presentarse también una coloración blanca en la parte abdominal, pero sin extenderse anteriormente hacia la punta de la barba o posteriormente más allá del límite de los pliegues ventrales. Peculiar es que ni sus aletas ni cola presentan color blanco por la parte de abajo (Leatherwood *et al.*, 1988).

Población

La ballena Sei puede encontrarse en el Atlántico Norte, Pacífico Norte y Antártida. El grupo de nuestro interés es el denominado Nor-Pacífico-Oriental que se distribuye desde el Golfo de Alaska y las Islas Aleutianas hasta las costas de México. El grupo del Atlántico Norte penetra en la corriente del Golfo de México, pero únicamente en latitudes muy al norte (Tomilin, 1957); aunque existe un reporte de avistamiento de la especie en el Banco de Campeche (Schmidly, 1981), y recientemente un varamiento en Veracruz (Fleischer y Loreto, 1992).

El tamaño original de la subpoblación del Nor-Pacífico-Oriental se estimó en el orden de 42 000 (Tillman, 1978) y entre 45 000 y 50 000 (FAO, 1976). La población actual es estimada solamente alrededor de 8 600 (Tillman, 1978) y de 21 000 a 23 000 o alrededor del 80% del rendimiento máximo sostenido (FAO, 1976). Es importante señalar que en las capturas reportadas para el periodo de 1919 a 1929, 98 de las ballenas que se capturaron fueron en aguas de Baja California (Mate, 1981). Su alimentación varía estacionalmente y con ella su distribución espacial. Estas ballenas se alimentan principalmente de copépodos, eufásidos, anchovetas, sardinas y calamares; también peces del tipo de la macarela han sido frecuentemente reportados en los contenidos estomacales de estos rorcuales (US Department of Commerce, 1978). Ridgway (1972) comenta que en los estómagos de esta especie no se han reportado peces bentónicos, indicativo de su hábito alimenticio "rasador" en superficie. Cuando las ballenas Sei están capturando a sus presas nadan aproximadamente hacia los lados por espacios de 15 a 20 m y giran muy lentamente, lo que ha permitido observar que los dos labios alcanzan a tocar el agua (Mate, 1981). Se considera que la ración diaria de una ballena Sei es aproximadamente de 110 a 885 kg o aproximadamente 4.4% de su peso (Kawamura, 1974). Como los otros rorcuales, la ballena Sei se reproduce en el norte en aguas templadas, generalmente de enero a marzo. Al parecer, los machos se aparean únicamente con una hembra durante la época de reproducción y permanecen con ella por largo tiempo, después de la época de apareamiento.

Según Lockyer (1974), la edad a la que se reproduce este rorcual ha variado crásticamente en los últimos 45 años, como una consecuencia de la presión ejercida en la especie al declinar considerablemente la ballena azul; variando de 10 a 11 años de edad, durante los años treinta, a una edad aproximada de 9.5 años según capturas del año 1945. En la época de los sesentas se redujo aún más la edad de los individuos reproductores, de 8.5 a 7.5 años y aún más en los

setentas, de 7.5 a 7.0 (Masaki, 1978). Según Ridgway (1972), el tamaño promedio de estos animales al reproducirse en el hemisferio sur es de aproximadamente 13.5 m para machos y de 14.4 m para hembras. Según Hoorwood (1978), el tiempo entre ciclos reproductores es de 2 años. Similarmente, la lactancia dura entre 6 y 8 meses y los ballenatos al nacer miden entre 4.5 y 4.8 m (Ridgway, 1972). En cuanto a su comportamiento, se ha observado durante la reproducción la formación de "parejas", las que permanecen juntas por un tiempo después de terminarse el periodo reproductor. Sus movimientos en general son más lentos y marcados que el de los otros rorcuales y muy superficiales, especialmente durante la alimentación. La búsqueda hacia los lados del agua permite su fácil identificación. En general su migración es similar a las descritas anteriormente para otros rorcuales, con movimientos a zonas templadas durante el invierno. Sus parásitos son también semejantes a los reportados en las otras especies de Misticetos.

Dinámica poblacional

Recientes revisiones de los parámetros vitales de esta población hacen referencia a que la población actual ha sido, al parecer, presionada por las capturas comerciales, decreciendo tanto su talla como la edad reproductora. También se sabe que la población actual es de un 60% de machos, por lo que el radio sexual de la especie también muy probablemente se ha alterado por las capturas (Tomilin, 1957).

Hoorwood (1979), Hoorwood *et al.*, (1979), Hoorwood (1979a), e IWC (1979a) revisan los diferentes aspectos poblacionales de esta especie encontrando que la natalidad ocurre cada dos años. El crecimiento de los ballenatos es rápido como en las otras especies de Misticetos y son destetados cuando miden entre 8-9 m (Mate, 1981). En cuanto a su mortalidad, no se sabe nada sobre predadores naturales. Rice (1974) reporta casos de ballena Sei sin "barbas" o con las placas filtradoras incompletas, como consecuencia de una enfermedad no mortal, ya que los individuos reportados por él, podían seguir capturando peces. La longevidad para los ejemplares de esta especie se ha reportado de unos 70 años, siendo comparativamente más corta que para las otras dos especies de rorcuales mencionadas anteriormente.

Ecosistemas que ocupan

Como los otros rorcuales de distribución cosmopolita, la ballena Sei ocupa diversos ecosistemas durante el desarrollo de su ciclo de vida. Por sus dietas se sabe que no pueden utilizar las comunidades bentónicas y ocurren tanto en aguas costeras como oceánicas, habiendo claras evidencias, según Watson (1981), sobre sus movimientos migratorios a aguas tropicales durante los meses del invierno y viceversa. Su tolerancia al medio ambiente está condicionada probablemente por temperaturas de una manera mucho más significativa que las otras ballenas descritas, ya que ésta tiene comparativamente un tamaño menor.

Su relación con las otras especies es similar a la descrita, compitiendo incluso en ciertas áreas por los recursos.

Potencial del recurso

Su potencial en aguas mexicanas es desconocido, ya que no se sabe su abundancia relativa ni su disponibilidad estacional, pero se mencionan en los récords balleneros históricos las capturas de estos individuos en aguas nacionales. Estas ballenas fueron capturadas muy intensamente en los años durante los cuales hubo una drástica caída de las poblaciones de ballena azul; y por el sis-

tema de cuotas, las capturas disminuyeron para los años setentas. Esta especie adquirió un valor económico muy importante, pues antiguamente una ballena azul equivalía a seis ballenas Sei. También se les capturó en Islandia y Dinamarca y de una forma más importante en Sudamérica, por embarcaciones chilenas.

Aprovechamiento del recurso

La carne de la ballena Sei es valorada como la mejor para consumo directo. Sus derivados son considerados como los más "elásticos", que es un término que explica que su aceite o algún otro producto es fácilmente aceptado por los similares de especies que actualmente están protegidas. Sus huesos, según reporta Mate (1981), han sido usados para producir alimento para ganado y fertilizantes. Debe resaltarse que de todos los Misticetos presentes en las costas de México, es a la fecha el que menos se conoce, por lo que representa un potencial importante para su investigación en nuestra Zona Económica Exclusiva, lo que le añade a la especie un valor muy especial.

Ballena Bryde o rorcual tropical

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Misticetos
Familia: Balaenopteridae
Género: *Balaenoptera* (Lacépede, 1804)
Especie: *edeni* (Anderson, 1978)

Esta ballena se caracteriza, y es de muy fácil identificación, por la presencia de tres surcos o bordes laterales en la cabeza que dorsalmente van de la punta del rostrum hasta la parte posterior de los orificios nasales. La población reportada en las costas de Brasil presenta, además, ranuras muy marcadas en la parte distal de los surcos (Omura, 1966). Ventralmente los surcos característicos de los rorcuales terminan en esta especie detrás del ombligo y son solamente 45. Otra peculiaridad es que sus "barbas" o placas filtradoras, aproximadamente 600, son más cortas comparadas con su ancho. El maxilar y premaxilar se proyectan en forma recta y aplanada; la porción angular de la mandíbula termina más allá de la articulación y su cara ventral es menos cóncava (Omura, 1966). Las vértebras dorsales y primer lumbar presentan los procesos espinosos muy pronunciados hacia atrás (Ridgway 1972). Las aletas tienen, como en los otros Misticetos descritos, 4 dígitos únicamente.

En promedio, sus tamaños son menores que el de las otras ballenas. Los ejemplares adultos alcanzan longitudes que oscilan alrededor de los 14.5 m. Su coloración es muy similar a la ballena Sei, pero en éstas la parte de abajo de la cola es gris y su aleta dorsal está situada después de la parte media del cuerpo.

Se han descrito también dos formas alopátricas que se diferencian, tanto por su distribución como por sus dimensiones, siendo menor la forma costera hasta en 3.0 m (Best *et al.*, 1983).

Población

En cuanto a su distribución, este rorcual se encuentra por lo general en aguas tropicales o subtropicales, en latitudes de 40°N a 40°S, usualmente en zonas con temperaturas del agua no menores de 12°C (Best, 1967) y según Nemoto (1959), no menores de 15°C.

Existen de acuerdo con Best (1975), tres subpoblaciones para el Pacífico Norte, una occidental, que sigue la costa de Kyushu extendiéndose incluso hasta el Mar de China; una subpoblación central y una oriental que se distribuyen en toda la costa de México, desde Baja California hasta el

sur. Existe otra población definida como chilena debido al regular paso por las costas de ese país.

En el Atlántico Norte se reconoce únicamente una subpoblación que en el Golfo de México se extiende desde Florida hasta el Caribe, y otras tres en el Atlántico Sur que escapan al objetivo central de este trabajo y que por lo tanto no se describen aquí; similarmente las poblaciones del Océano Índico y Pacífico Sur tampoco se discutirán en este trabajo.

Para las dos poblaciones de nuestro interés, la del Pacífico Oriental y la del Atlántico Norte, se tiene muy poca información respecto a su abundancia, aunque en la CBI a ambas poblaciones las tienen clasificadas como de "manejo inicial" y no se ha autorizado una cuota de explotación. Ridgway (1972) comenta que dada su distribución, que es comparativamente menor que la de los otros rorcuales, su abundancia debe también ser mucho menor.

Esta especie ha sido estudiada sistemáticamente por el PNICMM en el Golfo de California durante varios años (Wells *et al.*, 1981; Fleischer 1982, 1984, 1987; Acevedo *et al.*, 1986; Flores y Fleischer, 1987; Flores, 1989) y por otros autores: Tompson y Cummings (1969); Le Boeuf (1981); Breese y Tershy (1987); Tershy *et al.* (1987); Salinas y Burillon (1988).

Su alimentación es muy peculiar, pues es una especie de rorcual con sustento a base de peces (Omura, 1966; Kuzmin, Ivashin y Vladimirov, 1978). Se han reportado en sus estómagos anchovetas, sardinas y otros peces de tipo pelágico, como la macarela (Ridgway, 1972) y también forman parte de su dieta los crustáceos (Omura, 1966). Se conocen pocos datos sobre su reproducción. El mismo autor japonés reporta que el tamaño de los ejemplares maduros fue de 12.2 m para las hembras y 11.9 m para los machos; pero otros estudios más recientes indican que el tamaño de los ejemplares que han adquirido madurez sexual oscila en las diferentes subpoblaciones (Oshumi, 1978a). La posibilidad de presentar una temporada de reproducción fija también fue sugerida por Omura (1966) y posteriormente por Best (1975). En cuanto a su comportamiento, se sabe por algunos reportes que en la población del Pacífico Oriental, los ejemplares se encuentran más bien solitarios y separados entre sí, hasta por varios kilómetros (Rice, 1978).

Ridgway (1972) discute brevemente el patrón de buceo de esta especie y menciona que las ballenas Bryde respiran solamente dos o tres veces, después de periodos prolongados de buceo; lo que puede ser indicativo de su alta capacidad pulmonar y adaptaciones fisiológicas, comparativamente diferentes a las de los otros miembros de la familia Balaenopteridae que, a diferencia, respiran en la superficie por tiempos más largos después de prolongados periodos de apnea.

En cuanto a sus migraciones se tienen muy pocos datos sobre las poblaciones reportadas. La del Pacífico Oriental, por ejemplo, se sabe que se mantiene en aguas de 20°C o más (Omura y Nemoto, 1955) y que al parecer sigue la corriente del Kuroshio. Los estudios sistemáticos del PNICMM, dependiente del INP, permiten concluir que su presencia en aguas mexicanas es continua durante todo el año, con una mayor incidencia en la costa sudoccidental del Golfo de California, e incluso, con concentraciones estacionales importantes en las áreas de Loreto y Bahía La Paz; aunque también se le ha detectado en números abundantes en la provincia superior del Golfo, en el área de Bahía de los Angeles (Fleischer y Flores, 1987; Flores, 1989).

Se debe destacar también la presencia de crías, lo que indica que su parición y probablemente su reproducción ocurre en nuestras aguas.

Presentan parásitos externos muy semejantes a los de los otros rorcuales; tales como: piojos, *Balanus sp.*; pero internamente ninguno de los que comúnmente se encuentran en las otras especies, esto debido principalmente a lo específico de su dieta.

Dinámica poblacional
Este aspecto ha sido poco estudiado en esta especie; no hay datos concretos generales, aunque existen algunos para las poblaciones del Pacífico Occidental (Omura, 1966) y para las costas de Sudáfrica (Best, 1975).

Ecosistemas que ocupan
Los ecosistemas en que se encuentran estas ballenas son tropicales, entre las latitudes 40°N y 40°S, y muy rara vez se les reporta en latitudes mayores, siempre asociadas con proyecciones de agua con temperaturas altas (mayor de 12°-15°C). Se puede decir que su papel ecológico complementa al de la ballena Minke quien alimentándose de especies similares, se mantiene o prefiere aguas templadas. Realmente es poco lo que se sabe de su interrelación con otras especies. Marcizzi y Pilleri (1971) discuten algunos puntos similares en su revisión de la biogeografía de estos cetáceos. El aspecto de su alimentación a base de peces es muy importante de remarcar y contrastar con el de sus parientes de la familia Balaenopteridae.

Potencial del recurso
Poco se sabe de los stocks distribuidos en las aguas tropicales del mundo; en general la falta de información ha provocado que la mayoría de las poblaciones se tengan clasificadas como de "manejo inicial", con cuotas de valor "cero" (IWC, 1986), teniendo actualmente la subpoblación de interés para México esa clasificación.

Aprovechamiento del recurso
Oshumi (1978a) reporta una lista de los productos obtenidos de capturas experimentales de ballena Bryde; de ellos, se citan principalmente carne para consumo humano directo, grasa para la obtención de aceite y sustancia de uso farmacológico, como peptosas colágenas y en general aproximadamente más de siete toneladas en promedio de productos, obtenidos en ejemplares que a su vez pesaban un poco más de 12 toneladas en promedio.

El aspecto de la investigación de esta especie de rorcual tropical es potencialmente importante para México, como una contribución al conocimiento de estos recursos que habitan en su Zona Económica Exclusiva y que además de ser residentes, sin duda interactúan con especies de peces de interés comercial.

Ballena Minke o rorcual pequeño

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Misticetos
Familia: Balaenopteridae
Género: *Balaenoptera* (Lacépede, 1804)
Especie: *acutorostrata* (Lacépede, 1804)

De todas las especies de rorcuales, ésta es la de menor tamaño y, aunque consistentemente presenta la variación de tallas ya descrita entre las poblaciones del hemisferio norte y sur, se puede decir que estas ballenas en promedio miden unos 8.0-10.0 m de longitud total y que sus pesos oscilan alrededor de las seis toneladas (Ridgway, 1972). Las crías al nacer miden entre 2.5 y 3.0 m de

largo. Son sin duda, de las ballenas con barbas más pequeñas. En general sus cuerpos son muy afinados y delgados. El rostrum es muy puntiagudo, presentando una peculiar cresta dorsal muy afilada que arranca desde los orificios nasales hasta el vértice de la cabeza, presentando una cavidad nasal muy amplia y larga. Su esternón es comparativamente más largo y, como los otros rorcuales, presenta siete vértebras cervicales. Su aleta dorsal es falcada y generalmente alta, sus pliegues ventrales son de 50-70 siendo más angostos que en los otros Misticetos.

Su coloración es muy obscura, generalmente en tonos de gris que abarca toda la parte dorsal, con áreas más claras y el vientre completamente blanco, distinguiéndose perfectamente el color dorsal por un cambio radical en su limitación, casi como una línea de separación entre las dos zonas. Una característica muy particular de la especie es la presencia de una banda blanca que cubre la parte superior de las aletas pectorales y que permite la fácil identificación de esta especie en su medio natural. Existe una diferencia radical en la coloración de la especie del hemisferio norte con las del sur y algunos autores incluso la consideran como una especie diferente. Las barbas o placas filtradoras son blancas amarillentas y aunque pequeñas (0.15-0.30 m) son numerosas (280-300). Leatherwood *et al.* (1988) reporta que los ejemplares del Pacífico Nororiental tienen menos barbas que las otras poblaciones (231-285). Presentan también de 50 a 70 pliegues ventrales, que se extienden únicamente hacia la parte terminal de la garganta. Sus resoplidos son indiferenciados y no permiten identificar a la especie en el medio natural.

Población

Su distribución es cosmopolita, aunque estacionalmente se les puede encontrar abundantemente en aguas ecuatoriales. En términos generales, se pueden reconocer tres poblaciones: la del Pacífico Norte, Atlántico Norte y Hemisferio Sur.

La del Pacífico Norte se subdivide en varias subpoblaciones; la de nuestro interés es la denominada del Pacífico Oriental, que se distribuye del Mar de Chukchi a la parte central de Baja California, y que es muy común también en Alaska (Mate, 1981). En el Atlántico existen también subpoblaciones: la del nor-Atlántico, que se subdivide en oriental y occidental.

En cuanto a su abundancia relativa, se han documentado y revisado cinco métodos diversos de estimaciones que reflejan diferencias significativas en los cálculos, y que se relacionan con los problemas de las técnicas de enumeración usadas, existiendo consecuentemente una gran disparidad en los resultados obtenidos (IWC, 1980c). Sin embargo, se puede estimar que la población del hemisferio sur es de aproximadamente 693 000 ballenas (Joice *et al.*, 1990). La población del Atlántico Norte, basándonos en datos obtenidos con experimentos de marca y recaptura, es de unas 100 000 a 120 000 ballenas, con un intervalo de 95% de confianza, que oscila entre 75 000 y 198 000 (Christensen y Rorvick, 1980; Okoforsk, 1987). La Comisión Ballenera Internacional calculó únicamente que el stock explotable es del orden de 68 000 ballenas (IWC, 1980c), pero dada la gran discrepancia de datos y la alta proporción que existió de hembras en las capturas comerciales resulta muy polémica la cuantificación de la abundancia actual de estos recursos.

Para la población de nuestro interés, la del Pacífico Norte, no existen tampoco datos exactos (Nature Conservancy Council, 1980), aunque Ridgway (1972) la estima del orden de por lo menos 10 000 ballenas.

Las ballenas Minke, según Mitchell (1973), se alimentan principalmente de eufásidos y copépodos, así como también de peces como bacalao, merluza, peces de fondo, anchoveta, arenque, incluso cazones, así como también de calamar, presa preferencial especialmente de aquellas poblaciones observadas cercanas a la costa. Kawamura (1974) estima que la porción de alimentos requeridos diariamente por una ballena Minke es del orden del 3.84% de su peso y que posee una dieta oportunista, dada la gran variedad de especies reportadas en sus estómagos. Lo que sugiere además que existe una variación en las dietas de las diferentes subpoblaciones, siendo las del hemisferio sur mucho más estenófagas que sus relativas del norte. En cuanto a su reproducción, las ballenas Minke maduran sexualmente entre los 6 y 8 años de edad, con longitudes entre 7.9 m para las hembras que, como en las demás especies de Misticetos, tienden a ser de dimensiones mayores que los machos, que sólo alcanzan los 7.0 m de longitud. La gestación es aproximadamente de 10 a 11 meses y la temporada de parición para las poblaciones del hemisferio norte y específicamente en Japón, donde se han reportado copulaciones, es de inicios a mediados del invierno. Aunque Mitchell (1975) reporta otras observaciones de comportamiento reproductor en junio.

La lactancia es de aproximadamente seis meses y las hembras pueden concebir cada dos años. En cuanto a su comportamiento, se sabe que en las áreas de alimentación y principalmente en el hemisferio sur existen grandes concentraciones de estos rorcuales. Son muy lentos para nadar y además han demostrado un comportamiento clasificado como "curioso", pues se aproximan a los barcos, con lo que su captura se facilita y por su tamaño son fácilmente manejables a bordo.

Dinámica poblacional

El rango original de hembras embarazacas se estimó entre 63% y 76%, pero los cálculos actuales indican un 78%, aunque al parecer es incluso mayor en ciertas zonas como el Atlántico Oriental (Christensen, 1975). La edad promedio de reclutamiento fue de 5.9 años para las hembras y de 7.1 para los machos (IWC, 1978). Como se mencionó anteriormente la gestación es de aproximadamente 10-11 meses, con un estro que se presenta a los 4 meses, dando un total de 14-15 meses para el periodo de nacimientos.

Aunque no existen cálculos sobre mortalidad, se estimó por analogía con otras ballenas que era de un 0.1% (IWC, 1978; Holt, 1985).

En el medio natural, su predador más común es la orca, aunque por su tamaño algunos tiburones son potencialmente consideracos también como importantes depredadores de estos rorcuales, especialmente durante sus estadios de desarrollo.

Es interesante señalar que, aunque abundante, al parecer la población está muy desbalanceada en cuanto a proporción de sexos, ya que aparentemente hay mucho más hembras que machos, aspectos que no sólo varían regionalmente sino que además ocasionan conflictos en los cálculos poblacionales de esta especie.

Ecosistemas que ocupan

Como los otros rorcuales de distribución cosmopolita, las ballenas Minke ocupan diversos ecosistemas, desde los polares, en donde penetran fácilmente a pesar de sus pequeños tamaños, hasta las áreas tropicales. Su tolerancia al medio es muy amplia y soportan fluctuaciones de temperatura. Es importante resaltar que este rorcual, a pesar de ser el de menor tamaño, es el compe-

tidor más importante de los otros que habitan en el hemisferio sur y, paradójicamente, de la ballena azul.

La reducción de las otras grandes ballenas tuvo efectos mayores en la población de ballenas Minke que, sin una competencia tan fuerte, logró aumentar su población y ocupar el nicho ecológico que estos cetáceos dejaron vacantes; principalmente con las especies que utilizan el "krill" como alimento fundamental de su dieta. Actualmente, la gran densidad de estas ballenas debe enfrentar también la competencia con los otros organismos que utilizan el krill, tales como ciertos pinnípedos, aves y peces, así como también las otras especies de rorcuales que, bajo la protección internacional, lentamente se recuperan. El impacto que la pesquería comercial de krill tiene en ese recurso es otra carga al ecosistema antártico, al que tendrán que sumarse el total de factores que componen la ecología de esta especie de ballena.

En México fundamentalmente se le ha reportado en ciertas áreas del Golfo de California y en ambas vertientes de la Península de Baja California, en las Islas Revillagigedo y también en áreas costeras del Golfo de México, principalmente frente a Texas, Florida y Carolina del Sur.

Potencial del recurso

A nivel mundial, este es el recurso ballenero de la década; tanto por su abundancia relativa, como por su accesibilidad a las capturas, debido al comportamiento "curioso" descrito anteriormente, su lento desplazamiento y su tamaño, que hace fácil manejar especímenes rápidamente, reduciendo así considerablemente el tiempo de su procesamiento a bordo. Es de esperarse que dado el alto valor comercial de esta especie y su disponibilidad como recurso, se resuelvan sistemáticamente los problemas actuales existentes en torno a su dinámica poblacional y conservación, llegándose a la elaboración de modelos analíticos y de producción, así como al mejoramiento de los métodos de evaluación. En México, no se conoce actualmente el potencial de este importante recurso, reportado con frecuencia en nuestros litorales y zonas oceánicas.

Aprovechamiento del recurso

Esta ballena, a pesar de su tamaño comparativamente menor, se ha capturado por su carne que se utiliza directamente para el consumo humano, así como el aceite, ya que aproximadamente una ballena que pesa unas 5 toneladas, producirá unos 2 400 kg de carne y hasta una tonelada de aceite, siendo una especie que además de muy abundante es muy rentable. Foote (1975) da un análisis muy comprensivo de la industria ballenera noruega y de su economía, aspecto que se ha explicado y ampliado en el reporte posterior del Okforsk (1987). Históricamente, los japoneses y los rusos operaban con esta especie en barcos factorías y el Brasil lo hacía con plantas procesadoras en tierra.

Incluso se ha capturado ya esta especie con fines no de consumo, sino de exhibición en el Japón (Kimura y Nemoto, 1956; Mitchell, 1975). Pero por el problema de la alimentación solamente se le ha tenido en cautiverio por cortos lapsos de tiempo (37 días y a un ballenato por 3 meses).

El potencial de investigación de esta especie en aguas mexicanas es amplísimo, ya que ofrece el atractivo de ser una especie abundante y con un potencial económico muy elevado y, sobre todo, con un comportamiento y ecología comparativos y complementarios al de los otros cetáceos.

Ballena jorobada o yubarta

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Misticetos
Familia: Balaenopteridae
Género: *Megaptera* (Gray, 1864)
Especie: *novaengliae* (Borowski, 1781)

Esta especie de Misticeto corresponde al segundo género viviente de la familia de los rorcuales y al último miembro de la familia de los rorcuales. En ella, los machos adultos llegan a medir hasta 15.0 m de longitud y las hembras 18.0 m. Según Tomilin (1957), pueden vivir cerca de 50 años. Sus pesos sobrepasan las 40 toneladas, mientras que los ballenatos miden solamente al nacer de 4.5 a 5.0 m de longitud. Según Ridgway (1972), presentan de 15 a 20 pliegues ventrales muy amplios (hasta 0.15 m de ancho), pero Mate (1981) cita sólo de 12 a 36, y Leatherwood *et al.* (1988) de 14 a 22, llegando todas ellas posteriormente hasta la región umbilical; esto sirve para poderlas identificar ventralmente. Dorsalmente presentan una aleta relativamente pequeña que está situada a la altura del ano. Tienen hileras de nódulos en la mandíbula superior y en cada nódulo se observan pelos táctiles. De 700 a 740 barbas o placas filtradoras son reportadas en las bocas de estos cetáceos, midiendo cada una de ellas hasta 0.80-0.90 m de longitud. Las características más importantes para su identificación en el medio natural son sin duda las largas aletas pectorales, hasta 1/3 del tamaño del cuerpo, que son peculiarmente blancas y distintivas, aunque existe una diferenciación en la coloración de estas enormes aletas en las diferentes subpoblaciones y se piensa que estas modificaciones pueden estar genéticamente determinadas, permitiendo así su identificación. Su color es muy característico y llamativo por el contraste tan marcado entre la parte dorsal obscura y la ventral blanca y aunque existen variaciones en los individuos, esta coloración es muy particular de la especie.

Sus enormes aletas tienen los bordes aserrados, coincidiendo cada punta con los dígitos, y en las partes distales de sus colas se observan nódulos muy peculiares. Como todos los miembros de la familia, presentan siete vértebras cervicales.

Población

Las ballenas jorobadas se encuentran distribuidas en ambos hemisferios y desde las aguas tropicales, hasta las regiones polares. Existe también una distribución estacional muy marcada, hacia aguas tropicales y subtropicales en el invierno y hacia aguas polares en el verano; pero no penetran hasta la zona del casquete polar (Tomilin, 1957).

En el Pacífico Norte se consideran dos poblaciones de acuerdo con Nishiwaki (1966). La Oriental abarca desde el Mar Chukchii hasta México y la Occidental va de Kamchatka y Okhotsk hasta las islas Marianas y las Marshall (latitud 10°-20°N).

La población del hemisferio sur se distribuye de la Antártida hasta el Congo, Ecuador, Australia, Nueva Zelanda, Perú y las islas de Tonga. En tanto que la del Atlántico Occidental va de Islandia a las Antillas.

Su abundancia se redujo muy considerablemente en el hemisferio sur, cuya población inicial de 100 000 ballenas (Gambell, 1976) fue reducida a unas 2 500 (Masaki, 1975) o quizá 3 000 (Gambell, 1976). Chapman (1974) concuerda con el japonés Masaki calculando unos 2 500 ejemplares.

En el Atlántico Norte se estiman unas 1 259 ballenas (Mitchell, 1973a) y Wada (1980) sugiere

unas 2 500 para el Pacífico Norte, mientras que Gambell (1976) calcula unas 1 200-1 600 ballenas.

Su alimento principal lo constituyen los crustáceos planctónicos de la Antártida, según Tomilin (1957). Zenkovich (1937) resume los hábitos alimenticios de la especie y reporta que el 48% tuvo en sus estómagos peces, el 9.6% presentó peces y crustáceos; 10% peces y crustáceos bentónicos; solamente 2% con crustáceos pelágicos; y 3.2% con crustáceos bentónicos únicamente. Se les ha reportado también persiguiendo salmones en el norte del Japón.

La madurez sexual se alcanza entre los 4 y 5 años de edad, con una longitud de 11.5 m y 12 m, respectivamente para machos y hembras (Nishiwaki, 1959). La gestación y lactancia dura en conjunto unos 2 años aproximadamente y al parecer existe un año intermedio de descanso entre los ciclos reproductivos de las hembras.

Se ha observado una unión muy fuerte entre las parejas de ballenas y se reporta que las ballenas heridas son acompañadas por otras hasta que mueren. También al parecer el instinto materno es muy fuerte en esta especie. Las copulaciones han sido reportadas a lo largo de todo el año, pero existen periodos de mayor frecuencia, detectados en la primavera y verano.

Uno de los aspectos más importantes de su comportamiento está relacionado con su organización social y en especial sus vocalizaciones denominadas "canciones", que son muy características de las subpoblaciones y que se repiten en la misma secuencia. Estas "canciones" varían un poco cada año (Payne, 1979; Payne y McVay, 1971) y se consideran como dialectos. Las ballenas jorobadas frecuentemente se aproximan a los barcos y los siguen (Tomilin, 1957). En general viajan en agrupaciones que dependen de la densidad de alimento disponible. Grandes grupos se han detectado. Mitchell (1973b), por ejemplo, reporta grupos de 20-30 o 100-200 ballenas que pueden representar unidades familiares o pequeñas subpoblaciones.

No se conoce mucho sobre su patología, pero por las grabaciones de sus cantos y observaciones asociadas, se sabe que sus buceos son prolongados, hasta 20 minutos en promedio y que su movilidad en el agua es excelente. Es muy característico de la especie saltar fuera del agua casi completamente y, al bucear es común la presentación de la cola, lo que permite su fotografiado e identificación por la coloración individual existente (Katona *et al.*, 1977).

Dinámica poblacional

Este es un rorcual que ha sido severamente explotado y de una población en la Antártida de más de 100 000 ahora quedan unas 2 500 a 3 000 ballenas únicamente. Los nacimientos de estas ballenas en el norte ocurren de octubre a marzo.

Al parecer por la protección existente en algunas áreas como en el Atlántico Norte, la población se ha incrementado ligeramente (IWC, 1979). Sin embargo, muy poco se conoce sobre sus parámetros poblacionales. La única población que se ha estudiado regularmente (800 individuos más o menos) es la que visita las costas de Alaska en el verano y que pasa el invierno en Hawaii, donde existe un área muy importante de su reproducción (Leatherwood y Revees, 1981). La distribución de la especie en función de reportes publicados (Rice, 1974, 1978; Herman y Antinoja, 1977; Wolman, 1978; Mate, 1981; Winn y Scott, 1981; Thompson y Friedl, 1982; Darling y Ju-

rasz, 1983; Darling y McSweeney, 1985; Aguayo, *et al.*, 1985; Baker *et al.*, 1986; Urban y Aguayo, 1987), indican que al parecer otra área importante para la especie es la de las costas de Baja California, las Islas Marías, Cedros, San Benedicto, Socorro y Clarión.

Ecosistemas que ocupan
Aunque su distribución geográfica como especie abarca desde los polos hasta regiones tropicales, se sabe que existen subpoblaciones que presentan cierta predilección por áreas para su reproducción; por lo que su tolerancia al medio es, al parecer, más específica que las otras especies de rorcuales. En general es una especie costera que se distribuye en su rango latitudinal sobre la plataforma continental (Dawbin, 1966).

Estas ballenas, sin embargo, son bastante euritérmicas, soportando gradientes extremos de temperatura; aunque se sugiere también que los individuos no toleran los dos extremos de su distribución (polo-ecuador) durante toda su vida (Townsend, 1935; Tomilin, 1957). Aunque en áreas de gran productividad es común encontrarlas todo el año (Winn y Scott, 1976 y 1978).

Muy poco se conoce sobre su mortalidad, predadores y enfermedades. Allen (1916) y Gaskin (1972) reportan como predadores de estas ballenas a las orcas y algunos tiburones.

Potencial del recurso
Debido a su baja densidad, muy aminorada población y comportamiento específico, esta ballena tiene en el presente una gran vulnerabilidad y un potencial actualmente muy reducido. Además, esta especie está protegida internacionalmente, permitiéndose, únicamente por razones de subsistencia aborigen, una captura (1 ejemplar) en la Isla de San Vicente, en el Caribe.

Aprovechamiento del recurso
Hasta 1946 y 1966, años en que se protegió a la especie, su carne era utilizada para el consumo humano directo. Anteriormente, en el siglo XIX se le capturaba para la obtención de aceite. Actualmente, por la protección existente, solamente se utiliza para consumo humano en la isla caribeña antes citada.

Desde el punto de vista de la investigación y educación, es importante su estudio por su comportamiento específico y vocalizaciones, así como por su composición social, lo que permitirá entender el valor del recurso, su distribución y abundancia para así implementar su conservación integral.

Específicamente por su amplia distribución en México y sus migraciones es necesario estudiar a estas ballenas, el más vocalizante de todos los Misticetos.

Odontocetos (ballenas con dientes)

Los Odontocetos, o ballenas con dientes, incluyen en México a los cachalotes o ballenas de esperma, las ballenas de tamaños medianos como orcas, las ballenas "picudas" y los delfines y marsopas, especies de cetáceos ya descritos en la sección correspondiente de este volumen.

Los Odontocetos vivientes en nuestras costas presentan también una gran variación en sus tamaños, desde los cachalotes que llegan a medir hasta 20 metros de longitud y la vaquita, marsopa del Golfo de California, que mide hasta 1.5 metros. Generalmente su boca es pequeña y angosta. La dieta alimenticia consiste de peces diversos y cefalópodos. Es posible identificar a la mayor parte de ellos por el número, la forma, y la posición de

sus dientes, por lo que a continuación se mencionan algunas de sus características más importantes.

Todos los Odontocetos poseen dientes en una o ambas mandíbulas y sus números varían desde los dos hasta más de 200. Estos dientes son estructuras sencillas colocadas en un solo alvéolo y tienen sólo una raíz. Son homodontos, es decir sin diferenciación entre incisivos, caninos y molares. Además, desde su nacimiento los Odontocetos sólo tienen un juego de dientes, sin la posibilidad de reemplazarlos una vez que se rompen o se pierden; teniendo esto consecuencias importantes en la supervivencia de estos numerosos cetáceos. En algunas especies, los dientes sólo se desarrollan en los machos y no son aparentes en las encías de las hembras.

A diferencia de los Misticetos, otra característica es que los Odontocetos presentan dos conductos nasales internos que unidos al exterior forman una sola abertura. Su cráneo es asimétrico. El grado de fusión de las vértebras cervicales varía según las especies y en algunas se observan las vértebras cervicales totalmente fusionadas.

En contraste con los Misticetos, los Odontocetos presentan un esternón grande. Sus aletas pectorales siempre presentan cinco dedos, pero el número de huesos en cada dedo varía con las especies. Aunque no se encuentran verdaderas piernas como tales, rastros o huellas vestigiales del fémur se han observado internamente en algunas especies.

Los Odontocetos no permanecen en un área determinada, sino que efectúan migraciones en busca de alimento, o también de condiciones favorables para su reproducción.

Se asume en general que la temporada de reproducción de los Odontocetos se extiende desde el invierno hasta finales de la primavera. Muchas especies son altamente sociables y tienden a permanecer en grupos formando grandes rebaños de cientos de animales.

El orden Odontocetos se encuentra formado por seis familias y México cuenta con representantes diversos de las cuatro primeras:

I) Physeteridae (Cachalotes)
II) Ziphiidae (Ballenas medianas y/o picudas)
III) Delphinidae (Ballenas Piloto, Orca y Delfines)
IV) Phocoenidae (Marsopas)
V) Monodontidae (Ballenas Blancas y Narvales)
VI) Platanistidae (Delfines de río)

Aquí se describen solamente los representantes de la primera familia, ya que las otras corresponden a la sección de Delfines, incluidos en otro capítulo.

Familia Physeteridae

Esta familia se encuentra integrada por dos géneros y tres especies, todas reportadas en la Zona Económica Exclusiva de México.

- *Physeter macrocephalus*
- *Kogia breviceps*
- *Kogia simus*

Los miembros de esta familia se caracterizan por poseer una gran cabeza con respecto al tamaño de su cuerpo.

La parte superior de su cráneo es cóncavo y tiene un rostro asimétrico, en el cual se aloja el órgano del spermaceti que es una característica única de estos cetáceos. La fosa nasal se encuen-

tra en la parte anterior superior del cráneo y ligeramente tendiente hacia el lado izquierdo. Las vértebras cervicales se encuentran fusionadas, excepto el atlas (primera vértebra detrás de la cabeza). La mandíbula superior carece de dientes funcionales y desarrollados, pero la mandíbula inferior posee grandes dientes cónicos muy desarrollados. En los miembros de esta familia, los huesos de la mandíbula inferior son largos y su longitud es mayor con la edad, encontrándose fusionados en la parte anterior.

Cachalote o ballena de esperma

Clase: Mammalia
Orden: Cetacea
Suborden: Odontocetos
Familia: Physeteridae
Género: *Physeter* (Linnaeus, 1958)
Especie: *macrocephalus* (Linnaeus, 1958)

En esta especie los machos alcanzan longitudes entre 15-20 m y las hembras entre 11-17 m, es decir, en contraste, los machos tienden a ser mayores en esta especie. Las crías miden alrededor de 4 m al nacer. El peso aproximado para los machos es de 20-36 ton, para las hembras un máximo de 38 ton de peso ha sido reportado.

Población

La distribución de esta especie es mundial, existiendo cierta tendencia de los machos a internarse en los casquetes polares. Durante el invierno, usualmente son localizados sobre los 40°N de latitud y las agregaciones de ballenas reproductoras a lo largo de la plataforma continental de California, Baja California y la parte media de México (Leatherwood y Reeves, 1981).

En la actualidad no existe un índice sobre la abundancia real de las poblaciones de esta especie. Algunas estimaciones realizadas en el hemisferio sur sugieren una población de 350 000 animales y 175 000 para el hemisferio norte (Watson, 1981). Aparentemente existe una disminución en la edad de embarazo y madurez lo que hace suponer que esta especie, debido a las presiones ejercidas por las capturas comerciales a las que estuvo sometida, ha cambiado su edad de reproducción.

La dieta alimenticia de esta especie es básicamente de peces diversos (más de 38 especies demersales y mesopelágicas), así como también cefalópodos (más de 40 especies, pero principalmente el calamar). Kawakami (1976) reportó 5 especies de calamar encontradas en 8 ballenas en la costa noroeste del Pacífico. Harvey (citado en Mate, 1981) encontró solamente calamar y restos de lampreas en los estómagos de 39 de 49 ballenas varadas a lo largo de la costa de Oregon, de 1978 a 1980. En muestras al azar sobre contenidos estomacales de cachalote también se encontró la presencia de objetos diversos como botas, alambres, boyas de cristal, juguetes de plástico, cocos y cajas de madera (Tomilin, 1967). Lockyer (1976) estimó el grado de metabolismo basal en 6.4×10^4 a 1.1×10^5 kilocalorías al día y grados de consumo de alimento de 3 a 3.5% del peso de su cuerpo por día.

La madurez sexual de los cachalotes se encuentra reportada dentro de un rango entre los 8.3 a 9.1 m de longitud en las hembras, correspondiendo a los 8 a 11 años de edad, y en los machos la madurez sexual ocurre entre los 10 a 12 m de longitud, correspondiendo a una edad de 10.0 o más años (Berzin, 1971; US Department of Commerce, 1978). El periodo de reproducción de las hembras varía desde los 3 a los 5 años. El periodo de gestación oscila entre los 14 y los 17 meses, teniéndose conocimientos de los nacimientos en el hemisferio norte de mayo a octubre

y para el hemisferio sur de septiembre a mayo (Berzin, 1971). La mayor parte de las ocasiones, las crías son destetadas al año, o dos años de edad con una longitud de 6.7 m y un peso aproximado de 2 800 kg. Los cachalotes continúan su crecimiento hasta los 45 y 60 años de edad.

Con respecto al comportamiento de la especie se ha podido observar que cuando esta ballena nada cerca de la superficie, sale a respirar más o menos cada dos o tres minutos. Después de 3 a 5 pequeñas sumergidas, estas ballenas inician un buceo más prolongado que puede durar mucho más de 30 minutos. Los tiempos de permanencia bajo el agua de las hembras son en promedio un poco más cortos que los de los machos y casi nunca sobrepasan la marca de los 30 minutos.

Se han reportado ballenas enredadas en cables marinos a unos 1 200 m de profundidad y hasta cerca de los 2 200 m o un poco más, lo que hace suponer que esta especie necesita a veces sumergirse a grandes profundidades en busca de su alimento.

En otras ocasiones, se ha observado a estas ballenas (cachalotes) "jugando" en la superficie del océano. Raramente brincan fuera del agua en forma total, pero frecuentemente exponen la aleta caudal del agua antes de efectuar un buceo prolongado.

La altura de los resoplidos de estas ballenas sobre el horizonte puede alcanzar de 3 a 5 m y la posición de la fosa nasal hace que se dirija distintivamente siempre hacia adelante de su cuerpo y a la izquierda. En algunas ocasiones, cuando el mar está en calma, se han podido observar grupos de ballenas en la superficie descansando por periodos relativamente prolongados.

Tanto las poblaciones de machos como de hembras en el hemisferio norte efectúan movimientos migratorios moviéndose en otoño hacia el Ecuador y en primavera hacia los polos. A diferencia de la hembras y las ballenas juveniles, los machos adultos de esta especie efectúan sus migraciones en forma más rápida, extendiéndose y abarcando más terreno. Aparentemente, las poblaciones de cada hemisferio parecen ser distintas, sin embargo podemos pensar que en un momento dado exista una mezcla de individuos de ambas poblaciones en áreas ecuatoriales, donde corrientes de agua fría y una abundancia de alimento existe todo el año.

Los parásitos externos más importantes en estos Odontocetos son las diatomeas, algas microscópicas que desaparecen cuando los individuos se internan en aguas tropicales, así como también grandes colonias de balanos que frecuentemente crecen sobre la piel, aleta caudal y comisura de la boca. Hay dos especies de piojos que frecuentan esta ballena; *Cyamus catadontis* que se encuentra con frecuencia en los machos grandes, y *Neocyamus physeteris*, el cual es más común en las hembras y juveniles. Esta distinción se debe indudablemente al hecho de que los machos migran a aguas polares, mientras que las hembras y sus crías permanecen en los trópicos y subtrópicos. *Anisakis sp.* es el nematodo más común que parasita el sistema digestivo, particularmente el estómago.

Dinámica poblacional

Poca información sobre su dinámica poblacional es actualmente conocida, aunque una buena revisión existe para ciertas subpoblaciones (Allen y Kirkwood, 1977; Beddington, 1980; Beddington y May, 1980; Laake y Hammond, 1983; Delamare y Cooke, 1984; Shimadzu, 1984; Kasuya y Miyashita, 1988).

Ecosistemas que ocupan
Esta especie se encuentra comúnmente en áreas donde existen corrientes fuertes que fluyen en direcciones opuestas. En general gustan de permanecer en mares de gran profundidad. Son altamente oceánicas y con excepción de las reportadas en el Golfo de California, (Cockrom, 1956; Gilmore, 1957, 1959; Patton, 1979a, 1979b; Patton *et al.*, 1979; Balcom, 1981; Fleischer *et al.*, 1984; Vidal y Findley, 1985), rara vez se ven cerca de las costas. En México, los avistamientos históricos están siendo recopilados en un trabajo que está preparando por separado el PNICMM, relacionándolos además con la distribución espacio-temporal del calamar y recientes avistamientos derivados de cruceros en el Golfo de California y Pacífico Mexicano (Fleischer, en prep.).

Potencial del recurso
Desconocido a la fecha, la especie ha estado protegida internacionalmente desde 1980 para el Pacífico Nororiental. En 1981-1982 se extendió la protección al hemisferio sur y desde 1988 a las subpoblaciones del Pacífico Noroccidental.

Aprovechamiento del recurso
El cachalote es una especie de la cual se pudieron obtener en el pasado una gran diversidad de productos, ya sea para consumo humano directo o para uso industrial. Los principales fueron derivados del aceite y del spermaceti, tales como velas, papel, jabón. Para la industria cosmética se utilizó fundamentalmente el spermaceti y el ámbar gris que es un derivado gástrico, como base para cremas y cosméticos, incluyendo perfumería en general y productos para fines farmacéuticos. El cachalote o ballena de esperma es sin duda el cetáceo más ligado al hombre a través de la literatura y de la ficción.

Las otras dos especies comprendidas en esta familia, el cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*) y el cachalote enano (*Kogia simus*) son especies poco estudiadas y conocidas de las cuales sólo se tiene una idea de su biología y distribución en México por varamientos, por lo que a continuación sólo se describe en detalle la siguiente información:

Cachalote pigmeo

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Odontocetos
Familia: Physeteridas
Género: *Kogia* (Blainville, 1938)
Especie: *breviceps* (Blainville, 1938)

Esta pequeña ballena alcanza longitudes de 3 m en promedio para ambos sexos, con un máximo de 3.4 m y sus crías al nacer miden alrededor de 1.2 m pesando alrededor de los 55 kg solamente. Los pesos promedios para ambos sexos son de 363 kg con un máximo de 408 kg.

Población
Esta especie está al parecer limitada a aguas cálidas. Los reportes más frecuentes de varamientos nos permiten tener una idea de su distribución e incluye las costas de Sudáfrica, sureste de Australia, Nueva Zelanda y el sureste de los Estados Unidos. Existen pocos reportes sobre el Pacífico Sur y ninguno reportado en el Atlántico Sur. Pero esto no es una razón que nos indique que dicha especie no frecuente esos lugares. En México es una especie que puede ser localizada indiferentemente en el Océano Pacífico así como en el Golfo de México (Schmidly, 1981).

No existen a la fecha estimaciones del nivel mundial sobre la abundancia de este recurso, por

ser una especie poco común, cuya identificación es difícil en el campo. Se considera que la población se conoce un poco más por la frecuencia de observaciones que se ha incrementado en proporción al número de observadores.

Análisis sobre contenidos estomacales de animales encontrados varados demuestran que este cachalote pigmeo se alimenta principalmente de calamar, peces diversos y cangrejos. Algunas de estas especies que componen su dieta son de aguas profundas, aunque no se conocen sus hábitos totalmente.

En esta especie, las hembras de longitud aproximada a los 2.2 m ya han alcanzado la madurez sexual. Los especímenes que han sido examinados nos sugieren que esta especie probablemente se reproduce cada año. Su periodo de gestación dura aproximadamente nueve meses. Se cree que las crías acompañan a sus madres hasta por un año. No existen periodos aparentemente establecidos de nacimientos en determinadas épocas, pero éstas se han reportado en los meses de noviembre, febrero y durante la primavera.

El comportamiento de la especie es poco conocido pero en géneral son lentas y muy definidas en todos sus movimientos. Llegan a la superficie lentamente para respirar, producen un resoplido poco aparente, rara vez giran bruscamente o saltan.

Al parecer esta especie migra desde aguas tropicales hacia aguas templadas durante los meses del verano.

Existe poca información sobre la dinámica de esta población, ya que la especie se ha estudiado básicamente usando ejemplares encontrados varados.

Ecosistemas que ocupan
Dada la distribución de sus componentes alimenticios, se puede decir que esta especie no solamente se desarrolla en ambientes pelágicos, sino también en costeros, aunque poca información se conoce con respecto a su relación con otras especies.

Potencial del recurso
Desconocido.

Aprovechamiento del recurso
Solamente se tiene conocimiento sobre las capturas hechas por los japoneses (diez individuos anuales). Algunos son con fines de estudio científico. Tomilin (1957) considera que el rendimiento industrial que puede ofrecer la especie es muy bajo. Probablemente el uso principal sobre las capturas puede estar dirigido al consumo humano.

Cachalote enano

Clase: Mammalia
Orden: Cetácea
Suborden: Odontocetos
Familia: Physeteridae
Género: *Kogia*
Especia: *simus* (Owen, 1866)

Esta ballena tiene una longitud de 2.4 m con un máximo de 2.7 m y sus crías miden al nacer alrededor de 1 m. Sus pesos varían entre los 154 kg y los 272 kg siendo el peso aproximado de las crías al nacer de 46 kg solamente.

Población
Algunos individuos de esta especie se han encontrado varados en la parte central de los Estados Unidos, Sudáfrica, India, Australia, Japón, Hawaii y en Baja California. Esto nos permite tener conocimiento de su amplia distribución.

En comparación con su comúnmente cercano relativo, el cachalote pigmeo, esta especie ha sido más observada en los trópicos.

No existen estimaciones acerca del número de individuos que forman tal población, dado que la disponibilidad de registros e información es poco común.

A pesar de ser el calamar parte primordial de su dieta alimenticia, 18 clases de peces han sido encontrados en estómagos de esta especie. Todas estas clases corresponden a especies que se encuentran viviendo a profundidades de unos 250 m en promedio.

Poca información existe sobre el comportamiento de estos raros Odontocetos, pero se han observado grupos de dos a siete individuos.

Hasta el presente, nada es conocido acerca del comportamiento reproductivo o social de la especie.

Dinámica poblacional
Desconocida.

Ecosistema que ocupan
Esta especie se ha observado con mayor frecuencia en los trópicos y aguas profundas, cerca de las costas japonesas y en la plataforma continental. En México, Fleischer *et al.* (1984a) y Gómez *et al.* (sin pub.), reportan medidas morfométricas y resultados de dos varamientos ocurridos por separado ese año en la Bahía de La Paz. Otro varamiento posterior es reportado por el PNICMM en 1989.

Potencial del recurso
Desconocido.

Aprovechamiento del recurso
Se conocen capturas por japoneses con fines científicos o de otra índole; sin embargo, Tomilin (1957) considera que el rendimiento industrial que ofrece la especie es también bajo.

De la otra familia de Odontocetos sólo se mencionan algunas características generales, listándose a continuación los nombres científicos de las especies que la constituyen, identificando aquéllas que se encuentran registradas para la Zona Económica Exclusiva de México:

Familia Ziphiidae

Estos Odontocetos se caracterizan por presentar un par de dientes cónicos en la punta de la mandíbula inferior que ayuda a su identificación. La mandíbula que se extiende hasta la última porción del hocico donde también presentan ranuras conspicuas en la superficie de la garganta en forma de "V". La aleta dorsal está presente, colocada en la parte media del cuerpo, ligeramente hacia la parte posterior; las aletas laterales por lo general son más pequeñas con respecto a la proporción del cuerpo. La parte media de su cuerpo representa un mayor volumen con respecto al resto del cuerpo. La coloración del cuerpo varía desde gris oscuro hasta negro, a veces con un gran parche de color blanco en la región ventral. Se les considera como un interesante grupo, principalmente por lo que reflejan sus aspectos taxonómicos.

Esta familia de ballenas comúnmente denominadas "picudas" se encuentra integrada por seis géneros y 18 especies, denotándose con un (*) a las especies presentes en la ZEE de México:

- *Tasmacetus shepherdi*
- *Berardius bairdi**

- *Berardius arnouxi**
- *Zhipius cavirostris**
- *Hyperodoon ampullatus*
- *Hyperodoon planifrons*
- *Indofacetus pacificus*
- *Mesoplodon hectori*
- *Mesoplodon mirus*
- *Mesoplodon europaeus**
- *Mesoplodon carlhubbsi**
- *Mesoplodon ginkgodens**
- *Mesoplodon grayi*
- *Mesoplodon stejnegeri*
- *Mesoplodon bowdoini*
- *Mesoplodon densirostris**
- *Mesoplodon bidens*
- *Mesoplodon layardi*

Familia Delphinidae

Aunque forman parte de otro capítulo de este volumen en el se describen en detalle, se menciona aquí solamente que esta familia de Odontocetos se encuentra integrada por 16 géneros y 32 especies, de las cuales el 50% están reportadas para la Zona Económica Exclusiva de México. Los miembros de esta familia tienen un cráneo asimétrico. No presentan ranuras de ningún tipo sobre la garganta. Poseen también numerosos dientes, tanto en la mandíbula superior como la inferior y por lo general son dientes cónicos pequeños. Sus aletas dorsales varían en tamaño y ubicación, generalmente se encuentran colocadas en la parte media, excepto en la especie *Lissodelphis borealis*, en la cual esta aleta no se presenta. Particularmente la familia se caracteriza por la presencia de dos o más vértebras cervicales fusionadas.

Las especies reportadas en México aparecen con un asterisco (*).

- *Orcinus orca**
- *Pseudoorca crassidens**
- *Feresa attenuata**
- *Peponocephala electra**
- *Globicephala macrorhynchus**
- *Globicephala melaena*
- *Steno bredanensis**
- *Sousa chinensis*
- *Sousa teuzii*
- *Sotalia fluviatilis*
- *Lagenorhynchus albirostris**
- *Lagenorhynchus acutus*
- *Lagenorhynchus obliquidens**
- *Lagenorhynchus obscurus*
- *Lagenorhynchus cruciger*
- *Lagenorhynchus australis*
- *Lagenodelphis hosei**
- *Lissodelphis peroni*
- *Lissodelphis borealis*
- *Cephalorhynchus commersoni*
- *Cephalorhynchus eutropia*
- *Cephalorhynchus heavisidei*
- *Cephalorhynchus hectori*
- *Grampus griseus**
- *Orcaella brevirostris*
- *Stenella longirostris**
- *Stenella clymene**
- *Stenella coeruleoalba**
- *Stenella attenuata**
- *Stenella plagiodon**
- *Delphinus delphis**
- *Tursiops truncatus**

Finalmente, se puede concluir esta sección afirmando que las especies de ballenas de México descritas en este trabajo constituyen, no sólo una riqueza importante para el país, altamente privilegiado por la naturaleza, ya que en su ZEE cuenta con una gran diversidad de recursos pesqueros de alto valor y significado, sino que los mamíferos marinos presentes en sus mares, tanto los

Pinnípedos como los Delfines son un potencial biológico, económico y científico muy bien representado, al cual se está respondiendo cotidianamente a través de acciones tanto de investigación como de conservación, que han hecho de México un país promotor de un nuevo orden pesquero, basado en el uso responsable de sus recursos, y que también lo han caracterizado históricamente a nivel mundial como un país pionero en medidas de regulación para estas especies sujetas a protección especial, mereciéndole diversos reconocimientos internacionales.

En el cuadro anexo se presenta como complemento una cronología histórica de las medidas de investigación y conservación más importantes que para estos recursos se han generado en el país desde el año 1811. Estas medidas se han actualizado del cuadro reportado en Fleischer (1987).

Agradecimientos

Se agradece y reconoce la distinción que las autoridades del Instituto Nacional de la Pesca tuvieron al invitarme a contribuir con estas secciones sobre Ballenas y Pinnípedos de México y en forma muy especial quiero dejar constancia de mi reconocimiento al C. Biól. Alejandro Zárate Villafranco, compañero del PNAAPD, por su amplia dedicación para capturar en tan corto tiempo los diferentes borradores que estos trabajos requirieron; especialmente por su disponibilidad que permitió cumplir con las tareas cotidianamente encomendadas y su puntual entrega. De igual manera a los C. estudiantes Cuauhtémoc Ramírez, Dalia Gómez y Abraham Polanco quienes intervinieron desinteresadamente en diferentes tareas para este fin. El C. Téc. Pesq. Pablo Loreto coautor de una sección y compañero del PNICMM, quien actualizó el historial preliminar que se incluye con antecedentes de conservación y al C. Ricardo Flores, compañero del CRIP-La Paz, quien preparó las dos figuras del capítulo sobre ballenas. La activa y constante curiosidad de Andrea sobre estas especies, me obligó a contestar sus preguntas y a enriquecer el material y su presentación.

Bibliografía

ACEVEDO, A., B. TERSHY y D. CROLL. 1986. *Radio marcado de ballenas del género Balaenoptera en el Golfo de California.* Reporte Final a la Secretaría de Pesca. (No publicado).

AGUILAR, A., M. OLMOS y H.C. LOCKER. 1987. *Estimates of age and length at sexual maturity in fin whales caught off Spain.* IWC. SC/391/Ba1. 14 p.

AGUAYO, L., 1982. *Observaciones de mamíferos marinos durante la campaña Cortes I, mayo de 1982.* Facultad de Ciencias, UNAM. 19 p. (No publicado).

AGUAYO, L., J. URBAN y M. SALINAS. 1985. El rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*), durante la estación de reproducción en la Bahía Banderas, México y su distribución en el Pacífico mexicano. *IX Reunión Internacional para el estudio de los Mamíferos.* La Paz, BCS, México.

ALLEN, G., 1916. The Whales of New England. *Mem. Boston, Soc, Nat. Hist.,* 8: 107-322.

ALLEN, R. y G.P. KIRKWOOD. 1977. Where 1946 *sperm whale stocs at the unexploited level?,* Marine Laboratory, Cronulla, Sydney Division Fisheries and Oceanography. Report No. 87.

ANDERSON, 1978. *Anatomical and zoological research; Comparing an account of zoological results of two expeditions to Western Yunnan in 1968 and 1975,* London. Pp. 551-564.

BAKER, C., L.M. HERMAN, A. PERRY, W.S. LAWTON, J.M. STRATELY, A. WOLMAN, G. KAUFMAN, H. WINN, J. HALL, J. REINEKE y J. OSTMAN. 1986. Migratory movement

and population structure of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the central and eastern north Pacific. *Marine Ecology Progress Series*. 31: 105-119.

BALCOMB, K.C., B. VILLA y A. NICHOLS. 1979. Marine mammals in the sea of Cortez. *Proc. th. Int'l. Conf. on Gray Whale*. 19 p.

BALCOMB, K.C., 1981. Mass stranding at Huatabampito, México. *Cetus* 3(2): 5, 8.

BEDDINGTON, J. 1980. Analysis of the pregnancy rates of sperm whales in the North Pacific. *IWC/SC/SPC/* 19: 63-65.

BEDDINGTON, J. y R.M. MAY. 1980. A possible model for the effect of adult sex ratio and density on the fecundity of sperm whales. *IWC/SC/SPC/30*. Doc. 4: 75 80.

BERZIN, A.A., 1971. En: A.V. Yablokov (Ed.) *The sperm Whale*. Traslated by Israel Program for Scientific traslations, Jerusalem, 1972. Natl. Tech. Inf. Ser. TT7150152, Springfield. Va. 394 p.

BEST, P., 1967. Distribution and feeding habits of baleen whales of the Cape Province. *Invest. Rep. Div. Sea fish., cape Town*. 57: 1-44.

BEST, P., 1975. *Status of Bryde's Whale (Balaenoptera edeni or B. brydei)* ACMRR/MM/EC/12.

BEST, P.B., D. BUTTERWORTH y L. RICKETT. 1983. *The south African inshore stock of Bryde's Whales*. Preliminary Report of Assessment Cruise, january-february, 1983. Tech. Rep. Int. Whal. Comm. Cambridge.

BREESE, D. y TERSHY. B. 1987. Residency patterns in female Bryde's (*Balaenoptera edeni*) whales in the Gulf of California, Mexico. En: Abstracts *Seventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. 88 p.

BREWICK, J., D. RUGH, D. WITHROW, M. DALHEIM y S. BUKLAND. 1990 Preliminary population estimate of Gray Whales during the 1987-88 southward migration. *IWC/SC/40PS12*: 21 p.

BROWNELL, R.L. y CHUN. C., 1977. Probable existence of de Korean stock of Gray Whales. *J. Mammals* 58 (2): 237-239.

BROWNELL, R., R. REEVES y C. SCHONEWALD. 1978. Preliminary report on the world catches of marine mammals 1966-1975. *Natl. Tech. IMF. Ser. Publ. PB-2* 907: 13-352.

CHAPMAN, D.Y. ROBSON. 1960. Tha analysis of a catch curve *Biométtica* 16: 354-368.

CHAPMAN, D., K. ALLEN y S. HOLT. 1964. Report of the committee of three scientists on the special scientific investigations of the Antartic whale stocks. *Rep. IWC*, 14: 32-106.

CHAPMAN, D.G., 1974. Status of Antartic Rorcual stocks. En: W.E. Schevill (Ed.) *The Whale problem: status Report*. Harvad Univ. Press; Cambridge, Mass. Pp. 218-238.

CHRISTENSEN, I., 1975. Preliminary report on the Norwegian fishery for small whales: expansion of Norwegian whaling to Artic and Northwest Atlantic waters, and Norwegian investigations on the biology of small whales. *J. Fish. Res. Board. Can.* 32: 1 083-1 094.

CHRISTENSEN, I. y C. RORVIK. 1980. *Analysis of the markings and recaptures of Minke whales in the Barents Sea* 1974-1979. IWC/SC/32/Mi 6.

CONNALLY, K.C., S. LEATHERWOOD, G. JAMES y B. WINNING. 1986. *A note on vessel survey for whales in the Sea of Cortez, January through april 1983-1985 and on the establishement of a data reporting center for the area*. Report. Int. (SC/37/025) ITESEM-Guaymas: 16 p.

CALABOKIDIS, J., S. KRUSE, J.C. CUBBAGE, R. WELLS, K.C. BALCOM, C. EWALD y G. STEIGER. 1987. Blue whale occurrence and photo identification in the Central California Coast. *Seventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. Miami, Florida. (Resumen) 8 p.

COCKRUM, E.L., 1956. Sperm whales stranded on the beaches of the Gulf of California. *J. Mamm.* 37(2): 288.

DAHLHEIM, M., 1987. *Bio-acustics of the Gray Whale*. Ph.D. Thesis. Fac. of Zoology. University of British Columbia, Vancouver: 266 p.

DARLING, J. y C.M. JUAREZ. 1983. Migratory destinations of North Pacfic humpback whales (*Megaptera no-*

vaeangliae). En: R. Payne, (Ed.). *Communications and behaviour of whales*. West view press, IWC, Boulder, Co. Pp. 359-368.

DARLING, J. y D.J. MCSWEENEY. 1985. Observations on the migrations of North Pacific Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Can. Jour. of Zool.* 63: 308-314.

DAWBIN, W.H., 1966. The seasonal migratory cycle of humback whales. En: K.S. Morris (Ed.). *Whales dolphins and porpoises*: Pp. 145-169.

DE LA MARE, W. y J. COOKE. 1984. *Analisys of thesensetivity of the lenght-specific estimation procedure to some departures from unselying assumations*. IWC/SC/36. sp 5.

DELYAMURE, S.L., 1955. *Helminthofauna of marine mammals*. Academy of Science URSS, Moscow. (traducido del ruso). US. of Interior and Nat. Found., Washintong, DC.

FAO, 1976. *Mammals in the Sea, Ad Hoc* Group I on large Cetaceans Draft Report. ACMRR/MM/SC2.

FINDLEY, L.T., F. FELIX, y C. CONTRERAS. 1982. Observaciones de mamíferos marinos en Guaymas, Son., México. Resúmenes de la *VII Reunión Internacional de Mamífero Marinos*, La Paz, Baja California Sur, Escuela de Ciencias Marítimas y Tecnología de Alimentos, ITESM, Guaymas, Son. 13 p.

FINDLEY, L.T., O. VIDAL, A.L. FIGUEROA, J. VELEZ, J. MALDONADO, S. FERNANDEZ y G. ALVAREZ. 1987. Los cetáceos en el Golfo de California durante 1987. *XIII Reunión Internacional sobre el estudio de los Mamíferos Marinos en México*. La Paz, BCS. México. (Resumen).

FLEISCHER, L., 1978. *Methods of population estimation of breeding California Gray Whales in Baja California, Mexico*. Research propousal for a Ph.D. Dissertation. College of Fisheries; University of Washington, Seattle, 43 p.

FLEISCHER, L., 1979. *Preliminary report on the California Gray whale survey in Ojo de Liebre Lagoon, Baja California, Mexico*. M.S. Thesis College of Fisheries; University of Washington, Seattle, 55 p.

FLEISCHER, L., 1979a. Scientific considerations for marine mammal protection in Mexico. *Primer Simposium Internacional sobre Educación y Organización Pesquera*. Vol 3.4; 15.

FLEISCHER, L., 1982. *Mexico progress report on cetacean research*. IWC/32/SC/Prog. rep. Mex.

FLEISCHER, L., 1984. *Mexico progress report on cetacean research*. IWC/36/SC/Prog. rep. Mex.

FLEISCHER, L., F. CERVANTES, R. FUENTES y E. MICHELL. 1984a. New records of whales strandings at the bay of La Paz, Baja California Sur, México: *IX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos*. La Paz, BCS, marzo 1984.

FLEISCHER, L. y J. BEDDINGTON. 1985. *Seasonal abundance, reproduction and early mortility rates of gray whales (Eschrichtius robustus) in Mexican waters*. (1980-1985). Paper IWC-SC/37/PS 22 (en prensa).

FLEISCHER, L., 1987. *El programa nacional de investigación y conservación de mamíferos marinos de México*. Secretaría de Pesca, México, D.F. 50 p.

FLEISCHER, L., 1988. *Aerial surveys of gray whales (Eschrichtius robustus) in Mexican waters, 1980-1990*.

FLEISCHER, L. y O. MARAVILLA. 1988. *Precense of gray whales (Eschrichtius robustus) in the Gulf of California, Mexico*. Paper IWC/SC/A90/g30: 21 p.

FLEISCHER, L. y P. LORETO. (1992 en prep.). *Reporte anual de varamientos*. PNICMM/CRIP-La Paz. INP. México.

FLEISCHER, L., M. STINSON y O. MARAVILLA (en prep.). *Ballenas azules en aguas de México*.

FLEISCHER, L., J. BARLOW y O. MARAVILLA (en prep.). *Abundancia y distribución de ballenas de aleta (Balaenoptera physalus) en el Golfo de California, México*.

FLORES, S. y L. FLEISCHER. 1987. *Ocurrencia, distribución y abundancia relativa del rorcual de Bryde (Balaenoptera edeni) en el Golfo de California, México*. La Paz, BCS, abril 1987.

FLORES, S., 1989. *La presencia del rorcual de Bryde (Balaenoptera edeni, Anderson, 1878) en el Golfo*

de California. Tesis Profesional UABCS, La Paz, BCS. 106 p.

FOOTE, D., 1975. Investigation of small whale hunting in Northern Norway, 1964. *J. Fish. Res. Board Can.* 32: 1 163-1 189.

GAMBELL, R., 1975. *A reviev of populations assessments of Antartic Fin Whales*. ACMRR/MM/EC/9.

GAMBELL, R., 1976. World Whales Stocks. *Mammals Rev.* 6(1): 41-53.

GASKIN, D., 1972. *Whales, dolphins and seal*. Heinemann Educational Bools, Ltd., London. Pp. 81-85.

GASKIN, D., 1982. *The ecology of whales and dolphins*. Heinemann Educational Books, London and Exeter NH.

GENDROM, D., 1990. *Relación entre la abundancia de eufásidos y ballenas azules (Balaenoptera musculus) en el Golfo de California*. M.S. Tesis. CICIMAR. La Paz. BCS. México. 64 p.

GILMORE, R.M., 1957. Whales aground in Cortez Sea: tragic stradings in the Gulf of California. *Pac. Discovery* 10(1): 22-27.

GILMORE, R.M., 1959. On the mass stradings of sperm whales. *Pac. Naturalist* 1(10): 9-16.

GILMORE, R.M., JR. R.L. BROWNELL., J.G. MILLIS y A. HARRISON. 1967. Gray whales near Yavaros, southern Sonora, Gulf of California, Mexico. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 14(16): 197-204.

GISINER, B., M. RIEDMAN, E. KEITH y B.J. LE BOEUF. 1979. Cetacean notes. En: Report of a Scripps Institute of Oceanography *Expedition in the Gulf of California and the pacific Ocean west of Baja California*. 21 june to 21 july, 1979. Univ. of California. Santa Cruz. Pp. 39-40.

GÓMEZ, G., F. REYNOSO, I. GONZALEZ y C. BUSTAMANTE. (sin publicar). *Análisis morfométrico del cachalote pigmeo Kogia sinus, (Owen, 1866)*. Rep.

GRAY, J., 1864. On the cetacea which have been observed in the seas surounding the British Islands. *Proc. Zool. Soc. London*: 195-248.

GULLAND, J., 1976. *A note on the abundance of Antartic Blue Whales FAO*. Advisory Comm. on Marine Resources Research; Bergen. ACMRR/MM/SC/76: 11 p.

HERMAN, L. y R. ANTINOJA. 1977. Humpback whales in the Hawaiian breading waters: population and pod characteristics. *Scientific Reports to the Whales Research Institute*. 29: 59-85.

HJORT, J. y J. RUUD. 1929. Whailing and Fishing in the North Atlantic, *ICES Rapp. et Proc-ver.*, 56: 123.

HOLT, S., 1985. The classification of whales stocks and the determination of catch limits under the current. IWC management procedure, ,whit limited information. *Rep. Int. Whal. Comm.* 35: 487-494.

HOORWOOD, J., 1978. The effect of interspecific and intraspecific competition on the population dynamics of the Sei whale *Balaenoptera bolearis Rep. Int. whal. Comm.* 28: 401-404.

HOORWOOD, J., 1979. *Competion in the Antartic*. IWC/SC/C79/2.

HOORWOOD, J., 1979a. *Population biology and stock assessment of the southern hemisphere Sei Whales*. IWC/SC/C79/3.

HOORWOOD, J. DONOVAN y GAMBELL. 1979. *Pregnancy rates of the southern hemisphere Sei Whales (Balaenoptera boiealis)*. IWC/SC/C79/4.

ICHIHARA, T., 1966. The pigmy blue whale *Balaenoptera musculus brevicauda*, a new subspecies from the antartic. En: K.S. Norris (Ed.). *Whales, dolphins and porpoises*. University of California Press. Los Angeles. Pp. 79-113.

INGEBRISTGTSEN, A., 1929. Whales caught in the North Atlantic and other seas. *Rapp. Cens. Explor. Mer.*, 56: 1-26.

IWC. 1978. *Report of the special meeting on southern hemisphere Minke Whales*. SC/30/Rep. 4.

IWC. 1979. *DRAFT report of the subcommittee on the protected species and aboriginal whailing*. IWC/SC/31.

IWC. 1979a. *Report of the special meeting on southern hemisphere Sei Whales*. UWC/31/4 Rep. 1.

IWC. 1980. *DRAFT report of the subcommittee on other protected species and aboriginal whailing*. Item 2. IWC/32/4/. Annex G.

IWC. 1980a. *DRAFT report of the subcommitte on other baleen whales* IWC/32/SC/4 Annex F.

IWC. 1980b. *Baleen whale catch limits.* IWC. Secretariat.

IWC. 1980c. *DRAFT report of the scientific committee.* Item 10.1 IWC/32/4.

IWC. 1990. *Report to the scientific committee of the IWC during the special meeting for the comprensive assessment of the gray whale.* Seattle, Wash. april, 1990.

JONSGAARD, A.,1966. Biology of the North Atlantic Fin Whale *Balaenoptera physalus* (L.) Taxonomy distribution, migration and food. *Hvalradest SKR.* 49: 62 p.

JOYCE, G., P. ENSOR, T. HARA, M. KIRA, J. MERMOZ, S. NISHIWAKI, C. SANPERA y M. TSUTSU. 1990. *1989/90 IWC/IDCR Southern hemisfere Minke Whale assessment cruise,* area I. IWC/SC/42/SHMI16.

KASUYA, T. y T. MIYASHITA. 1988. Distribution of sperm whale stocks in the North Pacific. *Scientific Reports of the Whale Research Institute.* 39: 31-75.

KATONA, S., B. BAXTER, O. BRAZIER, S. KRAUS, J. PERKINS y H. WHITTEHEAD. 1979. Identification of humpback whales by fluke photograps. En: Winn, H. y B. Olla (Eds.) *Behavior of marine animals.* Vol. 3. Cetaceans. Plenium Publishing Co., New York. Pp. 33-44.

KAWAKAMI, T., 1976. Squid found in the stomach of sperm whales in the Northwestern pacific. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 28: 145-152.

KAWAMURA A., 1974. Food and feeding ecology in the Aouthrn Sei Whale. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.; Tokyo* 26: 25-144.

KIMURA, S. y T. NEMOTO.1956. Note on a Minke whale Keptaliva in aquarium. *Sci. Rep. Whales Res. Inst., Tokyo* 11: 181-189.

KLUMOV, S., 1963. Feeding and helmimtic fauna of whale bone whales (Mysticeti) in the main whailing grounds of the world Ocean. *T.R. Inst. Okeanol.* 71: 94-194 (en ruso).

KUSMIN, A.,M IVASHIN y V. VLADIMIIZOV. 1978. *Preliminary, report on Bryde's whale catch taken by a special permission in the Southern Hemisphere throughout* 1977/78 Whailing season. IWC/SC/30/DOC. 55 p.

LAAKE, J.C. y P.S. HAMMOND. 1983. *Estimates of sperm whale density in the eastern tropical Pacific, 1979-1982.* IWC/SC/35 sp 2.

LACEPEDE, B., 1804. *Histoire naturelle des cetaces,* Paris.

LEATHERWOOD, S., W. EVANS y D. RICE. 1972. *The whales, dolphins and porpoises of the identification in the water.* NUCTP 28, San Diego: 172 p.

LEATHERWOOD, S. y R REEVES. 1981. *Whales, dolphings and porpoises of the Eastern North Pacific: A Guide to their identification.* NOAA tech. Rep. NMFS. Circ.

LEATHERWOOD, S., R. REEVES, W. PERRIN y W. EVANS. 1988. *Ballenas, delfines y marsopas del Pacífico nororiental y de las aguas adyacentes.* CIAT, La Jolla: 245 p.

LE BOEUF, B., 1981. *Report on an expedition to the Gulf of California on Scripps Inst. of Oceanography: R-V Ellen B. Scripps 12 jun.-12 jul. 1984.* Rep. of Biology. Univ. of California, Sta. Cruz (no publicado).

LE BOEUF, B.J., R. CONDIT, J. REITER y J. ESTES. 1981. Seals and whales. En: *Report of an expedition to the Gulf of California and the pacific Islands west to Baja California, Mexico.* 1-30 june, 1981. Univ. of California, Sta. Cruz. Pp. 12-13.

LESSON. 1828. *Complements des Oevres de Buffon ou Histoire Naturelle des Snimauxtate,* 1. (cetacea): 342 p.

LILLJEBORG, W., 1861 *Forh. Skand. Naturf. Otende mode.* Kopenhagen (1860) 8: 602 p.

LINDSAY, E.G., 1962. The Belvedere expedition to the Gulf of California. *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 13(1): 1-44.

LINNAEUS, C., 1758. *Systema Naturae.* Ed. 10: 76 p.

LOCKYER, C., 1974. Investigation of the ear plug of the southern Sei whale, (*Balaenoptera borelis*) as a valid means of determining age. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 36: 71-81.

LOCKYER, C., 1976. Growth and energy budgets of large baleen whales from the southern hemisphere. *Advis. Comm. Mar. Resour. Res. Sci. Consult. Mar.*

Mamm., bergen, Nomway. Aug. 31. to Sept. p, 1976. Food and Agric. Organ. O.N. 179 p.

LOCKYER, C. y S. BROWN. 1978. *A review of recent biological data for the fin whale population off Iceland.* IWC/SC/30/DOC. 20.

LOCKYER, C. y S.G. BROWN. 1981. The migration of whales. En: D.J. Aidley, (Ed.). *Animal Migration.* Society for Experimental Biology Seminar Series 13. Cambridge University Press. Pp. 105-137.

MACKINTOSH, N.A., 1966. The distribution of the southern Blue and Whales. En: K.S. Norris (Ed.) *Whales, dolphins and porpoises.* University of California Press, Los Angeles. Pp. 125-144.

MARCUZZI, G. y G. PILLERI, 1971. On the Zoogeography of the Cetacea. En: G. Pilleri (Ed.). *Investigations on Cetacea.* Vol. III. Part. 1: 101-170.

MAZAKI, Y., 1975. *Japanese pelagic whailing and sighting in the Antartic 1974/75.* Unpublished report to the Scientific Commitee, IWC.

MAZAKI, Y., 1978. Yearly change in the biological parameters of the Antartic Sei Whale. *Rep. Int. Whal. Comm.* 28: 421-429.

MATE, B., 1981. Marine Mammals. En: *Natural History of the Oregon Coast Mammals.* Bureau of land Managment, US. Department of the Interior. 496 p.

MITCHELL, E., 1973. *Preliminary report on Newfoundland fishery for Minke whales (Balaenoptus acutorostrata)* Int. Whailing Comm., 24 th. Rep.: 159-176.

MITCHELL, E., 1973a. *Draft report on humpback whales taken under special scientific permit by Eastern Canadian Land stations, 1969-1971.* Rep. IWC. 23: 138-154.

MITCHELL, E., 1973b. The status of the World's Whales. *Nature Canada* 2(4): 9-27.

MITCHELL, E., 1975. (Ed.). Review of the biology and fisheries for smaller cetaceans. Report of the Meeting on Smaller Cetaceans. IWC. *J. Fish. Res. Board Can.* 32(7): 875-1 240.

MITCHELL, E., 1978. *Magnitude of the early catch of the east Pacific gray whale Eschrichtius robustus.* IWC/SC/30 DOC. 41 p.

MITCHELL, E. y REEVES, R., 1988. *Aditional whaling for gray whales of east Pacific stocks.* IWC/SC/A90/67.

MORALES, V.B. y A. AGUAYO. 1983. *Observaciones de mamíferos marinos desde Isla Rasa, Golfo de California, México,* mayo 1982. No publicado. Facultad de Ciencias, UNAM. 14 p.

MORALES, V.B. y A. AGUAYO. 1984. *Diversidad y abundancia de los mamíferos marinos en las aguas circundantes a la Isla Rasa, Golfo de California, México, durante los meses de abril, mayo y junio de 1983.* No publicado Facultad de Ciencias, UNAM. 50 p.

MULLER, O., 1776. *Zoologide Danicae* (Manuscrito): 7 p.

NASU, K., 1963. Oceanography and whaling ground in the subartic region of the Pacific Ocean. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 17: 105-155.

NASU, K., 1966. Fishery oceanography study on the baleen whaling grounds. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 20: 157-210.

NATURE-CONSERVANCY COUNCIL. 1980. *A world review of the cetacea.* London: 390 p.

NEMOTO, T., 1957. Foods of baleen Whales with reference to whale movements. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 12: 33-90.

NEMOTO, T., 1959. Food of baleen whales with reference to whale movements. *Sci. Rep. Whales Res. Inst., Tokyo.* 14: 149-290.

NEMOTO, T., 1970. Feeding patterns of baleen whales in the ocean. En: Steel, J. (Ed.). *Marine Food Chains.* Univ. of California Press; Berkeley.

NEMOTO, T. y KAWAMURA. 1977. Characteristics of food habits and distribution of baleen whales with special reference to the abundance of North Pacific Sei and Bryde's whales. *Rep. Int. Whal. Comm.* (Special Issue) 1: 80-87.

NERINI, M., 1984. A review of gray whale feeding ecology. En: Jones, M.L., S. Swartz and S. Leatherwood (Eds.). *The Gray Whales.* Academic press, London: Pp. 423-450.

NISHIWAKI, M., 1959. Humpback whales in ryukyuan waters. *Sci. Rep. Whales Res. Inst., Tokyo* (14): 49-85.

NISHIWAKI, M. 1966. Distribution and migrations of the large cetaceans in the North Pacific as shown by japanese whailing results. En: K.S. Norris (Ed.). *Whales, dolphins and porpoises*. University of California Press., Los Angeles. Pp. 171-191.

NISHIWAKI, M., 1972. General Biology. En: Ridgeway, S.H. (Ed.). *Mammals of the sea. Biology and Medicine*. Charles Thomas Publ. Pp. 3-204.

OKOFORSK. 1987. *The state of the east Atlantic Minke Whale stock Okoforsk*. Applied ecology programm Norway: 100 p.

OMURA, H., 1966. Bryde's whale in the Northwest Pacific En: K.S. Norris (Ed.). *Whales, dolphins and porpoises*. University of California Press., Los Angeles. Pp. 70-88.

OMURA, H. y T. NEMOTO. 1955. Sei Whales in the adjacent waters of Japan. III. Relation between movemment and water temperature of the Sea. *Sci. Rep. Whales Res. Inst., Tokyo* 10: 79-87.

OSHUMI, S. y Y. Masaki. 1974. Status of whale stock in the Antartic 1972/73. *Rep. IWC.* 24: 102-113.

OSHUMI, S., 1976. Population assesment of California Gray Whale. *IWC. 26 th. Report*: 350-359.

OSHUMI, S., 1978. *Interspecies relationships among some biological parameters in Cetaceans and estimation of natural mortality coefficient of the southern hemisphere Minke Whale*. IWC/SC. 12.

OSHUMI, S., 1978a. Provisional report on the Bryde's Whale caught under special permit in the southern hemisphere. *Rep. Int. Whal. Comm.* 28: 281-287.

PAYNE, R., 1979. Humpbacks: Their Mysterious Songs. *Natl. Geogr.* 155(1): 18-25.

PAYNE, R. y S. MCVAY. 1971. Song of Humpbacks Whales. *Science* 173 (3 997): 585-597.

PATTEN, D.R. 1979a. Sperm whale stranding in Baja California. *Terra* 17(3): 28-29.

PATTEN, D.R. 1979b. Why the whales died at San bruno. *in focus* 2(1): 9-10.

PERDOMO, V.A. y A. AGUAYO. 1984. *Observaciones de los mamíferos marinos en las aguas adyacentes a la Península de Baja California durante la campaña oceanográfica Pichicuco IV*, del 30 de cctubre al 11 de noviembre de 1983. No publicado. Facultad de Ciancias, UNAM. 33 p.

POOLE, M.M., 1984. Migration corridas of gray whales along tha central California coast. 1980-1982. En: Jones, M.L., S. Swartz y S. Leatherwood (Eds.). *The Gray Whales*. Academic press, London: Pp. 384-407.

REYILLI, S. D. RICE y A. WOLMAN. 1980. *Final population estimates for the California Gray Whale (Eschrichtius robustus) based upon Monterey shore census: 1976/68-1979/80.*

REYILLY, S., 1981. *Populations assessment and population dynamics of the California Gray Whale (Eschrichtius robustus)*. Ph. D. Thesis. College of Fisheries University Washington, Seattle.

REYILLY, S., D. RICE y A. WOLMAN. 1983. Population assessment of the gray whale, *Eschrichtius robustus*, from California shore censuses, 1967-80. *Fish Bull.* 81(2): 267-281.

REYILLY, S. y V.C. THAYER. 1990. Blue Whale (*Balaenoptera musculus*) distribution in the Eastern Tropical Pacific. *Marine Mammal Science* 6(4): 265-277.

RICE, D., 1966. *Blue Whales in the waters off Baja California*. IWC/SC/London. 17 p.

RICE, D. A. WOLMAN. 1971. The life history and ecology of the gray whale (*Eschrichtius robustus*). *Am Soc. of Animal. Spec. Publ.* 3: 142 p.

RICE, D., 1974. Whales and whale research in the eastern North Pacific. En: W.E. Schevill (Ed.). *The Whale problem*: a status report Harvard University Press, Cambridge. Pp. 170-195.

RICE, D., 1978. *Bryde's Whale in the Equatorial Eastern Pacific*. IWC/SC/30/DOC. 48 p.

RIDGWAY, S., 1972. *Mammals of the Sea*. Charles C. Thomas Springfield. 812 p.

ROJAS, B.L. y A. AGUAYO. 1983a. *Observaciones de cetáceos en el Golfo de California a bordo del B/O "El Puma", durante la campaña oceanográfica Pichicuco I, nov. de 1982*. Facultad de Ciencias, UNAM. 13 p. (No publicado).

ROJAS, B.L. y A. AGUAYO. 1983b. *Informe sobre los cetáceos avistados en el Golfo de California a bordo del B/O "El Puma", durante la campaña oceanográfica "Efecto del Niño" del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE)*, marzo de 1983. Facultad de Ciencias, UNAM. 10 p. (No publicado).

ROJAS, B.L. y A. AGUAYO. 1983c. *Observaciones de mamíferos marinos en el Golfo de Baja California a bordo del B/O "El Puma", durante la campaña oceanográfica Pichicuco III*, abril a mayo de 1982. No publicado. Facultad de Ciencias, UNAM. 12 p.

ROJAS, B.L. 1984. *Presencia y distribución del rorcual común, Balaenoptera physalus (Linnaeus, 1758) (Cetacea: Balaenopteridae) en el Golfo de California, México.* Tesis Profesional de Licenciatura, UNAM. 142 p.

RUGH, D. y H. BRAHAM. 1979. California gray Whale (*Eschrichtius robustus*). Fall Migration through Unimak pass, Alaska, 1977. *A Preliminary Report. Rep. IWC.* 29: 215-320.

RUGH, D. y M. DAHLHEIM. 1988. *A review of methods for counting gray whales from shore-based sites.* IWCC/SC/A90/64.

RORVIK, C. y A. JONSGARD, 1975. *Review of Balaenopterids in the Nort Atlantic Ocean.* ACMRR/MM/SC. 20 p.

SALINAS, M. y L. BURILLON. 1988. *Taxonomía y distribución de los cetáceos de Bahía banderas, Jal. México.* Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM, México, D.F. 211 p.

SAMPSON, B.D., 1988. *Pregnancy rate versus lenght in southern fin whales.* IWC. SCI401Ba1.

SCHIMADZU, Y., 1984. *Some comments on the de la Mare-Cooke model for the female sperm whale.* IWC/SC/36 SP 5.

SCHMILDLY, D., 1981. Marine mammals of the southeastern United States coast and the Gulf of Mexico. *Report to the Fish and Wildlife Service.* No. 14-16-0009-79-95 Washington.

SEARS, R., 1987. The photographic identification of individual blue whales (*Balaenoptera musculus*) in the Sea of Cortez. *CETUS* 7(1): 14-17.

SEARS, R., F.W. WENZEL y J.M. WILLIAMSON. 1987. *The blue whale: a catalog of individuals from the western North Atlantic (Gulf of St. Lawrence).* Minigan Island Cetacean Study, ST-LAMBERT, Quebec, Canada: 27 p.

SEARS, R., 1990. *The Cortes blues. Whale watcher.* Summer 1990: 12-15.

SERGEANT, O., 1977. Stocks of Fin Whales *Balaenoptera physalus* (L.) in the North Atlantic Ocean. *Rep. Int. Whal. Comm* 27 NA 76/19 p.

SWARTZ, S. y M. L. JONES. 1980. *Preliminary report on Gray Whales, Eschrichtius robustus, during the 1980 winter season in Laguna San Ignacio Baja California Sur, Mexico.* IWC/SC/32 Ps.

SWARTZ, S. y M. L. JONES. 1980. Preliminary report on Gray Whales, *Eschrichtius robustus* calf production and mortality in the winter range. *Rep. Int. Whal. Comm. 33. IWC/SC/34/PS* 4: 503-507.

TARANSEVICH, M., 1957. On the composition of Cetacea groupings 2. grouping of Fin Whales. *Zoologicheskii Zhurnal* 46(3): 420-431. (Traducido del ruso por G.A. Thompson.).

TERSHY, T. y C. STRONG. 1983. *The Balaenoptera whale of the Bahia de Los Angeles area.* Final report to the environmental field-program. Univ. of California, Santa Cruz. 106 pp.

TERSHY, B., D. BREESE y C. STRONG. 1987. Ocurrencia estacional de los rorcuales comunes (*Balaenoptera physalus*), rorcuales de Bryde (*B. edeni*) y otros mamíferos marinos en el Canal de Ballenas, México. Resúmenes *XII Reunión Internacional para el estudio de los Mamíferos Marinos en México.* La Paz, BCS.

THOMPSON, P. y W.C. CUMMINGS. 1969. Sound production of the Finback whale (*Balaenoptera physalus*) and Eden's whale (*B. edeni*) in the Gulf of California. *Abstract Proc. of the Sixt. Annual Conference on Biological Sonar and Driving Mammals.* Menlo Park, California.

THOMPOSN, P. y W.A. FRIEDL. 1982. A long term study of low frecuency sounds from several species of whales off Oahu, Hawaii. *Cetology* 45: 1-19.

TILLMAN, M., 1978. Some Theorical considerations in the application of recruitment models to whale stocks assessments. *Rep. Int. Whal. Comm.* 28: 469-472.

TOMILIN, A.G., 1957. *Cetacea-mammals of the USRR and adjacent countries.* Israel Progr. for Sci. Transl., Jerusalem. (Original Russian edition 1957. Translation 1967).

TOMILIN, A.G., 1967. Mammals of the URSS and adyacent countries, 1957. Traslated by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. Available from *Smkthsonian Inst., TT 65-50086.* 9: 1-717.

TOWNSEND, C.H., 1935. The distribution of certain whales as shown by long-book Records of American Whales ships. *Zoologia* XIX(1): 1-50.

UDA, M., 1954. Studies on the relation between the whaling grounds and the hydrographic 'conditions (I). *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 9: 179-187.

URBAN, R.J. y A. AGUAYO. 1984. *Observaciones de mamíferos marinos durante la campaña oceanográfica Bermejo I,* enero-febrero, 1984. Facultad de Ciencias, UNAM. 14 p. (No publicado).

URBAN, J. y A. AGUAYO. 1990. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, *Megaptera novaengliae*, in the Mexican Pacific. *Marine Mammal Science* 3(4): 333-344.

US. Department of Commerce. 1978. The Marine Mammal Protection. Act. of 1972. Annual Report. 183 p.

VAN GELDER, R.A., 1960. Results of the Puritan-American Museum of Natural History expedition to western Mexico. 10. Marine Mammals from the coast of Baja California and the Tres Marias Islands, Mexico. *Am. Mus. Novitates* 1 922: 1-27.

VIALE, D. , N. KOECHLIN y R. MARTOJA. 1973. Pollution etude deslesions tegumentaire d' un cetace tue pre de la gone de deversement des'boues rouges'. *C.R. Acad. Sci., Paris.* 277: 1 385-1 388.

VIALE, D., 1974. *Divers aspects de la population parles metux chez quelques cetaces de Mediterranee Occidentale.* Cons. Int. Expl. Ser. Med. Monaco Ileme Journees etud. Pollution. 183-191 p.

VIDAL, O., L. FINDLEY, A.L. FIGUEROA, J. MALDONADO, A. ROBLES y G. CARBALLO. 1985. Observaciones sobre la distribución, ciclo respiratorio y comportamiento de ballenas azules, (*Balaenoptera musculus*), en el Golfo de California, México. En: L.T. Findley y O. Vidal (Eds.). Memorias, *XI Reunión Internacional sobre Mamíferos Marinos*, Guaymas, Son., México.

VIDAL, O., 1989. *La Ballena Gris (Eschrichtius robustus) en las áreas de crianza del Golfo de California, México.* M.S. Tesis. Departamento de Ciencias Marinas. ITESEM-Guaymas:102 p.

WADA, S., 1980. *Japanese whailing and whale sighting in the North Pacific 1979 Season.* IWC/SC/JN 80/ SPW SPW 13.

WATSON, L., 1981. *Sea guide to the whales of the world.* El Sevier Dutton, New York. 302 p.

WELLS, R.S., B.G. WURSIG y K.S. NORRIS. 1981. Un reconocimiento de los mamíferos marinos en el alto Golfo de California, México. *Sexta Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos en México.* La Paz, ECS. (Resumen).

WELLS, R.S., B.G. WURSIG y K.S. NORRIS. 1981. *A survey of the marine mammals of the upper Gulf of California, Mexico with an assessment of the status of Phocoena sinus.* Report No. MMC-79/07. Final report to US Marine Mammal Commission in fulfillmente of contract MM 1300958-0. 51 p.

WINN, H. y G. SCOTT. 1976. *Comments on ACMRR/MM/SC/2.2* supl. 1 ACMRR/MM/SL/ Cmt. 7.

WINN, H. y G. SCOTT. 1978. *A model for structuring of Humpback whales (Megaptera novaeangliae) in the Western Nort Atlantic.* IWC/SC/30.

WINN, H. y P. SCOTT. 1981. The humpback whale: present knowlodge and future trends in research with special reference to the western North Atlantic. En: *Mammals in the seas. Vol. III. General papers and large cetaceans,* FAO, ON, RAME. Pp. 171-180.

WOLMAN, A., 1978. Humpback whale. En: D. Haley (Ed.). *Marine mammals of eastern North Pacific and Artic waters*. Pacific Search Press. Seattle: Pp. 47-53.

ZENKOVICH, B.A., 1937. The Humpback or Longlimbed Whale. *Vestn Dal. Nevost. Fil AKAD. ANSSSR* 27: 37-62. (En ruso).

Historial preliminar de los antecedentes jurídicos, de administración, conservación e investigación de los mamíferos marinos de México (modificado de Fleischer, 1987)

Año	Título	Fuente
1811	Decreto de las Cortes Generales y Extraordinarias disponiendo la libertad del buceo de la pesca de la ballena, nutria y lobo marino en todos los dominios de Indias.	Dublán y Lozano, 1876
1853	Se crea la Secretaría de Fomento, vinculándose la Pesca.	Dublán y Lozano, 1853
1856 Jun 6	Decreto del Gobierno que concede privilegio exclusivo para la pesca de la foca (en el Golfo de California al Sr. D. Manuel Mújica).	Dublán y Lozano, 1853
1858 Sep 30	Noticia de los privilegios exclusivos para la pesca de la foca o becerro marino y ballena en el Golfo de California por 10 años (hasta el 13 de marzo de 1863), al Sr. D. Luis Riva Góngora.	Robles Pezuela, 1866
1860 Ene 14	Noticias de los privilegios exclusivos para la pesca de la ballena en las costas del Sur de Baja California por 10 años (hasta el 13 de marzo de 1863) al Sr. D.J.B. Isham.	Robles Pezuela, 1866
1861	Comenta sobre las capturas balleneras en el Territorio de Baja California.	Riveroll, 1861
1897	La Pesca de la Ballena.	Reyes Espíndola, 1897
1902	Ley que declara bienes del dominio público y uso común el Mar Territorial.	Diario Oficial de México (18/Dic/1902)
1906*	Dos ballenas varadas en Guaymas.	El Progreso Latino, 1906
1907*	La Pesca de la Ballena en la Edad Media.	El Progreso Latino, 1907

Año	Título	Fuente
1909	Ingresos: Productos de los derechos sobre pesca de la perla, ballena, nutria, lobo marino, etc., del 1 de julio de 1904 al 30 de junio de 1907.	Secretaría de Fomento, México, 1909
1916	Nulidad y prórrogas de contratos relativos a la explotación de tiburones, kilas, bufeos y carey, en aguas del Golfo de California y el Océano Pacífico con los Sres. Gaston Vivés y A. Ruffo.	Leyes, Decretos y Acuerdos, Secretaría de Fomento, México, 1916
1916 Jun 21	Se crea un sistema administrativo-fiscal para las actividades pesqueras que incluyen en su 2o. grupo a los productos pesqueros capturados con fines industriales y cita a la ballena y la tonina, entre otras.	Sierra y Martínez Vera, 1972
1917	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Art. 27 Constitucional.	Justo Sierra y Justo Sierra, 1977
1918 Jun 20	Acuerdo que levanta la veda de caza y pesca de lobo marino en las Aguas Territoriales de la costa occidental de Baja California a partir del 20 de agosto de 1918.	Boletín Oficial de la Secretaría de Agricultura y Fomento, 1918
1918	La carne de ballena como alimento. La piel de puerco marino curtida.	Bol. Industria, Comercio y Trabajo, 1918
1918 Sept 13	Acuerdo que confirma el del 20 de junio de 1918 relativo a la caza y pesca del lobo marino en la costa occidental de Baja California.	Bol. Industria, Comercio y Trabajo, 1918
1918 Oct 7	Acuerdo dictado por el Srio. de Agricultura y Fomento prohibiendo la caza del lobo marino en los "Islotes Coronados", así como toda clase de aves marinas.	Bol. Of. de la Sría. de Agricultura y Fomento, 1918
1923 Nov 28	Reglamento de Pesca Marítima y Fluvial de la República Mexicana.	Diario Oficial de México, 1924
1925	Ley de Pesca del 7 de enero de 1925 establece Zonas de Reserva y condiciones para las capturas de ballenas y lobo marino.	Hernández Fujigaki, 1988

Año	Título	Fuente
1925 Dic 23	Acuerdo México-EUA para la Conservación y Fomento de recursos marinos.	Senado de la República, Tratados Ratificados y Convenios Ejecutivos celebrados por México. Tomo V, 1924-1928
1926	Comisión del Pacífico formada en mayo de 1926 para auxilio en la determinación de épocas bajas de vedas y en la evaluación de las condiciones de las focas y lobos marinos.	Excélsior, 31/Mar/1926;7
1927 Mar 15	Reglamento de Pesca, Marítima y Fluvial de la República Mexicana.	Sría. de Agricultura y Fomento Diario Oficial. 15/Mar/1927
1932 Ago 31	Ley de Pesca de 1932.	Depto. de Pesca, Serie Legislación, No. 5. México, 1981
1933 Ene 24	Protección de ballena en México.	Senado de la República. *Op. cit.* Diario Oficial, 24/Ene/1933
1933 Mar 17	Veda total indefinida para las capturas de elefante marino y foca fina.	Sría. de Agricultura y Fomento. Dirección Forestal de Caza y Pesca, 1933
1933 Jul 28	México se adhiere a la Convención de Ginebra para la protección de ballenas.	Mercado, 1979
1934	Se crea el Depto. Forestal de Caza y Pesca.	Beltrán, E. 1952
1934 Jul 9	Veda relativa de protección al manatí por 10 años.	Diario Oficial de la Nación, 1934
1935 Ago 29	Reforma a la Ley de Bienes Inmuebles de la Nación decreta la extensión del Mar Territorial a 9 millas marinas.	Herrera, Peña, 1981:15
1938 Feb 23	Se aprueba el Convenio Internacional para la Reglamentación de la caza de la ballena.	Diario Oficial (16/Jul/1938)
1938 Dic 30	Ley de Pesca en Aguas Territoriales Mexicanas del Océano Pacífico y Golfo de California.	Hernández Fujigaki, 1988

Año	Título	Fuente
1940 Jul 9	Veda parcial de protección de lobo marino en el Pacífico Mexicano.	Mercado, 1979
1941 Dic 31	La ampliación de la extensión del Mar Territorial decretada en 1935 quedó en la Ley General de Bienes Nacionales.	López-Cruz, 1985831
1944	Estación ballenera y planta industrializadora en Quintay, Valparaíso.	Revista Económica México, 1944
1947 Dic 31	Ley de Pesca que abrogó la del 3 de septiembre de 1932.	Alejandro Quezada, p:121
1949 Jun 17	México se adhiere a la CBI.	
1949 Dic 31	Ley de Pesca que estuvo vigente hasta 1972.	Diario Oficial (31/Dic/1949)
1956*	La foca fina, el elefante marino y la ballena gris en Baja California y el problema de su conservación.	Berdegué (1956) Inst. Mex. de Rec. Nat. Ren.
1957*	La pesca portuguesa del cachalote.	Figuereido, 1957
1957*	El litoral de la Antártida. Aniversario de la captura soviética de ballenas en el Antártico.	Revista Gral. de Marina, 1957
1957	La Isla Guadalupe, México.	Berdegué, 1957. Sría. de Marina. Dir. Gral. de Pesca e Industrias Conexas
1957b*	Redescubrimiento de la foca fina (*Arctocephalus townsendi*) Merriam, en la Isla Guadalupe.	Berdegué, 1957. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.
1958	Se funda el Instituto de Investigaciones Biológico-Pesqueras.	
1961*	Ballenas.	Hurtado y Nuño, 1961
1961*	Ballenas II.	Hurtado y Nuño, 1961

Año	Título	Fuente
1962 Ago 29	Se inaugura el Instituto Nacional de Biología Pesquera.	El Nacicnal 30/Ago/1962
1962	Los recursos pesqueros de Bahía Magdalena.	Takasaki, 1962
1962*	Los elefantes marinos.	Cárdenas, 1962. El pescador
1963	Se reestructuró la Carta de Vedas.	Hernández Fujigaki, 1988:51
1964*	Algunas observaciones sobre mamíferos acuáticos.	Lluch, 1964. Inst. Nal. de Inv. Biol. Pesq.
1972 May 10	Ley Federal para el Fomento de la Pesca.	Diario Oficial (May/10/1972)
1972 Ene 14	Decreto que declara zona de refugio para ballenas y ballenatos a la Laguna Ojo de Liebre, BCS.	Diario Oficial, 1972
1976 Feb	Reforma al Art. 27 Constitucional estableciéndose la Soberanía de la Nación en su Zona Económica Exclusiva (ZEE).	Diario Oficial (Feb/06/1976)
1976	Entra en vigor la legislación que cierra el G. de California a los extranjeros para efectos de exploración y explotación de recursos.	Los Derechos del Pueblo Mexicano. Vol. IV 27-513-517 pp.
1979 Jul	Decreto que declara como refugio para ballenas y ballenatos la laguna de San Ignacio BCS.	Diario Oficial (Jul/16/1979)
1980 Mar	Decreto que modifica el del 14 de enero de 1972 y declara como zona de refugio para ballenas y ballenatos al Complejo Lagunar Ojo de Liebre, incluyendo las lagunas de Guerrero Negro y Manuela.	Diario Oficial (Mar/28/1980)
1981	Decreto que declara la veda para el manatí en la República Mexicana.	Diario Oficial (Oct/26/1981)
1981	La regulación de las actividades de investigación Capturas-Vivo y Turístico Educativas en las aguas nacionales.	Vallarta-Morrón, 1981; Solórzano, 1981

Año	Título	Fuente
1982 Ene 14	Se crea la SEPESCA.	
1983 Jun	Inició el Prog. de Prospección y Evaluación de los Recursos de la ZEE y Mar Territorial.	M. de la Madrid H., sep. 1983
1984 Ago 16	Se presenta el Prog. Nal. de Pesca y Recursos del Mar 1984-1988.	SEPESCA, 1984
1984 Nov 10	Declaración de Ministros del SELA donde se recomienda, entre otras cosas, la Conservación de Recursos Pesqueros.	V Reunión SELA, SEPESCA, 1984
1987 Ene 25	Ley Federal de Pesca.	Diario Oficial (Ene/25/1987)
1987	Acuerdo que regula la explotación de los túnidos en aguas del Pacífico Mexicano y en el Océano Pacífico Oriental con embarcaciones de bandera mexicana.	Diario Oficial (Jun/29/1987)
1988	Se crea mediante decreto la zona de Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno" en el Edo. de Baja California Sur que abarca a las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio, BCS.	Diario Oficial (Nov/30/1988)
1990	Acuerdo que regula el aprovechamiento del atún con embarcaciones cerqueras de bandera mexicana en aguas de los Estados Unidos Mexicanos, incluyendo su Zona Económica Exclusiva y Pacífico Oriental.	Diario Oficial (Jun/18/1990)
1991	Acuerdo que norma la operación de la flota atunera de cerco de bandera mexicana que opere en aguas del mar territorial y Zona Económica Exclusiva de los Estados Unidos Mexicanos en el Océano Pacífico, aguas internacionales y Zona Económica Exclusiva de otros países que se encuentren en el Océano Pacífico Oriental.	Diario Oficial (May/20/91)
1991	Acuerdo por el que se regula la captura de atún por parte de las embarcaciones atuneras de cerco de bandera mexicana que operen en aguas del Mar Territorial y de la Zona Económica	Diario Oficial (Sept/27/1991)

Año	Título	Fuente
	Exclusiva de los Estados Unidos Mexicanos en el Océano Pacífico, aguas internacionales y Zonas Económicas Exclusivas de otros países que se encuentren en el Océano Pacífico Oriental.	
1991	Se adiciona un artículo 254 bis al Código Penal para el Distrito Federal en materia de fuero común y para toda la República en materia de fuero federal para penalización de la captura intencional, daño grave o muerte de mamíferos y quelonios marinos o la recolecta o comercio de productos de los mismos.	Diario Oficial (Dic/30/1991)
1992	Acuerdo por el que se prohibe el uso de redes agalleras, de luz de malla superior a 10 pulgadas, construidas con hilo nylon monofilamento, calibre 36 a 40 denominadas totoaberas durante todo el año en el Golfo de California en el área que se indica	Diario Oficial (Feb/13/92)
1992 Abr 22	Ley de Pesca (firmada en Palacio Nacional).	
1992 May 27	Minuta de la Reunión de Turismo y Conservación. Los Islotes, Baja California Sur.	
1992	Acuerdo por el que se modifica la tasa de la captura incidental de delfines a que se refiere el artículo primero, segundo párrafo del que regula la captura de atún por parte de las embarcaciones atuneras de cerco de bandera mexicana que operen en aguas del Mar Territorial y de la Zona Económica Exclusiva de los Estados Unidos Mexicanos en el Océano Pacífico, aguas internacionales y Zonas Económicas Exclusivas de otros países que se encuentren en el Océano Pacífico Oriental.	Diario Oficial (Jun/01/1992)
1992 Jul	Reglamento de la Ley de Pesca.	

Héctor Pérez-Cortés M.
Octavio Maravilla Chávez
CRIP-La Paz, BCS

Pedro Ulloa Ramírez
Dirección de Análisis de Pesquerías, INP

Consideraciones biológicas

Origen y evolución

Los cetáceos conforman un grupo de mamíferos muy particular. A diferencia de otros mamíferos acuáticos, están adaptados para realizar absolutamente todas sus funciones dentro del agua, medio en el que pasan toda su vida.

Además de estar tan especializados, son un grupo diverso, es decir, los cetáceos incluyen a un gran número de especies, todas adaptadas para vivir en diferentes condiciones presentes en el medio acuático. Para lograrlo han desarrollado estructuras anatómicas y estrategias fisiológicas particulares. Entre los cetáceos encontramos animales de diferentes tamaños y formas, aunque en general sus cuerpos son alargados con forma de torpedo, lo que les da la ventaja de poder moverse más fácilmente en el agua. Esta forma del cuerpo de los cetáceos, casi no tiene partes salientes que opongan resistencia al movimiento y, además, la reducción de la superficie del cuerpo que se encuentra en contacto con el agua, junto con otras varias adaptaciones, les ayuda a conservar y mantener su calor corporal. Esto es muy importante ya que en el agua, el calor se pierde 25 veces más rápido que en el aire (Ridgway, 1972). Sin adaptaciones para contrarrestar este fenómeno, la vida de los mamíferos acuáticos no sería posible. Como este breve ejemplo, podríamos continuar enlistando una gran serie de adaptaciones para cada una de las actividades y funciones que estos mamíferos realizan. A pesar de su especialización, los cetáceos son mamíferos que provienen de ancestros que originalmente vivían en las partes secas de los continentes y no en el mar. Poco a poco y con el paso de muchos millones de años, estos animales han evolucionado hasta las formas que ahora conocemos. Para estudiarlos más fácilmente y basándose en su origen y afinidades filogenéticas, el orden taxonómico de los cetáceos ha sido dividido en dos subórdenes: los Misticetos o ballenas barbadas, de las que se habla en otra parte de esta obra y los Odontocetos o cetáceos con dientes, que es el grupo que ahora nos ocupa parcialmente, ya que junto con los delfines hay otros muchos cetáceos incluidos en él.

Hace cincuenta millones de años, cuando buena parte de los continentes estaban poblados por una densa vegetación tropical y había gran cantidad de zonas pantanosas, aparecieron en nuestro planeta los antecesores de los cetáceos. Aunque la mayoría de las especies en aquel entonces eran de tallas pequeñas y medianas, algunos llegaron a alcanzar una longitud de hasta 21 m. Sus cuerpos eran muy largos, tenían las extremidades posteriores muy reducidas y el hocico muy alargado. Estas criaturas habitaron aguas someras de ambientes costeros o de mar abierto. Sus restos fósiles han sido encontrados en depósitos del Eoceno medio y tardío. Aunque en la actualidad sólo viven cetáceos pertenecientes a los subórdenes Misticeti y Odontoceti, sus más antiguos ancestros se catalogan en otro suborden que en la actualidad no tiene representantes vivos: el suborden Archaeoceti, a cuyos representantes se les llama arqueocetos. Algunos arqueocetos primitivos fueron inicialmente clasificados como ungulados; sin embargo, descubrimientos recientes, como por ejemplo el hallazgo de fósiles de cetáceos muy primitivos en depósitos de la región paquistaní del Himalaya, propiciaron una reorganización que acomoda a los cetáceos y a los artiodáctilos (bóvidos, cérvidos, etc.) como descendientes de un ancestro común (Evans, 1987:20-23).

Una característica importante en la anatomía del cráneo de los odontocetos actuales es la asimetría. El desarrollo de esta cualidad les facilita realizar la ecolocación, función con la que pueden orientarse y detectar tanto a presas como a posibles depredadores. El arreglo asimétrico de ciertas estructuras, les facilita el poder dirigir sonidos de alta frecuencia con mucha precisión y también percibirlos y ubicar su origen eficientemente (Evans, *op. cit.*). Se sabe que ya los odontocetos primitivos utilizaban la ecolocación o cuando menos ya habían desarrollado adaptaciones que les permitirían realizar esta función. Sin embargo, los cráneos de estos ancestros de los delfines eran simétricos, por lo que se ha sugerido que la asimetría de los tejidos blandos que los recubrían precedió a la de las partes óseas (Mead, 1975). Ya que el cráneo de los arqueocetos así como el de los odontocetos primitivos era simétrico, una diferencia importante que ayuda a distinguir entre los fósiles de estos dos grupos es la tendencia a la telescopización o alargamiento de la parte frontal de esta estructura ósea, característica que aún no se presentaba en los arqueocetos o, si acaso, era incipiente.

Durante el Oligoceno (hace 35 a 28 millones de años), aparecieron algunos cetáceos que por sus características se consideran formas intermedias entre los arqueocetos y los subórdenes actuales. Estos animales ya estaban más adaptados al ambiente acuático con la aparición de características como las siguientes: un cuerpo más hidrodinámico, la pérdida de la mayor parte del pelo de su cuerpo, cambio de posición de sus orificios respiratorios junto con el desarrollo de pliegues que les permitían cerrarlos completamente; pérdida de un cuello funcional, reducción de las extremidades y la cintura pélvica y desarrollo de lóbulos caudales en posición horizontal y una aleta dorsal, apéndice que después se perdió en algunos grupos. Al igual que los arqueocetos, los odontocetos primitivos eran heterodontos, es decir que tenían dientes de diferentes formas y funciones. Sin embargo, hacia fines del Oligoceno esta característica ya había cambiado en el grupo de los odontocetos, pues para entonces, tenían numerosos dientes (polidontos) dispuestos en una larga fila en cada una de las maxilas y huesos dentarios. Cada diente, afilado y con una sola raíz, era de la misma forma de los demás, es decir, que los odontocetos de esa época eran homodontos al igual que los delfines actuales. Algunos odon-

tocetos conservan la aparentemente primitiva estrategia de alimentación de los arqueocetos, que consiste en la selección y captura de presas individuales, para lo que los dientes son obviamente útiles, especialmente cuando se trata de presas resbalosas y escurridizas. Cabe mencionar que posteriormente en algunos grupos se presentó, como tendencia general, una pérdida secundaria o un desarrollo de dientes especializados y sólo los miembros actuales de la familia de los delfines conservan una dentición como la descrita antes (homodonta, polidonta).

El proceso de evolución de los odontocetos, del que aquí se señalan algunos aspectos conocidos, tuvo lugar a lo largo de varios millones de años y dio origen a 63 especies actuales que se agrupan en 37 géneros, 10 familias y cuatro superfamilias. La superfamilia Platanistoidea comprende a los delfines de río, de los que no existen representantes en México. La superfamilia Delfinoidea incluye a todas las marsopas y delfines, además del narval y la beluga. La superfamilia Ziphioidea está formada por las ballenas picudas; y la superfamilia Physeteroidea, cuyos representantes son los cachalotes.

La superfamilia Delfinoidea incluye al mayor número de especies de cetáceos vivos en la actualidad, además de muchas especies de delfines; entre sus miembros también están las marsopas, la beluga y el narval (Barnes, 1984). Estos dos últimos, de distribución Ártica, no están presentes en México.

La familia Delphinidae es un grupo de origen reciente geológicamente hablando, su registro fósil, que por cierto no es abundante, se extiende hasta hace aproximadamente 11 millones de años. Como se mencionó anteriormente, es la familia más diversa entre los cetáceos. Todos sus representantes tienen dientes funcionales y el cráneo presenta una asimetría marcada. Los delfínidos son principalmente de hábitos pelágicos, algunos gustan de aguas profundas. En cuanto a su alimentación, ciertas especies son estenófagas, alimentándose exclusivamente ya sea de peces o bien de cefalópodos. Otros son generalistas, presentando una alimentación más variada en la que incluyen peces, moluscos y crustáceos. Se cree que las especies más primitivas de esta familia eran generalistas ya que su rostro era de longitud y anchura de tamaño mediano (Barnes, 1984).

Al igual que otros mamíferos depredadores, los delfines presentan un cerebro desarrollado, y en algunas especies la relación entre el volumen del cerebro en relación al tamaño del cuerpo es alta. Existen algunas polémicas en cuanto a la inteligencia de los delfines. Es común que se hable de que los delfines en general son animales inteligentes, sin embargo no todas las especies tienen las mismas capacidades. El desarrollo de diferentes estructuras morfológicas y sus funciones, a veces y de manera parcial, dependen del medio en el que habiten y de la manera en que se hayan adaptado para responder a éste. Las pruebas para medir la inteligencia son muy discutibles y sus resultados no son aceptados por muchos especialistas. Si no hay una manera efectiva de medir la inteligencia en los humanos, mucho menos existe un método para hacerlo con animales. Simplemente podemos decir que los delfines están adaptados a su ambiente y aprovechan los recursos de que disponen de manera eficiente.

Distribución geográfica

Considerando a las diferentes especies de delfines, podemos decir que la familia tiene una amplia distribución, especialmente en aguas tropicales,

subtropicales y templadas. Por razones obvias, la distribución de las especies costeras es mejor conocida. En aguas de nuestro país podemos encontrar alrededor de 20 especies diferentes de delfines (Tabla 1), sin incluir a otros odontocetos como los cachalotes, ballenas picudas y marsopas. Algunas de estas especies se encuentran distribuidas ampliamente en ambas costas de México, mientras que otras sólo se presentan en alguna de ellas. En general, ha sido más estudiada la fauna de cetáceos en las costas del Pacífico incluido el Mar de Cortés, por lo que en algunos aspectos, nos referiremos principalmente a estas cuencas. Una de las razones por las que es bien conocida la presencia y diversidad de especies de delfines en el Océano Pacífico y sus costas es precisamente la pesquería del atún aleta amarilla, ya que además de que existe una asociación entre este pez y algunas especies de delfines oceánicos, durante los cruceros en que se le pesca se llevan registros detallados que nos permiten conocer mejor la abundancia y distribución de las especies de cetáceos observadas. Esta función coordinada por el INP y desarrollada por los observadores del Programa Nacional Para el Aprovechamiento del Atún y la Protección del Delfín (PNAAPD) nos da la oportunidad de conocer, además, muchos otros aspectos de la vida de las diferentes especies de estos animales.

Algunas especies de delfines presentes en México

Debido a la extensión de costas de nuestro país, en las aguas del mar territorial y en la Zona Económica Exclusiva podemos encontrar una gran variedad de cetáceos tanto odontocetos como misticetos. Entre los odontocetos, además de delfines, hay varias especies de ballenas picudas (familia Ziphiidae) que, aunque en general son observadas en muy raras ocasiones, existen varios registros de animales y restos óseos de las diversas especies que comprenden esta familia y que han sido encontrados en algunas playas de ambas costas de nuestro país (Orr, 1966, 1967; Michell y Fleischer, 1987; Urbán, 1987; Gallo y Pimienta, 1989; Aurioles, 1990). Encontramos también al cachalote, *Physeter macrocephalus*, que se caracteriza por ser el odontoceto de mayor talla, además de ser el cetáceo capaz de bucear a mayores profundidades y durante periodos más prolongados; al cachalote enano, *Kogia simus*, y al cachalote pigmeo, *Kogia breviceps*, dos especies que aunque son poco conocidas, se encuentran en colecciones osteológicas de México, como la del Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos (PNICMM) del Instituto Nacional de la Pesca (INP) y se describen en forma detallada en otro capítulo de este volumen.

Ya incluidos dentro de la familia Delhpinidae existen también algunos otros animales de talla mucho mayor que los delfines propiamente dichos. Algunos ejemplos son la orca (*Orcinus orca*) que llega a medir hasta 9.5 m; la orca falsa (*Pseudorca crassidens*), que alcanza los 5.5 m; los calderones o ballenas piloto (*Globicephala spp.*) que según la especie de la que se trate miden entre 5.5 m y 8.5 m, etc. Existen varias especies en la familia de los delfines; hay animales de diferentes tamaños que habitan en lugares diversos y de algunas especies sabemos menos que de otras.

En la tabla 1 elaborada con información tomada de los trabajos de Fleischer y otros (1982), Gallo y Rojas (1985) y Evans (1987), se muestra a la mayoría de especies de la familia de los delfines que pueden ser encontradas en aguas de nuestro país. Se indica el nombre científico y el nombre común.

Tabla 1
Principales especies de delfínidos presentes en México (incluidas varias subfamilias)

Nombre científico	Nombre(s) común(es)
Steno bredanensis	delfín de dientes rugosos
Lagenorynchus obliquidens	delfín de costados blancos
Lagenodelphis hosei	delfín de fraser
Delphinus delphis+	delfín común
Delphinus bairdi+	delfín común de rostro largo
Tursiops truncatus	tonina, tursión
*Stenella attenuata**	delfín manchado
*Stenella frontalis**	estenela moteada
*Stenella plagiodon**	delfín moteado del Atlántico
Stenella coeruleoalba	delfín listado
Stenella longirostris	tornillo, delfín girador
Stenella clymene	delfín girador del Atlántico
Lisodelphis borealis	delfín lisc
Peponocephala electra	ballena cabeza de melón
Feresa attenuata	orca pigmea
Pseudorca crassidens	orca falsa
Orcinus orca	orca, bufeo mascarillo
Grampus griseus	delfín gris o de Risso
Globicephala spp.	calderón, ballena piloto

+ Aunque actualmente se consideran como una sola especie, se están estudiando las evidencias para hacer la división.
* Especies con las que falta profundizar en el estudio de sus relaciones taxonómicas para determinar de cuántas especies se trata en realidad.

Considerando que algunas de estas especies son sólo visitantes ocasionales, elegimos presentar aquí de manera más detallada solamente a cinco de ellas. Las tres primeras, son las más relacionadas con la pesquería del atún y las otras dos son conocidas por el público en general en parte por su presencia en acuarios y parques de diversiones.

A continuación se presenta de manera detallada una diagnosis de estas cinco especies de la familia de los delfines que además de ser mejor conocidas tienen en la actualidad más importancia para nuestro país.

Delfín común, *Delphinus delphis* (Lineo, 1758)

Estos delfines miden en promedio 2.3 m y alcanzan hasta 2.5 m. Al nacer tienen una longitud de 0.8 m. Los machos son ligeramente mayores que las hembras.

Su cuerpo es más bien esbelto. La aleta dorsal se ubica casi a mitad del cuerpo, es triangular o a veces algo falcada terminando en punta. Los bordes de esta aleta son negros y en el centro es de color más claro, gris o blanco.

Una de las características más vistosas de esta especie es el patrón de colores. El dorso es de color negro y el vientre es blanco, el área en que se combinan estos colores en los costados, muestra un arreglo de líneas cruzadas que produce un diseño de cuatro partes que semejan un reloj de arena en posición horizontal; siendo de color amarillo (variable) la porción anterior de este diseño. Debido a este característico patrón de colores único, estos animales pueden llegar a ser identificados certeramente, aun a grandes distancias.

Los delfines comunes se agrupan en manadas muy grandes que llegan a estar formadas por miles de individuos. Son normalmente muy activos y gustan de nadar en la ola producida por la proa de las embarcaciones, en algunas ocasiones permanecen nadando con un mismo barco por periodos prolongados.

El delfín común es una de las especies que por razones aún no bien definidas, comúnmente se asocia con el atún de aleta amarilla, *Thunnus albacares*, por lo que está involucrado en la pesquería de este recurso.

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en las aguas tropicales de los océanos del mundo. Debido a su asociación con el atún, su distribución en el océano Pacífico Oriental Tropical (POT) está bien documentada. Su presencia también es amplia en otras aguas adyacentes a nuestro país y existe un gran número de registros así como varios estudios, principalmente en el Mar de Cortés, en donde se le avista frecuentemente aún desde la costa. En esta región su distribución varía estacionalmente. Durante el invierno puede encontrársele en todo el Golfo de California, mientras que en el verano raras veces se le encuentra al norte del cinturón insular de este cuerpo de agua (Silber *et al.*, en prep.). En la temporada cálida, las manadas avistadas son mucho más numerosas ya que los delfines que se encuentran al norte durante la temporada fría, se suman a los de la porción sureña cuando aumenta la temperatura en las aguas más someras del norte de este mar (Gallo y Alessio-Robles, en prep.). Es importante señalar que los animales de esta especie presentes en el Golfo de California son diferentes a los que se encuentran en otras partes fuera del Mar de Cortés. En esta región los delfines, además de tener algunas pequeñas diferencias de coloración y de patrón de color, presentan la característica de tener el hocico más alargado, por lo que se les conoce precisamente como delfines comunes de rostro largo. En otras regiones del Pacífico también presentan algunas pequeñas diferencias y se les ha dividido en "stocks" o unidades de manejo (Perrin *et al.*, 1985) que en este caso se encuentran separadas por límites geográficos delimitados más o menos arbitrariamente.

Los estudios que se han hecho con esta especie tienen que ver con la ecología (Silber, 1990; Gallo y Alessio-R. en prep.) y la taxonomía (Nolasco, 1992) y principalmente con la mortalidad y cambios de abundancia, relacionados con las actividades de pesca de los barcos atuneros.

La especie está dividida artificialmente en cuatro stocks o unidades administrativas de manejo, a los que se ha denominado por su ubicación geográfica: stock norteño, stock central, stock sureño y stock nerítico de Baja California, también conocido como dellín común de rostro largo. En re-

lación a este último, los estudios de la morfología del esqueleto (Nolasco, 1992) así como las investigaciones que sobre genética están siendo realizadas en los Estados Unidos, parecen indicar que se trata de una especie diferente; sin embargo, aún se están reuniendo las evidencias para documentar y fundamentar el hecho de manera científica.

Los niveles de mortalidad de pesca para los diferentes stocks han sido altamente variables, aun de un año al siguiente, sin embargo, en números absolutos es mucho más baja que la de otras especies de delfines. El stock que según datos presentados por investigadores de EUA (NOAA, 1991) ha sido más afectado en los últimos años es el central, que es el que se encuentra entre los 15°00' y los 03°00' de latitud Norte.

Los números estimados para la mortalidad anual de delfines comunes en la pesquería del atún fluctúan entre 423 678 (en 1972) y 13 493 (en 1983). Esta información, presentada de manera detallada por la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de los EUA (NOAA, 1991), muestra una clara tendencia a la disminución de la mortalidad.

Investigadores del Instituto Nacional de la Pesca, incluidos los autores de esta obra, actualmente participan, tanto en los cruceros de evaluación como en el análisis de los datos obtenidos en los viajes, para estimar la abundancia de delfines en el Pacífico Oriental Tropical, principal zona de pesca del atún.

Delfín manchado, *Stenella attenuato* (Gray, 1846)

Los animales de esta especie son conocidos como delfines manchados o moteados por presentar manchas en el dorso del cuerpo, mismas que se van haciendo más numerosas al avanzar la edad.

Tienen el cuerpo robusto, la aleta dorsal es falcada, el manto de color obscuro bien definido y el hocico de tamaño mediano. Los individuos de esta especie pueden llegar a medir de 1.6 m a 2.6 m y alcanzan un peso de hasta 100 kg. Presentan un periodo de gestación de 11 1/2 meses. Al nacer las crías miden 80 cm y tienen un periodo de lactancia de 11 meses (Leatherwood *et al.*, 1988).

Los delfines manchados son muy activos en la superficie y pueden llegar a observarse a grandes distancias por el chapoteo y la espuma que provocan sus saltos y movimientos.

La dieta de los delfines manchados se basa principalmente en peces y calamares.

Este delfín es uno de los mejor conocidos en el Océano Pacífico Tropical debido a que es la especie que más frecuentemente se encuentra asociada con el atún, por lo que también está muy involucrado en las operaciones de pesca con red de cerco. Se distinguen cinco diferentes estadíos de crecimiento de acuerdo a la coloración que presentan:

1) Fase Neonato. Dorso obscuro, vientre de color crema o claro y sin manchas en el cuerpo y con una longitud inferior a un metro.

2) Fase Dos Tonos. Dorso obscuro, vientre gris claro sin manchas en el cuerpo y con una talla mayor a un metro.

3) Fase Pecosa. Dorso obscuro, vientre gris claro con presencia de pequeñas manchas obscu-

ras, banda del hocico a la aleta pectoral poco evidente.

4) Fase Moteada. Aparecen manchas claras en el dorso del cuerpo, las manchas obscuras de la superficie ventral aumentan, dando la apariencia moteada. Banda del hocico a la aleta pectoral más evidente.

5) Fase Fusionada o Adulta. Las manchas del vientre se han fusionado entre ellas produciendo un color uniforme gris. Las manchas en el dorso aumentan y permanecen.

El patrón de color varía dependiendo del stock que se trate, ya que estos delfines se dividen en el Océano Pacífico Tropical en cuatro stocks.

El stock costero se encuentra distribuido hasta una distancia de 50 millas de la costa. Las manchas en el dorso son más numerosas y más grandes en relación a las de los demás stocks. Además, son más robustos y de mayor tamaño. El comportamiento de agrupación de las manadas de delfines costeros es de menos de 100 individuos.

Los stocks de alta mar norteño y sureño son en apariencia más pequeños y esbeltos y presentan menos manchas en el dorso. Se agrupan en manadas de varios cientos de delfines, en ocasiones pueden encontrarse mezclados con otras especies como los delfines tornillo (*Stenella longirostris*), también relacionados con la pesca del atún.

Por último, el stock hawaiano presenta menos manchas en el dorso en comparación con los stocks norteño y sureño, pero son semejantes en tamaño.

También encontramos delfines manchados en el Atlántico, en el Golfo de México (Hugentobler y Gallo, 1986; Delgado, 1991) y en el Mar Caribe, aunque deben pertenecer a la especie *S. frontalis* o *S. plagiodon* que como se señala en la tabla 1, requieren de mayores estudios taxonómicos.

Los delfines manchados del Golfo de México son principalmente costeros y no se asocian con atunes como en el Océano Pacífico, por lo que no se ven afectados por las actividades de pesca.

Además de ser los delfines manchados los que más frecuentemente se asocian con el atún, son también los preferidos de algunos pescadores porque su comportamiento es más dócil cuando están cercados por la red, lo que hace que las maniobras de rescate se faciliten minimizando la mortalidad.

Delfín tornillo, *Stenella longirostris* (Gray, 1828)

Los tornillos son delfines pequeños que miden entre 1.5 y 2.2 m, siendo las hembras un poco menores que los machos. Tienen un hocico muy largo, su cuerpo es esbelto y de forma alargada. Existe una amplia variación en el patrón de color de estos animales. En general, los que habitan la región relativamente más adyacente a la costa son de color gris obscuro, excepto por las partes claras en la garganta, las axilas y la región genital. La extensión de estas partes claras varía individualmente; estas áreas son convergentes por lo que las crías son básicamente negras en la parte dorsal y blancas en la parte ventral (Leatherwood *et al.*, 1988). Los animales que habitan en partes más alejadas de la costa presentan una región blanca mucho más amplia, que abarca todo el vientre y parte de los costados, por lo que a estos animales se les conoce comúnmente como tornillos panza blanca.

Como característica única de esta especie, los machos tienen la aleta dorsal, que es de forma triangular, proyectada hacia el frente. Esta característica también es variable y es más evidente en los animales que habitan la región más oriental del Océano Pacífico Tropical. Otro carácter sexual secundario, también de los machos, es la presencia de una prominente quilla en la región genital.

Los delfines tornillo con frecuencia se agrupan en manadas muy numerosas de miles de individuos y no es raro encontrarlos mezclados con delfines manchados, *Stenella attenuata*.

El nombre común de *Stenella longirostris* proviene de su particular comportamiento que consiste en saltar completamente fuera del agua y dar varios giros sobre su eje longitudinal, por la misma razón también se les conoce como delfines giradores y churumbeles.

Aunque los delfines tornillo no constituyen el blanco principal de la pesca del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) asociado a delfines, también son ocasionalmente afectados por esta pesquería.

Los lances que incluyen delfines de esta especie son, en su mayoría, sobre manadas mezcladas de manchados y tornillos.

El delfín tornillo se distribuye en todos los mares tropicales, encontrándose en esta región del Pacífico sin llegar al Indopacífico. Además de encontrarlos en alta mar, es posible observarlos también cerca de islas y bancos. Probablemente su distribución en el Pacífico Oriental Tropical (POT) se debe a la relativamente baja profundidad de la termoclina (50-100 m), que coincide con una espesa capa de un mínimo de oxígeno. Estas condiciones oceanográficas definen un hábitat poco profundo y fuertemente limitado, que de alguna manera es similar al que puede presentarse en torno de islas y bancos (Leatherwood *et al.*, 1988).

La población que habita en el Pacífico Oriental Tropical fue estimada en el año de 1983 en más de 1.8 millones de individuos. Después de que a fines de los años sesenta probablemente hayan muerto cientos de miles de individuos de esta especie en operaciones de pesca, para 1981 murieron alrededor de 8 000 y solamente 5 400 en 1990.

En las regiones que se encuentran al sur y al suroeste de la zona de pesca del atún tropical en el Pacífico Oriental, los tornillos, *Stenella longirostris*, casi no se mezclan con los manchados, *Stenella attenuata*, y prácticamente no se encuentran asociados con atún.

Según Perrin y colaboradores (1991), los tornillos en el Pacífico Oriental Tropical (POT) presentan variaciones geográficas, en coloración, en tamaño y forma del cuerpo y esqueleto. Por su parte, Barlow (1984) dice que presentan variaciones en la estacionalidad de la reproducción.

Perrin (*op. cit.*) afirma que los stocks o unidades de manejo descritos por él mismo (1975) y Perrin y otros (1979), con fines principalmente administrativos, están más o menos aislados reproductivamente, aunque presentan cierto grado de traslape en su distribución. Estos stocks son el delfín tornillo oriental, el tornillo panza blanca, el tornillo de Costa Rica y el delfín tornillo hawaiiano. Las fronteras latitudinales, originalmente propuestas para separarlos, se derrumban ante las evidencias recientes que demuestran que el patrón de variación presenta una gradación radial.

Otras evidencias recientes (Dizon *et al.*, 1991) indican que existe un intercambio genético sustancial entre las formas oriental y panza blanca.

A pesar del traslape en la distribución, intercambio genético y dificultad que representa diferenciar a estos animales en diferentes "stocks", los grupos de la especie *Stenella longirostris*, en el Pacífico Oriental, fueron elevados por un investigador de los Estados Unidos a la categoría taxonómica de subespecies (Perrin, 1990). Uniendo a las formas panza blanca y hawaiiana bajo el trinomio *S. longirostris longirostris*, llamando al tornillo oriental *S. longirostris orientalis* y al de Costa Rica *S. longirostris centroamericana*, en el mismo trabajo se indica que entre las dos primeras subespecies hay una gran variabilidad e intergradación de híbridos. Lo anterior crea confusión ya que no es claro hablar de híbridos de una misma especie.

Índices de abundancia y mortalidad

Los índices de mortalidad del delfín tornillo oriental, por parte de la flota internacional que pesca atún con red de cerco en el Océano Pacífico Oriental, han fluctuado durante los años 1986 a 1990 entre 19 500 (1986) y 5 400 (1990) habiendo alcanzado en 1987 un poco más de 10 000, para elevarse nuevamente en los años 1988 y 1989 a 18 300 y 15 500 respectivamente. Se puede observar que a pesar de las variaciones registradas, los índices de mortalidad podrían estar afectados por otro factor. Si analizamos los índices de abundancia de la especie para los mismos años, observamos que también hay diferencias. Así, para 1986 la estimación de delfín tornillo oriental fue del orden de los 603 700 individuos, pasando a 444 700 en 1987, 754 200 en 1988, 748 800 en 1989 y disminuyendo hasta 391 200 en 1990, año en que la NMFS decidió no continuar el plan original de seis años de cruceros específicos, por no haberse detectado las disminuciones poblacionales que ellos esperaban en los delfines asociados a la pesca del atún con red de cerco (Gerrodette y Wade, 1991). Los análisis de esta información, preparados por ellos mismos, no revelan tendencias significativas en el aumento o disminución de esta especie durante los últimos cinco años.

Debido a que el tornillo oriental recientemente ha sido el más afectado, a los atuneros de los EUA se les prohibió hacer lances sobre manadas "puras" de este stock, aunque los mismos investigadores de ese país reconocen que existe un gran número de manadas mixtas y que además no siempre es posible identificar a los componentes de las manadas antes de iniciar un lance.

Cabe resaltar que los datos anteriores muestran el comportamiento de la flota internacional incluyéndose la de México (Tabla 2).

Una comparación sencilla nos permite observar que de más de 10 000 delfines muertos incidentalmente en 1987, México tuvo un índice cercano al 80% de dicha mortalidad, mientras que para

Tabla 2
Mortalidades estimadas de delfín tornillo oriental *Stenella longirostris orientalis* y estimaciones de abundancia entre 1986-1990

Año	Mortalidad (miles)		Abundancia (miles)
	Flota Intl.	México	
1986	19 500	—	603 700
1987	10 000	8 698	444 700
1988	18 300	—	754 200
1989	15 500	—	748 800
1990	5 400	1 972	391 200

1990 el porcentaje de México en el total fue de sólo un 35%, lo que significa una reducción a menos de la mitad de la mortalidad en tres años, aspecto del desempeño de nuestra flota que contrasta muy significativamente con el comportamiento de la flota internacional, sobre todo considerando que la flota mexicana es la más numerosa.

Tonina, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)

Además de tonina, este delfín también recibe los siguientes nombres: delfín nariz de botella, delfín negro o tursión.

El patrón de color de esta especie es muy variado, generalmente es gris obscuro en el dorso, desvaneciéndose de manera gradual hacia los costados hasta un tono más claro en el vientre, siguiendo un patrón general para todos los cetáceos, que normalmente tienen un color más obscuro en el dorso y más claro en el vientre.

Las toninas del Atlántico son posiblemente los cetáceos más conocidos en casi todo el mundo por su presentación en acuarios, así como en películas y programas de televisión.

Este delfín tiene la aleta dorsal ubicada en posición central, es alta, esbelta y falcada. La cabeza es robusta con hocico corto, grueso y bien diferenciado del melón. El cuerpo es robusto en forma de torpedo con una quilla moderada en el pedúnculo de la aleta caudal. Las aletas pectorales son de tamaño moderado y ahusado en la punta. La longitud del cuerpo varía entre 3 y 4 metros, por lo que los animales de esta especie se encuentran entre los delfines de mayor tamaño. Los machos generalmente son más grandes que las hembras. El peso promedio oscila entre 150 y 200 kilogramos.

El periodo de gestación tiene una duración aproximada de un año y la lactancia dura entre 12 y 18 meses. Las crías al nacer miden alrededor de 1 y 1.3 metros.

La alimentación de las toninas es muy variada, se dice que estos animales son oportunistas ya que tienen la capacidad de aprovechar una amplia variedad de alimentos dependiendo de lo que haya a disposición. En su dieta se incluyen cefalópodos, peces pequeños y crustáceos. A menudo se les observa detrás de barcos pesqueros como sardineros y camaroneros de los cuales obtienen los desechos arrojados al mar. También se les llega a observar frecuentemente en torno a otras actividades pesqueras.

El comportamiento de agregación de individuos es variable. En las poblaciones costeras es raro encontrar manadas de más de 50 ejemplares, mientras que en alta mar pueden llegar a congregarse manadas de algunos cientos de individuos. En ocasiones pueden encontrarse acompañados de otras especies formando manadas mixtas, muy frecuentemente se asocian con calderones o ballenas piloto, *Globicephala macrorhynchus*, hecho que ha sido observado y documentado por varios autores (Gallo, 1984; Leatherwood *et al.*, 1988, Maravilla *et al.*, en prep.). También se han visto asociados con lobos marinos, *Zalophus californianus*, en la Laguna Ojo de Liebre, BCS (Loreto, P. com. pers.).

La distribución de esta especie es por lo general costera, aunque también se presentan en regiones pelágicas. Se encuentran principalmente en zonas tropicales y templadas del mundo. Es probablemente la especie de mayor distribución costera en comparación con otros cetáceos pequeños.

Estos delfines no se asocian con el atún y, por lo tanto, prácticamente no se ven involucrados en la pesquería de esta especie. Los registros de toninas cercadas por los atuneros son en lances sobre manadas mixtas y, en algunas ocasiones, en lances sobre objetos flotantes.

Los tursiones son delfines con una gran versatilidad ecológica, lo que los hace capaces de aprovechar una gran variedad de hábitats, siendo esta probablemente la razón por la que se encuentran tan ampliamente distribuidos. En la desembocadura del Río Colorado, en la parte más norteña del Mar de Cortés, hemos visto a estos animales alimentándose casi completamente fuera del agua de manera similar a la señalada e ilustrada por Norris y Nicklin (1992). Al nadar hacia la orilla, en playas de pendiente suave, acorralan a los peces entre su cuerpo y la orilla del río. Cuando los peces se encuentran atrapados entre el delfín y la tierra, saltan para ser ágilmente capturados en el hocico del tursión. Después, el delfín se desliza hacia aguas más profundas dándole oportunidad de alimentarse a otro miembro de la manada (Pérez Cortés *et al.*, 1989). Los tursiones aprovechan los cambios de la marea, que son muy extremos en el norte del Golfo de California, para entrar y salir al río. También han sido vistos a grandes distancias río arriba en algunos afluentes de la Laguna de Términos en el estado de Campeche (J.P. Gallo, com. pers.) y dentro de otros cuerpos de agua dulce y lagunas costeras, en diferentes partes del Golfo de México.

En México se distribuye prácticamente en toda la franja costera de ambos litorales siendo abundantes en algunas regiones. Debido a su comportamiento acrobático y a su adaptación al cautiverio, la tonina del Golfo de México es muy demandada para su captura con fines recreativos en espectáculos de acuarios. Algunos estudios de abundancia y distribución en esta región han sido desarrollados en relación a esta actividad para poder llevar al cabo una adecuada administración y manejo del recurso. Se ha visto que aunque llegan a observarse crías en diferentes épocas del año, existen picos en los que se presenta una mayor abundancia de ellas (Delgado, 1991). También se ha observado que aunque la especie se encuentra distribuida a lo largo de todo el litoral, las concentraciones son mayores durante algunos meses, consecuentemente en otras temporadas se da un mayor grado de dispersión.

Además de estudios como los mencionados, se encuentran en proyecto o en proceso algunas otras investigaciones que pretenden proporcionar información sobre diversos aspectos de la ecología de esta especie. En la Bahía de La Paz se han hecho estudios sobre la manera en que las toninas utilizan el hábitat (Acevedo, 1989). En el norte del Golfo de California se han desarrollado estudios, que están siendo continuados para determinar además de la utilización del hábitat, la manera en que lo comparten con otras especies de cetáceos (Silber, 1990; Silber *et al.*, en prep.).

Por otro lado, es importante señalar que existe confusión en cuanto a la taxonomía de las toninas. A diferencia de lo que se ha manejado, probablemente se trata de más de una especie. En México, como en muchas otras partes del mundo, se encuentran en proceso algunos estudios que se realizan en el mar, en las playas y en el laboratorio. Al medir y comparar cráneos y otros restos óseos colectados en las playas, es posible realizar análisis estadísticos que permiten determinar si existen diferencias suficientes entre las poblaciones, como para poder decir que se trata de especies distintas. Para estudios como el mencionado, es importante contar con coleccio-

nes científicas debidamente registradas y abiertas a los investigadores interesados y así permitir el intercambio de información.

Orca, *Orcinus orca* (Lineo, 1758)

Las orcas son animales muy grandes, considerados además como los cetáceos más robustos. De hecho son los miembros de mayor talla en la familia de los delfines. En promedio miden 8 m y se han registrado machos adultos de hasta 9.5 m. Los machos son más grandes que las hembras.

Su cuerpo es muy robusto, la aleta dorsal de estos animales es una característica muy distintiva, sobre todo en los machos. Este apéndice es de forma triangular y muy alto, ya que llega a medir 1.8 m en los machos adultos más grandes, por esta razón a estos animales se les conoce también como machetes, pues cuando se acercan a la superficie a respirar, sus aletas se comparan con estos instrumentos cortando el agua. En las hembras y en los machos jóvenes la aleta dorsal no es tan alta y es de forma falcada. La trompa es cónica, con un pico claramente obtuso (Matkin y Leatherwood, 1986). La orca tiene las aletas pectorales grandes, ovaladas y redondeadas en sus extremos. El patrón de color del cuerpo de estos animales resulta bello por la combinación de áreas negras y blancas enmascarando los ojos; es de color negro la parte dorsal y de color blanco el vientre. Presentan un parche de forma oval en ambos costados y situado detrás de los ojos. También tienen un parche como silla de montar, atrás de la aleta dorsal. Este patrón de color tan contrastante los hace unos animales muy vistosos.

Aunque llegan a agruparse en manadas grandes, normalmente los grupos no son de más de 15 individuos.

Las orcas se cuentan entre los depredadores más grandes y voraces del mar. Aunque los grupos de algunos lugares se alimentan principalmente de peces, algunos otros son depredadores de aves y de otros mamíferos marinos como focas, lobos marinos, y aun otros cetáceos como delfines y ballenas. Cazan en grupo y, en este sentido, su comportamiento es comparable al de otros mamíferos carnívoros terrestres. Las interacciones y ataques de orcas sobre ballenas han sido observados en aguas mexicanas por investigadores (inclusive por el primer autor de esta contribución). Trabajando en un proyecto sobre la vaquita (*Phocoena sinus*) sobrevolábamos en una avioneta al norte del Golfo de California, durante mayo de 1988, cuando se observó el acontecimiento que se relata a continuación: En esta ocasión, el ataque fue sobre un rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*) y se inició en las cercanías de Rocas Consag (31°01'N, 114°15'W). Durante el acontecimiento, los animales viajaron aproximadamente 9 km. Junto con otros colegas observamos el evento desde el momento en que un grupo de cuatro o cinco orcas perseguían al rorcual. Al apreciar la distancia que los separaba, parecía que nunca lo alcanzarían pues el rorcual les llevaba a las orcas una ventaja de casi dos millas náuticas. Sin embargo, las orcas son animales muy veloces y no tardaron en darle alcance. La división del trabajo fue algo asombroso, las orcas cubrían los costados del rorcual, adelantándosele y golpeándolo por turnos. Cuando la presa trataba de salir a respirar, una orca saltaba cayendo sobre ella, mientras que otra impedía que se sumergiera. Para este momento otros miembros de la manada habían llegado uniéndose a la persecución. La velocidad del rorcual era menor cada vez y las orcas empezaron a comer, arrancando pedazos de piel y grasa de las partes vulnerables de la ballena, evitando los pedúnculos caudales y la cabeza. Entre las últimas orcas en llegar, casi 45 min después de haberse

iniciado la persecución, se encontraban una madre con su cría. Una hora después de iniciado el ataque, era perfectamente visible un área blanca del rorcual en la que faltaba una gran porción de piel y grasa. Aunque al inicio del ataque sólo había hembras o machos jóvenes, al final observamos por lo menos a dos machos maduros, distinguibles por su aleta dorsal muy desarrollada, que parecían estar haciendo guardia alrededor, mientras el resto de la manada de un total de 15 animales comían despreocupadamente. La descripción detallada de este evento puede encontrarse en Silber *et al.*, (1990). Existen otros encuentros con orcas en aguas mexicanas que también han sido documentados (Tarpy, 1979; Acevedo y Fleischer, 1987; Vidal y Petcher, 1989; Silber, 1990). Seguramente también han sido observados por pescadores, ya que en muchas regiones son animales muy temidos; sin embargo, no se ha documentado un ataque a seres humanos. A pesar de lo anterior, este magnífico animal tiene una reputación que está implícita en uno de sus nombres vulgares, ballena asesina. Sin embargo, son solamente depredadores voraces.

Como depredadores tope, tienen una función ecológica muy importante. Al mismo tiempo, son extremadamente susceptibles a las actividades humanas y, a diferencia de depredadores terrestres, aún quedan muchas cosas por saber acerca de estos fabulosos animales (Northridge y Pilleri, 1986).

Al igual que otros cetáceos depredadores como las orcas pigmeas, *Feresa attenuata*, y las orcas falsas, *Pseudorca crassidens*, han sido observadas en torno de las maniobras de algunos barcos atuneros esperando la salida de los delfines de la red de cerco durante la maniobra de retroceso. En estas ocasiones provocan que los delfines eviten salir del cerco para no ser devorados.

Estos animales se adaptan al cautiverio y son exhibidos en acuarios de diferentes partes del mundo, incluido México. Es difícil mantener instalaciones adecuadas para su mantenimiento ya que como se señaló anteriormente, son animales que alcanzan tallas muy grandes.

Aunque la conducta reproductiva aún no es bien conocida, la evidencia actual sugiere que para las orcas no hay un periodo fijo de reproducción en todo el mundo; que los tiempos varían regionalmente y que el apareamiento y la natalidad, en cada región, dura varios meses. El apareamiento puede acontecer en cualquier época del año (Jonsgard y Lishoel, 1970).

Se estima que el periodo de gestación es de por lo menos 12 meses y es probable que sea hasta de 15 o 16 meses. Un periodo de gestación de 15 meses se basa en la bimodalidad de la longitud de los fetos tomada de la captura en el Atlántico (Perrin, 1982) y un periodo de gestación indicado por un par de orcas en cautiverio (Sweeney, 1980). Las crías nacen en lugares de aguas poco profundas.

Los machos de esta especie alcanzan la madurez sexual a una longitud de 6.0 m y las hembras alrededor de los 5.0 metros.

Las orcas habitan en todos los mares del mundo. Pueden ser observadas con mayor frecuencia en aguas templadas y frías aunque también son ocasionalmente observadas en aguas tropicales ya que algunos grupos migran grandes distancias, siempre en busca de su alimento.

En aguas mexicanas han sido principalmente registradas en diferentes partes del Golfo de California, incluida la Bahía de La Paz (Acevedo y Fleischer, 1987; Vidal y Pechter, 1989; Silber,

1990; Silber *et al.*, 1990; Maravilla *et al.*, en prep.; E. Nava y Cruz, com. pers.). Los avistamientos se han dado principalmente en meses en los que la temperatura del agua es baja.

Los estudios acerca de esta especie en aguas mexicanas son muy incipientes. Los registros ocasionales de ejemplares de esta especie, sólo nos permiten darnos una idea de su presencia y distribución general que, como se mencionó, incluye a todo el Pacífico mexicano. A la fecha, sólo existe el registro de un ejemplar varado en el norte del Golfo de California, del que sólo encontramos pocos restos óseos, mismos que fueron depositados en la colección mastozoológica del Instituto de Biología de la UNAM.

Además, existen los informes de depredación ya mencionados sobre cetáceos y otros sobre pinnípedos (Villa y Pérez-Cortés, en prep.). Estas observaciones contribuyen al conocimiento de la conducta de estos voraces animales. Son como otros animales de hábitos alimentarios semejantes, por lo que a estos cetáceos en lugar de asesinos es más justo llamarlos simplemente orcas.

Políticas de conservación y protección de delfines: El caso atún-delfín

Cuando México comenzó a capturar atún con red de cerco, la flota realizaba sus actividades de pesca sobre "brisas" y objetos flotantes, no así sobre delfines asociados. Para el año de 1979, la flota atunera mexicana contaba con 24 embarcaciones cerqueras en operación, de las que únicamente siete capturaban atún asociado con delfines y, sólo de manera ocasional, otras embarcaciones hacían lances sobre delfines.

En 1985 se presentó una caída del precio del atún en el mercado internacional, llegando a niveles muy bajos, lo cual aunado al embargo decretado por Estados Unidos a las exportaciones del atún mexicano en esa época, creó la necesidad de buscar nuevos mercados de exportación. El consumidor del mercado internacional se interesa por el atún de tallas grandes encontrado únicamente en la zona de pesca del Océano Pacífico Tropical, particularmente en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México, asociado con delfines, por lo tanto, para poder competir en el mercado, México intensificó la captura de atún, aumentando su flota y logrando colocar su producto en Europa y Japón principalmente.

Fleischer (1987) documenta ampliamente el hecho de que nuestro país se ha inclinado siempre por la protección a los mamíferos marinos, siendo de especial interés los animales capturados de manera incidental en las actividades de pesca. El caso del atún-delfín no ha sido una excepción.

En 1976 México, a través de una iniciativa, despertó el interés internacional en el estudio y evaluación del fenómeno de asociación entre delfines y atunes, programa que posteriormente con el apoyo de México implementó la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT).

Las primeras regulaciones mexicanas para la protección del delfín en la pesca de atún con red de cerco, se establecieron en el documento conocido como "Circular 20" de 1977. A partir de entonces, se especificó que a las redes de cerco de la flota atunera nacional se debería integrar un dispositivo o paño protector para evitar la mortalidad de delfines; la obligatoriedad de realizar maniobras de retroceso para facilitar la

salida de estos mamíferos marinos; además del uso de lanchas para ayudar en el rescate y liberación de los delfines capturados incidentalmente.

Periódicamente, México actualiza las regulaciones para la pesca del atún y protección de delfines. Así, en junio de 1987, retoma y precisa lo establecido en 1977 y hace obligatoria la participación de los productores en el programa de protección de mamíferos marinos para facilitar las actividades que observadores y científicos realizan en las embarcaciones atuneras.

En junio de 1990 se expide un acuerdo que actualiza los aspectos técnicos y prohibe expresamente la ejecución de lances nocturnos y el uso de cualquier tipo de explosivos, con el fin de abatir aún más la mortalidad incidental de delfines. Además establece que su cumplimiento será verificado por personal de la Secretaría de Pesca mediante inspección física o también a partir del informe oficial del observador.

El 20 de mayo de 1991, con el propósito de reducir la tasa promedio de mortalidad incidental de delfines, se publicó la decisión de crear un comité de expertos cuya función es llevar un seguimiento de la mortalidad de delfines así como hacer evaluaciones calificando el nivel de desempeño de la flota en los viajes de pesca que realicen.

En septiembre de ese año, el Presidente de México dio a conocer un comunicado de 10 puntos, en los cuales anuncia la puesta en marcha del "Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín" (PNAAPD), mismo que incluye dentro de sus responsabilidades al subprograma de observadores a bordo de la flota atunera mexicana. Los observadores a bordo cubren en un 100% los viajes de pesca. Además se tienen los subprogramas de investigación y desarrollo tecnológico con el objeto de coordinar las investigaciones y apoyar o desarrollar las innovaciones tecnológicas que ayuden a disminuir la mortalidad incidental de delfines.

Asimismo, el 27 de septiembre de 1991 se publicó la tasa máxima de mortalidad de delfines por lance para la flota atunera mexicana, además de la obligación de llevar en cada viaje de pesca un observador. Esta tasa será revisada cada seis meses.

El 1o. de junio de 1992 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la nueva tasa de mortalidad incidental de delfines establecida en un máximo de tres delfines por lance. De manera preliminar, el Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín informa que durante el primer semestre de 1992 el valor de la tasa de mortalidad incidental de delfines se encuentra en un valor de 1.8, muy por debajo de lo establecido.

La cobertura de observadores en los barcos atuneros de la flota nacional ha sido de un 100%, correspondiendo al Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín (PNAAPD) el 66%; y a la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) el 34%, durante el primer semestre del año 1992.

Antes de terminar el primer año de actividades del Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín (PNAAPD), ya se habían llevado a cabo dos cursos de entrenamiento para observadores, impartidos conjuntamente por instructores del Servicio Nacional de Pes-

querías Marinas de los Estados Unidos (NMFS) y personal del Instituto Nacional de la Pesca y del PNAAPD por parte de México, incluidos los autores de este trabajo. La impartición de cursos de nivel internacional tiene el propósito de estandarizar la información obtenida a bordo de los barcos, buscando que tenga calidad y confiabilidad. El cumplimiento de todos estos elementos garantiza la disminución de la mortalidad incidental de delfines asociados en la pesca del atún, como un objetivo planteado por el Gobierno Federal. Al respecto, México ha logrado abatir drásticamente y de manera constante la tasa de mortalidad incidental de delfines asociados a la pesca del atún con cerco, en menos tiempo que cualquier otro país, demostrando así su compromiso de llevar a cabo la explotación de sus recursos naturales de manera responsable.

Otras regulaciones

Los decretos para proteger a los delfines no sólo se ocupan de ellos, sino de los mamíferos marinos en general. Así, un decreto del 30 de diciembre de 1991 prohibe expresamente la perturbación o utilización de mamíferos o quelonios marinos, así como la recolección o comercialización de sus productos o derivados, sin el permiso correspondiente de la autoridad, haciéndose el infractor acreedor a sanciones corporales. De esta manera, además de proteger a los mamíferos marinos, el Gobierno Federal apoya a la investigación científica, ya que con la debida autorización, los científicos de diferentes instituciones, además de los del Sector Oficial, pueden recolectar los restos de ejemplares que proporcionan valiosa información y que de otra manera son alterados por turistas curiosos o coleccionistas de recuerdos o simplemente quedarían a la intemperie deteriorándose y perdiéndose así valiosa información sobre estos interesantes recursos.

Alternativas para protección y fomento del recurso

Del alto número de especies de delfines que habitan en aguas aledañas a nuestro país, sólo unas cuantas son afectadas por actividades humanas.

Ocasionalmente, y cuando los interesados cumplen con ciertos requisitos y realizan estudios de los animales en su ambiente natural, se conceden permisos para la captura de un limitado número de ejemplares de algunas especies de delfines. Después de capturados, los delfines son aclimatados, acostumbrándose a comer pescado muerto y a vivir en un espacio limitado. También, la mayoría de las veces son entrenados para poder ser exhibidos en acuarios y parques de diversiones, privados de su libertad. Pero si no fuera por esto la mayoría de la gente no tendría oportunidad de observar y conocer a estos animales que son tan atractivos para muchos. El hecho de tener animales en cautiverio también nos ha permitido conocer más sobre los cetáceos que, como otros recursos marinos, son difíciles de estudiar en su medio natural. Respetando las regulaciones, tanto para las capturas como para el mantenimiento en cautiverio, podremos seguir observando a estos animales en parques y delfinarios.

El conocimiento de los delfines ayuda a los pescadores de atún a encontrar a los cardúmenes formados por peces grandes, que en otras circunstancias sería muy difícil localizar. Respetando los acuerdos y regulaciones y aprovechando la experiencia e interés de los pescadores atuneros mexicanos, además de posible, es adecuado que se siga utilizando al delfín para pescar atún. Pescando de otro modo, sería muy probable la sobrexplotación del atún ya que la mayor parte de la captura estaría formada por peces jóvenes

que aún no se habrían reproducido. Se sabe que sólo los atunes de más de 85 cm se encuentran frecuentemente asociados con delfines y la mayoría de las hembras de atún aleta amarilla llegan a la madurez cuando miden aproximadamente 120 cm y los machos 50 cm (NOAA, 1991:30). Las técnicas y equipos utilizados en conjunto, como la maniobra de retroceso, el paño de protección de delfines y otras acciones de salvamento, han contribuido a la conservación de las especies de delfines involucrados en esta pesquería. Además de que las especies afectadas por las actividades de los atuneros no están en peligro de extinción, la mortalidad de delfines por la flota mexicana se ha venido reduciendo de manera importante. Lo anterior es debido en gran parte a las medidas tomadas por el Gobierno de nuestro país. El Instituto Nacional de la Pesca (INP), a través del Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos (PNICMM) y más recientemente también con el Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y la Protección al Delfín (PNAAPD), han generado la necesaria información para la puesta en marcha de acciones que tienden al mejor aprovechamiento y conservación de los recursos de nuestros mares.

Según los cálculos y estimaciones más recientes, elaborados por Wade y Gerrodete (1991), que fueron utilizados por la CIAT y enviados a la Comisión Ballenera Internacional (CBI) en 1992, el porcentaje de mortalidad para cada una de las especies de delfines afectados por la pesquería del atún, es inferior al 1% de su abundancia poblacional. La mortalidad porcentual para el total de las especies de delfines involucrados es de 0.29 en relación a su abundancia poblacional total. Si tomamos en cuenta que la estimación más conservadora de la tasa máxima de reclutamiento anual de delfines es de 2%, podemos concluir que cualquier tasa de mortalidad incidental inferior a ese nivel no perjudica la recuperación de las poblaciones.

Aún existen muchas cosas que desconocemos acerca de diversos aspectos de los delfines, sin embargo, los programas siguen en marcha y a mediano y largo plazo se contará con información muy valiosa que posibilitará al país a decidir de la mejor manera sobre sus recursos.

Agradecimientos

Este trabajo fue mejorado y enriquecido con las repetidas revisiones y los comentarios oportunos del Dr. Luis Fleischer y del Tec. Pesq. Pablo Loreto Campos, compañeros del Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos del CRIP-La Paz, a quienes queremos expresar nuestro agradecimiento.

Bibliografía

ACEVEDO G., A., 1989. *Uso del área por el tursión (Tursiops truncatus) en la Ensenada de La Paz, durante el verano de 1987.* Tesis de Licenciatura, Biólogo Marino, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 115 p.

ACEVEDO G., A. y L. FLEISCHER. 1987. La orca en el Pacífico Mexicano: Resultados Preliminares. En: *XII Reunión Internacional de Investigación sobre los Mamíferos Marinos.*

AURIOLES G., D., 1990. Sobre la identidad de un individuo del género *Mesoplodon* varado en la Bahía de La Paz, BCS, México. En: *XV Reunión Internacional para el estudio de los Mamíferos Marinos.*

BARLOW, J., 1984. Reproductive seasonality in pelagic dolphins (*Stenella spp.*): Implications for mea-

suring rates. *Rep. Int. Whaling Comm. Spec. Issue* 6: 191-198.

BARNES, L.G., 1984. Whales, dolphins and porpoises: Origin and evolution of the Cetacea. Reprinted from: *Mammals, Notes for a short course organized by P.D. Gingerich and C.E. Badglesy*. T.W, Broadhead, editor. University of Tennesse Dept. of Geologycal Sciences, Studies in Geology. Pp. 139-154+1-4.

DELGADO E.,A., 1991. *Algunos aspectos de la ecología de poblaciones de la toninas (Tursiops truncatus Montagu, 1821) en la Laguna de Terminos y Sonda de Campeche, México.* Tesis de Licenciatura, Biólogo. ENEP Iztacala, UNAM. 148 p.

DIZON, A.E., S.O. SOUTHERN y W.F. PERRIN. 1991. Molecular analysis of mtDNA types in exploited populations of spinner dolphins (*Stenella longirostris*). En: Hoelzel, A.R. (Ed.) *Genetic ecology of whales and dolphins*. Pp. 183-202.

EVANS, P.G.H., 1987. *The natural history of whales y dolphins*. Facts on File Publications. i-xvi+1-343 p.

FLEISCHER, L., 1987. *El Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos de México*. Secretaría de Pesca. Primera Edición. 50 p.

FLEISCHER, L., F. CERVANTES, G. COMPEAN, D. AURIOLES y J.P. GALLO. 1982. Diagnosis de conocimiento de los mamíferos marinos en México. *Reunión Nacional sobre Investigación Científica Pesquera*, Cocoyoc, Mor. 235 p.

GALLO R., J.P., 1984. Interacción de Calderones (*Globicephala macrorhynchus*), con la ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*) y con tursiones (*Tursiops truncatus gilli*). *Anales Inst. Biól. UNAM. Ser. Zool.* 55(1): 331-333.

GALLO R., J.P. y L. ROJAS B., 1985. Nombres científicos y comunes de los mamíferos marinos de México. *Anales Inst. Biól. UNAM. 56 (1985) Ser. Zool.* (3): 1 043-1 056.

GALLO R., J.P. y F. PIMIENTA. 1989. Primer registro del Zifio de Las Antillas (*Mesoplodon europeaus* Gervais, 1855) (Cetacea:Ziphiidae) en México. *Anales inst. Biól. UNAM. Ser. Zool.* 60(2): 267-278.

GALLO R., J.P. y B. ALESSIO-ROBLES. *Ecology of the common dolphin Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758), *in the Gulf of California*, (en prep.).

GERRODETTE, T y P.R. WADE. 1991. *Monitoring trends in dolphin abundance in the eastern tropical pacific analysis of five years of data*. Scientific Committee IWC. 43th Reunion, 1991.

HUGENTOBLER, H. y J.P. GALLO. 1986. Un registro de la estenela moteada del Atlántico (*Stenella plagiodon*) (Cope, 1866) (*Cetacea:Delphinidae*) del estado de Campeche, México. *Anales Inst. Biól. UNAM. 56(1985), Ser. Zool*(3): 1 039-1 042.

JONSGARD, A. y LYSHOEL, D.B., 1970. A contribution to the biology of the Killer Whale *Orcinus orca. (L.) Nytt. Mag. Zool. (Norw. J. Zool. Pes. Board.)* 18: 41-48.

LEATHERWOOD, S., R.R. REEVES, W.F. PERRIN y W.E. EVANS. 1988. *Ballenas delfines y marsopas del Pacífico nororiental y de las aguas árticas adyacentes. Una guía para su identificación*. Informe especial No. 6 Comisión Interamericana del Atún Tropical. 245 p.

MARAVILLA CH., O.; H. PÉREZ-CORTÉS M.; J. BARLOW y A. DELGADO. *Avistamientos de cetáceos en el Golfo de California*, (en prep.).

MATKIN, C.O. y S. LEATHERWOOD. 1986. Gereral biology of the Killer Whale *Orcinus orca*: a synopsis of the knowledge. En: BC. Kirkewood y J.S. Lockard (Eds.) *Behavioral Biology of Killer Whales*. Alan R. Liss Inc. Pp. 35-68

MEAD, J.G., 1975. Anatomy of the external nassal passages and facial complex in the Delphinidae (Mammalia: Cetacea). *Smithsonian Contributions to Zoology* 207: 1-72.

MICHEL, E. y L.L. FLEISCHER. 1987. Reporte de un varamiento masivo de siete especímenes de *Berardius baridi* (sic.) (Stejnejer, 1883) en la Bahía de La Paz, BCS. México. *XII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos en México*, La Paz, BCS.

NOAA Technical Memorandum NMFS (NOAA-TM-NMFS-SWFSC-165) 1991. *Status of Pacific Oceanic Living Marine Resources of Interest to the USA for 1991.* 78 p.

NOLASCO, S., 1992. *Aspectos de la taxonomía del delfín común.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

NORRIS, K.S. y F. NICKLIN. 1992. Dolphins in crisis. *National Geographic Magazine* 182(3): 2-35.

NORTHRIDGE, S. y G. PILLERI. 1986. A review of human impact on small cetaceans. En: G. Pilleri (Ed.) *Investigations on Cetacea.* Vol. XVIII. Pp. 221-261.

ORR, R.T., 1966. Cuvier's beaked whale in the Gulf of California. *J. Mamm.* 47(2): 338-339.

— 1967. A second specimen of *Ziphius cavirostris* from Mexico. *J. Mamm.* 48(2): 328.

PÉREZ-CORTÉS M., H., G.K. SILBER y M.W. NEWCOMER. 1989. Tursiones (*Tursiops truncatus*) alimentándose en un banco de lodo en el delta del Río Colorado. *XIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos,* La Paz, BCS.

PERRIN, W.F., 1975. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern Pacific and Hawaii. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 21, 206 p.

— (Ed.) 1982. Report of the workshop on identity, structure and vital rates of killer whales populations. *Rep. Int. Whal. Comm.* 32: 617-639.

— 1990. Subspecies of *Stenella longirostris* (Mammalia: Cetacea: Delphinidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 103: 453-463.

PERRIN, W.F., M.D. SCOTT, G.J. WALKER y V.L. CASS. 1985. *Review of geographical stocks of tropical dolphins (Stenella spp.* and *Delphinus delphis) in the Eastern Pacific.* NOAA Technical Report NMFS 28.

PERRIN, W.F., P.A. SLOAN (AKIN) y J.R. HENDERSON. 1979. Taxonomic status of the southwestern stocks of spinner dolphin *Stenella longirostris* and spotted dolphin *S. attenuata. Rep. Int. Whaling Comm.* 29: 175-184.

PERRIN, W.F., P.A. AKIN. y J.V. KASHIWADA. 1991. Geographic variation in external morphology of the spinner dolphin *Stenella longirostris* in the Eastern Pacific and implications for Conservation. *Fish. Bull.* 89: 411-428.

RIDGWAY, S. (Ed). 1972. *Mammals of the sea; biology and medicine.* Charles C. Thomas, Springfield, III, 812 p.

SILBER, G.K., 1990. *Distributional relations of cetaceans in the northern gulf of california, with special reference to the vaquita, Phocoena sinus.* Ph. D. Thesis.

SILBER, G.K., M.W. NEWCOMER y H. PÉREZ-CORTÉS M., 1990. Killer whales (*Orcinus orca*) attack and kill a Bryde's whale (*Balaenoptera edeni*). *Can. J. Zool.* 68: 1 603-1 606.

SILBER, G.K., M.W. NEWCOMER, P.C. SILBER, H. PÉREZ-CORTÉS M. y G. ELLIS. *Common odontocetes of the Northern Gulf of California: Distribution, ocurrence and relative abundance,* (en prep.).

SWEENEY, J.C., 1980. Observations on the breeding pregnacy and problems with the neonate in *Orcinus orca. Symposium on the Biology and Behavior of the Killer Whale.* University of Washington, Seattle, Washington.

TARPY, C., 1979. Killer Whale Attack! *National Geographic* 155(4): 542-545.

URBÁN R.,J., 1987. Reporte de un varamiento masivo de siete especímenes de *Berardius bairdii* (Stejneger, 1883) en la Bahía de La Paz, BCS. México. *XII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos.* La Paz, BCS.

VIDAL, O. y G. PECHTER. 1989. Behavioral observations on fin whale, *Balaenoptera physalus,* in the presence of killer whale, *Orcinus orca. Fishery Bulletin* (EUA). 87(2): 370-373.

VILLA-R., B. y H. PÉREZ-CORTÉS M. Mamíferos marinos del Mar de Cortés. En: Arenas F., V. (Ed.). *El Mar de Cortés.* Reserva Milenaria.

VAQUITA

Bernardo Villa R.
Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM

Recurso

Posición sistemática

Phocoena sinus Norris y McFarland, 1958. Journal of mammalogy, 39(1): 22-31.

Localidad tipo: Playa Norte de Punta San Felipe, en la parte más norteña del Golfo de California.

Orden Cetácea, suborden Odontoceti, superfamilia Delphinoidea, familia Phocoenidae, subfamilia Phocoenidae (Barnes 1985); en el género se agrupan cuatro especies. *P. sinus* es monotípica.

Advertencia nomenclatorial: *Phocoena*, del griego φῶκαινα o Kazva porpoise = cerdo, cochito.

Tanto *Phocaena* como *Phocoena* se publicaron en el mismo año, 1817. A la primera se le dio preferencia porque estaba de acuerdo con la denominación del vocablo griego y desde este punto de vista es la forma correcta, pero *Phocoena* es la ortografía adoptada por Linneo y algunos otros autores (Cuvier, 1816) para el nombre de la especie tipo, lo que sugiere la designación del género. Por lo tanto, *Phocoena* tiene prioridad sobre *Phocaena* y *Phocoena* (Palmer T.S., 1904:532 Hershkovitz, 1966; Husson, 1968).

Diagnosis

La vaquita está entre las más raras y menos conocidas de todas la especies de cetáceos. La descripción del esqueleto postcraneal se puede encontrar en Noble y Fraser (1971), Norris y McFarland (1958) y Magatagan *et al.* (1984). En este último trabajo consignamos las medidas craneales de tres individuos adultos, depositados en la colección de Mastozoología del Instituto de Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México (Tabla 1).

Coloración

La línea media del rostro, la corona de la cabeza, la línea media del dorso, la región intermandibular, la parte basal posterior de cada aleta pectoral, la línea media lateral del cuerpo son de color avellana (*Hazel*). La región media ventral es del mismo color; en los lóbulos caudales, el color avellana se presenta tan concentrado que se acerca al color umbroso (*Raw Umber*) en la base de ambos, a uno y otro lado del pedúnculo caudal. El color Hazel concentrado de la línea media dorsal se va desvaneciendo hacia los costados que son de color verde turquesa pálido (*Pale Turquoise Green*) que cubre el cuello, la región pectoral y se

Tabla 1
Medidas craneales de tres individuos de *Phocoena sinus*

Descripción de las medidas (cm)	Núm. de catálogo IBUNAM 17 057	19 588	19 581	Promedio
Longitud basal	21.2	21.3	22.3	21.6
Longitud condilobasal	23.1	22.3	23.1	22.8
Longitud mayor del cráneo	23.2	23.4	23.3	23.3
Anchura mínima interorbitaria	12.7	12.2	12.9	12.6
Constricción postorbitaria	10.5	12.1	12.5	11.7
Anchura del rostro en el arco precigomático	7.1	6.8	7.8	7.2
Longitud del rostro en el arco precigomático	9.6	10.1	7.8	9.2
Punta anterior del rostro al borde anterior del respiradero	11.7	12.1	12.1	12.0
Anchura palatal a nivel del último molar	4.8	5.6	5.5	5.4
Longitud palatal	11.6	11.8	12.0	11.8

extiende hasta el extremo del pedúnculo caudal. A la mitad de los costados se extiende la banda de color avellana. La superficie dorsal de las aletas pectorales es también de color verde turquesa pálido, las puntas tienen una mancha, como pincelada, de color avellana. Los labios, así de la maxila como de la mandíbula, están bordeados con una franja bien clara de color umbroso. Los ojos están rodeados de un anillo de color moreno obscuro (*Blackish Brown*).

Esta policromía tan singular ha sido observada en el ejemplar número 4 353 IBUNAM, macho, recién rescatado de una red agallera, colocada en la inmediaciones de El Machorro, ocho kilómetros E del Golfo de Santa Clara, Sonora.

Cuando el organismo se pone en la intemperie sobre la arena de las playas, por un lapso de pocas horas, la policromía desaparece y surge el color negro anilina (*Aniline Black),* es decir, algo similar al color de la cámara de llanta de automóvil. Sólo persisten los círculos obscuros que rodean a los ojos y las bandas obscuras de los labios. En el proceso de cambio de color se pasa por la predominancia del color canela (*Cinnamon*). Es evidente que existen variaciones individuales.

Los jóvenes tienen coloración de tonos obscuros. El patrón general, sin embargo, es común a la especie. Las diferencias individuales pueden estar relacionadas con la presencia de diatomeas u otros componentes del fitoplancton adheridos a la superficie del cuerpo de los animales vivos que, al morir, se desprenden o mueren también fuera del agua (Silber, 1990).

Morfometría

El cuerpo de *P. sinus* es hidrodinámico, como en la mayoría de los cetáceos. El rostro es obtuso; de las siete vértebras cervicales sólo tres están fusionadas, como en *P. spinipinnis* (Allen, 1925); el número de dientes varía de 18 a 21 de cada lado de la maxila y la mandíbula; la corona de los dientes tiene forma de zapa. La espina neural de las vértebras lumbares y caudales tienen un ángulo recto, no dirigido hacia adelante ni hacia atrás (Magatagan *et al.*, 1984).

Entre las características singulares de *P. sinus*, haciendo la disección de las aletas pectorales, hemos encontrado un hueso apendicular en el tercer metacarpo cuya descripción está actualmente en preparación en nuestro laboratorio de mastozoología.

La vaquita y la marsopa común *Phocoena phocoena* tienen proporciones del cuerpo similares. Éstas son más cercanas a *P. spinipinnis* del Atlántico suroccidental y del sureste de las aguas costeras de Sudamérica (Barnes, 1985).

En el trabajo de Magatan *et al. (op. cit.)*, examinamos la peculiar posición de una vértebra caudal de las tres especies *P. spinipinnis*, *P. sinus* y *P. phocoena*. La espina neural en *P. spinipinnis* tiene su eje longitudinal inclinado hacia atrás; *P. sinus* la presenta proyectada erecta, neutral y en *P. phocoena* se inclina hacia adelante.

En *P. sinus*, además, la longitud total es menor; proporcionalmente las aletas son más largas, con el borde posterior más cóncavo, la aleta dorsal es más alta, con el borde posterior más cóncavo y con verrugas. El tamaño y la forma de esta aleta es el rasgo externo más sorprendente (Silver, 1990), (Tabla 2).

Tabla 2
Morfometría de *Phocoena sinus*

Medidas externas de dos ejemplares adultos	Núm. de catálogo IBUNAM 19 588	19 581	Promedio
Longitud total (punta de la maxila a la escotadura de los lóbulos caudales)	1.390	1.500	1.445
Punta de la maxila a la comisura de la boca	80.0	65.0	72.5
Punta de la maxila al centro del ojo	135.0	105.0	120.0
Punta de la maxila al respiradero	140.0	105.0	122.0
Punta de la maxila a la inserción anterior de la aleta dorsal	260.0	265.0	262.5
Punta de la maxila a la punta de la aleta dorsal	805.0	840.0	822.5
Punta de la maxila al centro del ano	960.0	1.050	1.005
Longitud de la aleta pectoral derecha desde la inserción anterior a la punta	270.0	280.0	275.0
Longitud de la aleta pectoral de la axila a la punta	190.0	215.0	202.5
Anchura máxima de la aleta pectoral	85.0	100.0	95.0
Longitud de la aleta dorsal en su base	160.0	180.0	170.0
Anchura de los lóbulos caudales de punta a punta	370.0	370.0	370.0
Punto más cercano al borde anterior de los lóbulos caudales a la escotadura de la cola	20.0	20.0	20.0

Ecología y etología

Alimentación

No ha sido posible encontrar en los ejemplares examinados restos abundantes de sus preferencias alimenticias. En el contenido estomacal de uno, se encontraron dos peces enteros aún no identificados en forma satisfactoria, que posiblemente sean pargos jóvenes de la especie *Lutjanus guttatus* y restos del aparato bocal de calamares. Fich y Brownell (1968) informan que en el estómago de una vaquita encontraron otolitos de *Orthopristis reddingi*, burro, y el roncador del Golfo, *Bairdiella incitus*, así como calamares.

Endoparásitos

Se ha examinado el tracto digestivo de los ejemplares rescatados de las redes totoaberas, sin encontrar endoparásitos. Sólo en uno, rescatado en el bajo conocido como Piedras del Burro a 30°08' latitud N, y a 114°18' longitud W en el Golfo de Santa Clara, el 21 de febrero de 1986. En el intestino medio se hallaron muertos y libres

tres ejemplares del tremátodo *Synthesium tursionis* (Marchi, 1873; Stunkard y Alvey, 1930). Los ejemplares de este endoparásito están depositados en la Colección Helmintológica del Instituto de Biología de la UNAM con el número de catálogo 240-10.

Se trata de un tremátodo cuyos hospederos son especies de mamíferos marinos de la familia Delphinidae, con mayor frecuencia en los tursiones, *Tursiops truncatus*, el delfín trompa de botella; *Grampus griseus*, delfín de Risso y *Steno bradenensis*, delfín de dientes rugosos. Es, por tanto, interesante encontrar que *P. sinus* es también su hospedero (Lamothe, A.R., 1988).

Corveteo

Las vaquitas corvetean (*breaching*), como lo hacen las grandes ballenas (*Eschristius robustus*, la ballena gris; *Megaptera novaeanglie*, la ballena jorobada; *Orcinus orca* y otras).

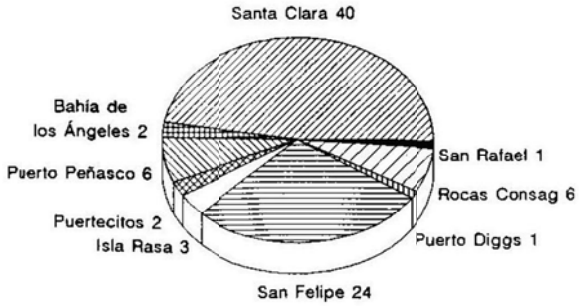
Por más de una década, durante la temporada de reproducción de gaviotas pardas *Larus hermanni* y gallitos de mar *Sterna máxima* y *Sterna elegans*, que durante el primer tercio del siglo XX estaban a punto de extinguirse, yo permanecía en la isla desde mediados de abril hasta la primera semana de julio, para evitar la extracción de huevos por los pescadores y hacer estudios de comportamiento, reproducción y dinámica de poblaciones. Después de este lapso las poblaciones se han recuperado.

Distribución geográfica

Desde que se describió la especie, Norris y McFarland (1958) encontraron como área de distribución de la vaquita el alto Golfo de California "probablemente extendiéndose hacia el sur a lo largo de la costa mexicana".

Por la figura 1, que resulta de los datos que registra Brownell, Jr. (1986), más los que existen en la colección de mastozoología del Instituto de Biología de la UNAM, representados por ejemplares completos, esqueletos completos, esqueletos parciales, sólo cráneos, es evidente que la población de *P. sinus* se encuentra confinada a la parte más norteña del Golfo de California o Mar de Cortés.

Figura 1
***Phocoena sinus*, ejemplares recuperados en el Golfo de California**



Cabe señalar que esta zona es la que tiene un mayor número de capturas incidentales, pues ahí se colocan la mayoría de las redes totoaberas. En esta gráfica se incluyen, también, los registros visuales que he consignado de Bahía de San Rafael, Bahía de los Angeles e Isla Rasa (Villa-R.B., 1976). Se agrega, además, la fotografía captada el 14 de junio de 1979, lo que hace un total de 6 avistamientos en el área del cinturón insular, cinco años después de los primeros registros visuales consignados en 1976, de los que estoy seguro de haber conocido bien y que no caben

dentro de la categoría de dudosos a los que se refiere Brownell (1986). Esto no tendría mayor importancia si no fuera porque señala la parte más sureña actual de la distribución de *P. sinus*. Los avistamientos referidos tienen en común que han sido logrados en aguas someras azules y transparentes.

Si alguna vez estos pequeños cetáceos salieron del Golfo de California hacia el sur, llegando tan lejos como las cercanías del Archipiélago de Revillagigedo, son datos históricos solamente y no confirmados. Su actual distribución queda confinada al alto Golfo de California, en donde tratamos de conocer el número de individuos que componen su población, tarea difícil si se considera su rareza y la dificultad de observarlos. No obstante, hay un buen número de avistamientos que se registran en la literatura.

En marzo de 1983, desde un barco camaronero pude observar una manada de doce individuos a la distancia de 5 kilómetros, más o menos, al sur del fondeadero, en aguas no profundas, en Puerto Peñasco, Sonora.

En cruceros posteriores no he vuelto a ver ningún ejemplar. Desde una lancha con motor fuera de borda y por las condiciones del mar que pocas veces permiten una observación adecuada, no es posible tener resultados. Los biólogos que forman parte de mi grupo de investigación de la vaquita y que han estado en las temporadas de pesca sólo en pocas ocasiones han logrado avistamientos. Héctor Pérez-Cortés ha estado durante los trabajos de campo de Gregory Silber desde 1987 y ha registrado algunos avistamientos.

Se han hecho observaciones en barcos y también en transectos aéreos. Como resultado de lo anterior, se han obtenido un total de 306 avistamientos en el alto Golfo de California, de los que 58 fueron de *P. sinus* (Silber, 1990:8) involucrando a 110 individuos durante la investigación.

Todos los avistamientos ocurrieron al norte de los 30°45' latitud N y todos menos tres de estos (96.15%) se lograron a menos de 40 km de San Felipe, Baja California.

La mayoría de los avistamientos (94.2%) se lograron durante el estado del mar de O, según la escala de Beaufort; en 91.4% (n = 53) de todos los avistamientos las vaquitas se observaron en grupos pequeños (< 3 individuos). La media de los grupos fue de 1.9 +– 1.20 individuos y el tamaño modal del grupo fue de 1. A los 70.7% (n = 41) de las localidades donde fueron vistas vaquitas, la profundidad del agua varió de 21 a 35 m (X = 26.6 +– d.s. 7.67 variación total a 13.5-56.0). La mayoría de los avistamientos ocurrieron entre 11 y 25 km de la costa más cercana (X = 18.4 +– d.s. 5.84; variación = 2.4-32.2). La claridad del agua de las localidades de avistamiento varió de 0.9 a 12.0 m. En general, el agua en el área de estudio fue altamente turbia (Silber, 1990:18).

Todo lo anterior demuestra, en forma definitiva, que la distribución actual de la vaquita se concentra en el alto Golfo de California y que se le puede encontrar al sur, a la altura del cinturón insular como distribución periférica.

Observaciones científicas

Phocoena sinus se encuentra asociada a un pez, *Totoaba macdonaldi*, la totoaba, de la familia Sciaenidae; biológicamente no se conocen las razones de esta asociación que les hace compartir el mismo espacio en el Golfo de California y la

misma suerte. Ambas son especies endémicas de esta parte de nuestras aguas marinas.

La totoaba es el más importante de los componentes de la familia, que se capturan en aguas mexicanas. A fines del siglo XIX y a principios del siglo XX su población era numerosa. Berdegué, A. J. (1956) explica que Chute, en 1928, refirió el años de 1921 como el primero en que se tienen estadísticas de alguna captura comercial de la totoaba. Las estadísticas, por supuesto, son de factura oficial; puede inferirse que desde antes ya se capturaban y Berdegué aclara que esto sucedió en las cercanías de Guaymas, Sonora.

La gran explotación de este pescado tuvo como causa el extraordinario valor que alcanzó, en el mercado internacional, el buche (vejiga gaseosa) que en estado seco era exportada, en grandes cantidades, al oriente (Fig. 2 y 3). La mayor parte fue exportada de México a los Estados Unidos, principalmente a San Diego (Flanagan, Cristine y Hendrikson, 1976).

La demanda de este producto tuvo prioridad sobre la carne de la totoaba y esto trajo como consecuencia que miles y miles de los cuerpos de estos peces se arrojaran a las playas, después de extraerles el buche. Este es el ejemplo más penoso del derroche inútil de nuestros recursos naturales que no debe repetirse.

La pesca de la totoaba se hizo originalmente usando líneas con anzuelos, después con embarcaciones primitivas movidas con remos, más tarde con redes cuando el motor fuera de borda estuvo al alcance de los pescadores y, no en pocas veces, se usó la dinamita, desafortunadamente.

La pesca de esta especie se empezó a reducir en el sur de su área de distribución. Los cardúmenes en las cercanías de Guaymas, una vez abundantes, desaparecieron por completo (Berdegué, J., 1955). En la actualidad, la captura de esta especie está vedada indefinidamente a partir del 2 de agosto de 1975, tanto para fines comerciales como para la pesca deportiva. Se estableció, también por decreto, el 13 de febrero de 1992 una zona de protección para la totoaba y la vaquita, desde la desembocadura del río Colorado hacia el sur hasta una línea imaginaria en la desembocadura del río Fuerte, Sinaloa. No obstante, la captura subrepticia ha continuado hasta nuestros días. La carne de totoaba tiene ahora gran demanda, en el mercado nacional y en el estadounidense; pasa a través de la frontera, fileteada, lo que hace difícil su reconocimiento. Además, los turistas que vienen al país para practicar la pesca deportiva en la región de San Felipe, piden que los peces que capturan sean fileteados en el mar y así los transportan a sus lugares de origen bajo los nombres de peces cuya captura es legal.

Para el pescador mexicano pasa como "machorro" o "coludo", para el deportista es *white sea bass* (Crocker, R. S 1932). Este nombre se le da a otras especies no protegidas, como *Cynoscion xanthulus* (Jordan y Gilbert), *Cynoscion parripinnis* (Agres), *Cynoscion novilis* (Agres).

La pesca ilegal se ha practicado con redes llamadas redes agalleras o redes totoaberas. En ellas son atrapados otros componentes de la fauna marina y, desgraciadamente, buen número de *P. sinus* que sin valor comercial o de otra naturaleza, son arrojados a las playas.

La gran mayoría de los autores se refieren a esta situación de la totoaba y de la vaquita que, como vemos, comparten la misma suerte, concurren en la misma opinión y consideran que

la causa más importante de la reducción del número de *P. sinus* es más por el uso de estas redes que por las condiciones naturales de su entorno.

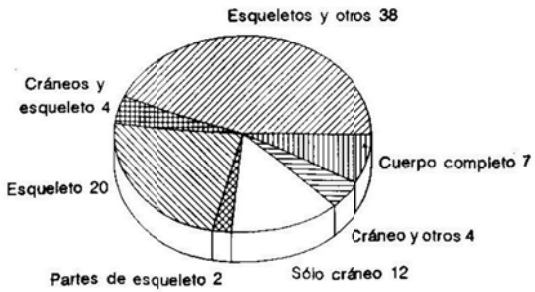
Como respuesta a un cartel mostrando la figura de una vaquita y con la petición de que nos ayudaran a salvarla, en español y en inglés, recibí más de 200 cartas, tarjetas postales y telegramas manifestando, sin variar, que es urgente reducir a cero el uso de las redes de monofilamento fino o redes totoaberas. En esta correspondencia llegaban algunas cartas con billetes de un dólar (una fue de 10 dólares), de niños, estudiantes y maestros que hicieron patente su interés para salvar a la vaquita, porque en su visita a las playas de Santa Clara y Puerto Peñasco, habían visto a los pescadores traer en sus pangas a uno o varios ejemplares de *P. sinus* y tirarlos a la playa.

Los informes acerca de las condiciones físicoquímicas de las aguas del alto Golfo de California, donde se encuentra la mayor población de vaquitas, muestran que los valores de los hidrocarburos clorinados, en ejemplares de molusco *Chione californiensis*, de las playas de santa Clara y de *Modidus capax* de localidades alrededor de 20 km al sur de San Felipe, fueron bajos. Su presencia en el Valle de Mexicali y en el alto Golfo de California en 1985-1986 se debió a su gran uso en el pasado. Gutiérrez Galindo *et al.* (1958) concluyen que los valores clorinados en ejemplares de esta parte del Golfo, son de al menos dos órdenes de magnitud abajo de los límites de tolerancia para consumo humano, establecidos por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos y que están bien abajo de los niveles de acción propuestos por la Academia de Ciencias de la Unión Americana, como un peligro para el ambiente.

En nuestro estudio acerca del contenido de metales pesados en los tejidos hepático, cardíaco y renal de la vaquita (B. Villa R. F. Páez Osuna y H. Pérez-Cortés Moreno, 1992 en prensa) se llega a la conclusión de que su presencia está en niveles muy bajos.

Por el número de ejemplares que se han recuperado en las playas como esqueletos completos, esqueletos parciales, cráneos completos, cráneos parciales y ejemplares completos rescatados de las redes y que están registrados en la literatura (Brownell, 1980; Vidal, 1989) como ejemplares para estudio científico, haciendo un total de 85 unidades, se puede comprender el papel que las redes totoaberas han desempeñado en la suerte de esta especie (Fig. 2 y 3).

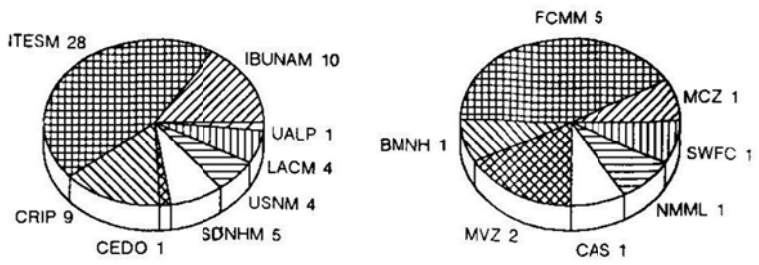
Figura 2
***Phocoena sinus*, ejemplares existentes en colecciones**



En la relación anterior no se incluyen los ejemplares recogidos por personas cue, como entusiastas aficionados a la investigación científica, han levantado de las playas para llevarlos a sus casos o a otros sitios donde se han perdido para propósito de estudio.

Figura 3

Phocoena sinus, ejemplares depositados en colecciones científicas



BMNH	British Museum (Natural History), England.
CAS	California Academy of Sciences, USA.
CEDO	Centro Intercultural para el Estudio de Desiertos y Océanos, México.
CRIP	Centro Regional de Investigación Pesquera, La Paz, México.
FCMM	Facultad de Ciencias, México.
IBUNAM	Instituto de Biología, UNAM, México.
ITESM	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey-Campus Guaymas, México.
LACM	Natural History Museum of Los Angeles, USA.
MCZ	Museum of Comparative Zoology, Harvard University, USA.
MVZ	Museum of Vertebrate Zoology, University of California, USA.
NMML	National Marine Mammal Laboraty, National Marine Fishery Service, Washington, USA.
SDNHM	San Diego Natural History Museum, San Diego, USA.
SWFC	Southwest Fishery Center, National Marine Fishery Service, USA.
USNM	National Museum of Natural History, Smithsonian Institute, Washington, USA.

Es seguro que un número mayor de este material se perdió, también, antes de que se conociera a la especie, entre los millares de cuerpos de totoabas que se arrojaron a las playas.

Para evaluar la situación poblacional de totoaba, el gobierno de México comenzó autorizando la pesca experimental con redes agalleras, en 1985. Entre 1985 y 1991, se informó que por lo menos 12 vaquitas murieron en las redes, incluyendo 2 que cayeron en las redes experimentales. Estas cifras pueden no corresponder a la realidad, por la falta de veracidad de los pescadores; es posible por tanto, que sea mayor.

Se han tomado varias medidas de protección tanto para la totoaba como para la vaquita; ambas están en la lista del Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Se le incluye en la lista de especies mexicanas de vertebrados silvestres raros o en peligro de extinción (Villa-R., 1978). En este mismo año, la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (llamada ahora la World Conservation Union) enlista a la especie como vulnerable, en su *Red Data Book*. En la actualidad está enlistada en peligro. En 1979, la totoaba se enlistó como en peligro también, bajo la US Species Act. Atendiendo una recomendación de la Marine Mammal Commission, la vaquita recibió la misma designación en 1985.

En 1988, se hzo una encuesta entre los pescadores para conocer lo que sabían de la vaquita. La reunión fue convocada por el Centro para el Estudio de Desiertos y Océanos (CEDO) de Puerto Peñasco. En ella participó el autor como investigador del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Después de explicar lo que es la vaquita y su importancia en la composición de la comunidad biológica en la región, se les pidió responder a un cuestionario cuyos resultados, entre otras cosas, muestran que las capturas de vaquitas se hicieron en aguas de 160 m de profundidad y se pudo estimar que la mortalidad relacionada con las

actividades pesqueras era de 32 vaquitas por temporada.

Reproducción

Un aspecto poco conocido de la historia natural de *P. sinus* es el de la reproducción.

En nuestros registros existen los siguientes casos que pueden servir como base para inferir la temporada de reproducción.

En playa Las Conchas, al oeste de CEDO en Puerto Peñasco, Sonora, el día 27 de mayo de 1991 se encontró un ejemplar joven, hembra, que recuperaron Richard Boyer y Peggy Turk de Boyer, a las 11:30 hrs. El examen del contenido estomacal mostró la presencia de leche no digerida. Su longitud total desde la punta del hocico hasta la escotadura de la aleta caudal fue de 940 milímetros.

El día 28 del mismo mes y año se recuperó otro ejemplar, macho, a 2 km W del edificio de CEDO, prácticamente en la misma área del anterior, por los mismos colectores y a la misma hora, cuya longitud desde la punta del hocico hasta la escotadura de la cola fue de 1 200 milímetros.

Al realizar la necropsia, ambos animales tenían agua en los pulmones lo que demuestra que se asfixiaron.

Los cráneos de ambos ejemplares tienen las suturas de los huesos sin fusionar, lo que indica que se encontraban en edad muy temprana, en amamantación.

Héctor Pérez-Cortés Moreno y Alberto Delgado Estrella, miembros del grupo de investigación de la vaquita, del Instituto de Biología, UNAM, fueron testigos de la recuperación de una hembra adulta con su cría, atrapadas en una red totoabera en las cercanías del Golfo de Santa Clara, en el mes de mayo de 1991. Este material fue transportado al Instituto Tecnológico de Monterrey, campus Guaymas.

Barlow (1986) cita a Silber como informante de que, de 31 individuos observados, seis eran crías de poca edad. De estos hechos puede deducirse que los nacimientos ocurren durante la primavera y primera parte del verano.

La vaquita, como todos los cetáceos, sólo pare un hijo. La reproducción, por tanto, es lenta. Por analogía, de la *Phocoena phocoena*, pariente putativo de *P. sinus* de la que hay mayor información, las hembras maduran alrededor de 3 a 5 años (Gaskin *et al.*, 1984). La mayor parte de las estimaciones concurren en la afirmación de que el tiempo de gestación varía de 10 a 11 meses. Por lo tanto, la reproducción de *P. sinus* es lenta y esto nos lleva a contemplar el problema ecológico siguiente. El comandante del Calypso, Jaques Yves Cousteau, en un discurso breve en una reunión de la comunidad científica mexicana, en la casa presidencial de Los Pinos, ante el presidente de los Estados Unidos Mexicanos, declaró: que a pesar de haber explorado recientemente el alto Golfo de California no conocía a la vaquita y que en la lucha para la recuperación de la misma debe tenerse en cuenta que si la población está por debajo de los 50 individuos, la especie está perdida, concordando así con el llamado de Barlow (1986) efecto Allee (Allee *et al.*, 1949:47) sobre la población mínima viable, que en el caso de *P. sinus* es incierto. No conocemos con certeza este aspecto de la biología e historia natural de la vaquita que, así, constituye un reto serio en la lucha para su supervivencia, pues una pequeña población no sólo puede ser incapaz de crecer

rápidamente y extenderse, sino que, además, después de haberse reducido por debajo de su tamaño crítico, puede ser ya incapaz de conservarse. Esta última posibilidad introduce el principio de la población mínima que establece que, para que una población pueda sobrevivir indefinidamente en un ambiente determinado, su número debe conservarse por encima de una fracción mínima (Clarke, G. L., 1958).

Registro fósil

Para *Phocoena sinus* no hay, a la fecha, registro fósil que indique su ancestría (Brownell, Jr., 1983). *Loxolithiux stocktoni* (Wilson, 1973) es probablemente, desde el punto de vista geológico, el miembro más relacionado a la familia Phocoenidae que se conoce, por cráneos procedentes del Mioceno tardío, Formación Monterey en el sur de California (Barnes, 1976), con una antigüedad aproximada de 10-11 millones de años.

Medidas para su protección

Antecedentes sobre investigación, protección y fomento del recurso

Aspectos de investigación científica básicos para la recuperación de *Phocoena sinus*.

- Conocer la población actual.
- Estudiar su comportamiento alimentario.
- Definir si es o no migratoria dentro de su área de distribución.
- Conocer las razones biológicas que determinan su asociación con la totoaba, *Totoaba macdonaldi*.
- Conocer los aspectos de la reproducción.
- Conocer la edad de madurez sexual.
- Estudiar los cariotipos de la especie.

Es lamentable que la acción antropomórfica haya llevado a un estado de agonía, tanto a la totoaba como a la vaquita. La recuperación, si se logra, será lenta, a largo plazo; será de alto costo. Los errores en el campo de la ecología son irreversibles. En un gran número de estos problemas, falta voluntad política.

En el esfuerzo para buscar la recuperación de *P. sinus*, esta voluntad política existe.

El gobierno de México, a través del Instituto Nacional de Pesca, de la Secretaría de Pesca, ha retomado el esfuerzo de investigadores, instituciones de investigación superior, centros de investigación científica y personas interesadas en el conocimiento de la especie, ha constituido el Comité Técnico para la Preservación de la Vaquita y la Totoaba que, a la fecha ha iniciado su cometido, estableciendo grupos de trabajo, dando énfasis a la vigilancia estricta, por mar y por tierra para evitar el comercio ilegal de la carne de totoaba y reducir a cero el uso de las redes agalleras. Los instrumentos legales en que se apoya esta acción son: la Ley de Pesca, expedida el 9 de junio de 1992, el reglamento de pesca de 1992 y el decreto que prohibe el uso de redes agalleras de monofilamento.

El 16 de julio de 1992 se inició el programa de cruceros por medio de barcos para hacer el conteo de vaquitas por avistamiento, con el fin de conocer la población de *P. sinus* en el alto Golfo de California. La operación cubrió la parte media superior del Golfo.

Un informe especial sobre el programa general del Comité Técnico para la Preservación de la Vaquita y la Totoaba se presentará en otro documento.

Conclusiones

Desde que se describió la especie, se ha generado el interés, primero, por conocer el cuerpo entero de los miembros de un taxón basado en sus caracteres craneales.

Por centurias, *P. sinus* formó parte del complejo mastozoológico marino del Mar de Cortés. Nadie sabe a ciencia cierta el número de individuos que integraban a la población original. Hoy poco sabemos de la población remanente. Este es un reto de primera magnitud ya que de este conocimiento se podrá organizar el plan de recuperación y la administración del recurso totoaba/vaquita. Si es posible, esta recuperación será a largo plazo, manteniendo la vigilancia y la protección en forma ininterrumpida.

Los permisos para captura experimental deben sujetarse a reglamentación estricta, buscando la forma de que no se establezca la relación del investigador con el pescador que, en forma tácita, considera que al amparo del permiso del investigador, tiene derecho para capturar totoabas para su propio beneficio.

Urge buscar un método sencillo y rápido para reconocer la carne de totoaba fileteada, por las autoridades aduanales o del personal de las estaciones de vigilancia en la frontera o en las ciudades donde actualmente se consume en restaurantes o en supermercados.

La moderna humanidad está destruyendo con rapidez el mundo natural del que depende para su supervivencia (Goldsmith, E., 1992). En el caso que nos ocupa, presenciamos una crisis socioeconómica en los pescadores de Puerto Peñasco y el Golfo de Santa Clara. Las familias emigran y hay un gran número de casas abandonadas a causa de que el recurso es magro o no existe.

En nuestra preocupación, el hombre es sujeto de prioridad. El Comité Técnico, con la cooperación de sociólogos, economistas y antropólogos, busca alternativas para proporcionar ocupación a los pescadores del alto Golfo de California, para que en el futuro puedan hacer uso racional de sus recursos.

Agradecimientos

Con el Dr. Kenneth S. Norris inicié los trabajos de campo con los mamíferos marinos y al paso del tiempo ha sido el mejor guía y compañero en el estudio de *P. sinus*. El programa que se ha venido desarrollando se formuló para trabajar en el Golfo de California a partir de 1986, conjuntamente con el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de California, en Santa Cruz. El Dr. Norris encomendó su participación a su estudiante graduado, ahora doctor, Gregory K. Silber, cuya labor ha sido trascendente para el conocimiento de la vaquita. Su tesis doctoral ilustra la situación que guarda este cetáceo y señala aspectos poco conocidos de su biología. Agradezco esta cooperación cumplidamente, así como la hospitalidad de la Bióloga Peggy Turk en el edificio de CEDO, en Puerto Peñasco, Sonora. A Héctor Pérez-Cortés Moreno debo gratitud por su cooperación constante, asociado con Gregory K. Silber, cuando por varios otros deberes no pude hacer trabajos de campo.

Agradezco también la entusiasta cooperación del Biólogo Alberto Delgado Estrella y de Mario Alberto Peralta Pérez, Alejandro Sánchez Ríos, Reyna Lilia García Loredo y Joel Ortega Ortiz,

que en tiempos recientes han constituido el grupo de trabajo, en el campo y en el laboratorio.

La Secretaría de Pesca, a través de su titular, Lic. Guillermo Jiménez Morales, estableció, en el puerto de Guaymas, Sonora, el 3 de marzo de 1992 el Comité Técnico para la Protección de la Vaquita y la Totoaba, integrado por instituciones educativas y de investigación nacionales y ha apoyado económicamente con una aportación en dinero que permitirá un trabajo integral, para recuperar a estas especies.

Bibliografía

ALLE, W.C., O. PARK., A.E. EMERSON., T. PARK y K.P. SCHMIDT. 1949. *Principles of animal ecology*. W. B. Sanders Co. Philladelphia. 837 p.

ALLEN, G.M., 1925. Burmeister porpoise (*Phocoena spinipinnis*). *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv.* (67): Part. 5: 251-261.

BARLOW, J., 1986. *Factors affecting the recovery of Phocoena sinus, the vaquita or Gulf of California Harbour porpoise*. US National Marine Fishery Service Southwest Fishery Center. Administrative Report LJ-86-37.

BARNES, L.G., 1985. Evolution, taxonomy and antitropical distributions of the porpoises (*Phocoenidae, Mammalia*). *Marine Mammal Sciencie* 1(2): 149-165.

BERDEGUÉ, J., 1955. La pesquería de la totoaba (*Cynoscion macdonaldi* Gilbert) en San Felipe, Baja California. *Rev. Soc. Mexicana de Hist. Natural* 16(1-4): 45-78.

— 1956. *Peces de importancia comercial en la costa noroccidental de México*. Secretaria de Marina. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. México.

BROWNELL, JR. R.L., 1983. *Phocoena sinus. Mammalian Species* 108(1-3). 5 figs.

—, 1986. Distribution of the Vaquita *Phocoena sinus*, in Mexican wateis. *Marine Mammal Science* 2(4): 299-305.

CHUTE, G.R., 1928. The totoaba fishery of the California Gulf. *Fish Game* 14: 275-281.

CLARKE, G.L., 1958. *Elementos de ecología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 613 p.

CROCKER, R.S., 1932. The white sea bass and related species that are sold in California fish markets. Calif. *Fish and Game* 18(4): 318-327.

CUVIER, G., 1816. *Règne Animal*. 336 p.

FITCH, J.E. y R.L. BROWNELL, JR., 1968. Fish otholits in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. *J. Fish. Res. Board Canada* 25: 2 561-2 574.

FLANAGAN CRISTINE A. y I.R. HENDRICKSON. 1976. Observations of the commercial fishery and reproductive biology of the totoaba, *Cynoscion macdonaldi*, in the northern Gulf of California. *Fish. Bull.* 74(4): 531-544.

GASKIN, D.E., G.I. SMITH., A.P. WARSON, W.Y. YASUI y D.B. YURICK. 1984. *Reproduction in the porpoises (Phocoenidae). Implication for managment*. Rep. Int. Whal. Comm., Sunderland, Mass. Pp. 19-34.

GOLDSMITH, E. 1992. *The way. An ecology world view*. Rider. i-xxi+I-442.

GUTIÉRREZ-GALINDO, E.A., G. FLORES MUÑÓZ y J. VILLAESCUSA-CELAYA. 1988. Chlorinated hydrocarbons in molluscs of the Mexicali Valley and the upper Gulf of California. *Ciencias Marinas* 14(3): 91-113.

HERSHKOVITZ, P., 1966. Catalog of living whales. *Bulletin of the United States National Museum* 246: i-viii, 1-259.

HUSSON, A.M., 1968. Over the schrijfruijze van de wetenschapezjke namen van de Muskurat, *Ondatra sibeticus* (L), en Van de bruinuis *Phocoena phocoena* (L). *Luna* 10: 17-23.

LAMOTHE, A.R., 1988. Trematodos de mamíferos. III. Hallazgo de *Synthesium tursionis* (Marchi, 1973) Stunkard y Alvey 1930, en *Phocoena sinus* (*Phocoenidae*) en el Golfo de California, Méxi-

co. *An. Inst. Biol. UNAM.* 58(1987), *Ser. Zool.* (1): 11-20.

MAGATAN, M.D., E.H. BOYER y B. VILLA-R., 1984. Revisión del estado que guarda *Phocoena sinus* Norris y McFarland 1958, y descripción de tres nuevos ejemplares. *An. Inst. Biol. UNAM.* 55, *Ser. Zool.* (1): 271-293.

NOBLE, K.S., y F.C. FRASER. 1971. Description of a skeleton and suplementary notes on the skull of a rare porpiose *Phocoena sinus*, Norris and McFarland, 1958. *J. Nat. Hist.*, 5: 447-464.

PALMER, T.S., 1904. List of the genera and families of mammals. *North American Fauna*, 23: i+vi-l-984.

RIDGWAY, R., 1912. *Color standards and color nomenclature.* Plates and eleven hundred and fifteen named colors. Washington, DC. Published by the author. 43 + 53 p.

SILBER, G.K., 1990. *Distributional relations of cetaceans in the nothern Gulf of California, with special reference to the vaquita Phocoena sinus.* Doctor of Philosophy.

VIDAL, O., 1991. *Catalog of osteological collections of aquatic mammals from Mexico.* NOAA Technical Report NMFS 97. US Department of Commerce.

VILLA-RAMÍREZ, B., 1976. Report of the status of *Phocoena sinus* Norris and McFarland 1958, in the Gulf of California. *An. Inst. Biol Serie Zoología*, 47(2): 203-208.

-- 1978. Especies mexicanas de vertebrados silvestres raras o en peligro de extincion. *An. Inst. Biol. UNAM*, 49, *Serie Zoología* 1: 300-320.

WILSON, L.E., 1973. A delphinid (Mammalia, Cetacea) from the Miocen de Palos Verdes Hills California. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, 103: 1-34.

PINNÍPEDOS

Octavio Maravilla Chávez
Luis Fleischer
Pablo A. Loreto Campos
CRIP-La Paz, INP

Introducción

Esta sección dedicada a los mamíferos marinos agrupados como pinnípedos cubre cuatro de las cinco especies que están presentes en las costas de México: las focas de puerto, los lobos marinos, los lobos de piel fina y a los colosales elefantes marinos. Son especies de amplia distribución en el Pacífico norte mexicano y en el Golfo de California. La quinta especie, la foca monje del Caribe, anteriormente presente en el sureste del país (Golfo de México), está al parecer erradicada de nuestros litorales y probablemente extinta del Mar Caribe.

Todos comparten aspectos específicos de su biología y para evitar lo ocurrido a la especie caribeña, son especies que en México están sujetas a protección especial. El INP, a través de los trabajos del PNICMM, ha realizado estudios en forma sistemática con tres de ellas y su supervivencia se apoya en los resultados técnicos derivados de los mismos.

En este capítulo se describirá lo más relevante de su biología, ecología y comportamiento así como un resumen de los resultados derivados de nuestros trabajos.

El término "pinnipedia", usado para identificar al suborden de mamíferos marinos que tienen transformadas sus extremidades en aletas y que fueron agrupados dentro del Orden Carnívora, fue acuñado hace más de dos siglos por Storr (1780) (en Tollu, 1986). El cuerpo de estos pinnípedos es más o menos fusiforme, sin proyecciones que puedan causar resistencia a su desplazamiento en el agua. Las extremidades presentan los segmentos proximales muy cortos, mientras que la mano y el pie son palmeados, con dedos largos que desempeñan función de aletas. Estos mamíferos adaptados al medio marino pueden considerarse como "anfibios", ya que pasan la mayor parte de su vida en el mar y su alimento lo obtienen en este medio, consistiendo principalmente de peces, moluscos, crustáceos, aves y otros mamíferos marinos; pero dependen todavía de la tierra para desarrollar o realizar algunas facetas de su vida, como el descanso y, sobre todo, la reproducción (apareamientos, partos, amamantamiento, etc.).

Según King (1983) existen 43 especies de pinnípedos agrupados en dos superfamilias (Otarioidea y Phocoidea) y tres familias que son: Otari-

dae (lobos de piel, lobos o leones marinos), Phocidae (focas verdaderas, incluyendo al elefante marino) y Odobenidae (morsas). Las dos primeras están bien representadas en México y de la tercera es posible encontrar fósiles en Baja California.

Desde el punto de vista filogenético, existe una controversia sobre el origen de estas familias. Mivart (1885) propone que los pinnípedos se originan a partir de dos líneas de ancestros separadas, sugiriendo que los otáridos (incluidos en su descripción lobos marinos y morsas) están más relacionados con ancestros provenientes del Pacífico norte, semejantes a los osos; mientras que la otra línea, la de los fócidos, se originó de un grupo común a los mustélidos y principalmente a las nutrias, provenientes del Atlántico norte (Tedford, 1977). Los defensores de esta teoría agrupan a lobos marinos y morsas en la superfamilia Otarioidea, mientras que las focas forman la superfamilia Phocoidea, clasificación que, aunque en revisión y sujeta a un debate constante, sigue vigente en la actualidad (King, 1983; Tollu, 1986).

En cuanto a su antigüedad, los registros fósiles de estos grupos, encontrados a la fecha, provienen del Oligoceno tardío y del Mioceno temprano (Barnes *et al.*, 1985).

Recurso marino

Aspectos biológicos del recurso

La natación en los fócidos (focas verdaderas) se basa en el movimiento coordinado de las aletas posteriores con un batido lateral favorecido por movimientos del tronco. Los otáridos, por su parte, usan las aletas anteriores a modo de remos. Las morsas, en cambio, poseen un modo especial de nado parecido a una carrera acuática semejante a la de tetrápodos terrestres y que sería intermedio a las otras dos formas (Cagnolaro *et al.*, 1968). Otro aspecto con el que se definen es que las aletas de las focas tienen pelo en ambas caras, mientras que las de los otáridos presentan pelo únicamente en su región dorsal. Sólo los tres dedos medios en las extremidades de los otáridos presentan uñas bien desarrolladas, mientras que en las focas hay uñas en todos los dedos. Las glándulas mamarias en las focas se presentan en pares (uno o dos), pero siempre son dos pares en los otáridos. Independientemente de estos aspectos, externamente es sencillo diferenciar otáridos de fócidos, por la presencia de las pinnas o pabellones externos del oído, presentes y peculiares únicamente en los primeros, además del tipo de locomoción terrestre que es más ágil en este mismo grupo y que es favorecido por las largas extremidades o aletas delanteras con las que pueden apoyarse en tierra y facilitar su desplazamiento; en los fócidos, la locomoción terrestre se realiza por movimientos ondulatorios del cuerpo sin posibilidad de utilizar activamente sus extremidades, que son cortas y están dirigidas hacia atrás.

Mundialmente, la distribución de los pinnípedos es muy amplia. Se encuentran representantes de ellos en todos los mares del mundo, incluyendo mares interiores y hay incluso una especie de agua dulce (*Phoca sibirica*) en el lago Baikal, en Siberia y en el lago Iliamna, en Alaska. Sin embargo, la mayor abundancia y diversidad se presenta en las regiones polares, tanto del hemisferio norte como del hemisferio sur.

En general, los pinnípedos se agrupan en tierra para reproducirse formando, según la especie, concentraciones de diversos tamaños y presentando diversas estrategias de reproducción, como

la formación de "harems". Este tipo de estrategia es exclusiva de las especies que se reproducen en tierra, y esto explica además por qué en la mayoría de las especies de la superfamilia Otarioidea, incluidas las morsas, los machos son más grandes que las hembras. Entre los fócidos, por el contrario, domina la monogamia. En este caso, los individuos de ambos sexos son muy parecidos en tamaño e inclusive, en algunas especies, las hembras son un poco mayores que los machos; además, los apareamientos son preferentemente en el agua. Sin embargo, entre las excepciones a esta regla, encontramos al elefante marino que, además de ser el pinnípedo existente más grande en tamaño, es el que presenta un tipo de poligamia extrema, en la que un macho es capaz de dominar un territorio terrestre con 100 hembras (en promedio) o más y defenderlo activamente de otros machos.

En especies migratorias, las hembras llegan a las áreas de reproducción poco antes de parir a sus crías, buscan un sitio dentro de un harem y así son protegidas hembra y cría por el macho dominante. Las cópulas ocurren pocos días después de los partos. En algunas especies, las hembras entran en estro después de parir, particularmente en las especies que amamantan a sus crías por largos periodos (e.g. todos los lobos de piel fina, género *Arctocephalus*, o el lobo marino de California, *Zalophus californianus*), mientras que en aquéllas en que el destete ocurre al poco tiempo (2-6 semanas) (como en el elefante marino género *Mirounga* o la foca de puerto *Phoca vitulina*), el estro se retarda hasta que ha finalizado la lactancia.

Otro fenómeno importante y distintivo que se presenta en la reproducción de los pinnípedos es conocido técnicamente como "implantación retardada", durante la cual el huevo fertilizado se desarrolla hasta la etapa de blastocisto, permaneciendo en las trompas tubarias, si bien no hay implantación en el dometrio uterino. Después de un tiempo, que es variable según la especie, el huevo se implanta y el desarrollo continúa. Este proceso asegura en las especies migratorias que la cría nazca cuando la hembra está nuevamente en tierra, permitiendo una mayor supervivencia y un continuado ciclo para la reproducción (Coffey, 1977). En los pinnípedos, como en otros mamíferos marinos, las hembras solamente paren una cría (algunas especies cada año, otras cada dos) y le dedican inlensos cuidados, además de la lactancia.

La dentición en los pinnípedos varía entre especies y entre familias y contrasta con la de los cetáceos odontocetos, ya que presentan en general dientes incisivos, caninos muy desarrollados y post-caninos (pre-molares y molares). La fórmula dentaria tipicamente heterodonta de un otárido adulto sería:

I 3/2 C 1/1 PC 5-6/5 x 2 = 34 (36)
(Incisivos, Caninos, Post-caninos)

Es prácticamente imposible dar una fórmula general de dentición para los fócidos, dado que el número de dientes incisivos varía entre las diferentes familias.

De acuerdo a las características biológicas anteriormente descritas, se presenta a continuación la clasificación de los pinnípedos actuales (Tabla 1).

Especies que habitan en nuestros mares

El litoral oeste de la Península de Baja California cuenta con la mayor diversidad y abundancia de

Tabla 1
Clasificación de los pinnípedos (King, 1983)

Orden	Suborden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Tribu	Género
Carnívora	Pinnipedia	Phocoidea	Phocidae	Phocinae	Phocini	* *Phoca*
						Halychoerus
					Erignathini	*Erignathus*
					Cystophorini	*Cystophora*
				Monachinae	Monachini	*Monachus*
						* *Mirounga*
					Lobodontini	*Lobodon*
						Hydrurga
						Leptonychotes
						Ommatophoca
		Otarioidea	Otariidae	Otariinae		*Otaria*
						* *Zalophus*
						Eumetopias
						Neophoca
						Phocartos
				Arctocephalinae		* *Arctocephalus*
						Callorhinus
			Odobenidae	Odobeninae		*Odobenus*

* Indica las especies que se describen en este capítulo.

pinnípedos y otras especies de mamíferos marinos en el país. Actualmente se pueden encontrar cuatro especies de pinnípedos ocupando principalmente islas e islotes de dicho litoral y una sola dentro del Golfo de California (Fig. 1). Estas son el lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*; el lobo marino fino de la isla de Guadalupe, *Arctocephalus townsendi* (ambos pertenecientes a la familia Otaridae; y dos especies pertenecientes a la familia Phocidae, el elefante marino del norte, *Mirounga angustirostris*; y la foca común o foca de puerto, *Phoca vitulina richardsi*.

Hasta hace poco tiempo era posible encontrar en el Mar Caribe otra especie de fócido, la foca monje del Carbe, *Monachus tropicalis*, declarada extinta desde los años 1950 por Kenyon (1977) y formalizada su extinción por Le Boeuf *et al.* (1986).

Las siguientes secciones de este trabajo estarán dirigidas a describir en forma detallada, tanto los aspectos biológicos como los avances de investigación que se han realizado sobre cuatro especies que conforman este valioso recurso.

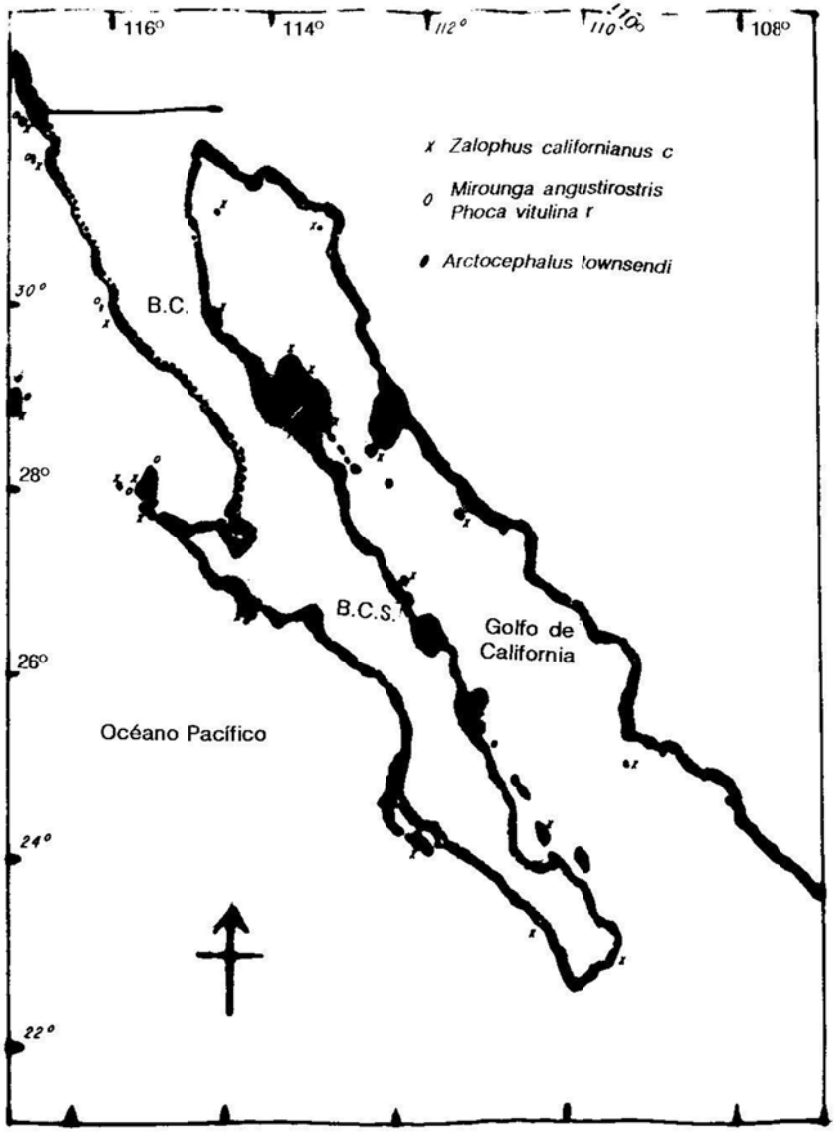


Figura 1

Especies que habitan en la costa occidental de la Península de Baja California y Golfo de California

Foca común o foca de puerto *Phoca vitulina richardsi* (Gray, 1864)

Posición taxonómica o sistemática

Clase:	Mammalia
Orden:	Carnívora
Suborden:	Pinnipedia
Superfamilia:	Phocoidea
Familia:	Phocidae
Subfamilia:	Phocinae
Tribu:	Phocini
Género:	*Phoca*
Especie:	*P. vitulina*
Subespecie:	*P. v. richardsi*

Esta es una de las dos subespecies del género *Phoca* que habitan en el Océano Pacífico norte. Su distribución abarca desde los 65° latitud N a lo largo de las costas de Alaska, Canadá, EUA y Baja California (México), hasta la isla San Martín, en los 30° 29' lat N y 116° 07' long W (Scheffer, 1974 y Antonelis y Fiscus, 1980). Observaciones recientes han señalado la presencia ocasional de ejemplares de *Phoca vitulina richardsi* dentro del Golfo de California y en la zona de Bahía Magdalena, BCS (Gallo *et al.*, 1984). Padilla (1990) realizó censos de esta especie en las islas de la porción Pacífico-norte de la Península de Baja California, además de la isla Natividad, BCS, encontrando grupos reproductores en estas islas y revisó además la zona de Bahía Magdalena sin encontrar ejemplares de la especie.

Recientemente, en agosto de 1992, Maravilla y colaboradores (en prep.) visitaron las mismas islas de la costa occidental de la Península de Baja California (excepto Isla Natividad) para realizar censos de las poblaciones de pinnípedos de la región, encontrando algunos ejemplares de foca común en las islas San Roque y Asunción. Con esto, se puede considerar que la distribución de esta especie en México se extiende desde las islas Coronados hasta San Roque y Asunción en Baja California Sur, siendo los principales sitios de agrupación las islas: Coronado, Todos Santos, San Martín, San Gerónimo, San Benitos, Cedros y Natividad, quedando por definir si se reproducen más al sur de su rango tradicionalmente reportado.

Los individuos adultos de esta especie alcanzan una talla promedio de 1.60 m y no existe diferenciación sexual importante en cuanto a la talla entre machos y hembras de la especie. La piel es de color café claro o gris, con manchas oscuras cafés o negras (moteado), lo que las hace fácilmente diferenciables de los otros pinnípedos de la región y por lo que esta especie es conocida localmente por los pescadores como "lobo pinto". Existe en el patrón de coloración una gran variabilidad entre los individuos y las localidades.

Esta especie pasa la mayor parte de su tiempo en el mar, cerca de la costa, en bahías y puertos, de donde se deriva su nombre común y salen a tierra sólo para parir y amamantar a sus crías. El ciclo reproductivo de la foca común es anual (King, 1983). La lactancia dura de 4 a 6 semanas, tiempo en el que la relación madre cría es muy estrecha, pero éstas son abandonadas al producirse el destete. Las hembras adultas ovulan y copulan aproximadamente dos semanas después del destete y el estro dura de una a dos semanas. Considerando un periodo de implantación retardada de 1.5 a 3 meses, la gestación tiene una duración de 10.5 a 11 meses (Bonner, 1979).

En Baja California, el periodo durante el cual se llevan a cabo los nacimientos es de enero a abril, con máximos entre enero y febrero, registrándose nacimientos prematuros durante el mes de diciembre (Padilla, 1990).

Sobre su alimentación, hay pocos estudios para la especie siendo un aspecto poco desarrollado hasta la fecha en el país. Se sabe, sin embargo, que típicamente las focas se alimentan de una amplia variedad de peces, así como de moluscos y crustáceos (Coffey, 1977). Spalding (1964) (en Bonner, 1982) compara las dietas de tres especies de pinnípedos en las costas de la Columbia Británica en Canadá: la foca común, el lobo marino de Steller y el lobo de piel del norte. La dieta de la primera, según este estudio, incluyó especies de presas diferentes entre los cuales hay peces (clupeidos, salmón, pez piedra, merluza, lenguados y otros); también crustáceos como el camarón y algunos moluscos como el calamar y el pulpo, que para la foca de puerto y el lobo marino son parte importante de su dieta. En general, de los 21 elementos que forman la dieta de estos pinnípedos, 10 de ellos contribuyen con más del 50% del consumo por especie.

Algunas de estas presas reportadas para los pinnípedos de la costa de Canadá se encuentran también en las áreas de distribución de la especie en el Pacífico de Baja California, por lo que potencialmente pueden ser también consumidas en diferentes porcentajes por la foca común de México.

La bibliografía revisada (Coffey, 1977; Bonner, 1982; King, 1983; y Padilla, 1990) hace referencia a la presencia de las focas en sitios tranquilos, cerca de tierra, para descansar.

Nuestras observaciones recientes en algunas de las islas del Pacífico mexicano fueron de animales que se encontraban flotando cerca de la orilla en la línea de rompiente de zonas rocosas. Esto dificultaba su observación, ya que repetidamente se perdían de vista al sumergirse para evitar ser arrastradas por las olas. Igualmente, observamos algo que está de acuerdo con lo descrito para la especie, en zonas con grandes concentraciones de sargazo, alrededor de las islas donde habitan y que es el comportamiento de refugio y descanso de individuos solitarios entre la masa de vegetación marina. Este comportamiento dificulta la detección de los animales, los cuales mantienen fuera del agua únicamente la nariz y ocasionalmente muestran la cabeza.

Hasta la fecha se han realizado diferentes esfuerzos por conocer la abundancia y distribución de la foca de puerto *Phoca vitulina richardsi*, en nuestras aguas, para lo cual se han usado diferentes métodos, sin que el esfuerzo haya sido siempre uniforme (e.g. Mate, 1977, censos aéreos; Gisiner *et al.*, 1980; Aguayo *et al.*, 1985; Padilla, 1990), siendo este último trabajo el que da la estimación más reciente para la especie en México, con un total de 1 715 individuos en el Pacífico de Baja California.

Los resultados preliminares del trabajo realizado por personal del Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos (SEPESCA-INP-CRIP-La Paz) en agosto de 1992, serán la base para el inicio de un esfuerzo del Gobierno Federal por actualizar las estimaciones poblacionales de estos recursos en aguas mexicanas, así como realizar estudios tendientes al conocimiento de los hábitos alimenticios de las especies de pinnípedos que habitan en nuestro país.

Elefante marino del norte
Mirounga angustirostris (Gill, 1966)

Posición taxonómica o sistemática

Clase:	Mammalia
Orden:	Carnívora
Suborden:	Pinnipedia
Superfamilia:	Phocoidea

Familia:	Phocidae
Subfamilia:	Monachinae
Tribu:	Monachini
Género:	*Mirounga*
Especie:	*M. angustirostris*

El género *Mirounga* comprende a dos especies de fócidos comúnmente denominados elefantes marinos, una del hemisferio sur, *Mirounga leonina*, y la del hemisferio norte, *Mirounga angustirostris*, que es la que se encuentra en aguas de México y que es descrita a continuación

La principal característica anatómica de la especie es la larga probóscide (trompa) que permite diferenciar a los machos de las hembras, aunque en tamaño existe también un gran dimorfismo sexual ya que los machos adultos llegan a medir hasta 5 metros de longitud y pesar más de dos toneladas, constituyéndose en los mayores pinnípedos que existen. Las hembras, en comparación, tienen una longitud máxima de 3 m y pesos de hasta una tonelada.

La especie se consideró comercial y biológicamente extinta a finales del siglo XIX, luego del impacto provocado por las capturas desarrolladas para la obtención de grasa y aceites finos para diversos usos.

Su distribución histórica se consideraba desde las islas Farallón en California, EUA, hasta la isla Natividad en México, área que actualmente ocupa la especie y que se ha recuperado gracias a la protección otorgada por el Gobierno de México desde 1933. En el proceso de recuperación, se ha recolonizado los sitios donde se supone habitó alguna vez.

Gogan (1977) divide en tres zonas geográficas a la población reproductora de elefante marino del norte: 1) Península de Baja California, México; 2) islas del Canal en California, EUA incluyendo Las Coronados; y 3) California central, EUA. En México, su distribución abarca desde las islas Coronado, (BC) hasta Isla Natividad (BCS) en la porción central de la Península de Baja California. Se han registrado organismos jóvenes más al sur de su supuesto rango de distribución. Fleischer (com. pers.) observó un individuo joven en la región de Los Cabos (BCS), Maravilla y colaboradores (1990) encontraron un individuo joven de elefante marino asociado con un grupo de lobos marinos en la Isla San Pedro Mártir, Son., en el Golfo de California y en marzo de 1992 otro individuo aislado en Isla Los Islotes, BCS, también asociado con lobos marinos.

La época de reproducción de la especie es durante el invierno (diciembre a marzo) con un pico de actividad entre finales de enero y principios de febrero. Los machos de esta especie alcanzan su madurez sexual entre los 5 y 6 años de edad, mientras que las hembras entre los 4 y 5 respectivamente. Durante la época de reproducción se presenta un comportamiento ampliamente estudiado y muy bien documentado (LeBoeuf y Briggs, 1977; Reiter *et al.*, 1981; Campagna, 1992), que constituye el caso de poligamia extrema entre los pinnípedos, con la formación, defensa y vigilancia del territorio acuático y terrestre en el que el macho dominante compite con otros de su misma condición, para establecer en este espacio físico un "harem", al que un número variable de hembras —que depende del terreno en sí y de la densidad poblacional del sitio (en promedio hay 40-50 hembras por macho) pudiendo presentarse territorios con más de 100 hembras por macho (LeBoeuf, 1974, Campagna, 1992)— llegan para parir un solo cachorro al que amamantan intensivamente por un periodo de 4-5 semanas, después de las cuales la hembra regresa al mar habiendo

perdido hasta un 40% de su peso corporal por la energía cedida a su cría a través de la leche y que se transforma rápidamente en peso, ya que de 40-45 kg que presentan las crías al nacer alcanzan hasta casi 130 kg al momento del destete (Coffey, 1977; Campagna, 1992). Durante este tiempo, hembra y cría permanecen en tierra hasta que pocos días antes del destete, la hembra entra en celo y puede aparearse con uno o varios machos, pero preferentemente con el macho dominante. Es paradójico que también en este periodo, se presente un incremento en la tasa de mortalidad natural de crías, provocado por las severas lesiones que les causan los machos dominantes al perseguir a las hembras para copular y rechazar a los machos subordinados que intentan copular con las hembras receptivas del "harem", pasando por encima de ellas y aplastándolas. Luego de finalizar su ciclo reproductivo, las hembras vuelven al mar poco después de destetar a sus crías, las cuales permanecen en tierra hasta el final de la temporada reproductiva.

Por lo que respecta al macho, se pasa todo el periodo reproductor en constante actividad, primero en la formación y defensa de su territorio, contra otros machos que intenten desplazarlo. Los "combates" que se establecen entre machos adultos constan de varias etapas: primero existen vocalizaciones entre los combatientes implicados para demostrar, a distancia, la fuerza de cada uno. Si ambos insisten en la contienda, se da un acercamiento y continúan las vocalizaciones; a partir de este momento, los ataques físicos pueden comenzar si ninguno de los machos se retira declarándose vencido. La corpulencia de estos animales les permite adoptar una postura casi erecta, por lo que al momento de ataque, se lanzan desde esta posición hacia adelante, buscando morder a su contrincante, que responde de la misma manera. La duración de estas peleas dependerá de la resistencia física de los participantes o de la gravedad de los daños causados por los continuos ataques y pueden variar desde tiempos muy cortos de 2-3 minutos hasta más de 10.

Para el ganador, la actividad continúa ya sea copulando con las hembras que estén en estro (en promedio un macho dominante se aparea de seis a ocho veces durante el día y en igual proporción durante la noche) o frustrando los intentos de los otros machos por irrumpir en su territorio.

Por lo que respecta a los perdedores, se retiran a recuperarse de sus heridas en áreas conocidas como "de solteros" y ya no participan en la reproducción. Observaciones nuestras hechas en la isla Guadalupe, durante la temporada de reproducción, demuestran que para algunos machos, las consecuencias de perder un combate territorial pueden ser fatales. Durante el mismo día, dos machos rechazados por el mismo macho dominante, se retiraron de la playa aproximadamente 50-100 m mar adentro, en donde fueron muertos por ataque de tiburón, seguramente género *Charcharodon*, que frecuenta estas aguas y se han reconocido como depredadores de otros pinnípedos en esta misma localidad (Fleischer, esta obra).

Al finalizar la época de reproducción, todos los animales se van al mar para alimentarse y recuperar la energía perdida en este tiempo de ayuno. De dos a tres meses después, la porción adulta de la población vuelve a tierra para mudar la capa de pelos que en este momento es de color café claro, cambiando con la nueva piel a un color gris oscuro. Después de la muda, los animales vuelven nuevamente al mar por un periodo de seis a ocho meses para alimentarse en preparación del nuevo ciclo reproductivo.

Lo que sucedía en el tiempo en el que los animales no estaban en tierra, dejó de ser un misterio hasta hace relativamente poco tiempo, ya que con el uso de radiomarcas, implantadas a los animales adultos durante su permanencia en tierra para la muda, se pudo investigar esta fase de su ciclo vital. Estos dispositivos pueden además medir la profundidad y el tiempo que los individuos pasan bajo el agua. Con base en estos resultados, se sabe que los individuos adultos, tanto machos como hembras, pasan de un 85 a un 90% de este tiempo sumergidos, alimentándose y descansando. Además, gracias a esto, se ha demostrado que pueden descender a profundidades superiores a los 1 000 metros. La profundidad máxima reportada para machos adultos de elefante marino del norte por DeLong y Stewart (1991) fue de 1 333 y 1 529 m, y comparando estos resultados con los de LeBoeuf *et al.* (1988) entre machos y hembras, se observa una diferencia entre los promedios de profundidad para un segundo nivel modal de 550-600 m (siendo el primero de los 100 a los 150 m) para las hembras vs. 650-800 m para los machos.

Paralelamente, los resultados obtenidos para *M. leonina* (Hindel, *et al.*, 1989) demuestran que una hembra estableció récord de inmersión con casi 1 000 m y un tiempo de 120 minutos. El tiempo máximo de buceo registrado para el elefante marino del norte macho es de 77 minutos.

Los aspectos de alimentación de la especie se han reforzado también con estos estudios. Aprovechando el momento de inmovilizar a los animales para recuperar los dispositivos instalados, se han realizado lavados estomacales de animales que recién regresan del mar a la Isla San Miguel en California, EUA, encontrando que en esa zona, los elefantes marinos se alimentan de una variedad de presas que van desde calamares, crustáceos y tunicados presentes en la zona pelágica, hasta pulpos, peces teleósteos, elasmobranquios y ciclóstomos típicos de las zonas nerítica y bentónica del mar (Antonelis *et al.*, 1987).

Respecto a la abundancia poblacional, Bonnell *et al.* (1980) estiman que la población aumentó hasta 63 967 animales en toda su distribución, de los cuales un 50% aproximadamente se reproduce en islas mexicanas. De hecho, la población actual se recuperó gracias a que un reducido grupo de elefantes marinos (se calculan no más de 100 supervivientes) encontraron refugio en las costas de la Isla Guadalupe (caso similar al del lobo marino fino de la misma isla). Gracias a ellos, y ayudados por la protección que se dio a los pinnípedos de la isla por decreto Presidencial desde 1933, la población ha podido recolonizar su hábitat original y continuar con un crecimiento constante en toda su distribución.

El Instituto Nacional de la Pesca (INP) realizará estudios poblacionales sobre esta especie y los demás pinnípedos del Océano Pacífico de México, a partir del invierno de 1993, época de reproducción para las dos especies de fócidos presentes en nuestras aguas y se evaluarán todas ellas (cuatro especies) estacionalmente para estudiar sus patrones de fluctuación, hábitos alimenticios y abundancia.

Lobo marino de California
Zalophus californianus californianus
(Allen, 1880)

Posición taxonómica o sistemática

Clase:	Mammalia
Orden:	Carnívora
Suborden:	Pinnipedia
Superfamilia:	Otarioidea

Familia:	Otariidae
Subfamilia:	Otariinae
Género:	*Zalophus*
Especie:	*Z. californianus*
Subespecie:	*Z. c. californianus*

El lobo marino de California es uno de los mamíferos marinos más conocidos por su fácil adaptación al cautiverio, como los delfines nariz de botella *Tursiops truncatus* y las orcas *Orcinus orca*, siendo utilizados con frecuencia en espectáculos públicos como acuarios, circos, zoológicos, etc. Sin embargo, existe en México una confusión en la denominación común o popular de ellos como "focas" siendo que por sus características anatómicas correctamente deben ser llamados "lobos" o "leones marinos", ya que como todos los otáridos presentan una diferencia básica que distingue una foca de un lobo marino. Como se indicó, las orejas o pinnas, están presentes solamente en estos últimos, que como grupo reciben su nombre precisamente por este rasgo distintivo (otáridos = con orejas).

Las principales agrupaciones de esta especie se localizan a lo largo de la costa occidental de América del Norte, desde la Columbia Británica en Canadá, hasta México, aunque existen poblaciones aisladas en las islas Galápagos y en Japón. Debido a esta separación geográfica, se han descrito tres subespecies; *Zalophus californianus californianus*, correspondiente a Norteamérica; *Z. c. wollebaeki* a las islas Galápagos y *Z. c. japonicus* del Pacífico Occidental, que se supone extinta.

En México, la distribución de la especie comprende desde las islas Coronados (BC) hasta la parte sur de la Península de Baja California (Cabo San Lucas, BCS) así como dentro del Golfo de California, siendo en esta región la única especie de pinnípedo residente. En la costa continental del país, Daugherty (1968) propone que el límite sur de distribución de la especie es en las islas Marías, estado de Colima. Sin embargo, Zavala (1990) establece que desde 1960 no se han observado lobos marinos en estas islas y que el paradero más sureño conocido está en la roca "el Morro" en las islas Marietas, Nayarit, pero Gallo y Ortega (1986) y Gallo y Solórzano (1991) reportan avistamientos aislados de individuos de esta especie en Acapulco, estado de Guerrero.

El lobo marino habita preferentemente islas e islotes dentro de su área de distribución, aunque hay algunas colonias permanentes en sitios aislados y de difícil acceso sobre las costas.

Se reconocen, al menos en México, 10 sitios de reproducción de la especie en el litoral Pacífico de Baja California y en el Golfo de California. Zavala (1990) propone la existencia de hasta 40 colonias divididas en: 13 reproductoras, 18 no reproductoras y 9 paraderos, siendo la principal diferencia entre estos últimos y las no reproductoras que en los paraderos no hay presencia de individuos todo el año, sino sólo ocasionalmente.

La época de reproducción en aguas mexicanas comprende los meses del verano (mayo a julio), iniciando con el arribo de hembras preñadas que pueden tener una cría por temporada, a la cual amamantan durante todo el primer año de vida, e inclusive más tiempo siendo ya juveniles, si la misma hembra tiene un nuevo cachorro al año siguiente. Aproximadamente cuatro semanas después del parto, las hembras entran en celo y se aparean con el macho dominante del territorio para continuar en la misma isla amamantando a su cachorro. Se desconoce la duración de la implantación retardada, pero en total la gestación se estima de 10 1/2 a 11 meses. Los machos adultos

llegan al inicio del verano a las islas reproductoras en busca de un sitio donde establecerse, que puede estar ocupado por otro macho, por lo general más joven. En esta etapa también se dan enfrentamientos entre los machos adultos compitiendo por un territorio, sin embargo son más ritualizados que en otras especies de pinnípedos, por lo que los combates son menos espectaculares y frecuentes.

El macho dominante defiende activamente su territorio acuático-terrestre y se aparea, preferentemente en tierra (aunque se han documentado cópulas en el agua) con las hembras que ya han parido y están en celo o con aquéllas sin cachorro, pero receptivas.

A pesar de existir una diferencia considerable entre la proporción de hembras y machos durante su fase adulta, al nacer esta proporción es de 1:1; al finalizar el primer año, se contabiliza una mortalidad del 50% de las crías y luego, se mantiene durante la etapa de juveniles, presentándose una mortalidad diferencial más elevada de los machos en la etapa de subadultos (cuatro a ocho años de edad).

Al finalizar la reproducción, es decir para el mes de agosto, empieza un éxodo de animales adultos que participaron en la reproducción. Los machos adultos del Pacífico norte parecen realizar un movimiento en grupo hacia el norte, a las islas del Canal (Bartholomew y Boolootian, 1960) mientras que las hembras permanecen en las mismas colonias o viajan al sur.

Algunos otros investigadores reportan el mismo comportamiento de los machos adultos en otras zonas (Hancock, 1970; Biggs, 1973; Bonnell *et al.*, 1978). En el Golfo de California se han detectado fluctuaciones estacionales de los diversos grupos que forman la población. Al terminar la reproducción, los machos adultos disminuyen notablemente en número en las islas o colonias reproductoras, sin que se noten aumentos considerables en otras áreas, que indiquen un destino común de estos animales. Cabe hacer notar que los machos adultos componen solamente el 5-6% del total poblacional. Las hembras adultas tienen un comportamiento semejante al reportado en otras colonias y se caracteriza por una disminución de aproximadamente el 40% de las hembras participantes en la reproducción. Las que permanecen son todas aquellas hembras con cría que prolongan su estancia en estos sitios, al menos durante el primer año de vida de su cachorro. Estas conclusiones son el resultado de nuestros estudios de crías marcadas y su continuo monitoreo a través de los años en la lobera de Los Islotes, BCS. Esto ha permitido demostrar también la fidelidad de los animales por su sitio de nacimiento, con individuos marcados que estuvieron ausentes durante dos o tres años (siendo juveniles) y que se han observado nuevamente en esta colonia ahora como adultos reproductores, tanto machos como hembras (Maravilla, en prep.).

Para la porción de subadultos de la población del Golfo de California, Maravilla (1986) propone un movimiento continuo que es la segunda más abundante después de las hembras. En esta clase de edad, se agrupan animales de 4 hasta 8 años, los cuales no son físicamente competitivos contra machos adultos reproductores (9 a 11 años) y por lo tanto son excluidos de las islas reproductoras durante el verano. Siendo junto con las hembras las porciones más abundantes de la población, su coincidencia temporal en los mismos sitios podría provocar problemas con respecto a la abundancia de alimento. Maravilla (*op. cit.*) reporta la ocurrencia de un fenómeno de correlación inversa entre la presencia de machos subadultos y hem-

bras adultas en algunas colonias dentro del Golfo de California. Esto permitiría explicar en general las variaciones numéricas que se presentan en estas islas después de la reproducción y que no se justifican con la presencia de animales en las colonias no reproductoras o paraderos, como se sugería anteriormente.

Con respecto a los hábitos alimenticios del lobo marino, se reconoce como un depredador oportunista, a juzgar por las más de 20 especies de presas identificadas como parte de su dieta en EUA. Sin embargo, cuatro son las principales especies consumidas por esta porción de la población: el calamar *Loligo opalescens*, la anchoveta *Engraulis mordax*, la merluza *Merluccius productus* y peces de roca, del género *Sebastes*, los cuales varían en abundancia y distribución estacional, además de estar sujetas a capturas comerciales (Antonelis y Fiscus, 1980; Bonnell, *et al.*, 1980; Ainley, *et al.*, 1982; y Bailey *et al.*, 1982).

En México, se han incrementado los esfuerzos por conocer los hábitos alimenticios y la dieta de los lobos marinos en sus diferentes áreas. En la Bahía de La Paz, BCS, se ha detectado la preferencia de los lobos marinos por tres especies de peces (*Aulopus sp., Pronotogramus sp. y Neobythites sp.*) de las más de 38 especies que componen su dieta en esta región del Golfo de California (Aurioles *et al.*, 1984). De Anda (1985), en su estudio sobre hábitos alimenticios del lobo marino en islas Coronados, BC, México, encontró que existían seis especies como principales presas, de las cuales sólo cuatro tienen importancia comercial y son: la anchoveta *Engraulis mordax*, el pulpo *Octopus spp.*, la merluza *Merluccius productus* y peces de roca género *Sebastes*.

Orta (1988), trabajando en el islote racito en Bahía de las Ánimas (Golfo de California), reporta un total de 22 diferentes especies de peces (en 20 familias), de las cuales cinco son relevantes como parte de la dieta: la sardina *Sardinops sagax*, la macarela *Scomber japonicus*, *Haemulopsis sp.* (Familia Haemulidae), *Sebastes sp.* (Familia Scorpaenidae) y la merluza *Merluccius sp.*

Dentro de las actividades del Proyecto "Pinnípedos" del Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos (SEPESCA-INP), se han realizado censos de lobos marinos por estación del año en todas las islas reproductivas del Golfo de California, durante los años 1990 y 1991.

En base a los resultados obtenidos de estos censos, y particularmente a los realizados durante la estación de reproducción de esta especie (verano), estimamos una población para el lobo marino *Zalophus californianus californianus* dentro del Golfo de California de 25 000 a 26 000 animales.

Igualmente, en cada viaje se han colectado muestras de excremento para el análisis de la dieta de los lobos marinos en las diferentes colonias a lo largo de este mar. Estos resultados están siendo procesados como parte de una tesis de grado de un investigador de este programa.

A partir de 1993, las investigaciones sobre pinnípedos se extenderán al Océano Pacífico, estudiando igualmente la abundancia, distribución y dietas de las cuatro especies de pinnípedos presentes en nuestras aguas.

Lobo fino o lobo marino de pelo fino de la Isla de Guadalupe, *Arctocephalus townsendi*, (Merriam, 1897)

La Subfamilia Arctocephalinae de pinnípedos comprende a ocho especies del Género *Arctoce-*

phalus, conocidas como focas de pelo fino, "osos" marinos o más correctamente lobos marinos de pelo fino.

Las características más importantes de estas especies son: piel muy densa, compuesta de dos partes, una aterciopelada de pelos cortos y otra compuesta de pelos largos, ordenados en grupos de ocho y descrito su arreglo en detalle por Hubbs (1956) y Scheffer (1962). Sus aletas pectorales son largas y en ellas el segundo dígito es mayor que el primero y en las aletas posteriores todos los dígitos son del mismo tamaño.

El cráneo de los lobos marinos de pelo fino es muy característico, con la parte anterior alargada, huesos nasales muy delgados, región interorbital corta y bula timpánica convexa.

Siete de las ochos especies de lobos de pelo fino están distribuidas en el hemisferio sur. La única especie que vive al norte del Ecuador es la denominada lobo marino fino de la Isla de Guadalupe, un recurso endémico de México, cuya clasificación es la siguiente:

Clase:	Mammalia
Orden:	Carnívora
Suborden:	Pinnipedia
Superfamilia:	Otarioidea
Familia:	Otariidae
Subfamilia:	Arctocephalinae
Género:	*Arctocephalus* (Geoffroy Saint-Hilaire & Cuvier, 1897).
Especie:	*A. townsendi* (Merriam, 1897)

Las características generales de esta especie de lobo fino son muy semejantes a las de las otras especies de distribución al sur del Ecuador (Fleischer, 1978). Existe una marcada diferenciación sexual, que además es característica de la subfamilia en general. Sus tamaños son 1.93 m para los machos y 1.37 m para las hembras; con pesos de 160 a 170 kg y de 45-50 kg respectivamente. Sus aletas, comparativamente con otros pinnípedos, son muy largas y cubiertas de pelo hasta la muñeca, con un color oscuro muy típico. Los órganos locomotores tienen además una importancia muy relevante en la termoregulación de estos animales. Debido a su piel fue cazado intensamente y llevado casi a la extinción biológica. La coloración para los diferentes tipos de organismos que constituyen la población, fue descrita en detalle técnico por primera vez por Fleischer (1978). Indudablemente, la característica más distintiva de esta especie es su elongada nariz, que le da un aspecto elegante muy peculiar y que hace que se le denomine como el más atractivo de todos los pinnípedos.

Población

Las capturas comerciales de pinnípedos redujeron su población considerablemente, y para la segunda década de este siglo la población se había reducido tan drásticamente que se pensó que la especie estaba extinta. En 1954, una colonia muy pequeña de esta especie fue descubierta en la costa este de la Isla Guadalupe (Hubbs, 1956). La historia de su recuperación poblacional está descrita por Fleischer (1978), quien además realizó el censo más completo hasta la fecha reportado, desarrollando con sus resultados un modelo poblacional que estima una abundancia relativa de unos 1 300-1 500 ejemplares para esos años. Su distribución actual es muy reducida, ya que la única colonia reproductora de esta especie se encuentra localizada en la costa oriental de la Isla de Guadalupe (29° 10' 50" lat N y 118° 18' 30" long W) a 190 millas náuticas al oeste del puerto de Ensenada, BC, en la Península de BC, México, aunque también se han reportado individuos aislados en algunas de las islas de su

distribución geográfica histórica (Rice *et al.*, 1965 y Kenyon, 1973).

Fleischer (1978) establece su área de distribución histórica comprendiendo las islas del Canal, frente a la ciudad de Los Angeles, California, como el límite norte de la especie y al sur hasta las islas Marías y Revillagigedo, México.

Otros autores han estudiado a esta especie en forma esporádica y algunos aspectos de su biología aún no se conocen. Pierson (1978) revisa el comportamiento reproductor de la especie y Fleischer (1978) incluye aspectos poblacionales anatómicos y fisiológicos. Se sabe, por ejemplo, que su reproducción ocurre en el verano, en los meses de mayo a julio, y los nacimientos en una época muy reducida de tiempo, lo que al parecer es una ventaja evolutiva para estas especies de gran movilidad, asegurando así el máximo número de hembras fértiles en un mismo periodo y permitiendo de ese modo la estructuración poblacional territorial que existe.

Los machos son altamente territoriales y mantienen grupos reducidos de hembras dentro de los límites territoriales. Debido a la baja densidad, los "harems" actuales son muy pequeños, con dos o tres hembras únicamente y en casos aislados de seis a siete hembras (Kenyon, 1973; Fleischer, 1978). En general, como ya se mencionó, muchos de los aspectos poblacionales de esta especie son comparables con los de otras especies de *Arctocephalus sp.*

Dinámica poblacional

Por los datos demográficos reportados en Fleischer (1978), se puede calcular que el 30% de los machos eran adultos y mantenían territorios reproductores, en los que había un 38% de hembras adultas, un 19% de cachorros y un 17% de juveniles. El autor calcula también la proporción de hembras adultas por macho en 1.26 y de talla que la mitad de las hembras estaban preñadas. También se observa un modelo de crecimiento de la población, de 0.10 para el periodo comprendido entre 1954 a 1977, el cual fue actualizado por Fleischer (1987).

No se conoce nada sobre su mortalidad natural o enfermedades, aunque tiburones del género *Charcharodon sp*, reportados en la vecindad de la Isla Guadalupe, son sus predadores potenciales. De la misma manera, sus costumbres alimenticias son desconocidas aunque se asumen hábitos oportunistas.

Ecosistemas que ocupan

Estos pinnípedos son muy característicos en cuanto al hábitat en que viven, pues como los otros miembros de la subfamilia gustan de costas rocosas para la formación de sus territorios, aunque peculiarmente tienden a reproducirse en cuevas. Esto tiene algunas implicaciones en sus hábitos, ya que es raro encontrarlos alejados de la isla en aguas oceánicas. Por lo general, su impacto ecológico debe ser en las comunidades litorales de las islas que ocupan, particularmente en los peces demersales de fondo rocoso aunque el calamar puede también ser parte importante de su dieta.

En general, y como los otros miembros del suborden Pinnipedia, son carnívoros de un nivel trófico elevado.

Potencial del recurso

Este raro pinnípedo fue de gran utilidad por su valiosa piel, sin embargo su potencialidad es muy baja o nula en el presente, dado el nivel poblacional tan reducido de la especie, aunque en franca recuperación. Este animal se encuentra clasifica-

do como "especie vulnerable" y se recomienda mantener su protección y la de su hábitat.

Aprovechamiento del recurso
Se les capturó en siglos pasados en forma incontrolada por sus pieles, que eran altamente apreciadas. En el siglo pasado también su carne hervida producía aceite que era de valor económco importante.

Independientemente del uso de sus derivados, desde el punto de vista de la investigación esta especie ofrece un panorama alentador para realizar estudios, ya que se trata de un organismo que es exclusivo (en su distribución geográfica) de México. Además, por su valor biológico estratégico, representa al único miembro de la subfamilia en el norte del Ecuador, parte del legado faunístico de nuestra Zona Económica Exclusiva.

Agradecimientos

Los autores agradecen profundamente a la Secretaría de Marina (Armada de México) que a través de sus Zonas Navales en La Paz, BCS, Guaymas, Son., y Ensenada, BC, han brindado todas las facilidades para el transporte del personal en sus Buques Patrulla y Guardacostas a los diferentes lugares, tanto del Golfo de California como ahora del Océano Pacífico.

Igualmente queremos reconocer y agradecer la labor de los estudiantes y científicos (nacionales y extranjeros) que han participado con nosotros en los diferentes cruceros.

Al dibujante del CRIP-La Paz, C. Ricardo Flores por la elaboración del mapa de distribución de las especies de pinnípedos en México.

Bibliografía

AINLEY, D.G., H.R. HUBER y K.M. BAILEY. 1982. Population fluctuations of California sea lions and the Pacific whiting fishery off central California. *Fish. Bull.* 80(2): 253-258.

AGUAYO, L.A., A.M. PADILLA, M. SALINAS Z., A. PERDOMO V., B. MORALES V. y V.H. SÁNCHEZ R., 1985. *Diversidad de mamíferos marinos en la costa occidental de la Península de Baja California, México.* Invierno de 1984. Península I. No publicado. Fac. de Ciencias, UNAM, 23 p.

ANTONELIS Jr. G.A. y C.H. FISCUS. 1980. The pinnipeds of the California current. *CaLCOFI Rep.* 21: 68-77.

ANTONELIS JR. G.A., M.S. LOWRY, D.P. DEMASTER y C.H. FISCUS. 1987. Assesing northern elephant seal feeding habits by stomach lavage. *Marine Mammal Science* 3(4): 308-322.

AURIOLES, D., C. FOX. F. SINSEL y T. GRAYEB. 1984. Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the bay of La Paz, BCS, Mexico. *Journal of Mammalogy* 64(3): 519-521.

BARNES, L.G., D.P. DOMNING y D.J. HOUGH. 1985. Status of studies on fossil marine mammals. *Marine Mammal Science* 1(1): 15-53.

BARTHOLOMEW, G.A. y R.A. BOOLOOTIAN. 1960. Numbers and population structure of the pinnipeds on the California Channel islands. *J. of Mammalogy* 41(3): 366-375.

BAILEY, K.M., R.C. FRANCIS y P.R. STEVENS. 1982. The life history and fishery of Pacific whiting *Meluccius productus. CaLCOFI Rep.* 23: 81-98.

BIGGS, M.A., 1973. Census of California sea lions on southern Vancouver island British Columbia. *Journal of Mamm.* 54(2): 285-287.

BONNELL, M.L., B.J. LEBOEUF, M.O. PIERSON, D.H. DETTMAN, G.D. FARRENS, C.B. HEATH, R.F. GANTT y D.J. LARSEN. 1980. *Summary of marine mammal and seabird surveys of the southern California bight area 1975-1978.* Vol. 3, Investigator's reports, Part 1. Pinnipeds of the southern California. 535 p.

Univ. Calif. Sta. Cruz, Calif., Final report to the Bureau of Land Management, under contract AA550-CT7-367.

BONNER, W.N., 1979. Harbour (common) seal. En: *Mammals in the seas. FAO Fisheries series*, (5): 58-62, Vol. II. Roma. 151 p.

BONNER, W.N., 1982. *Seals and man. A study of interactions.* Univ. of Washington Press. 170 p.

CAGNOLARO, L., *et al.*, 1968. Animales vertebrados. Vol. 6. *Enciclopedia Salvat de las Ciencias.* Salvat, S.A. Ed. Pamplona, España.

CAMPAGNA, C. 1992. Super seals. *Wildlife conservation.* July/august: 24-27.

COFFEY, D.J., 1977. *Dolphins, whales and porpoises: An enciclopedya of sea mammals.* McMillan Pub. Co. New York. Chapter Pinnipeds: Seals, sea lions and walruses. Pp. 125-197.

DAUGHERTY, A.E., 1968. *Marine mammals of California.* California Sea Grant Pub. 98 p.

DE ANDA, H., 1984. *Hábitos alimenticios del lobo marino (Zalophus californianus) en las islas Coronado, Baja California, México, de noviembre de 1983 a octubre de 1984.* Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas UABC, 63 p.

DELONG, R.L. y B.R. STEWART. 1991. Diving patterns of northern elephant seal bulls. *Marine Mammal Science* 7(4): 369-384.

FLEISCHER, L., 1978. *The distribution, abundance and population characteristics of the Guadalupe fur seal, Arctocephalus townsendi (Merriam, 1897).* Master's degree thesis, College of Fisheries, Univ. of Wash. Seattle, 93 p.

FLEISCHER, L., 1987. Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi.* En: Croxal, J. y R.L. Gentry (Eds.) *Status, biology and ecology of fur seals.* NOAA Tech. Rep. NMFS 51. Pp. 43-48.

GALLO, R.J.P. y D. AURIOLES. 1984. Distribución y estado actual de la población de foca común (*Phoca vitulina richardsi* (Gray, 1864)), en la Península de Baja California, México. *An. Inst. Biol. UNAM. México. 55 Serie Zoología* (2): 323-332.

GALLO, R.J.P. y A. ORTEGA. 1986. The first report of *Zalophus californianus* in Acapulco, Mexico. *Marine Mammal Science* 2: 158.

GALLO, R.J.P. y J.L. SOLÓRZANO-V., 1991. Two new sightings of California sea lions on the southern coast of Mexico. *Marine Mammal Science* 7(1): 96.

GISINER, R., R. CONDIT, S. LANDINO y B.J. LEBOEUF. 1980. *Report of a Scripps Institute of Oceanography expedition to Baja California islands. Feb. 11-22.* University of California, Sta. Cruz, 52 p.

GOGAN, P.J.P., 1977. *A review of the population ecology of the northern elephant seal (Mirounga angustirostris) Processed Rep.*, Northwest and Alaska Fish. Cent., Natl. Mar. Fish. Serv., NOAA. 68 p.

HANCOCK, D., 1970. California sea lions as regular visitants of the British Columbia coast. *Journal of Mamm.* 51(3):.614.

HINDEL, M.A., D.J. SLIP y H.R. BURTON. 1989. Diving behaviour and foraging ranges of southern elephant seals (*Mirounga leonina*) from Macquarie island. En: *Eight Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, Pacific Grove, CA. Pp. 29.

HUBBS, C.L., 1956. Back from oblivion. Guadalupe fur seal: still a living species. *Pacific discovery* 9: 14-21.

KENYON, K.W., 1973. The Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi).* En: Halloway, C.W. (Ed.) Seals. *IUCN new series. Suppl. Paper* 39: 82-87.

KENYON, K.W., 1977. Caribbean monk seal extinct. *J. Mammal.* 58(1): 97-98.

KING, J.E., 1983. *Seals of the world.* 2nd. Ed. British Museum (Natural History). Oxford Univ. Press.

LEBOEUF, B.J., 1974. Male-male competition and reproductive success in elephant seals. *American Zool.* 14: 164-176.

LEBOEUF, B.J. y K.T. BRIGGS. 1977. The cost of living in a seal harem. *Mammalia* 41: 167-195.

LEBOEUF, B.J., K.W. KENYON, B. VILLA-R y J.P. GALLO-R. 1986. The Caribbean monk seal is extinc. *Marine Mammal Science* 2(1): 70-72.

LEBOEUF, B.J., D.P. COSTA, A.C. HUNTLEY y S.D. FELDKAMP. 1988. Continuos deep diving in female northern elephant seals, *Mirounga angustirostris*. *Canadian Journal of Zoology* 66: 446-458.

MARAVILLA, C.M.O., 1986. *Fluctuaciones estacionales del lobo marino de California (Zalophus californianus californianus (Lesson, 1828), Allen, 1880), en 5 colonias reproductoras en México.* Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 65 p.

MARAVILLA, C.M.O., L. FLEISCHER y P. LORETO. 1992. *Proyecto pinnípedos del Pacífico 92-93.* Programa Nacional de investigación y Conservación de Mamíferos Marinos. Documento interno. INP.

MARAVILLA, C.M.O. *Aspectos conductuales del lobo marino en el Golfo de California.* (Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias, UNAM). (En prep.).

MATE, B.R., 1977. *Aerial census of pinnipeds in the eastern Pacific for asessment of population numbers, migratory distributions, rookery stability, breeding effort and recruitement.* Final report to US Marine Mammal Commission, Wash., DC.

MERRIAM, C.H., 1897. A new fur seal or sea bear *Arctocephalus townsendi* from Guadalupe island, off lower California. *Proc. Biol. Soc. Wash.*

ORTA, D.F., 1988. *Hábitos alimenticios y censos globales del lobo marino (Zalophus californianus) en el islote El Racito, Bahía de las Ánimas, Baja California, México durante Octubre 1986-1987.* Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas UABC. 59 p.

PADILLA, V.A.M., 1990. *Aspectos biológicos de la foca común (Phoca vitulina richardsi Gray, 1864) en la costa occidental de Baja California. (Carnívora:Phocidae).* Tesis profesional UNAM. 88 p.

PETERSON, R.S., C.L. HUBBSS, R.L. GENTRY y R. DELONG. 1986. The Guadalupe fur seal: Hábitat, behavior, population siza and field identification. *J. Mamm.* 49: 665-675

PIERSON, M., 1978. *A study of the population dynamics and breeding behavior of the Guadalupe fur seal, Arctocephalus townsendi.* Ph. D. Dissertation, Univ. of Calif. Santa Cruz, 110 p.

REITER, J., K.J. PANKEN y B.J. LEBOEUF. 1981. Female competition and reproductive success in northern elephant seal. *Animal Behavior* 26: 670-687.

RICE, D.W., K.W. KENYON y D. Lluch. 1965. Pinniped population of islas Guadalupe, San Benito and Cedros, Baja California in 1965. *Trans. San Diego, Soc. of Nat. Hist.* 14(7): 73-84.

SCHEFFER, V.B., 1962. Pelage and surface topography of the northern fur seal. *US. Fish. and Wild. Serv. N. Amer. Fauna.* 64: 206 p.

SCHEFFER, V.B., 1974. February birth of mexican harbour seals. *Murrelet* 55(3): 44.

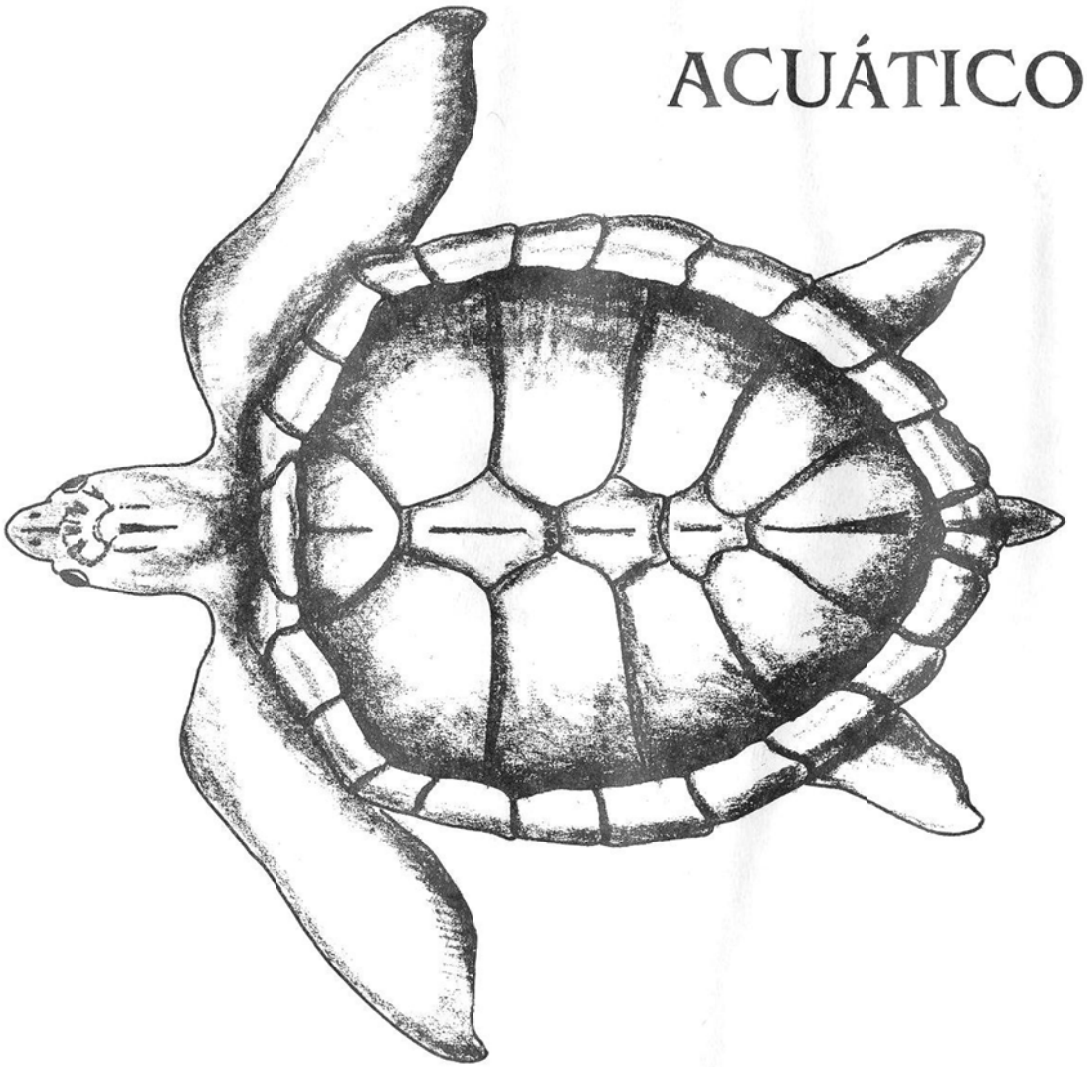
SPALDING, D.J., 1964. Comparative feeding habits of the fur seal, sea lion and harbour seal on the british columbia coast. *Fich. Res. Bd. Can., Bull.* 146. 52 p.

TEDFORD, R.H., 1977. Relationship of pinnipeds to others carnivores (Mammalia). *Systematic Zoology* 25(4): 363-374.

TOLLU, B., 1986. *Phoques, morses, otaries. Ecologie et vie sociale.* Science et decouvertes. Le Rocher France. Pp. 11-48.

ZAVALA, G.A., 1990. *La población del lobo marino común Zalophus californianus californianus (Lesson, 1828) en las islas del Golfo de Caliiornia, México.* Tesis Profesional. UNAM. 253 p.

Reptiles acuáticos



TORTUGAS MARINAS EN MÉXICO

René Márquez-M.
Miguel A. Carrasco-A.
CRIP-Manzanillo, INP

Introducción

Las tortugas marinas se presentan en todos los océanos de aguas tropicales y templadas. Son más comunes en aguas someras, a lo largo de las costas y alrededor de las islas, pero algunas especies, que son altamente migratorias, se les puede encontrar en mar abierto, solitarias o formando agrupaciones o flotillas, que en algunos casos pueden ser de varios millares de individuos. Aunque en la tierra son lentas y torpes, en el agua son muy buenas nadadoras y se dice que pueden alcanzar velocidades cercanas a los 35 km por hora. Las hembras de todas las especies son compelidas a regresar a tierra, a intervalos regulares durante la época de reproducción, y a anidar en las playas arenosas, enterrando sus huevos que se incuban a la temperatura ambiental. Después de un periodo relativamente largo (45 a 65 días), las crías brotan a la superficie de la arena y se dirigen rápidamente al mar. Muy poco se sabe de sus movimientos y destino durante el periodo que transcurre hasta que alcanzan tallas juveniles (por encima de 20 cm de longitud en el carapacho) o de subadulto. Durante ese primer periodo todas las tortugas son carnívoras, pero después del estado juvenil algunas especies se vuelven omnívoras, otras herbívoras o permanecen carnívoras toda su vida.

Desde tiempos remotos, las tortugas marinas han sido grandemente estimadas como alimento humano e incluso se les ha adjudicado propiedades curativas y afrodisiacas. Los huevos, así como la carne, son de un sabor delicado y muchos de sus productos se presentan congelados o enlatados, para mercados de exportación. Se usan para preparar la famosa sopa de tortuga o el estofado, incluyendo el calipee, que es una materia gelatinosa extraída del borde del plastron. Las tortugas también se aprovechan para elaborar artículos de lujo, con la piel, la concha de carey o el aceite. La captura en el mar se efectúa desde pequeñas lanchas, a mano, con redes o con arpones. Recientemente, las "granjas de tortuga marina", particularmente de tortuga blanca, son otra fuente para el abastecimiento de estos productos para los mercados regional e internacional. Existe una controversia entre los ecologistas sobre el efecto y consecuencias que puedan tener estas granjas, así como el del llamado cultivo de "rancho" en las poblaciones silvestres, pues consideran que este comercio incrementaría la demanda de tortugas marinas.

Debido a todas las ventajas que las tortugas marinas tienen como recurso pesquero, la facili-

dad que representa su captura y el alto precio que alcanzan en el mercado, la mayoría de las poblaciones han sido severamente deterioradas y necesitan urgentemente ser protegidas contra la explotación irracional, ya sea intencional o incidental. Ellas son especialmente vulnerables en tierra, durante el periodo de anidación, ya que al estar agrupadas pueden ser fácilmente atrapadas. También es motivo de preocupación el incremento de basura doméstica y desechos industriales vertidos directamente al mar y la invasión indiscriminada de las playas de anidación, por consorcios turísticos, poblaciones y desarrollos industriales. Por tal motivo, todas las especies son consideradas amenazadas o en peligro de extinción y son objeto de programas especiales de conservación, en la mayoría de los países donde se distribuyen. Otro medio para tratar de controlar la explotación de estas especies es a través de la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), de la que casi todos los países con poblaciones tortugueras son signatarios.

Una serie de leyes y reglamentos han sido decretados para su administración y conservación, destacando México en estos aspectos por sus actividades conservacionistas, como la Veda Total al comercio del huevo desde 1966 y el decreto de 17 Reservas Naturales, que cubren las playas más importantes de anidación. Desde 1986, se emitió una Veda Total para todas las especies, excepto la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y a partir del 1o. de junio de 1990 una Veda Total por tiempo indefinido, para todas las especies.

La situación actual de las poblaciones de tortugas marinas se debe a un gran número de causas, alguna directas como la sobrexplotación, captura incidental y contrabando, o indirectas como la invasión de las áreas de distribución, derrames petroleros, desechos domésticos e industriales, uso indiscriminado de plásticos, fenómenos meteorológicos, etc. Existe la hipótesis de que si se logra controlar el deterioro ambiental y el de las poblaciones, éstas podrían llegar a recuperarse y volver a ser un recurso pesquero aprovechable, habiendo también además la posibilidad más inmediata de su cultivo. Sin embargo debe considerarse también que existe la posibilidad en algunas poblaciones que, aún con estrictos programas de protección y recuperación, quizá hayan llegado a un nivel tal de deterioro que éste se ha tornado irreversible, debido al efecto de una sobrepesca aunada a la colonización de las playas de anidación por centros urbanos, turísticos e industriales y un alto grado de contaminación.

Recurso marino

Consideraciones biológicas del recurso

La situación geográfica de México, ubicada precisamente en la franja del Trópico de Cáncer (23°30'N), enmarcado entre los 15° y 32°N, es decir aproximadamente 8.5° al norte y al sur del Trópico y entre los dos océanos, le otorgan una posición única en cuanto a diversidad biótica, por lo que no es una sorpresa que a nuestras costas converjan 10 de las 11 diferentes variedades, entre especies y subespecies de tortugas marinas que existen en la actualidad (Tabla 1) y además que algunas de las colonias anidadoras sean de primera importancia e incluso únicas en el mundo, como es el caso de las tortugas lora y prieta.

Las tortugas marinas, aun cuando en la actualidad están en veda total, deben seguir considerándose como un recurso pesquero con las siguientes aclaraciones: que son reptiles de crecimiento lento y maduración tardía, por lo que el

Tabla 1
Tortugas marinas del mundo y su distribución (Márquez, 1990)

Género	Especie	Subespecie	Nombre	Distribución
Caretta	*caretta*	*caretta*	caguama	Golfo y Caribe
Caretta	*caretta*	*gigas*	perica	Pacífico
Chelonia	*mydas*		blanca	Golfo y Caribe
Chelonia	*agassizii*		prieta	Pacífico
Eretmochelys	*imbricata*	*imbricata*	carey	Golfo y Caribe
Eretmochelys	*imbricata*	*bissa*	carey	Pacífico
Lepidochelys	*kempii*		lora	Golfo y Caribe
Lepidochelys	*olivacea*		golfina	Pacífico
Dermochelys	*coriacea*	*coriacea*	laúd	Golfo y Caribe
Dermochelys	*coriacea*	*schlegelii*	tinglada	Pacífico
Natator	*depressus*		kikila	Australia Norte

análisis de su pesquería no se ajusta a las normas generales de investigación, y el manejo inadecuado de la captura se reflejará después de 8, 10 o más años, según la edad de maduración de la especie. Por tal motivo la explotación debe ajustarse técnicamente, sin arriesgar su futuro y debe estar vinculada a programas de recuperación, fomento e investigación y protección ambiental, para evitar colapsos como los ocurridos en el periodo 1969-1972, cuando se agotaron varias de las más importantes poblaciones, las cuales hasta la fecha no se han podido recuperar y algunas continúan deteriorándose, pues ciertas causas negativas que las afectaron aún siguen presentándose, siendo algunas irreversibles, como sucede con la colonización de playas de anidación por centros urbanos, turísticos o industriales.

Origen evolutivo

Ocho son las especies de tortugas marinas (Tabla 1) que existen en la actualidad, entre un total de más de doscientas, que incluyen también a las dulceacuícolas y terrestres. En realidad, las ocho especies marinas es un pálido reflejo de la gran variedad que existió en los mares de los periodos Terciario y Cuaternario. Las tortugas se originaron en el periodo Triásico de la Era Mesozoica, hace por lo menos 200 millones de años, antes de que los grandes reptiles terrestres, acuáticos y voladores alcanzaran su máximo esplendor. Pero la mayoría de ellos se fueron extinguiendo entre el Cretácico, hace 130 millones de años y principios del Cenozoico, hace 65 millones de años, cuando el mundo empezó a ser dominado por los mamíferos placentados y las aves, evolutivamente mejor adaptados.

De acuerdo a los registros fósiles es difícil precisar el origen de las tortugas. Sin embargo, si consideramos la forma de los huesos del cráneo en los reptiles, la forma anápsida, típica de las tortugas, sin forámenes en los elementos de la región temporal, el punto de referencia más antiguo lo constituirían los restos fósiles de los Cotilosaurios, encontrados en los estratos geológicos

del periodo Pérmico Inferior, hace unos 280 millones de años. El ejemplo más común es el género *Seymouria*, "proto-reptil" que presentó rasgos muy primitivos que lo identifican con los anfibios, por su cráneo y dentición, y con los reptiles, por la reducción en el número de huesos del esqueleto y la incubación de huevos con cáscara en el ambiente terrestre. Aparentemente estos pequeños animales fueron muy comunes hasta finales del Paleozoico. También en el periodo Pérmico (Medio), en Sudáfrica se encontraron fragmentos de un reptil único, que aunque no se considera una tortuga, sí podría estar en una línea evolutiva paralela, el *Eunotosaurus*, pequeño saurio de cuerpo deprimido que según Holman (1967) tenía ocho costillas ensanchadas haciendo contacto unas con otras. Según Romer (1956), las costillas formaban un carapacho incompleto cubierto por pequeñas placas osificadas; también tenía 10 vértebras, como los quelonios. No se sabe si era anápsida, pero sí que tenía dientes en el paladar y maxilar superior.

En sedimentos del Triásico, aproximadamente hace 200 millones de años, aparecen y se diversifican las primeras tortugas, particularmente del suborden *Amphichelydia*, que incluye a la mayoría de las tortugas de la Era Mesozoica, como las del grupo *Proganochelydia*, cuyo género principal, *Proganochelys*, era una tortuga posiblemente semiacuática. En estos fósiles, el carapacho ya presentaba la forma moderna. El peto tiene elementos óseos extras o mesoplastron, todavía observados en el suborden Pleurodira y ocasionalmente en el género *Lepidochelys*, por lo cual algunos autores como Pritchard (1966) lo consideran como un carácter atávico. Tenían dientes, restringidos al paladar; las cinturas fueron primitivas y la cabeza y extremidades casi no se retraían dentro del carapacho. El género *Triassochelys* fue terrestre, perteneció también al grupo anterior, relativamente frecuente en el Triásico Superior Europeo. Tenía un carapacho masivo muy amplio y dientes palatinos.

En el Jurásico, además de los *Proganochelydae*, hubo varios grupos más, como las *Baenoidea*, destacando *Meiolania*, una tortuga gigante terrestre, con cuernos en la cabeza y cola terminada en una armadura ósea erizada de picos, ambas estructuras cubiertas con vainas córneas. Tales especímenes persistieron hasta el Pleistoceno en Australia. Géneros similares fueron *Baena* y *Christernon*, con gran variedad de especies, los cuales sobrevivieron hasta el Eoceno en Norteamérica. Numerosas formas de estos grupos se extinguieron en el Cretácico Superior, cuando existieron las gigantescas tortugas marinas, contemporáneas de los ictiosaurios y mosasaurios. Hay otras tortugas gigantes, pero se incluyen en el grupo *Cryptodira*, como *Archelon*, de más de tres metros de largo en el carapacho y *Protostega* de dimensiones similares. Ambas especies tenían el carapacho con placas costales muy angostas y amplias fontanelas transversales.

A finales del Jurásico y principios del Cretácico, se inicia una diversificación en las tortugas desarrollando la mayoría de las características de las especies actuales, incluso aparecen algunos representantes de grandes dimensiones, como *Testudo (Colosochelys) atlas*, conocida también como *Geochelone sivalensis*, del Plioceno, de las colinas de Siwalik, India, con un carapacho de casi dos metros de largo. Fósiles de estas tortugas terrestres se han encontrado en algunas islas del archipiélago indonesio.

La familia Cheloniidae, incluye a las tortugas marinas modernas. Sus primeros representantes aparecieron a finales del Mesozoico, Cretácico Superior, hace casi 100 millones de años. Una gran variedad de especies proliferaron en los mares

tropicales de la época, pero la gran mayoría se extinguió antes de terminar el Cenozoico. Por otra parte, el origen de la familia Dermochelyidae aún no está claro, sin embargo, a partir del Eoceno, se han encontrado representantes de cuatro géneros, pero sólo una especie del género *Dermochelys*, que se originó en el Mioceno hace 25 millones de años, sobrevive hasta nuestros días.

En las clasificaciones modernas se incluyen a todas las tortugas en el Orden Testudinata y se reconocen tres subórdenes: Amphichelydia, Cryptodira y Pleurodira, con las siguientes características, descritas por Romer (1956).

Amphichelidia

Tortugas con cuello poco retráctil. En la mayoría, la concha es completamente osificada, los huesos del plastron usualmente con placas intermedias o mesoplastra. Todas con dientes en el paladar. Este grupo taxonómico se organizó para incluir a las tortugas primitivas, que carecían de varios factores distintivos, presentes en los otros dos grupos. En algunos casos se observan características de tipo transicional entre ellas y los grupos avanzados. Muchas sólo vivieron en la Era Mesozoica y algunas llegan hasta el Plioceno y Pleistoceno. Han sido clasificadas en 9 familias y por lo menos 47 géneros, todos extintos.

Pleurodira

Tortugas con cuello retráctil en el plano horizontal. Carapacho generalmente sin fontanelas. Incluye a dos familias, la Pelomedusidae, cuyo plastron poseía mesoplastra y la Chelidae sin mesoplastra. Los escudos córneos cubren dorsal y ventralmente la concha. Se conocen desde el Cretácico. En el presente, sólo hay especies dulceacuícolas, confinadas al Hemisferio Sur. Hubo terrestres y posiblemente marinas. Las dos familias mencionadas incluyen a 13 géneros y por lo menos 50 especies. Como representante sudamericana está la tortuga arrau, del género *Podocnemys*, que habita en los ríos Amazonas y Orinoco. Es una de las mayores tortugas dulceacuícolas y llega a medir de 60 a 70 cm de longitud recta en el carapacho y a pesar más de 40 kilogramos.

Cryptodira

Tortugas con cuello retráctil en el plano vertical. El carapacho puede presentar fontanelas en los individuos jóvenes. Normalmente el plastron no incluye mesoplastron, el cual se observa ocasionalmente en *Lepidochelys olivacea*. Con o sin escudos córneos cubriendo dorsal y ventralmente la concha. En este grupo se encuentran todas las especies de tortugas marinas. Los primeros representantes aparecieron en el Jurásico y el Cretácico y la morfología básica se ha conservado hasta nuestros días, con escasas variaciones. En la actualidad se reconocen 10 familias con 62 géneros y por lo menos 173 especies, distribuidas en los climas tropicales y subtropicales de todo el mundo.

Descripción morfológica de las tortugas marinas

Una de las características más sobresalientes de las tortugas es su dura concha, a manera de caja, que encierra y protege sus órganos vitales. Esta coraza está formada por una capa interna de placas óseas con una cubierta externa de escudos córneos, cuya última capa a menudo, pero no siempre, muestra en sus láminas y escudos un patrón geométrico. La parte superior de la concha o carapacho se une por los puentes con la inferior o plastron, el cual está profundamente escotado a los lados, en la parte anterior y en la posterior

para dar cabida y paso a las cuatro extremidades, a la cabeza y a la cola. Sin embargo, a diferencia de las terrestres y dulceacuícolas estas tortugas no son capaces de ocultar dentro de la concha sus extremidades, a excepción de una corta retracción del cuello en dirección vertical. Todas las tortugas presentan las mandíbulas cubiertas por un fuerte pico córneo, ninguna tiene dientes verdaderos aunque sí pueden presentar proyecciones agudas o superficies cortantes aserradas en los bordes. Las extremidades o miembros ambulatorios se encuentran modificadas a manera de aletas o remos.

Las tortugas marinas vivientes se agrupan en las familias: Cheloniidae y Dermochelyidae, con seis géneros, ocho especies y seis subespecies. Las descripciones que a continuación se presentan fueron tomadas en gran parte de Márquez-M. (1990 y en prensa).

CHELONIIDAE

Incluye cinco géneros, de los cuales sólo *Natator* no se encuentra en nuestro país, pues es indígena del Norte de Australia y por lo tanto no se considerará en esta descripción.

Caretta

Actualmente se reconoce en este género una especie y dos subespecies, una para el Atlántico, *Caretta caretta caretta* (Linnaeus, 1758) y otra para el Pacífico, *Caretta caretta gigas* (Deraniyagala, 1939). Ambas son muy similares y su separación taxonómica es principalmente geográfica.

Morfología. Carapacho cardiforme, la cabeza comparativamente grande, con dos pares de escamas prefrontales, pico córneo muy grueso. Carapacho cubierto con 15 escudos "mayores" yuxtapuestos: cinco dorsales y cinco pares laterales, el par anterior está en contacto con el escudo precentral. Plastron con tres escudos inframarginales en cada puente, sin poros; dos uñas en el borde anterior de cada aleta. Las medidas y datos aquí incluidos se refieren a la variedad del Atlántico (Caribe mexicano) pero se pueden generalizar para *C. c. gigas*. Las crías son café obscuro con márgenes claros, excepto las quillas del plastron que son más claras. Los adultos dorsalmente son café-rojizos, con manchas irregulares claras y obscuras, flancosa anaranjados y parte ventral cremosa. Generalmente presentan organismos epibiontes en abundancia. Los datos morfométricos de los huevos, las crías y los adultos se presentan en la tabla 2.

Reproducción. En el Atlántico ocurre de mayo a septiembre. Anida especialmente en el sureste de Estados Unidos, en el Caribe y en nuestro país en el estado de Quintana Roo. Dentro del Golfo de México no es frecuente, ni en el mar, ni anidando. En Rancho Nuevo, Tamaulipas, durante la época de desove de la tortuga lora, *L. kempii*, de abril a julio, se registran en la misma playa de una a dos anidaciones por temporada. Hasta la fecha, en el Pacífico Central Americano no se ha comprobado la existencia de ninguna playa donde anide la tortuga perica (*C. c. gigas*). Los informes de El Salvador y Panamá, posiblemente se refieren a la tortuga golfina (*L. olivacea*). En nuestro país definitivamente no anida.

Nombres comunes. Atlántico: tortuga caguama o caballera. Pacífico: Tortuga perica, cabezona, colorada, jabalina.

Chelonia

Se le divide en la actualidad en dos especies y varias subespecies. En México tenemos una es-

pecie diferente en cada costa, con caracteres morfológicos bien definidos, por lo cual se presentan por separado.

Chelonia agassizii (Bocourt, 1868)
Es una variedad indígena del Pacífico Central Americano. La información siguiente corresponde al estado de Michoacán, al Golfo de California y a la península del mismo nombre.

Morfología. Presenta el carapacho oval, lateralmente escotado en el tercio posterior. La cabeza mediana y chata, con un par de escamas prefrontales, pico córneo filoso y aserrado en sus bordes. Carapacho con 13 escudos mayores yuxtapuestos: 5 costales y 4 pares laterales, el par anterior no está en contacto con el escudo precentral. El plastron con 4 escudos inframarginales en cada puente, sin poros. Con una uña en el borde anterior de cada aleta. Las crías dorsalmente son café obscuro casi negras, con los márgenes muy claros, ventralmente crema, casi blanco con las puntas de las aletas obscurecidas. Los adultos tienen el dorso casi negro, brillante (verdoso mate cuando tienen crecimientos de algas verdes filamentosas), con manchas gris verdoso jaspeado, en forma radial o irregular, en ocasiones de colores brillantes verdes, cafés, amarillentos y rojizos, particularmente en juveniles y preadultos; la cabeza y las aletas casi negras. Ventralmente van del crema al gris verdoso, con manchas difusas e irregulares azul-verdoso, más obscuras en las aletas. Los datos morfométricos de los huevos, las crías y los adultos se presentan en la tabla 2.

Reproducción. Esta especie tiene varias zonas de reproducción importantes localizadas en el estado de Michoacán, México, en las conocidas playas de Colola y Maruata. También se informa de anidación de cierta importancia en lugares como: Islas Revillagigedo en México, Islas Galápagos en Ecuador, Golfo de Fonseca en El Salvador e Isla de Cañas en Panamá. En general, la época de reproducción va de julio a octubre o noviembre.

Nombres comunes. Tortuga prieta, negra, sacacillo, parlama o torita.

Chelonia mydas (Linnaeus, 1758)
Es una especie típica del Océano Atlántico tropical y posiblemente a esta especie pertenecen las tortugas blancas del Océano Pacífico Central y Occidental. Los siguientes datos en su mayoría corresponden a la Península de Yucatán y Caribe mexicano.

Morfología. En los adultos el carapacho tiene forma oval. La cabeza es relativamente pequeña y chata. Entre las órbitas oculares tienen un solo par de escamas prefrontales alargadas. Pico aserrado, 13 escudos mayores en el carapacho, delgados, flexibles y lisos, que incluyen 5 centrales y 4 pares de laterales, el primer par delantero no hace contacto con el escudo precentral. Usualmente 12 pares de escudos marginales. En el plastron presentan 4 pares de escudos inframarginales, sin poros. Los juveniles conservan una quilla dorsal media que desaparece con la edad. Cada aleta con una sola uña visible. Las crías son dorsalmente café obscuro o casi negras, con una delgada franja blanca alrededor del carapacho y los lados posteriores de las aletas. Ventralmente son blancas. Los adultos dorsalmente varían del verde al gris y café, de claros a muy obscuros y desde colores lisos a muy brillantes combinaciones de amarillo, café y verde, dispuestas en arreglos radiados o en manchas irregulares en cada escudo. En los juveniles, las escamas de la cabeza y las de la parte superior de las aletas están bordeadas por una delgada franja amarillenta que se va perdiendo con la edad. Por la parte ventral son color crema o casi blanco. Los datos morfo-

métricos de los huevos, las crías y los adultos se presentan en la tabla 2.

Reproducción. Las más importantes zonas de anidación se encuentran en el Caribe, en el norte de Sudamérica, en Brasil; Isla Aves, Venezuela, islas de Cabo Verde, África, Mar Mediterráneo, islas del Océano Indico, Malasia, Sarawak, Borneo, Norte de Australia, islas del Pacífico Central, Hawaii, etc. En México la anidación se distribuye desde Tamaulipas hasta Quintana Roo, con algunas áreas de mayor abundancia en la Isla Aguada, Río Lagartos, Isla Cozumel. Siendo el periodo de mayor abundancia entre junio y septiembre, el ciclo reproductivo individual se repite generalmente cada dos o tres años.

Nombres comunes. Tortuga blanca, verde, jacona (juvenil), caballera (adulto), de sopa.

Eretmochelys

Es un género monotípico ya que solamente se le reconoce una especie y dos subespecies, separadas geográficamente. En cuanto a su morfología son muy similares, quizá las diferencias pudieran mostrarse a través de un estudio estadístico o genético. Para el Océano Atlántico se tiene *Eretmochelys imbricata imbricata* (Linnaeus, 1766) y para el Pacífico está *Eretmochelys imbricata bissa* (Ruppel, 1835). A menos que se haga alguna aclaración, los datos corresponden a la península de Yucatán.

Morfología. En general, para ambas variedades se puede considerar válida la siguiente descripción: poseen un carapacho que va de cardiforme a elíptico; la cabeza mediana y estrecha, con 2 pares de escamas prefrontales; pico córneo filoso, angosto, sin sierra en sus bordes. Carapacho cubierto con 13 escudos mayores imbricados: 5 dorsales y 4 pares laterales, el par anterior no está en contacto con el precentral. Plastron con 4 escudos inframarginales en cada puente, sin poros; 2 uñas en el borde anterior de cada aleta. Las crías dorsalmente son café obscuro con márgenes claros; la parte ventral, del mismo color, presenta manchas más claras, con las puntas de las aletas generalmente más obscuras. En el estado adulto son las tortugas marinas de colores más atractivos y brillantes que existen, aunque las del Pacífico generalmente son más obscuras que las del Atlántico. Los escudos dorsales presentan brillantes manchas jaspeadas en forma radial, cafés, amarillentas y rojizas. La cabeza y las aletas por lo común son más obscuras que el resto del cuerpo y generalmente sus escamas presentan un borde blanco amarillento. Ventralmente van del crema al blanco amarillento. Los datos morfométricos de los huevos, las crías y los adultos se presentan en la tabla 2.

Reproducción. La anidación es nocturna, sin que lleguen a formar grandes arribazones. Aunque se pueden observar pequeños grupos, lo más común es la anidación solitaria. En algunas islas del Indopacífico ocurren anidaciones diurnas. La época de reproducción varía según las localidades. En México va de abril a julio o agosto. Las zonas más importantes de reproducción se encuentran en el Golfo de México, en Campeche, entre Isla Aguada y Champotón y en Yucatán entre Río Lagartos e Isla Holbox y en el Caribe de manera muy aislada. En el Pacífico americano se informa de anidaciones de cierta importancia en zonas insulares particularmente aisladas, como las islas Revillagigedo y las Tres Marías en México o en Isla de Cañas en Panamá.

Nombres comunes. Atlántico: tortuga de carey, de escamas, morrocoy o mocorroy (híbridos). Pacífico: tortuga de carey.

Lepidochelys

Este género incluye dos especies; la que se tratará en seguida es típica del Océano Atlántico Nororiental, *L. kempii*. La otra, *L. olivacea*, tiene una amplia distribución en todo el Pacífico tropical, excepto en la región de Oceanía.

Lepidochelys kempii (Garman, 1880)
Es una de las especies más peculiares por sus hábitos y características morfológicas. Junto con la variedad del Pacífico (*L. olivacea*), la tortuga lora es la más pequeña de todas las especies, generalmente por debajo de los 50 kg. Los datos aquí incluidos corresponden a Tamaulipas, México.

Morfología. La vista dorsal del carapacho en los adultos tiene forma casi circular. Tienen cabeza mediana subtriangular, esta proporción es diferente en las crías, las cuales tienen la cabeza y las aletas relativamente de mayor tamaño. Tienen 2 pares de escamas prefrontales, carapacho con 15 escudos mayores: 5 centrales y 5 pares de laterales, más 12 pares de marginales. Uniendo al carapacho con el plastron se encuentran los puentes, cubierto cada uno con 4 escudos inframarginales, los cuales en el margen posterior externo tienen una abertura, donde se aloja la glándula de Rathke, la cual libera una sustancia odorífera, considerada como una feromona. Las crías son totalmente negras cuando están mojadas o grises cuando secas. Esta coloración cambia con la edad, así que a los diez meses dorsalmente presentan zonas blanquesinas y el plastron ya es casi totalmente blanco. Los adultos son de coloraciones lisas, dorsalmente son gris-olivo y el vientre blanco o amarillo. Los datos morfométricos de los huevos, las crías y los adultos se presentan en la tabla 2.

Reproducción. Los adultos se reúnen entre marzo y agosto, en la época de reproducción, frente a Rancho Nuevo, Tamps. Es la única tortuga marina que de manera sistemática anida durante el día, usualmente forma arribazones en los días frescos y con vientos fuertes del norte o del sur. Fuera de Rancho Nuevo parece anidar preferentemente de noche. Un registro reciente y extraordinario es la anidación de una hembra en la playa de Madeira, en San Petersburgo, Florida, EUA, la mañana del 30 de mayo de 1989, la cual desovó 116 huevos (Meylan *et al.*, 1991). En la costa norte de Tamaulipas, en la playa Washington y el estado de Veracruz, entre Tuxpan y Tecolutla hay varios sitios de anidación de menor importancia y entre Isla Aguada y Champotón, Campeche, se observa la anidación de por lo menos un individuo cada año.

Nombres comunes. Tortuga lora, cotorra, bastarda o caguama.

Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829)
Es la otra especie del género mencionado. La tortuga golfina es muy similar a la anterior (*L. kempii*), con ciertas diferencias morfológicas, más evidentes mediante parámetros estadísticos. La descripción y datos corresponden al Pacífico mexicano.

Morfología. Carapacho casi circular, su amplitud similar a su longitud, los márgenes ligeramente levantados; cabeza mediana y subtriangular. Las crías tienen el carapacho menos ancho. Cabeza con 2 pares de escamas prefrontales, pico córneo sin sierra en sus bordes, con un reborde alveolar. Carapacho con más de 15 escudos mayores: 5-7 dorsales y 5-7 pares laterales, el par anterior en contacto con el escudo precentral. Cada puente del plastron con 4 escudos inframarginales, cada escudo con un poro muy conspicuo en su margen posterior, que es la abertura de la glándula de Rathke, con las mismas posibles funcio-

nes anotadas para la *L. kempii* uno o dos uñas en el borde anterior de cada aleta. Las crías son dorsal y ventralmente de color gris obscuro a negro. Ocasionalmente la concha y aletas presentan un delgado borde amarillento. Los adultos dorsalmente van del olivo-gris al olivo-amarillento, generalmente limpias de epibiontes; cabeza y aletas del mismo color. Ventralmente van del crema al gris verdoso claro, con manchas obscuras en los extremos de las aletas. Los flancos del cuello a veces ligeramente amarillentos y rosáceos. Los datos morfométricos de los huevos, las crías y los adultos se presentan en la tabla 2.

Reproducción. La anidación en la costa americana se desarrolla de julio a noviembre, con el pico en septiembre u octubre. Esta especie es la más espectacular en sus hábitos reproductivos ya que puede formar, durante dos o tres noches, por lo común cercanas al cuarto menguante, arribazones que llegan a reunir más de 100 000 individuos. Las playas de anidación más importantes en la actualidad son las de Escobilla y Morro Ayuta en Oaxaca, México; las de Ostional y Nancite en Costa Rica, las de Guiana y Surinam y la de Gahimarta, en el Estado de Orissa en la India.

Nombres comunes. Tortuga golfina, lora, caguama, bastarda, frijolilla, carpintera, parlama, paslama, mulata, oliva, bestia, loba, manila.

DERMOCHELYIDAE

Esta Familia incluye en la actualidad solamente un género, una especie y dos subespecies, las cuales son morfológicamente casi indiferenciables. Esta separación obedece principalmente a la distribución geográfica. Se dice que la coloración y algunas características merísticas las diferencian, sin embargo no existe aún ningún estudio al respecto.

Dermochelys

Las variedades reconocidas en la actualidad son: *Dermochelys coriacea coriacea* (Vandelli, 1761) para el Océano Atlántico y *Dermochelys coriacea schlegelii* (Garman, 1884), para el lado del Pacífico. Dadas las grandes similitudes, ambas variedades serán tratadas en conjunto. La información que enseguida se incluye corresponde a la costa del Pacífico de México.

Morfología. Son de cuerpo fusiforme, desprovisto de escudos córneos, cubierto por una gruesa piel coriácea. La amplitud del carapacho alcanza cerca de la mitad de su longitud; cabeza pequeña, pico córneo filoso, delgado, con dos cúspides en la parte frontal superior y una en la inferior, las cuales de frente le dan la apariencia de una "W". Cuerpo con siete quillas longitudinales en el dorso y cinco en el vientre. Aletas grandes, desprovistas de uñas, las aletas posteriores se unen a la cola mediante la membrana crural. La anatomía y la fisiología de esta tortuga es muy peculiar, por ejemplo, tiene vascularización en los huesos largos muy similar a la de los mamíferos, la piel es muy gruesa, impregnada de aceite, que la capacita para conservar su temperatura interna varios grados por encima de la ambiental. La boca y la garganta están cubiertas de crecimientos papilares espinosos dirigidos hacia atrás, los cuales parecen favorecer la ingestión de organismos resbalosos, como las medusas, calamares, etc. Las crías son negras dorsal y ventralmente, cubiertas de una fina retícula escamosa, con pequeñas manchas blancas dispuestas en líneas a lo largo de las quillas y alrededor de las aletas. El pico y los flancos del cuello son más claros. Los adultos son negros con manchas blancas, esparcidas en todo el cuerpo, las cuales son más abundantes hacia la parte ventral, que en ocasiones es casi blanca o aparece reticulada. Este patrón

es variable habiendo individuos mucho más obscuros que otros, los juveniles casi siempre son más claros con las manchas blancas siguiendo los bordes de las quillas. Cuando están fuera del agua pueden adquirir tonalidades rosáceas en los flancos cerca del cuello y las aletas. Las hembras maduras generalmente presentan una mancha rosada en la parte superior de la cabeza. Los datos morfométricos de los huevos, las crías y los adultos se presentan en la tabla 2.

Reproducción. En el Pacífico americano la anidación se desarrolla de octubre a febrero o marzo, con el máximo en noviembre y diciembre. Esta especie, como la golfina, también forma arribazones que aumentan numéricamente en las noches más obscuras, al final del cuarto menguante, llegando a reunir varios cientos de individuos. Las playas más importantes se encuentran en: Mexiquillo, Mich.; Tierra Colorada, Gro.; Chacahua y Barra de la Cruz, Oax., en México; playa de Naranjo en Costa Rica; playa del Río Marowijne en Guiana; Bigi Santi en Surinam; y Terenganu en Malasia. En el Golfo de México casi no anida y en el Caribe sólo en algunos sitios como Isla Mona, Puerto Rico.

Nombres comunes. Atlántico: Tortuga laúd, de cuero, siete filos, tinglado, tinglar, chalupa, tres quillas. Pacífico: Tortuga laúd, de canal, de cuero, tinglado, tinglar, galápago, machincuepo, siete filos, baula, tora, de pellejo.

Hábitos y distribución geográfica de las especies

Las tortugas marinas son especies de ambientes tropicales y subtropicales, neríticas. Para su alimentación ocurren a los ambientes bentónicos o pelágicos. Los adultos para su reproducción se acercan a la costa, agrupándose temporalmente frente a las playas de anidación. La mayoría son carnívoras, siendo común encontrarlas en fondos someros arenosos o lodosos, alimentándose principalmente de crustáceos y moluscos; otras habitan en zonas de pastizales marinos, como los del Golfo de California, costas del Caribe y lagunas costeras, o bien en zonas coralinas y ambientes pelágicos, es decir se desarrollan en una gran variedad de hábitats dentro de la plataforma continental. Su presencia es estacional y en nuestro país las zonas de mayor abundancia se circunscriben principalmente a la parte central costera del Pacífico: de Chiapas a Sinaloa, el Golfo de California y costa suroeste de Baja California y en las lagunas costeras del Istmo de Tehuantepec. Por el lado oriental frecuentan la costa central de Tamaulipas, el norte de Veracruz, la Sonda de Campeche, Yucatán y las costas de Quintana Roo. La distribución de crías y juveniles es poco conocida para la mayoría de las tortugas marinas.

Caguama y perica *(Caretta sp.)*

Se encuentra en las aguas costeras tropicales y subtropicales de ambos océanos. A menudo entra a las bahías y se ha observado siguiendo corrientes marinas alejadas de la costa. Su presencia en el Pacífico Oriental es muy interesante ya que no se han observado individuos en fases reproductivas, siendo posible encontrar agrupaciones de varios cientos de juveniles y preadultos al suroeste de Baja California (entre 1 y 20 km o más de la costa) y en menor abundancia dentro del Golfo de California, en zonas de aguas profundas, especialmente entre los meses de abril y septiembre, alimentándose de organismos pelágicos. Se podría considerar como una especie altamente migratoria, pues un individuo juvenil liberado en las islas de Okinawa, Japón, el 22 de julio de 1985, fue recapturado dos años y cuatro meses después frente a San Diego, California. Por el la-

Tabla 2

Datos merísticos de huevos, crías y adultos hembras de las tortugas marinas presentes en las costas mexicanas (Márquez, en prensa)

Especie	Huevos (mm, g)					Crías (mm, g)			Adultos hembras (cm, kg)				
	Φ	W	N<	N>	$\bar{N}$	$\overline{LC}$	$\overline{W}$	SCL<	SCL>	$\overline{SCL}$	W<	W>	$\bar{W}$
Carettac. caretta	39.6	40.8	40.0	179.0	104.0	43.6	20.7	72.8	103.9	91.9	85.7	107.0	80.0
Chelonia agassizii	41.6	39.6	47.0	145.0	75.0	46.6	21.8	70.5	96.0	77.5	36.4	126.0	52.2
Chelonia mydas	48.4	48.3	38.0	195.0	114.5	50.4	26.3	71.1	139.5	96.4	68.0	235.0	138.0
Eretmochelys i. imbricata	36.4	28.8	71.0	223.0	142.6	41.3	14.9	71.3	114.0	82.2	35.6	85.0	53.9
Lepidochelys kempii	38.5	32.2	44.0	185.0	104.4	43.9	17.2	52.4	74.8	65.7	32.0	49.3	38.6
Lepidochelys olivacea	39.7	34.2	54.0	189.0	110.6	43.5	16.2	51.0	78.0	67.6	33.0	52.0	38.1
Dermochelys c. schlegelii	52.3	77.6	55.2	147.7	72.9	58.4	42.4	130.8	256.0	146.5	150.0	1 069.0	394.0

SCL Longitud del carapacho en línea recta.

Φ Diámetro del huevo.

do del Atlántico, su población más numerosa se encuentra entre la Florida y Carolina del Sur en los EUA. En México ocurre principalmente en la costa de Quintana Roo y en la Sonda de Campeche. Ocasionalmente es observada en el oeste del Golfo de México.

Tortuga prieta *(Ch. agassizii)*

Es común desde el centro de la Península de Baja California y todo el Golfo de California, hasta el norte de Perú, con áreas de concentración en el mismo Golfo, en el centro de México (de Michoacán al Istmo de Tehuantepec), en El Salvador-Nicaragua (Golfo de Fonseca), al suroeste de Colombia, todas las aguas del Ecuador (Islas Galápagos y zona continental) y en el norte de Perú (Península de Paracas). También está presente en las Islas Revillagigedo, México y posiblemente en las islas de Cocos, Costa Rica y Malpelo, Colombia. En temporadas muy cálidas, pueden observarse hasta Columbia, Canadá y Coquimbo, Chile. Hay una pequeña colonia no reproductora recientemente asentada cerca del afluente de una termoeléctrica en la Bahía de San Diego, California, EUA. No se ha registrado esta variedad fuera del Océano Pacífico Oriental Tropical, pues por ejemplo en las Islas Hawaii la variedad presente morfológicamente corresponde a la típica tortuga blanca (*Ch. mydas*) del Atlántico, lo cual le da una distribución pantropical a esta especie. Obviamente con estudios de DNA se habrán de mostrar algunas diferencias y similitudes que en la observación externa y estadística son difíciles de detectar.

Tortuga blanca *(Ch. mydas)*

Tiene una amplia distribución tropical y subtropical, en aguas costeras continentales e insulares; es rara en aguas templadas. Esta y la tortuga de carey (*Eretmochelys*) son las especies con distribución más tropical. Sus límites geográficos quedan dentro de las isotermas de 20°C y sus movimientos migratorios respetan esos linderos. Existen registros de tortugas fuera de estas fron-

teras, pero generalmente son individuos solitarios en fases no reproductivas. Es una especie típicamente nerítica, que forma agregaciones en aguas someras, abundantes en praderas de zacates y mantos de algas marinas. Se sabe que efectúa grandes migraciones desde los campos de alimentación hasta las zonas de postura, a veces varios miles de kilómetros de distancia. Casi todas las migraciones las efectúan costeando, pero algunas poblaciones como la que vive en la Isla Ascención, en el Atlántico Central, cruza este océano hacia las zonas de alimentación, efectuando una verdadera migración transocéanica (2 200 km) hasta llegar al norte de Brasil. En el lado Atlántico de nuestro país se distribuye en todo el Golfo de México y Península de Yucatán, con áreas de concentración en Rancho Nuevo, Tamaulipas; en Cabo Rojo, Veracruz; de Isla Aguada a Sabancuy, Campeche; en todo el norte de Yucatán y todo Quintana Roo, siendo también estos lugares las playas más importantes para su anidación.

Tortuga de carey *(E. imbricata)*

Igual que la tortuga blanca, esta es una especie de distribución pantropical, a lo largo de todo el cinturón coralino del mundo. Está presente en casi todas las costas rocosas y coralinas continentales e insulares; sin embargo sus hábitos aparentemente son menos gregarios, pues es más común encontrarla solitaria que formando pequeños grupos. Sin embargo, para su reproducción es claro que forman concentraciones frente a las áreas de reproducción donde existen playas de características muy particulares en cuanto a su perfil y la abundancia de la vegetación que les permite "ocultar" los nidos bajo la maleza, a diferencia de todas las demás especies que siempre buscan playas abiertas y libres de vegetación. Su área de distribución está circunscrita principalmente entre las latitudes 25° norte y 35° sur. Es la más costera de todas las especies y vive en aguas particularmente claras, con abundante fauna bentónica, arrecifes coralinos y mantos de algas o zacates marinos. Su presencia es más abundante en nuestra costa Atlántica que en la Pacífica, con lugares de mayor concentración en la Sonda de Campeche y en la costa de Yucatán y norte de Quintana Roo. En el Pacífico se observa principalmente en el sur de Baja California, en las zonas insulares del Golfo de California, Islas Marías y costa de Nayarit y Jalisco. Su reproducción en este litoral se observa esporádica y de forma aislada en los lugares mencionados.

Tortuga lora *(L. kempii)*

Es una especie con distribución geográfica muy restringida. Los adultos ocurren dentro del Golfo de México; sin embargo, juveniles y preadultos parecen deambular entre aguas tropicales y templadas de las zonas costeras del Océano Atlántico Noroeste. Ocasionalmente, individuos juveniles y preadultos, siguiendo la Corriente del Golfo paralela a la costa Atlántica de los Estados Unidos, se "extravían" llegando a las aguas europeas. La mayoría de los registros provienen del Mar del Norte. Existe un registro para el Mediterráneo, cerca de la Isla de Malta y otros del Atlántico, como las islas Azores, Bermudas, Madeira y costa de Marruecos. En ocasiones, algunos individuos son sorprendidos por el invierno fuera de las zonas cálidas y aparentemente sobreviven a las bajas temperaturas en una especie de letargo invernal. Así, en esas condiciones se les puede encontrar en la Bahía de Chesapeake, Maryland, en Cabo Cañaveral, Florida, etc. Esta especie usualmente se le encuentra en zonas costeras de fondos arenosos y lodosos ricos en crustáceos. Los juveniles ocasionalmente se observan en bahías, lagunas costeras y bocas de ríos. Los adultos se reúnen en las áreas de alimentación, localizadas

en la Bahía de Florida, boca del Río Mississipi y banco de Campeche y para su reproducción casi toda la población de hembras maduras se congrega frente a la costa central de Tamaulipas, anidando en una franja de playa arenosa de alrededor de 100 km, particularmente entre la desembocadura del Río Soto la Marina y unos 20 km al sur de la Barra del Tordo.

Tortuga golfina *(L. olivacea)*

Es la especie más abundante en la actualidad. En el Océano Pacífico Oriental puede observarse desde el noroeste de la Península de Baja California y el Golfo de California, hasta Chile (Arica, Iquique y Quintero), con áreas de concentración en el suroeste de Baja California, sur de Sinaloa, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, en México; en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica. Esta última, junto con México, tienen las poblaciones reproductoras más importantes del continente americano. A la zona entre Panamá y Colombia converge gran parte de estas colonias para su alimentación. Es altamente gregaria y no solamente para reproducirse forma grandes arribazones, sino que en el mar, con cierta frecuencia se ha documentado la presencia de grandes flotillas, algunas en actitud de estar asoleándose, apareándose y otras de estar navegando lentamente en alguna dirección. Respecto a su alimentación son de hábitos diurnos y se alimentan, en aguas someras, de organismos benctónicos. Durante las migraciones se les encuentra alimentándose de organismos pelágicos en aguas de mares profundos, pudiendo incluso estar alejadas varios cientos de kilómetros de la costa.

Tortuga laúd *(D. coriacea)*

Es una especie que fisiológicamente está adaptada para soportar aguas más frías que las demás, encontrándose en regiones cuyas temperaturas son cercanas a los 10°C, sin que presenten ninguna reacción negativa al medio. Debido a esta facultad es por lo que se puede observar con cierta frecuencia en lugares tan alejados de los trópicos como es en el Pacífico desde el sur de Alaska (Mar de Bering) hasta Chiloe, Chile. Por supuesto que se presenta con mayor abundancia en las zonas de reproducción y de alimentación, como son la costa suroeste de Baja California y frente a Michoacán, Guerrero y Oaxaca, en México; en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, en ambos litorales de Costa Rica y Panamá. El golfo que se forma entre Panamá y Colombia es también importante para la alimentación de la especie, lo mismo la regón norte del Perú. En alta mar pueden formar pequeñas flotillas, pero generalmente se observan nadando en zonas de giros, frentes y surgencias marinas, donde se congregan organismos que les sirven de alimento. En la costa Atlántica de nuestro país es menos frecuente, habiéndose observado ocasionalmente frente a las costas de Tabasco en el Golfo de México y con cierta regularidad, pero muy poca abundancia, en el Caribe mexicano.

Desarrollo y resultados de la investigación

La investigación formal de las tortugas marinas fue encargada al autor por el Dr. Rodolfo Ramírez-G., Subdirector de Pesca y se inició en 1964 en la Sección de Herpetología de la División de Vertebrados Marinos, a cargo del Biól. Ernesto Ramírez H., en el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, de la Secretaría de Comercio. Previamente, entre 1962 y 1963, se efectuaron algunas prospecciones, a cargo de los biólogos Aurelio Solórzano, Manuel Solís y Dilio

Fuentes, para determinar las principales áreas de anidación y de pesca (Solórzano, 1990) y en 1964 y 1965, se continuaron por el autor, el Biól. Antonio Montoya y el Dr. José Luis Castro. Pero fue a partir del año 1966 cuando se inició un programa de conservación, a través de la instalación de campamentos tortugueros "móviles", el primero en Tamaulipas (Rancho Nuevo) y dos más en Colima (Boca de Pascuales y Boca de Apiza o San Rafael). Para arrancar estos campamentos, el autor contó, entre otras personas, con la colaboración del Biól. Antonio Montoya, quien se encargó de su instalación durante los años de 1967 a 1969. En 1970 y 1971 estuvieron a cargo del Dr. Gustavo Casas y a partir de 1972 fueron nuevamente coordinados por el autor. Para 1967 se amplió el personal y aumentó el número de campamentos, incluyéndose a Mismaloya, Jal., Piedra de Tlalcoyunque, Guerrero y Escobilla, Oaxaca y en 1975 se agregó el campamento El Verde, Sinaloa, a cargo del Biól. Daniel Ríos (Ríos *et al.*, 1991 ms). Con el tiempo, tanto recursos como campamentos fueron mejorando, contando en orden cronológico con el apoyo de la Dirección General, después Departamento, Subsecretaría y finalmente Secretaría de Pesca, hasta ser más de 14 los instalados anualmente (Fig. 1, Tabla 3). Es obvio que todo lo anterior se desarrolló con la ayuda de las Secretarías de Marina y de la Defensa Nacional y del Sector Pesquero.

Cada año el interés fue en aumento y el número de campamentos instalados continuó aumentando, de tal manera que en la actualidad se llegan a establecer más de 40 unidades, incluyendo seis Estaciones de Investigación para Tortugas Marinas del Instituto Nacional de la Pesca: Rancho Nuevo, Tamps.; Isla Aguada, Camp.; Río Lagartos, Yuc., (en construcción); El Verde, Sin.; Escobilla y Barra de La Cruz (en construcción), Oax., apoyadas por los Centros Regionales de Investigación Pesquera. Cabe aclarar que en la instalación de los demás campamentos han intervenido la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) hasta 1991, universidades nacionales y estatales, centros estatales de investigación, sociedades civiles conservacionistas nacionales e internacionales y en algunos de ellos también se concerta directamente el apoyo de los Servicios Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS), de Pesca y Vida Silvestre (USF & WS) y el Fondo Mundial para la Vida Silvestre, todos de los Estados Unidos de Norteamérica (Márquez-M *et al.*, 1990a).

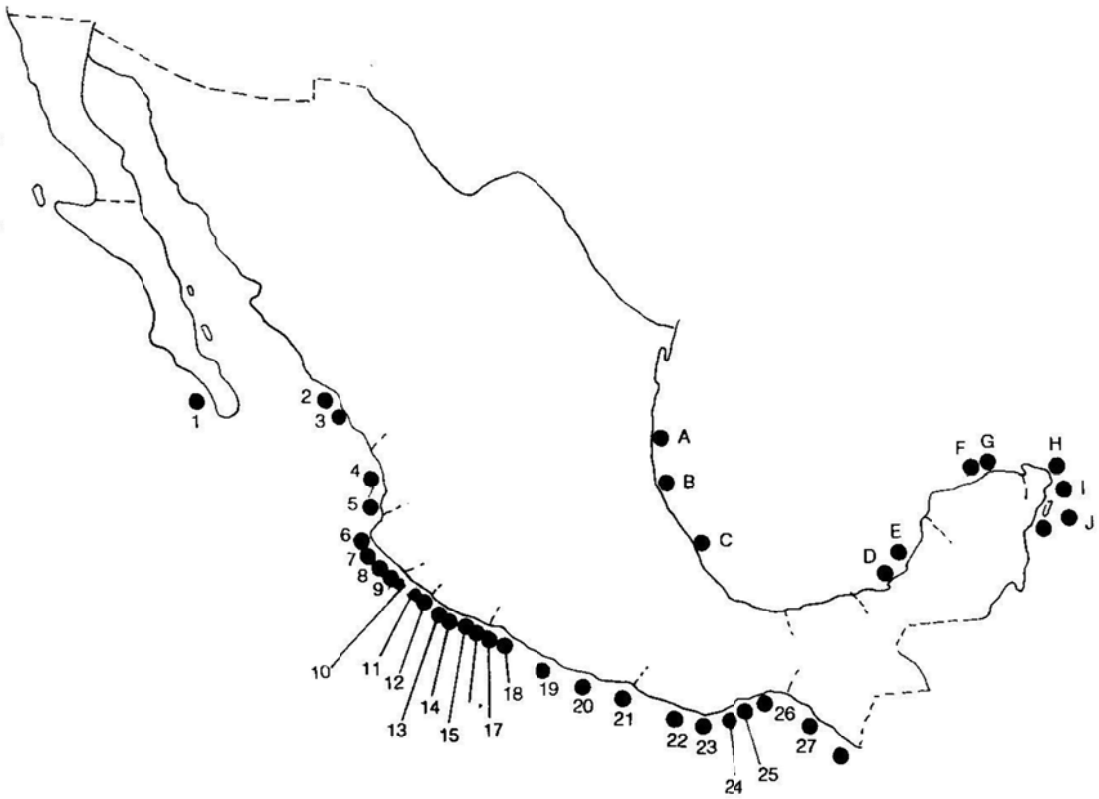
Resultados de la investigación

Al mismo tiempo que se incrementa la demanda del recurso y su explotación, a mediados de los años sesenta también se formaliza la investigación, a través de prospecciones costeras, muestreos en los puertos de desembarque, en las playas de anidación y censos de las anidaciones, incubación de huevos y sobrevivencia de crías. Asimismo se inician estudios de "marcado y recaptura" y otras actividades técnicas, de tal manera que se fue recabando la información necesaria para adecuar los programas de conservación y manejo del recurso.

Los resultados positivos en las campañas proteccionistas sólo se logran después de desarrollar, durante varios años, las investigaciones necesarias para mejorar el conocimiento de las especies y dominar las diversas técnicas que en la actualidad se aplican. Como se indica anteriormente, las investigaciones sobre tortugas marinas se iniciaron en 1962 y 1963, con prospecciones a las áreas de captura y anidación (Solórzano, 1990). En 1966 se organizaron los primeros campamentos tortugueros y en ellos se iniciaron los ensayos para el manejo de las ani-

Figura 1

Zonas de reserva natural y campamentos que se instalan en México para la conservación y estudio de tortugas marinas



Atlántico

* A. Rancho Nuevo, Tamps.
B. Cabo Rojo, Ver.
C. Tecolutla, Ver.
D. I. Aguada, Camp.
E. Sabancuy, Camp.
* F. Río Lagartos, Yuc.
G. El Cuyo, Yuc.
* H. I. Contoy, Q. Roo
I. I. Mujeres, Q. Roo
J. I. Cozumel, Q. Roo
K. B. Paila (10 playas), Q. Roo
* Reservas naturales

Pacífico

1. Todos Santos, BCS
* 2. Playa Ceuta, Sin.
* 3. El Verde, Sin.
4. B. de Camichín, Nay.
5. Chacala, Nay.
6. Tehuamixtle, Jal.
* 7. Playón Mismaloya, Jal.
* 8. Playa Teopa, Jal.
* 9. Cuitzmala, Jal.
10. El Tecuán, Jal.
11. El Chupadero, Col.
12. Boca de Apiza, Col.
* 13. Colola, Mich.
* 14. Maruata, Mich.
15. Mexiquillo, Mich.
16. Chuquiapan, Mich.
17. Las Calabazas, Mich.
18. El Petatillo, Gro.
* 19. P. Tlacoyunque, Gro.
20. Marquelia, Gro.
* 21. Tierra Colorada, Gro.
* 22. Chacahua, Oax.
* 23. La Escobilla, Oax.
24. Copalita, Oax.
25. Morro Ayuta, Oax.
26. Barra de la Cruz, Oax.
27. Puerto Aristas, Chis.
28. Puerto Madero, Chis.

Tabla 3
Cronología e instalación de campamentos

Campamento /años	Estado	1960 6789	1970 0123456789	1980 0123456789	1990 0123
Rancho Nuevo	Tamaulipas	****	**********	**********	***
Barra Tordo	"			**	***
Barra Ostional	"				***
Cabo Rojo	"				***
Tecolutla	Veracruz			**	*
Isla Aguada	Campeche			*******	***
Sabancuy	"			**	***
Chenkan	"				**
Celestún	Yucatán				***
Río Lagartos	"			*****	***
El Cuyo	"			**	***
Cozumel	Q. Roo				***
Contoy	"			**	**
Aventuras	"			***	***
Más 10 Campos	"			**	**
Morro Ayuta	Oaxaca		***	**********	***
Escobilla	"	****	**********	**********	***
Palmarito	"			*	
Chacahua	"		***	**********	***
B. de la Cruz	"			*****	***
Boca de Cielo	Chiapas				**
Pto. Arista	"		**	**	***
T. Colorada	Guerrero			**********	***
Tecoanapa	"			* *	
San Valentín	"			* ***	*
P. Tlacoyunque	"	***	****	*****	***
Petatillo	"			*******	
Mexiquillo	Michoacán			*** *****	***
Colola	"		*****	**********	***
Maruata	"		*****	**********	***
B. Apiza	Colima	*	*	***	**
B. Pascuales	"	****	**	*	
Tepalcates	"			**** **	*
Playa de Oro	"			**** **	*

Tabla 3
(contiruación)

Campamento /años	Estado	1960 6789	1970 0123456789	1980 0123456789	1990 0123
Chamela	Jalisco			***	*
Cuitzmala	"				
La Gloria	"			******	**
Mismaloya	"	***	**********	*******	**
Tehuamixtle	"			**	
Boca de Chila	Nayarit			**** **	
Camichín	"			***	
Custodio	"			***	
Chacala	"		*****		
El Verde	Sinaloa		******	**********	***
Playa Ceuta	"		****	**********	***
Las Huásimas	"			*	
Pta. Marqués	BCS			***	
Todos Santos	"	**	*	*	

Tabla 4

Marcado y recaptura de tortugas marinas (fuera del área de anidación) realizada en México, periodo 1966-1989 (exclusivamente marcas metálicas y de plástico)

Nombre científico	Periodo	Marcado	% Marcado	Recap.	% Recap.
Pacífico					
L. olivacea	1966-1987	34 282	58.2	1 945	5.67
E. i. bissa	1966-1990	25	0.0	1	4.00
D. c. schlegelii	1966-1989	3 838	6.5	14	0.01
Ch. m. agassizii	1966-1989	12 402	21.1	211	1.70
C. c. gigas	1966-1990	9	0.0	0	0.00
Atlántico					
L. kempii	1966-1991	5 395	9.2	202	3.74
E. i. imbricata	1966-1989	512	0.9	7	1.37
D. c. coriacea	1966-1989	1	0.0	0	0.00
Ch. m. mydas	1966-1989	1 256	2.1	66	5.25
C.c. caretta	1966-1989	1 178	2.0	8	0.01
		58 898	100.0	2 454	4.17

daciones, los nidos y las crías (Márquez, 1966), aplicando experiencias del autor, aprendidas en 1964, con el Dr. Archie Carr, en Tortuguero, Costa Rica. Con los primeros resultados se elaboró un manual, cuya primera edición apareció publicada posteriormente (Márquez, 1973). Al mismo tiempo se inició un programa de marcaje de tortugas marinas en todos los campamentos instalados por el Instituto (Montoya, 1966) y se empezaron a tener recapturas de inmediato, tanto en las mismas playas de anidación como fuera de esas zonas, lo que permitió mejorar el conocimiento sobre la distribución y migraciones de estas especies.

La intensidad del trabajo de marcado y recaptura se muestra en la tabla 4, indicándose que en algunos casos hasta 1991 se habían marcado en las diversas playas de anidación y en algunas áreas de alimentación casi 59 000 tortugas, y de ellas se habían recuperado 2 454 ejemplares, lo que implica una tasa general de recuperación del 4.17%, como se puede ver en dicha tabla. El mayor índice de recaptura, fuera del área de marcado, lo presentan la tortuga golfina (5.67%) y la tortuga blanca (5.25%). Esto no implica que estas especies deban presentar mayor mortalidad que las otras, ya que en esto también influye el monitoreo sobre la pesquería que se esté realizando y el apoyo que los pescadores aporten a dichas investigaciones. En la actualidad la recopilación de los datos de recaptura de tortugas marcadas, fuera de las áreas de anidación, casi se ha reducido a cero, debido principalmente a que todas las especies se consideran en la actualidad como especies en peligro de extinción y está prohibida su captura en casi todo el mundo, de tal manera que los pescadores no se quieren exponer a ser multados y por eso ya casi no se presentan a declarar las capturas de tortugas marcadas.

Respecto al marcado debe aclararse que en él intervienen otras entidades además del Instituto Nacional de la Pesca. La mayor parte de material de marcado es proporcionado por el INP a los diversos grupos de trabajo. Sin embargo existen algunos como la Escuela de Biología de la Universidad de Morelia, que ha utilizado sus propias marcas y también en años recientes se han utilizado marcas del Programa Inter-Latinoamericano de Marcado, que es coordinado en la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Por otra parte, los listados del uso de las marcas no son devueltos oportunamente o en ocasiones son extraviados, por lo que el total mencionado de casi 59 000 tortugas marcadas representa alrededor del 60 al 70% del número real marcado hasta la fecha, es decir que su actualización tiene varios años de retraso. Sólo el material utilizado en el propio INP se encuentra actualizado en más del 90%. El apoyo más importante al programa de marcado, a nivel nacional, proviene del donativo de las marcas que ha estado efectuando el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EUA.

Como se indicó previamente, diez son las variedades de tortugas marinas que cada año vienen a México, de las cuales nueve se reproducen en nuestras costas y cinco de ellas, la lora (*L. kempii*) y la carey (*E. i. imbricata*) del Atlántico, y la golfina (*L. olivacea*), la prieta (*Ch. agassizii*) y la laúd (*D. c. schlegelii*) del Pacífico, tienen sus más importantes playas de anidación y la primera puede decirse que es exclusiva, ya que no anida fuera de México. Como resultado de las investigaciones previas, realizadas en las playas de anidación del país, se puede considerar que para 1992 se espera un volumen mayor a las 230 000 anidaciones, repartidas por campamentos y por cada especie de acuerdo a la distribución que se presenta en las tablas 5 y 6. Debe aclararse al respecto que a partir de la Veda To-

Tabla 5

Resultados esperados en los campamentos instalados por SEPESCA durante 1992

Campamento	Especie A	Especie B	Hembras A	Hembras B	Nidos (protegidos)		Huevos (miles)		Crías (miles)	
Rancho Nuevo, Tamps.	Lk	Cm	500	20	1 125	60	114.7	7.5	86.1	4.5
Isla Aguada, Camp.	Ei	Cm	100	50	300	150	48.0	18.8	28.8	11.3
Río Lagartos, Yuc.	Ei	Cm	100	50	300	150	48.0	18.8	31.2	12.2
La Escobilla, Oax.	Lo	Ca	90 000	10	200 000	50	20 800.0	4.0	6 240.0	1.2
Morro Ayuta, Oax.	Lo	Ds	9 000	20	20 250	100	2 065.5	7.0	619.7	2.1
B. de la Cruz, Oax.	Lo	Ds	500	200	1 125	800	114.7	56.0	34.4	16.8
El Verde, Sin.	Lo		500		1 125		114.7		74.6	
Totales			100 700	350	224 225	1 310	23 305.6	112.1	7 114.8	48.1

SP: Lk Lora; Ei Carey; Cm Blanca; Lo Golfina; Ca Prieta; Ds Laúd; Cc Caguama.

Nota: Las cantidades aquí anotadas son valores promedio esperados, que pueden tener variaciones muy amplias debido a fenómenos naturales físicos y biológicos que afectan a la reproducción.

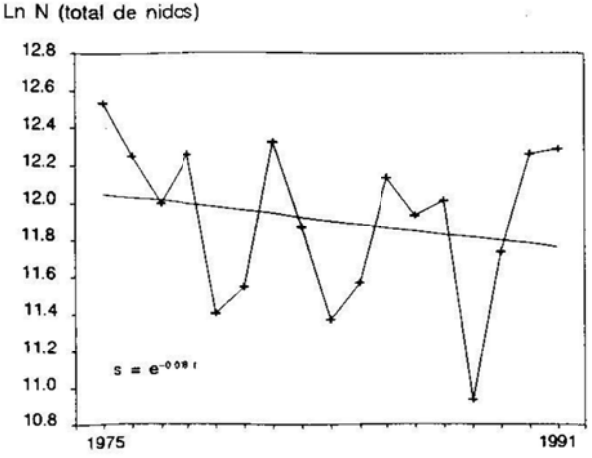
Tabla 6

Resultados esperados en la protección por especies, para 1992 (miles), en los campamentos tortugeros

Especie	Hembras	Nidos	Huevos	Crías
C. c. caretta	0.400	1.2	145.2	93.2
Ch. agassizii	1.710	5.2	412.0	266.4
Ch. mydas	0.300	1.5	150.0	95.0
E. i. imbricata	0.200	0.6	80.0	60.0
L. kempii	0.520	1.2	119.2	89.0
L. olivacea	100.000	230.0	24 000.0	8 000.0
D. c. schlegelii	1.300	7.0	520.0	260.0

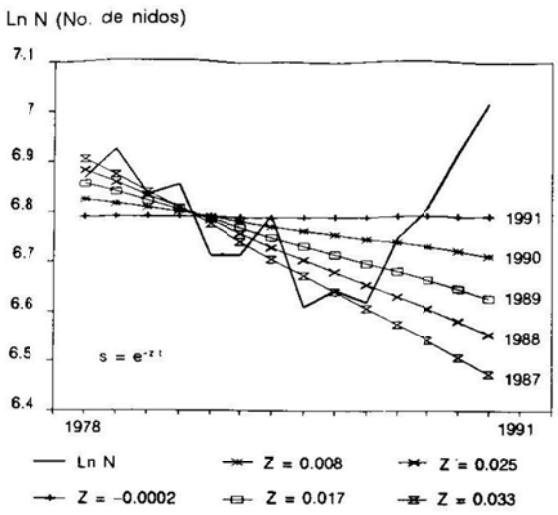
Figura 2

Arribazones de tortuga golfina en La Ecobilla, Oax., tasa de decremento anual de la población (Z = 0.018)



tal, decretada en mayo de 1990, las arribazones de tortuga golfina en el estado de Oaxaca han mostrado una franca recuperación en cuanto a la abundancia de la población (Fig. 2), observándose en los últimos años un mayor número de nidos por temporada de anidación así como una conducta más estable y predecible de las arribazones durante la temporada de anidación, las cuales ya han vuelto a aparecer desde el mes de junio, pues desde hace varios años ya no se presentaban en ese mes. Asimismo el número total de arribazones ha vuelto al original de 6 a 8 por temporada. Otra población que ha mostrado una ligera mejoría, después de muchos años de labores continuas (desde 1966), es la tortuga lora del Atlántico (Fig. 3), la cual en los últimos años ha mostrado un incremento constante, desde una Z = 0.033 en 1987 hasta una Z = –0.0002, en 1991; este valor negativo ya es indicativo de un reclutamiento a la población. Desde hace tres años la cobertura del programa se ha ido ampliando, lo que podría influir en el pequeño aumento observado; sin embargo hay otros indicios de carácter biológico que indican la observación de un reclutamiento constante a la colonia reproductora.

Figura 3
Anidación de tortuga lora en Rancho Nuevo, Tamps., tasa de decremento anual de la población



Parámetros biológicos

En la tabla 2 se muestran una serie de parámetros biológicos de las diferentes tortugas presentes en nuestras costas, en donde se define, por ejemplo, la fecundidad de cada especie, en cuanto al número de huevos promedio que producen en cada desove (Ñ). De acuerdo a la tasa de sobrevivencia durante la incubación y al número de desoves que produce cada hembra, se puede definir el reclutamiento anual de la población en esta fase del ciclo de vida. La información que se muestra en esa tabla 2 es el resultado de varios años de investigación y ha servido para proponer algunas medidas y opiniones técnicas para la regulación de la pesquería.

Hay una relación muy directa entre el número de huevos y la talla de las crías y la sobrevivencia en este periodo de la vida. Las tortugas que desovan mayor número de huevos en cada anidación presentan las crías más pequeñas y viceversa. En estos extremos están la tortuga de carey y la laúd. Otro parámetro del ciclo de vida es el número de desoves en cada temporada y entre cada una de ellas. Así, hay tortugas que forman arribazones mensuales o quincenales y repiten este ciclo cada año, como lo hace el género *Lepidochelys*, o aquellas que no forman arribazones numerosas y repiten su ciclo cada dos o tres años, como son todas las otras especies y subespecies. Todo este conocimiento es muy útil para definir los programas

de manejo y de conservación. Un dato muy importante y sobre el cual existe mucha controversia es la edad a la que desovan por primera vez las tortugas marinas. Se dice, sin mucho fundamento, que las tortugas deben esperar un mínimo de tres décadas para alcanzar la madurez sexual. Generalmente, las especies altamente fecundas que presentan muy alta depredación en los primeros estadios del ciclo de vida son organismos que se reproducen a edades tempranas; de otra manera la estrategia de competencia y sobrevivencia se presentaría en un nivel muy vulnerable y serían especies evolutivamente desadaptadas y tendientes a una extinción prematura. A este respecto es necesaria una mayor información para afirmar y justificar científicamente por qué las tortugas marinas tienen un desarrollo tan lento y, si así lo es, cuál es el mecanismo de sobrevivencia que las mantuvo tan exitosamente hasta la mitad del presente siglo.

Estimación de las poblaciones actuales

Cada año diversos organismos educativos y sociedades civiles realizan campañas de apoyo a la conservación, de tal manera que se cubre casi toda la zona costera del país. De esta manera se instalaron durante 1991 por lo menos 39 campamentos tortugueros, que incluyen las siete estaciones de investigación que tiene la Secretaría de Pesca, a través del Instituto Nacional de la Pesca, dos en el Golfo de México (Tamaulipas y Campeche), una en el Caribe (Yucatán), cuatro en el Pacífico (Oaxaca tres y Sinaloa una).

La evaluación de la biomasa reproductora se logra analizando los resultados de la anidación, obtenidos con muestreos o a través de la cuenta directa de hembras, nidos y huellas, utilizándose también la información de la incubación y el marcado. En los casos de especies que forman arribazones, aplicando métodos de dinámica de poblaciones se efectúa el diagnóstico por población o por especie según la información disponible (Márquez y Van Dissel, 1982).

En las campañas de conservación de tortugas marinas también interviene la Secretaría de Marina y la de Educación Pública y, hasta el año pasado, la de Desarrollo Urbano y Ecología. Los resultados finales obtenidos durante 1991 aún no se han recibido completamente, pero en la tabla 7 se muestran datos finales y en algunos casos preliminares, particularmente de Chiapas, Guerrero, Michoacán y Jalisco, para los cuales se extrapolaron los resultados del año anterior. En base a esta información, particularmente la de Oaxaca, se definían las cuotas de captura para la golfina, así como las vedas parciales y totales para todas las especies.

Actividades de apoyo (gubernamental y no gubernamental)

Cada año las universidades están jugando un papel más relevante en la investigación y conservación de las tortugas marinas y en algunos casos han tomado la iniciativa de desarrollar trabajos integrales que incluyen la conservación, la investigación y la educación, como es el caso de las Universidades de Morelia y de Guadalajara, a través de sus Facultades de Ciencias y Escuelas de Biología. En trabajos de apoyo a la conservación, como sucede con las Universidades Autónomas de Tamaulipas y Veracruz y la Universidad del Noreste, también en Tamaulipas y la de Oaxaca en Oaxaca; la Escuela de Ecología en Acapulco, Guerrero y la de Ingeniería Pesquera de Tepic, Nayarit. Los Centros de Educación Tecnológica del Mar también intervienen en las diversas entidades, ya sea de apoyo o con iniciativa propia. Las instituciones estatales educativas y de inves-

Tabla 7
Resultados de los trabajos de conservación de Tortugas Marinas en México, periodo 1991

	Campos tortugueros	Esp. (1)	Esp. (2)	Hembras (1)	Hembras (2)	Nidos (1)	Nidos (2)	Huevos (1)	Huevos (2)	Crías (1)	Crías (2)
	Atlántico										
1	Rancho Nuevo, Tamps.	Lk	Cm	473	6	1 088	21	105 935	2 449	77 488	1 143
2	Cabo Rojo, Ver.	Lk	Cm	14	25	33	87	3 430	9 910	1 200	3 000
3	Isla Aguada, Camp.	Ei	Cm	55	23	192	79	24 588	8 438	7 432	3 500
4*	Chenkan, Camp.	Ei	Cm	3	3	10	10	1 420	1 140	700	500
5*	Celestún, Yuc.	Ei	Cm	17	0	60		8 520		5 112	
6	Las Coloradas, Yuc.	Ei	Cm	49	28	172	99	26 608	12 188	18 048	9 391
7	Cozumel, Q. Roo	Cc	Cm	92	22	323	77	37 600	8 379	26 450	6 110
10	Playas de Q. Roo	Cc	Cm	331	48	1 157	167	129 923	19 570	103 900	15 180
				1 034	154	3 035	540	338 024	62 074	240 330	38 824
	Pacífico										
18	B. Cahoacan, Chis.	Lo		109	3	250	10	26 000	550	14 300	220
19	Boca Cielo, Chis.	Lo	Ds	130	6	300	25	31 200	1 375	17 160	550
20	Pto. Arista, Chis.	Lo	Ds	261	13	600	50	62 400	2 750	34 320	1 100
21	Morro Ayuta, Oax.	Lo	Ds	6 957	0	16 000	0	1 664 000	0	640 000	0
22	B. de la Cruz, Oax.	Lo	Ds	217	175	400	500	41 600	52 000	14 560	18 200
23	La Escobilla, Oax.	Ls	Ds	93 600	0	215 280	0	22 389 120	0	6 716 736	0
24*	Chacahua, Oax.	Lo	Ds	257	102	592	407	61 568	29 711	7 800	3 100
25	T. Colorada, Gro.	Lo	Ds	0	250	0	1 000	0	72 900	0	10 000
26*	Hda. Cabañas, Gro	Lo	Ds	35	0	80	0	8 320	0	4 500	0
27	Chautenco, Gro.	Lo		22		50		5 200		2 860	
28	Pico del Monte, Gro.	Lo		13		30		3 120		1 716	
29*	Tlalcoyunque, Gro.	Lo	Ds	41	1	94	5	9 751	275	5 363	110
30	Mexiquillo, Mich.	Lo	Ds	231	169	531	676	48 400	41 400	21 100	7 100
31*	Colola-Maruata, Mich.	Lo	Ca	567	654	1 305	2 289	115 059	144 514	58 342	104 087
32	B. Apiza-Chupadero, Col.	Lo	Ds	275	14	633	55	56 834	3 624	28 309	621
33	Cuizmala/Teopa, Jal.	Lo		143		328		30 600		24 540	
34	Mahauas, Jal.	Lo		271		623		56 332		45 474	
35	Chalacatepec, Jal.	Lo		109		250		23 915		16 442	
36	La Gloria, Jal.	Lo		243		560		54 762		40 486	
37	Mismaloya, Jal.	Lo		205		471		41 212		31 408	
38	El Verde, Sin.	Lo		500		1 150		115 000		50 000	
39	Playa Ceuta, Sin.	Lo		144		332		31 758		24 282	
				104 329	1 386	239 859	5 017	24 876 151	349 099	7 799 698	145 088
	Totales			106 397	1 695	245 929	6 097	25 552 199	473 247	8 280 358	222 736

SP: Cc Caguama; Cm Blanca; Ei Carey; Lk Lora.
SP: Ca Prieta; Lo Golfina; Ds Laúd.
* Datos extrapolados, no se han recibido los informes de actividades de 1991.
FUENTE: INP y Encuentro Interuniversitario y programas regionales universitarios y CIQRO.

tigación están desarrollando trabajos muy importantes en sus entidades respectivas y entre ellas destacan el Centro de Investigación de Quintana Roo y el Museo de la Isla de Cozumel, ambas en la misma entidad.

Pronatura se ha integrado a los trabajos de tortugas marinas desde hace casi una década y destaca en la canalización de apoyos logísticos y económicos, dirigidos especialmente hacia los estados de Oaxaca y Michoacán; y la Sección de la Península de Yucatán apoya de la misma forma los trabajos de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Además, esta última ha organizado varias reuniones para evaluar las actividades que se han desarrollado en esa región.

Por iniciativa de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Guadalajara, en 1984 se empezaron las reuniones anuales denominadas "Encuentros Interuniversitarios sobre Tortugas Marinas", los cuales tuvieron el principal objeto de intercambiar experiencias y evaluar los trabajos desarrollados especialmente por las instituciones educativas. A partir de entonces, cada año estas reuniones han tenido mayor relevancia, y recientemente se realizó el IX Encuentro, que tuvo como sede el puerto de Acapulco, Guerrero, y a ella concurrieron un gran número de instituciones privadas y gubernamentales involucradas con el tema, presentando principalmente sus resultados en las actividades conservacionistas, realizadas en las playas de anidación de sus jurisdicciones, así como el resultado de alguna de sus investigaciones.

En el marco de estas reuniones surgió la necesidad de ordenar y organizar de manera más práctica a las instituciones participantes, sus actividades, resultados y necesidades, por lo que la Biól. Raquel Briseño y el Dr. Alberto Abreu, de la Estación de Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, tuvieron la iniciativa de organizar un banco de datos al cual se le llamó BITMAR (Banco de Información de Tortugas Marinas). En estos momentos están integrando gran parte de la información de las actividades que se realizan en el país, las organizaciones que las realizan y cuáles son las facilidades con que cada una de ellas cuenta para estas labores. En este mismo banco se integra la mayor parte de la información que se obtiene con el marcado de tortugas marinas que se realiza en las playas de anidación y asimismo está a disposición de los usuarios un banco para la consulta bibliográfica de las publicaciones nacionales y extranjeras, principalmente sobre la investigación y conservación de estas especies.

Hay organizaciones extranjeras que tradicionalmente apoyan actividades conservacionistas, como es la WWF (Fondo Mundial de la Vida Silvestre), con sede en Washington, EUA, que ha apoyado los trabajos de conservación e investigación que realiza la Universidad de Michoacán en Colola y Maruata, o bien otras organizaciones más específicas como la llamada HEART (Help Endangered Animals, Ridley Turtle, o Ayuda a los Animales Amenazados, Tortuga Lora) ubicada en Houston, Texas, que apoya con algunos donativos al programa binacional para la conservación de la tortuga lora, que realiza el Instituto Nacional de la Pesca, apoyado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre (F & WS). En el mismo contexto, existen programas binacionales entre México y los EUA, que son particularmente enfocados a la conservación de la tortuga lora, la tortuga prieta y la blanca, la caguama y la carey, en sus respectivas playas de anidación. En estos casos, el órgano coordinador es el Instituto Nacional de la Pesca y el ejecutor puede ser el mismo instituto o alguna de las universidades u organismos mencionados.

Generalmente los resultados se han publicado como avances de programa o como informes técnicos, haciendo falta un análisis más profundo de los mismos y aportar resultados de investigaciones mas metódicas y de mayor continuidad que tengan aplicación inmediata en el manejo y conservación de estas especies. Hasta la fecha, este tipo de labor complementaria ha sido escasamente apoyada, debido principalmente a que los investigadores que deben elaborar y difundir estas conclusiones tienen que atender también labores de conservación y educación y por falta de personal que realice estas actividades, la parte de la publicación de los resultados generalmente queda postergada, debido a que siempre se presentan de inmediato labores nuevas prioritarias.

Uno de los proyectos de investigación y conservación que mayor apoyo ha tenido ha sido el de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) de Rancho Nuevo, Tamaulipas. Esta especie es considerada por el CITES en el Apéndice I, es decir como especie en Peligro de Extinción; asimismo, la UICN la considera entre las 12 Especies de Mayor Prioridad y para su conservación y estudio ha ofrecido, en varias ocasiones, intervenir para lograr un mayor apoyo al trabajo que se realiza en México. A partir de 1977 se inició un programa conjunto México-EUA denominado MEXUS-GOLFO, y en 1978 los trabajos de Tortuga Lora que se realizaban en Rancho Nuevo, Tamaulipas, se incluyeron como un grupo de trabajo. Desde entonces, cada año se han realizado actividades conjuntas de investigación y conservación. En este contexto se inició el proyecto para la repoblación de la playa de Isla Padre, Texas, considerada como antigua zona de anidación para esta especie. Para tal objeto se acordó que México haría el donativo anual de 2 000 huevos a cambio de apoyo en los trabajos de conservación realizados en la playa de anidación. Las crías obtenidas con este donativo se les haría una impresión nemotécnica en la playa de Isla Padre y se llevarían a cultivo durante 10 o 12 meses en el Laboratorio del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas en Galveston, Texas. Dicha actividad ha continuado hasta la fecha, sólo que en los últimos 3 años en lugar del donativo de 2 000 huevos, ahora es de crías nacidas en Rancho Nuevo.

Los resultados de 14 años de actividades no han mostrado los resultados esperados en Isla Padre, Texas, por lo cual se suspendió la parte de impresión nemotécnica, pero ha continuado en Galveston, Texas, la fase del cultivo y la liberación de tortugas de casi un año de edad. En las últimas reuniones de MEXUS-GOLFO se ha considerado la necesidad de analizar los resultados de este periodo de actividades y compararlos con los del periodo previo, de 1966 a 1977, de tal manera que se ha dado un nuevo apoyo a través del Laboratorio de Miami del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas, para que se publique una Sinopsis de la Tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*) y se desarrolle una base de datos sobre la especie, se haga el análisis de toda la información recopilada hasta la fecha y se publiquen los resultados, con un plazo hasta principios de 1993, de ser posible antes de la Reunión de MEXUS-GOLFO de 1993.

Como se indica anteriormente, la tortuga lora ha recibido una atención muy especial y con objeto de prevenir una catástrofe en la especie se consideró conveniente tener una reserva genética, mantenida en la Granja de Tortugas Marinas de la Isla Gran Caimán. Para tal objeto, en 1980 se trasladaron 100 pequeñas tortugas de las cultivadas en Galveston, Texas (clase anual 1979) y 100 crías recién nacidas de Rancho Nuevo (clase anual 1980). El cultivo se ha realizado con éxito y en 1984 las primeras dos hembras anidaron,

depositaron 136 huevos y nacieron seis crías, que murieron posteriormente; en 1985 no hubo desove y a partir de 1986 ha ido en aumento el número de reproductores (com. pers. Jim Wood). Esta fue la primera vez que esta especie era cultivada hasta alcanzar la madurez sexual y su reproducción. Para los años siguientes el número de hembras maduras continuó aumentando, y en 1990 el número se incrementó a 10 hembras, las cuales desovaron 1 161 huevos y produjeron 560 crías. Una parte de la producción de crías se piensa mantener en la granja y otra porción será liberada a la edad de 1 ó 2 años, en el mismo Golfo de México, certificando previamente su perfecto estado de salud.

En el contexto internacional, el Programa de Investigación de Tortugas Marinas ha promovido actividades de entrenamiento técnico y científico recibiendo estudiantes en los campamentos tortugueros, por ejemplo a través del Programa conjunto México-Cuba, desde 1970 hasta la fecha, y con la Organización Latinoamericana para el Desarrollo de la Pesca (OLDEPESCA) desde 1990. Por medio de la FAO se han publicado 4 artículos en la serie "Fichas para la Identificación de las Especies Pesqueras para el Océano Índico", "Atlántico Central Este", "Atlántico Centro-occidental" y "Mar Mediterráneo y Mar Negro" (Márquez, 1977, 1978, 1981, Márquez y Bouchot, 1987) y está en prensa el número para el "Pacífico Centro-oriental". El último trabajo publicado con la FAO es el Catálogo para Tortugas Marinas del Mundo (Márquez, 1990) y en la Serie de Sinopsis para la Pesca se publicó la de la Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) (Márquez, 1976a) y como se informa en un párrafo anterior, se está elaborando la de la Tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*).

Con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) se han desarrollado tres proyectos de investigación, conservación y manejo de tortugas marinas: uno para las tortugas de carey y blanca de Campeche, otro para las mismas especies en el estado de Yucatán y otro más para la tortuga ora de Tamaulipas.

Explotación, manejo y conservación

Lugares de pesca, artes y utilización

Las tortugas caguama *C. c. caretta*, y blanca *Ch. mydas* han sido capturadas en toda la costa de la península de Yucatán, particularmente en la Sonda de Campeche y en el norte del estado de Quintana Roo. En estos lugares se desarrolló una pesquería floreciente hasta el final de los años sesenta, cuando empezó a declinar la abundancia de ambas especies. En esta región siempre hubo preferencia por la captura y consumo de la tortuga blanca, la cual en su mayor parte se dedicó para la exportación, ya que por muchos años, cada semana, se embarcaron desde las Islas Cozumel, Mujeres y Holbox, en Quintana Roo, varias decenas de tortugas blancas vivas hacia el estado de Florida, EUA. La otra especie, la caguama, fue rechazada por el mercado del extranjero y sólo se consumió localmente. La captura de ambas especies se efectuaba con redes de diferentes clases, llamadas coleros, huacanes y chinchorros, según su longitud, calado y forma de trabajarse; también se usó el arpón y el método llamado la "correteada", pues en las zonas someras, de aguas transparentes, se localizaban las tortugas en el fondo del agua y se seguían hasta que salían a respirar y entonces eran atrapadas con gancho o con arpón. En esta zona, el consumo del huevo no estuvo muy arraigado y se prefirió, al destazar los animales para el mercado,

poner a secar el huevo sin cáscara, aún en los ovarios, llamado "en rama" o "kan-chim" (corales o huevos rojos), los cuales posteriormente eran consumidos de diversas maneras.

La tortuga perica *C. c. gigas*, nunca ha sido registrada en las estadísticas de captura comercial; sin embargo, aún cuando no se desarrolló una pesquería directa, ni tampoco, como en el Caribe, hubo preferencia por su consumo, sí fue capturada junto con la prieta (*Ch. agassizii*), en una muy baja proporción, alrededor de 1 a 5 ejemplares por cada 100 de prieta. Para la pesquería comercial de ambas tortugas se utilizaron redes de monofilamento, así como arpones. Los lugares más propicios para la captura de la perica fueron dentro de todo el Golfo de California y en la costa suroccidental de la Península de Baja California, desde Punta Eugenia hasta Cabo San Lucas, donde fue capturada ocasionalmente con arpones, redes y al brinco. Sin embargo, para esta especie nunca fueron otorgados permisos de explotación.

Es interesante que hasta muy recientemente se dio a conocer la existencia de flotillas de tortuga perica, las cuales desde principios de la primavera y durante todo el verano se concentran, particularmente, en la zona al suroeste de la Península mencionada. Estas concentraciones se forman a unos pocos kilómetros de la costa y están compuestas en su mayoría por juveniles y subadultos. Aparentemente arriban a esta región para alimentarse. Sin embargo nunca se desarrolló alguna pesquería formal, esto quizá debido al desconocimiento de estas concentraciones o bien a que no se les había dado importancia, pues se prefería capturar a las tortugas golfina (*L. olivacea*) y prieta (*Ch. agassizii*), ambas de mayor valor comercial, la primera por su piel y la segunda por ser tradicional el consumo de su carne.

Las áreas de captura de la tortuga prieta *Ch. agassizii* corresponden también a las áreas de mayor importancia para su reproducción, es decir una serie de localidades entre Jalisco y Michoacán. En especial donde se concentran para su reproducción y por lo tanto se facilita su aprovechamiento. Otras áreas importantes corresponden a las de alimentación, como son el Golfo de California, la costa occidental de la Península de Baja California y las lagunas del Istmo de Tehuantepec. En los últimos años su captura ha estado prohibida. La tortuga prieta, junto con la tortuga blanca (*Ch. mydas*) del Atlántico, son las especies que por el sabor de su carne son consideradas de mayor calidad como alimento humano y además, por ser herbívoras, son también las que mayores posibilidades pueden tener para cultivarlas en granjas y en ranchos tortugueros.

Es particularmente interesante encontrar que algunos asentamientos indígenas de la vertiente del Pacífico, relacionados con las culturas precolombinas, es decir, los seris en Sonora, los pómaros en Michoacán y los huaves en Oaxaca, hayan dependido para su dieta alimenticia, de una manera importante, de la captura precisamente de esta especie, sobre todo porque no hay relación aparente entre estas tres tribus y además geográficamente se encuentran distribuidas de una manera equidistante de norte a sur. Sin embargo en la forma de captura y aprovechamiento sí existen diferencias, ya que los seris las capturaban en el Golfo de California a bordo de lanchas usando arpones; los pómaros sólo utilizaban los huevos durante la época de reproducción, extrayéndolos principalmente en las playas de Colola y Maruata; y los huaves las capturaban con redes, dentro de las lagunas costeras del Istmo de Tehuantepec. Comercialmente, esta especie en toda su área de distribución ha sido capturada con redes de monofilamento de 50 o más metros de largo, 4 a 6 de fondo, ma-

lla de 50 a 75 cm, estirada y línea de plomos muy ligera; también se han capturado con arpón.

Tortuga de carey *E. i. imbricata* y *E. i. bissa*. La captura de ambas subespecies se ha realizado en casi todas nuestras costas. Sin embargo parece que en el litoral del Pacífico, a excepción de Baja California Sur, no ha habido una explotación dirigida y organizada, ya que se capturó incidentalmente, al mismo tiempo que las otras especies. Puede decirse que aun cuando no ha habido una pesca dirigida, cada vez que una tortuga de carey era encontrada durante las faenas diarias de la pesca de otras especies se hacía todo lo posible por atraparla, además dada su presencia frecuente en las zonas coralinas y rocosas era casi obligado tratar de atraparla durante las actividades de buceo comercial y deportivo. Durante los últimos años el comercio de sus productos o artesanías se encaminó casi exclusivamente a las áreas turísticas. De esta especie sólo se aprovecharon y comercializaron los escudos y ejemplares juveniles o subadultos disecados; la carne fue consumida de manera local, particularmente por los mismos pescadores, pues aparentemente hubo rechazo por el público consumidor, pues según los conocedores el sabor de su carne es de inferior calidad a la de las tortugas blanca y prieta. También se dice que su carne, en algunos países, ha resultado ocasionalmente tóxica e incluso peligrosa; sin embargo en México no hay informes sobre tal situación. Como en las otras tortugas, uno de los productos más buscados para consumo directo han sido los huevos, desconociéndose cuál ha sido el volumen de explotación total, ya que en todas las playas donde anida su extracción ha sido clandestina.

En las tres últimas décadas, la tortuga golfina *L. olivacea* fue la especie que soportó la mayor parte de la explotación comercial de tortugas marinas en toda el área del Pacífico Central Oriental. Para su explotación se aprovecharon las zonas de mayor concentración que fueron precisamente las localizadas frente a las playas de anidación y alimentación. Fuera de Ecuador, México y Panamá, ninguno de los demás países de la región registraron sus capturas, quizá debido a que no realizaron exportaciones directas. Hasta hace pocos años casi toda la producción se enviaba hacia mercados extranjeros, particularmente al europeo y japonés. Por otro lado, una buena parte de la producción se consumió directamente en el mercado interno; lo mismo sucedió con la extracción de huevos, los cuales de manera clandestina se siguen extrayendo y comerciando. Los principales productos que se pueden obtener de la tortuga golfina son: piel, carne, huevos, aceite y con el resto del animal se produce fertilizante.

Esta especie se captura durante la mañana, cuando las hembras están "aboyadas" (flotando), directamente a nado con el método llamado "al brinco", utilizando lanchas con motor fuera de borda, generalmente frente a las playas de anidación, por lo que normalmente se obtiene más del 90% de hembras. También se atrapan con redes de monofilamento de nylon, como las utilizadas para el tiburón. Durante los años 1965 a 1970, en el estado de Sinaloa, los barcos camaroneros eran enviados a las zonas tortugueras a manera de barcos nodrizas, los cuales arrastraban una docena de lanchas para incrementar la captura. Incluso a bordo de algunos de estos barcos se despielaron las tortugas, entregando en el puerto productos semiprocesados, particularmente a la Refrigeradora del Noroeste. Una práctica muy común en la época fue capturarlas en la playa, al momento de salir a anidar.

La tortuga lora *L. kempii* junto con la blanca *Ch. mydas* y la caguama *C. c. caretta*, hasta

hace unos 30 años soportaron una pesquería más o menos regular, en la costa oeste de la Florida y en la boca del Río Mississipi. Una captura menos organizada se realizó en la Sonda de Campeche y costa de Veracruz. Hasta 1965 se extrajeron por lo menos el 90% de los huevos desovados en una gran parte de la playa de anidación, conocida como Rancho Nuevo, entre las Barras de Ostionales y El Tordo, en Tamaulipas. Todo esto, aunado a la captura incidental en toda la costa del Golfo de México, al continuo deterioro ambiental por el auge petrolero y al incremento de la contaminación doméstica e industrial, determinó que para finales de los años sesenta se presentara el colapso de la población anidadora. El decremento de la población de hembras representó un 95% de la abundancia original, es decir de arribazones de 40 000 hembras (calculadas para 1947, por Hildebrand, 1963), hasta alrededor de 2 000 hembras en un día de anidación en los años sesenta y en los noventa tal decremento originó una reducción en un 99.5% del número original, es decir arribazones casi siempre menores a las 200 hembras.

La captura comercial en el Golfo de México de las tres especies mencionadas se realizó utilizando trasmallos de malla muy abierta y relinga muy ligera, para evitar que se ahogaran las tortugas. También se usaron arpones. El objetivo principal de esta pesquería fuè la tortuga blanca, después la caguama y finalmente la lora, considerada esta última casi como captura incidental, aunque en la zona de la Florida, por ser área de alimentación, su incidencia fue más alta y constante e incluyó preadultos y adultos.

Tortuga laúd *D. coriacea*. En nuestro país se encuentran las dos variedades, siendo más abundante la del Pacífico. Como las demás tortugas marinas, los lugares de captura corresponden también a las áreas de alimentación y de reproducción, destacando las costas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. La tortuga laúd, en México, nunca formó parte de pesquerías comerciales, aunque se sabe que cuando se le capturaba incidentalmente se usaba como carnada para tiburón. Su carne nunca tuvo importancia económica mientras las tortugas prieta y golfina fueron abundantes. Con la declinación de estas especies, la demanda se incrementó hasta llegar a niveles de sobrexplotación, poco antes de ser declarada la Veda Total en 1990; sin embargo, la demanda del huevo para consumo en fresco siempre ha sido muy alta, existiendo un amplio mercado clandestino. Debido a que la explotación es ilegal y de uso muy regional, se carece de estadísticas que nos indiquen cuál ha sido y es su nivel de explotación.

Pueden ser atrapadas con trasmallos o arpones, pero dado el gran tamaño que alcanzan y la dificultad de la maniobra para subirlas a bordo de las pequeñas lanchas de pesca costera (de 6 y 10 m de eslora), los pescadores generalmente rehuyen su captura. En ocasiones, cuando caen en sus trasmallos (para peces) prefieren perder parte de la red que subirlas a bordo o bien se deciden a llevarlas jalando hasta el mismo puerto. La explotación más frecuente, que desde hace varias décadas es ilegal, es la que se realiza en la misma playa de anidación, aprovechando que suben las hembras a desovar. Debido a que esta forma de explotarlas tan destructiva es clandestina, gran parte del animal es abandonado en la misma playa, extrayendo sólo los huevos y una pequeña cantidad de carne.

Estado actual del manejo en las costas mexicanas

Desde que se inició el presente siglo hasta llegar a los años sesenta, la explotación de las tortugas

marinas en México tuvo un escaso desarrollo y se circunscribió casi exclusivamente a la captura dentro del Golfo de México y Mar Caribe y a la extracción de huevo, generalmente clandestina, en todo el país. En el litoral del Pacífico, la pesquería fue principalmente ribereña, de consumo local y con gran arraigo en el noroeste del país. En este caso, la especie más importante fue la tortuga prieta, que también durante siglos se explotó de manera moderada, por los indios seris, los nahuas y los huaves. Aclarándose que en el caso de los nahuas el interés fue dirigido exclusivamente hacia los huevos, que eran secados y transportados a sus villorios, en las sierras cercanas a la costa. También los pueblos zapotecas y mixtecas del istmo de Tehuantepec utilizaron los huevos de la misma manera, pero en este caso fueron de golfina. Mientras todo esto ocurría parecía haber un equilibrio armónico entre los consumidores humanos y el recurso natural. El verdadero problema surgió cuando al declinar las poblaciones de cocodrilos se descubrió que la piel de la tortuga golfina tenía características apropiadas para la industria peletera. Desde ese momento la demanda de la piel, particularmente de golfina, se incrementó de forma exponencial, elevando el registro estadístico de la explotación nacional, desde unas cuantas toneladas (métricas), menos de 500, hasta el año 1959, alcanzándose las 11 950 toneladas en 1967 y 14 500 toneladas en 1968. Sin embargo, a partir de ese máximo la captura en el Pacífico mexicano presentó un continuo descenso, de tal manera que para 1970 sólo se capturaron 4 300 toneladas y fue necesario que a partir del 1o. de junio de 1971 se dictaminara una veda total, la cual se levantó a mediados de 1972 (Márquez, 1976b). Se suspendieron los permisos a los particulares y se otorgó la exclusividad a las cooperativas. Sin embargo, la regularización de estas agrupaciones y los trámites de los nuevos permisos demoraron el desarrollo de la explotación hasta principios de 1973, por lo que de hecho la veda tuvo vigencia durante un año y medio.

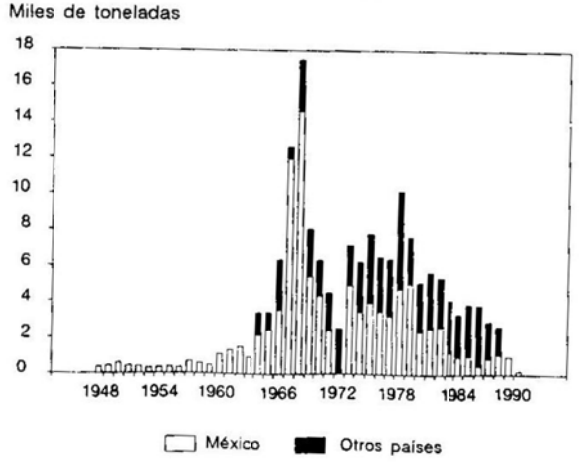
A partir de ese año se expidieron permisos sólo para la captura de tortugas golfina y prieta. Para que las cooperativas tuvieran derecho a ellas deberían demostrar que podían aprovecharlas integralmente o efectuar un contrato con alguna industria pesquera que se encargara de esa faena. La explotación se permitió a través de cuotas distribuidas entre noviembre y mayo de cada año, pues la veda vigente era de junio a octubre. Sin embargo, la captura ilegal fue tal durante la veda, que para tratar de controlarla y registrarla las autoridades de pesca a partir de 1977 iniciaron el régimen de "franquicias" durante la veda. No obstante los esfuerzos para regular la pesquería y el contrabando, las poblaciones siguieron mostrando un continuo deterioro, por lo que los volúmenes de captura y número de permisos se tuvieron que ir restringiendo, con la idea de que para 1992 habrían de quedar sin efecto en todo el país.

En la actualidad, en México todas las poblaciones de tortugas marinas se consideran en desequilibrio, a excepción de la golfina del estado de Oaxaca. Esta especie fue la que hasta el 31 de mayo de 1990 cubrió más del 90% del total de la captura nacional y la que en los últimos 25 años soportó a la pesquería; las otras especies fueron, de manera aproximada, la prieta (3%), la laúd (2%) y el resto el 5%, fue cubierto por la jabalina o perica de Baja California y las tortugas blanca, caguama y carey del Atlántico. Para contribuir a mejorar la situación de las poblaciones tortugueras del país, entre otras medidas, a partir del 1o. junio de 1990 entró en vigor la Veda Total, para todas las especies (Anónimo, 1990).

Captura comercial nacional

La captura de tortugas marinas en México fue un renglón muy importante para ciertas poblaciones ribereñas de ambas costas del país, particularmente del noroeste y del sur y sureste. La mayor parte de la producción fue de consumo regional, hasta finales de los años cincuenta. Posteriormente, junto con el interés de la piel hubo un aumento en la oferta de la carne, la cual en gran parte fue desperdiciada y desviada hacia mercados masivos en las grandes ciudades del centro del país; de esta suerte continuó desarrollándose la distribución y consumo de tortuga marina en México hasta que se declaró la actual Veda Total por tiempo indefinido, para todas las especies, productos y subproductos (Fig. 4).

Figura 4
Registro de la captura mundial y nacional de tortugas marinas



Para la captura de tortugas marinas intervienen dos factores primordiales que hay que tomar en cuenta para una adecuada administración: a) el *hábitat crítico*, que comprende la playa de desove y el área frente y a los lados de ella, la cual debe protegerse, apoyándose en los decretos de zonas de refugio o reserva natural y, b) la *temporada crítica*, que comprende el periodo de reproducción, particularmente el lapso de las arribazones y por lo menos una semana después de cada una de ellas; esto último es para dar tiempo a que los huevos desarrollen completamente todas las capas embrionarias y si se efectúan proyectos de incubación artificial, los huevos produzcan un buen porcentaje de eclosión. Dicha situación se consideró de manera normal para el manejo de la pesquería en los periodos de "franquicia durante la veda" y se contemplaba en las obligaciones para otorgar los permisos de pesca, sobre todo en el estado de Oaxaca, donde se presentan las más grandes arribazones durante la época de reproducción.

Deben ser diferenciados dos tipos de captura: a) de *subsistencia* y, b) *comercial*. La primera se realizó tradicionalmente por los grupos étnicos y pequeñas comunidades aisladas y el uso principal es como alimento; a este tipo de captura debe dársele un tratamiento especial. La captura de tortuga prieta en los últimos años fue permitida bajo el concepto de subsistencia. La captura comercial se desarrolló de manera más amplia a través de cuotas y franquicias basadas principalmente en la abundancia de las arribazones, el desove y la sobrevivencia durante la incubación.

En la evolución de la pesquería en México, por vertiente oceánica, se observa cómo rápidamente se incrementó en el lado del Pacífico, hasta llegar al máximo a finales de los años sesenta; también las áreas de captura fueron variando en los mismos estados, siendo primeramente más abundante en Sinaloa y Jalisco, después en Guerrero, Jalisco

y Oaxaca y finalmente (en los años setenta) sólo se pudo lograr una captura redituable en el estado de Oaxaca. Esto se debió a que rápidamente se alcanzó una sobrexplotación en los primeros estados, en los cuales desapareció el recurso, particularmente las poblaciones de tortuga golfina (*L. olivacea*).

Tortuga de carey *E. i. imbricata* y *E. i. bissa*. La evolución y administración de esta pesquería fue escasamente atendida por las autoridades, pues a pesar de no haberse otorgado permisos para su explotación, por lo menos desde 1983 continuó siendo común y corriente su comercio en casi todas las tiendas de artesanías del país, hasta la fecha en que se decretó la Veda Total para todas las tortugas marinas. Y, además, después de muchos años (1973 y 1983) en 1989 y 1990 volvió a registrarse exportación de concha de carey a Japón (8, 36, 524 y 106 kg respectivamente). Debido a que la explotación y el comercio ha sido ilegal durante todo ese tiempo, a partir de 1983 se desconoce cuál fue el monto total capturado. De esta especie sólo se comerció con los escudos y con ejemplares juveniles o subadultos disecados.

La tortuga laud es otra especie que por no haberse otorgado permisos, su captura jamás ha sido registrada en México, a pesar de que su explotación se incrementó en la última década, y posiblemente se continúa realizando en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Su captura fue mínima hasta hace unos diez años, pues debido a su gran tamaño se dificulta su maniobra a bordo de lanchas menores a 10 m de eslora, usadas comúnmente por los pescadores ribereños. Sin embargo, su explotación ilegal en la actualidad se realiza utilizando trasmallos de nylon monofilamento, de malla grande (más de 25 cm estirada). La carne que se consideraba de baja calidad por su fuerte olor, parece ser que hoy en día a nivel ribereño se consume más frecuentemente, por lo que se hace necesario mejorar la vigilancia en el mar, en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, particularmente frente a las zonas de anidación.

Captura comercial internacional

En el Pacífico Oriental Tropical y a nivel mundial, la tortuga prieta (*Ch. agassizii*) junto con la golfina (*L. olivacea*) fueron, a partir de 1967, las especies más importantes; sin embargo, en sus registros la FAO, entre ese año y 1988, que fue el último año revisado por nosotros, asignó toda la captura al género *Chelonia*, siendo que gran parte de la explotación, entre esas fechas, fue soportada por la golfina *L. olivacea* (Fig. 4). En la captura nacional se calcula que menos del 5% correspondió a la tortuga prieta y en la mundial, alrededor del 20% está distribuido entre las tortugas blanca, prieta, carey y caguama y el resto, casi el 80%, corresponde a la golfina. Los países que oficialmente intervinieron en la captura fueron: Ecuador, México y Panamá; pero se sabe que también explotaron a las tortugas y sus huevos Guatemala, ElSalvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica (sólo huevos) y Colombia (notoriamente). En Perú es común observar tortuga prieta y laúd en los mercados de Pisco y puertos del norte del país. El registro extraoficial para 1987 de tortuga prieta fue de casi 200 toneladas métricas. Excepto los tres países que aparecen en los registros estadísticos de la FAO, los demás no tienen registros oficiales ni de captura ni de exportación y, hasta hace poco, parte de la producción de esos otros países se exportaba a través de un tercero, a otros mercados, particularmente a Europa y Japón. En la figura 4 se incluyen los registros de la captura nacional (Fuente: SEPESCA) y la mundial que la FAO lleva a través de sus publicaciones

bianuales de estadística pesquera que estuvieron disponibles a los autores, desde 1964 a 1988. Sin embargo por ella nos podemos dar cuenta de la importancia de las tortugas marinas de México en el ámbito pesquero mundial (FAO, 1971, 1981, 1990).

La situación de la tortuga de carey en el ámbito internacional merece un tratamiento especial, ya que en todo el Pacífico esta especie es la más solicitada por los valiosos escudos de la concha, conocidos como "carey" y en Japón como "bekko", los cuales tienen un amplio mercado regional y de exportación. En los registros estadísticos de FAO no se asigna ninguna cantidad para esta especie; sin embargo, en la mayoría de las tiendas de artesanías de los países exportadores es muy frecuente que se expendan artículos de carey, así como tortugas disecadas. Todo este amplio mercado no es registrado debidamente, por lo que se desconoce cuál es el volumen real de la explotación. También es posible que cierta cantidad se continúe exportando hacia Europa, Japón y algunos puertos asiáticos como Hong Kong, Shangai y Singapur. Legalmente y hasta 1993 Japón tiene asignada una cuota de importación, a través del CITES, de 9 toneladas de escudos de carey.

Alternativas para la conservación

En la actualidad las actividades humanas que más amenazan la sobrevivencia de las tortugas marinas, no sólo en nuestro país sino en toda su área de dispersión, además de la explotación legal o ilegal, es la invasión de playas de anidación por complejos turísticos, carreteras, agricultura, ganadería, termoeléctricas, explotación petrolera, industrias contaminantes, plásticos, etc., y en el mar por las capturas dirigida e incidental, que pueden ocurrir durante el uso de trasmallos, palangres, redes de cerco y redes de arrastre de diversos tipos. Existen herramientas legales para regular y evitar el efecto negativo de muchas de las actividades mencionadas, sin embargo el mayor problema lo presenta su carácter prioritario con relación a las tortugas marinas. El cumplimiento de los ordenamientos legales frente a las acciones prioritarias en cada país es muy difícil de llevarlo a efecto, de tal manera que el deterioro ambiental y la reducción del hábitat de las tortugas marinas cada día es mayor y más difícil de controlar. Al respecto, en cada país se están tomando medidas inmediatas sobre el deterioro del hábitat o se están realizando estudios y ensayando metodologías de captura para reducir los efectos negativos de la pesca comercial de diferentes especies. Las medidas que se han desarrollado en México son muy variadas, las siguientes son algunos ejemplos de ellas.

Campamentos y estaciones tortugueras

Se ha considerado como un apoyo importante a las actividades conservacionistas el desarrollo de los trabajos en los campamentos tortugueros, que realizan o han realizado las diferentes instituciones oficiales, como SEPESCA, SEMAR, SEP, SEDUE, etc. En el ámbito no oficial intervienen las Universidades de los Estados e Instituciones privadas, nacionales y extranjeras, que en muchos casos otorgan aportaciones económicas, v. gr., los campamentos de Michoacán a través de la Universidad Michoacana; el apoyo a los campamentos del estado de Oaxaca, por la Universidad Autónoma Benito Juárez; la de Veracruz, Tamaulipas, Guadalajara, Sinaloa, Guerrero, etcétera.

La instalación de campamentos tortugueros por parte del INP se inició en 1966, con un programa de conservación y a partir de entonces el número de campamentos ha ido en aumento, de tal manera que en la actualidad se establecen

alrededor de 40 unidades (Fig. 1, Tabla 3). Las actividades de conservación realizadas en los campamentos que instala la SEPESCA, a través del Programa del INP, captan más del 80% del total de las hembras anidadoras y sus nidos en todo el país, así como de las crías producidas, particularmente de golfina, carey, blanca y lora.

El personal técnico del INP tiene a su cargo siete playas y en las demás desempeña actividades de apoyo y supervisión (Fig. 1, Tablas 3, 5, 6 y 7). Dentro de las principales actividades está el diagnóstico de las especies, el desarrollo de nuevas líneas de investigación, la evaluación de arribazones, la protección de hembras, nidos, huevos y liberación de crías. Al mismo tiempo se colecta información biológica y parámetros ambientales, útiles para el análisis de la dinámica de poblaciones.

Reservas naturales

Al mismo tiempo que la pesquería se incrementaba, otro tipo de actividades (turísticas, industriales, urbanas, agrícolas, etc.) se fueron haciendo más evidentes y afectaron el óptimo desarrollo de estas especies, de tal manera que para contrarrestarlas se consideró necesario elaborar un instrumento jurídico que permitiera regular al entorno donde toma lugar su reproducción, elaborándose decretos para que las áreas de anidación se mantuvieran fuera de los efectos negativos del avance de la "civilización". Así, en junio de 1977 se declaró la Primera Zona de Reserva Natural para la Protección, Conservación, Fomento e Investigación de Tortugas Marinas, correspondiendo en este caso a Rancho Nuevo, Tamaulipas, donde se reproduce la tortuga lora. Al mismo tiempo se desarrollaron otros proyectos para nuevas zonas de reserva, pero fue hasta octubre de 1986 cuando se formalizó el decreto y se establecieron otras 16 Zonas de Reserva Natural (Anónimo, 1977, 1986). Sin embargo es necesaria una nueva revisión, para incluir las que faltaron y derogar las que no se justifican (Fig. 1, Tabla 3).

Con el decreto de 1986 de las Zonas de Reserva, se trata de cubrir las más importantes playas de anidación que existen en México; así, tenemos que por especie estarían repartidas como sigue, aunque lo más común es que en una misma playa aniden varias de ellas.

Litoral del Pacífico. Para la tortuga golfina se incluyeron: Puerto Arista, Chis.; La Escobilla, Oax.; Piedra de Tlalcoyunque, Gro.; El Tecuán, Cuitzmala, Playa Teopa y Playón de Mismaloya, Jal.; y El Verde y Playa Ceuta, Sin. Para la tortuga prieta se consideran las playas de: Colola y Maruata, Mich.; y para la tortuga laúd están: Chacahua, Oax.; Tierra Colorada, Gro.; y Mexiquillo, Mich.

Litoral del Atlántico. Para las localidades de la tortuga lora y blanca, se considera en el Golfo de México y Mar Caribe Rancho Nuevo, Tamps.; y para las tortugas de carey y blanca, Río Lagartos, Yuc. e Isla Contoy, Q. Roo. En esta última localidad también anida la tortuga caguama y ocasionalmente la tortuga laúd. Dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, en el estado de Quintana Roo, se encuentra la Reserva Ecológica Marina del Municipio de Cozumel, Fracción Sur, en la cual se encuentran una serie de playas importantes para la anidación de tortugas marinas, principalmente tortugas caguama y blanca, que de alguna manera están protegidas. Sin embargo, la presión del desarrollo turístico en el área es muy rápida y se está presentando una constante amenaza a las playas de anidación y a la supervivencia de las especies de tortugas marinas presentes en el área.

Leyes y reglamentos

Las tortugas marinas constituyen un recurso pesquero agotado en la mayor parte de las regiones donde se distribuye. Por lo mismo es necesario fortalecer el reclutamiento por medio de proyectos de investigación y conservación en las playas de anidación que aún tienen alguna importancia y que por descuido pueden continuar deteriorándose o ser eliminadas definitivamente. Las investigaciones sobre el hábitat, la biología, dinámica de poblaciones y pesquerías deben tener suficiente continuidad, a través de un plan global que permita integrar la información que ha sido obtenida por todas las dependencias implicadas en estas actividades, de tal manera que permitan dictar las medidas necesarias para su recuperación y posteriormente sirvan para un manejo y conservación adecuados a este tipo de pesquerías de organismos altamente migratorios, de gran longevidad y lento crecimiento.

La rehabilitación de las poblaciones de estas especies sólo se puede lograr a través de una estricta vigilancia tanto del hábitat como de las leyes que prohiben su captura. Un apoyo sumamente importante es el trabajo de investigación y de conservación que se realiza en las estaciones y campamentos tortugueros, distribuidos en ambas costas del país. Obviamente no todas las áreas importantes pueden ser atendidas directamente por el personal del INP, pero sí se debe contar con la capacidad suficiente para coordinar y evaluar el desarrollo de los campamentos establecidos por otras dependencias y de esta manera poder integrar la información básica y necesaria para efectuar el diagnóstico de las poblaciones tortugueras.

La Secretaría de Pesca como dependencia rectora de la investigación, a través del Instituto, continuará desarrollando los mecanismos de concertación con las diversas Secretarías e instituciones oficiales y privadas, que intervienen en estas actividades de manera que se puedan lograr las metas previstas. Asimismo, a través de un centro especializado, se podrían crear las condiciones adecuadas para intensificar la investigación aplicada, de suma importancia para la recuperación de las tortugas marinas.

Nacionales

Las reglamentaciones han sido desarrolladas para adecuar la pesquería a una explotación racional y de acuerdo a las situaciones políticas y sociales del momento. Las reglamentaciones implantadas, por orden cronológico, han sido: tallas mínimas de captura por especie, prohibición de la explotación de huevo, veda de tres meses, veda de cinco meses, veda total en el segundo semestre de 1971 y primer semestre de 1972, exclusividad para las cooperativas, cuotas de captura, franquicias durante la veda, prohibición del uso de redes de arrastre y enmalle frente a las playas de anidación y los Decretos de las Reservas Naturales. Los resultados de estas reglamentaciones han estado de acuerdo al apoyo oficial y la aplicación de las mismas se ha dado también en esa misma medida. No obstante, la situación de las tortugas marinas ha ido deteriorándose cada vez más y para ello no sólo ha influido la acción directa de los pescadores y/o la presión de los compradores, sino también el avance de las comunicaciones terrestres en el país, que facilitan la salida ilegal de los productos al mercado, así como el acceso a lugares que hasta hace poco tiempo se conservaban vírgenes, facilitando la invasión de las áreas de reproducción por zonas turísticas, poblados, industrias, uso de las playas como minas de arena, etcétera.

Debido a la importancia y compromisos que se derivan de que nuestro país sea un depositario de estos organismos, lo que ocurra con ellos reviste una gran trascendencia, por lo que las acciones que se desarrollen para su administración y conservación son minuciosamente evaluadas, enjuiciadas y censuradas a nivel nacional e internacional, particularmente por gobiernos extranjeros, sociedades conservacionistas y ciudadanía en general.

En México, las leyes y disposiciones para administrar y preservar a las tortugas marinas se remontan a principios de siglo. Fueron muy generales y protegían a varias especies contra el abuso en su explotación. A partir de 1929 se aplicó por primera vez la prohibición al comercio y consumo del huevo de tortuga marina a nivel nacional, prohibición que hasta la fecha ha continuado su vigencia.

Cuando a mediados de los años sesenta se inició el auge del comercio internacional de la piel de la tortuga golfina (*L. olivacea*) hubo necesidad de establecer vedas parciales y tallas mínimas, primero una veda por cinco meses; después, al evolucionar demasiado rápido la explotación, se optó por una veda total experimental a partir de junio de 1971. En 1973 se reinició la captura, con cuotas para las tortugas golfina y prieta, con exclusividad para las cooperativas; a la laúd y la lora se les decretó veda total y para todas las demás especies (blanca, caguama y carey) se fueron cancelando los permisos. Posteriormente (1979) se suspendieron los permisos para capturar tortuga prieta y finalmente a partir del 1o. de junio de 1990 se decretó la Veda Total para todas las especies de tortugas marinas, sus productos y derivados, en todo el territorio nacional (Anónimo, 1990).

Al mismo tiempo que la pesquería se incrementaba, otro tipo de actividades, no pesqueras, derivadas del desarrollo urbano e industrial también se hicieron muy evidentes. Para prevenir su efecto inmediato y futuro y favorecer un óptimo desarrollo de las especies, se consideró necesario elaborar un instrumento jurídico que permitiera no sólo regular la pesquería sino también al entorno donde toma lugar su reproducción, por lo que se elaboraron decretos que mantuvieran preservadas de los efectos negativos del avance de la "civilización" a las más importantes playas de anidación. De tal manera que en junio de 1977 se declaró la Primera Zona de Reserva Natural y en 1986 se decretaron diez y seis zonas más (Anónimo, 1977, 1986) para proteger a las especies restantes.

Internacionales

Las tortugas marinas hoy en día se consideran a nivel mundial como especies amenazadas por la extinción (Márquez, 1990) y por lo tanto se encuentran incluidas en el Apéndice I de los acuerdos del CITES (Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre). Ninguna población se excluye de esta situación de tal manera que si se logra su recuperación y se pretende en el futuro seguir explotándolas, tanto para uso interno como para exportación, es necesario establecer programas de investigación y conservación que garanticen tanto la abundancia de las poblaciones como su aprovechamiento a un nivel óptimo. Estas especies son particularmente migratorias y en su administración, como recurso pesquero, deben intervenir también otros países. Debido a esta situación es necesario demostrar que el Programa de Tortugas Marinas, que el gobierno de México está desarrollando, tiene sólidas bases científicas y técnicas, y que en el momento de levantarse la veda actual, con la captura comercial no se pondrá en peligro la sobrevivencia de sus poblaciones.

Debido a que todas las especies de tortugas marinas son consideradas en peligro de extinción (Groombridge, 1982), es indispensable dar una amplia difusión a los trabajos de investigación y conservación que se realizan en México, para que este esfuerzo se tome en consideración en las negociaciones bilaterales que afectan o ejercen presión sobre el desarrollo de las pesquerías nacionales. Además, esta información puede servir para promover actividades similares en los países con los que se comparten estas poblaciones.

Dada la calidad migratoria de las tortugas marinas, las reglamentaciones que se llevan a cabo de manera unilateral dejan de tener efecto si no se realizan acuerdos a nivel internacional. Para la administración y conservación efectiva, como por ejemplo de la tortuga golfina, es necesaria la participación de por lo menos México, Costa Rica, Colombia, Ecuador y Perú. Para las demás especies se deben realizar acuerdos con otros países del área. Por lo que es necesario considerar convenios internacionales de investigación y fomento que permitan establecer un sistema de control de las fluctuaciones de las poblaciones naturales, así como detectar cambios en el hábitat que las puedan afectar.

La vecindad con los EUA nos hace particularmente importantes para el manejo de algunas de estas especies de distribución relativamente común. Tal es el caso de la tortuga lora (*L. kempii*), la blanca (*Ch. mydas*) y la caguama (*C. caretta*), así que las iniciativas legales que se emiten y aplican en dicho país, en un periodo casi inmediato vienen a afectar al nuestro, derivándose en muchos casos en presiones comerciales hacia la exportación de nuestros productos marinos, como sucedió con el Endangered Species Act, emitido en 1973, que considera a todas las especies anteriores como amenazadas por la extinción, y además incluyen a la tortuga golfina (*L. olivacea*) dentro de esa misma categoría, a pesar de que ellos no tienen a esa especie dentro de su territorio continental y aún se producen arribazones anuales en México y Costa Rica de varios cientos de miles de hembras, por lo que parece incongruente dicha categorización y además que se abroguen el derecho de aplicar sanciones de tipo económico a los terceros países que supuestamente están afectando a la sobrevivencia de estas especies.

Bajo el contexto anterior es como se desarrolla la situación actual de la captura incidental de tortugas marinas, que en mayor o menor grado se presenta en la explotación del camarón con redes de arrastre. De tal manera que aquellos países que exportan este crustáceo a los Estados Unidos y tienen poblaciones de tortugas marinas en sus costas deben demostrar que la captura incidental ha sido reducida a una proporción similar a la de ese país y además que están desarrollando programas de conservación de tortugas marinas, en un nivel equivalente.

Para la reducción de la captura incidental se está desarrollando el uso de los llamados TED's (Turtle Excluder Device), los cuales son aparejos que se adaptan a la entrada de la bolsa de la red camaronera para permitir la salida de las tortugas antes de que se ahoguen. Se han diseñado una serie de "TED's" que se clasifican en duros y suaves. Los primeros presentan una parrilla metálica deflectora que envía a la tortuga antes de entrar al bolso, hacia una compuerta; el principio de los suaves es similar pero la armazón en lugar de ser metálica es de una malla tensada que desvía a la tortuga hacia la compuerta, la cual permanece cerrada durante la operación del arrastre y sólo permite la salida a objetos voluminosos y pesados, como las tortugas, peces de cierta

talla en adelante u objetos equivalentes. La eficiencia es variable, según el diseño y el tipo de red al cual se han adaptado. El problema más importante que se debe resolver, antes de su total aplicación, es que la virtual pérdida de camarón puede en ocasiones llegar a ser mayor al 20%. La eficiencia en este sentido debe ser mejorada a un margen de pérdida de camarón inferior al 5%, de otra manera será muy difícil su aceptación por la industria camaronera de todos los países exportadores.

La evaluación de los programas de conservación de tortugas marinas, que de manera tan *sui generis* están desarrollando una gran variedad de organizaciones estadounidenses, es muy subjetiva y difícil de realizar, de tal manera que pretender certificar los programas de conservación que realizan los demás países con esa base y pretender equipararlos a su "programa" se considera casi imposible; sin embargo parece no existir ni mucho problema ni mucho interés en hacerlo, lo que hace suponer que la conservación de las tortugas marinas de la región se pretende que sea realizada por los demás países casi exclusivamente a través del uso de los llamados "TED's" y de esta manera justificar en caso necesario el "embargo a la exportación de camarón", responsabilizando a la industria camaronera de la salvación o la extinción de las poblaciones de tortugas marinas. Sobre el programa de investigación y conservación de tortugas marinas que se realiza en México baste examinar algunos de los resultados aquí presentados, considerando el número de campamentos tortugueros instalados, la cantidad de técnicos y científicos que se están involucrando en el mismo, el número de instituciones que intervienen, la cantidad de especies que se manejan, los nidos, huevos y crías que se protegen anualmente, para tener una idea de la magnitud del mismo.

A partir de la propuesta de embargo a la exportación de camarón mexicano a los EUA, que entraría en vigor el 1o. de mayo de 1991, y la resolución de una prórroga por tres años, y la obligación del uso de excluidores en la flota camaronera nacional, se ha generado la necesidad de desarrollar un amplio programa, dividido en dos subprogramas, uno para "la evaluación del impacto económico del uso de excluidores para tortugas marinas durante el arrastre con redes camaroneras", y otro para "la evaluación de la captura incidental durante las operaciones de la flota camaronera". El desarrollo de un programa de tal magnitud requiere de un auxilio extraordinario al personal técnico y científico del INP, por lo que para resolver tal necesidad se está integrando temporalmente a estudiantes y pasantes de las carreras técnicas de nivel medio y superior, relacionadas con el mar y la pesca, para apoyar los trabajos a bordo de la flota camaronera en ambos litorales del país y cumplir oportunamente con las metas propuestas. Los referidos subprogramas, para la "experimentación con TED's" así como el de "observadores a bordo", tienen un buen avance en ambas costas del país y los resultados del primer periodo de actividades ya fueron entregados y la segunda fase se está desarrollando en estos momentos.

Cultivo ¿una alternativa?

Experiencias nacionales

Existe poca información al respecto, aunque se sabe que se realizaron algunos ensayos por parte de la Dirección General de Acuacultura de la Subsecretaría de Pesca. Sin embargo, los resultados no fueron publicados y por otra parte las actividades fueron suspendidas, posiblemente por

falta de presupuesto y cambio de la política en el área de la acuacultura.

Hubo interés por el cultivo de tortuga de carey, blanca y golfina, pero no existe información accesible; tal vez la haya en informes archivados. Se sabe que para la tortuga de carey y la blanca, entre 1977 y 1982 se intentó realizar un llamado cultivo "precomercial" en los Centros Acuícolas de Isla Aguada, Campeche y de Puerto Morelos, Quintana Roo, pero en todas las ocasiones se suspendieron los proyectos, por difíciles y costosos y se terminó marcando y liberando varios miles de tortugas de 1 a 4 años de edad. Con la tortuga golfina también se intentó el cultivo "precomercial" en el Centro Acuícola de Mismaloya, Jalisco, con los mismos resultados. También se intentó un cultivo con fines conservacionistas en el Centro León Guevara cerca de Puerto Ángel, Oaxaca, en un pequeño poblado llamado Mazunte. Se construyeron las instalaciones por parte de la industria pesquera local llamada PIOSA (Pesquera Industrial Oaxaca, S.A.) y los trabajos fueron desarrollados por varios años pero no se lograron resultados muy positivos por lo que el proyecto fue abandonado y las instalaciones se entregaron a la Secretaría de Pesca. La especie que se trató de cultivar fue la tortuga golfina (*L. olivacea*). Las instalaciones también se utilizaron para la incubación de los huevos que se producían en el rastro de tortugas marinas de Puerto Ángel, Oaxaca, y cada año se liberaron poco más de un millón de crías incubadas en cajas de unicel. Las actividades de incubación prosiguieron hasta la fecha en que se declaró la Veda Total de Tortugas Marinas, en mayo de 1991.

Gran Caimán y otros

Recientemente se efectuó una visita a la Granja de Tortugas Marinas de la Isla Gran Caimán en el Mar de las Antillas y los resultados fueron publicados en la *Revista Archelon*, números 2 y 3 (Márquez *et al.*, 1991, 1992). Enseguida presentamos algunos de los aspectos más sobresalientes de este cultivo.

Para cultivar estas especies se reconocen dos maneras principales (Anónimo, S/F, Márquez, 1991). a) Granjas. En ellas la cantidad de huevos y crías necesarios para sostener una producción constante y redituable depende solamente del principio de los "stocks silvestres", ya sea a través de la compra o de la captura de adultos, así como la colecta e introducción periódica de una determinada cantidad de huevos y crías necesarios para formar sus grupos de reproductores e iniciar sus actividades comerciales con los excedentes que anualmente se estén produciendo, lo cual se logra generalmente a partir del 5o. año de iniciar actividades. Mediante la selección de los organismos idóneos se irá formando el grupo de reproductores y poco a poco se logrará la independencia del medio silvestre; esto sólo ocurrirá una vez que se tengan suficientes reproductores, producción de huevos y de crías. b) Ranchos. Se diferencia del método anterior porque no es autosuficiente y siempre dependerá de los excedentes producidos en el medio silvestre, particularmente de aquéllos que de alguna manera pueden llegar a ser destruidos, ya sea por la depredación natural o por fenómenos naturales (ciclones, inundaciones, erosión de playas, etc.), lo cual hace necesario un conocimiento y un seguimiento adecuado de las poblaciones que se están explotando, con objeto de no causar efectos negativos inmediatos o futuros.

En la actualidad, para cultivar tortugas marinas existen dos ranchos, uno en Tores Strait (al norte de Australia) y otro en la Isla Reunión (al noroes-

te de Madagascar, en el Océano Índico) y una sola granja, la de Gran Caimán.

Granja de tortugas de Gran Caimán

Los trabajos de cultivo de tortuga blanca *Ch. myda* fueron iniciados en 1968 y la granja se llamó Mariculture Ltd. Entre 1976 y 1983 fue operada como Cayman Turtle Farm, Ltd., y desde abril de 1983 fue incorporada al Gobierno de las Islas Gran Caimán, que administra las acciones compradas a sus dueños anteriores, adoptando el nombre actual de Cayman Turtle Farm (1983) Ltd. (Anónimo, 1973a, b, c, S/F).

La granja se instaló en 1968, en un estero de mareas de North Sound, llamado Salt Creek, manteniéndose las pequeñas tortugas en áreas cercadas, con abundancia de zacate marino, *Thalassia*. Pronto se vio que este método era difícil de controlar, especialmente durante tormentas, habiendo constantes pérdidas, por lo que en el mismo estero se instalaron estanques circulares flotantes, encerrados y anclados a un sistema de muelles y funcionando con el flujo de la marea. En este caso el intercambio de agua fue insuficiente para mantener una higiene adecuada, por lo que además se les instalaron sistemas de tuberías. Durante los primeros dos años la dieta fue básicamente de zacate marino, alimento preparado (para perros o bagres) y pescado congelado. En 1971 la granja se cambió a su lugar actual, a Goat Rock, en West Bay, instándose sobre la tierra, para lo cual se construyeron estanques de concreto, además de los que ya existían de fibra de vidrio y se excavó el estanque mayor donde habrían de colocarse a los reproductores. Todo esto, con oficinas e instalaciones anexas, ocupó un espacio de 2.63 hectáreas. A partir de entonces, el alimento que se les proporcionó fue del mismo utilizado para alimentar truchas, "peletizado", pues éste se caracteriza por permanecer flotando durante varias horas, lo cual mejora su aprovechamiento. Hasta ese año las instalaciones para mantener a las tortugas adultas consistieron de una excavación cuadrangular, con capacidad de un millón de galones, el fondo del tanque con un declive, el cual hacia el noreste termina en una playa arenosa artificial, donde anidan las tortugas (Anónimo, S/F, Wood, 1990).

Durante la primera mitad de los años setenta se concluyó en la granja una ampliación de aproximadamente 2.5 hectáreas más, donde se incluyó un segundo estanque de reproducción de más de un millón de galones de capacidad y estanquería en general, lo cual permitió duplicar el rendimiento y alcanzar la autosuficiencia de la granja, con una producción anual de 30 a 40 000 huevos. Por lo que a partir de 1978 la colección de huevos de origen silvestre fue disminuida al mínimo. En ese periodo, 10 000 crías al año fue el promedio necesario para satisfacer las demandas de producción de la granja. En ese mismo año, 1978, con las nuevas restricciones, originadas a través del CITES y la prohibición total de ingresar al mercado de Estados Unidos, así como el tránsito de productos de la granja, imposibilitaron también el acceso a mercados europeos y a Japón, de tal manera que la producción y las existencias tuvieron que ser reducidas al mínimo, para cubrir solamente las necesidades de consumo de las islas. Mientras tanto varias apelaciones al respecto fueron interpuestas durante las diferentes reuniones del CITES, sin resultados positivos.

La granja ha alcanzado la autosuficiencia, ya que las tortugas en cautiverio requirieron de 10 a 15 años para llegar a la madurez sexual y los primeros nacimientos en la granja (f1) ocurrieron

en 1973. Se esperaba que después de 1984 se iniciaría la producción de la segunda generación (f2). Estas últimas tortugas, producidas totalmente en cautiverio, se han estado adicionando poco a poco a la población de la granja, y en el año de 1991 hubo el primer desove de una tortuga de este grupo (f2).

En la granja, la madurez sexual de la tortuga blanca se puede lograr a los ocho años (Wood, 1990), pero se observa que en las hembras que maduran muy jóvenes, tanto la fecundidad como la fertilidad es menor que la normal, aunque ésta se va incrementando con la edad. El promedio de sobrevivencia durante la incubación es alrededor del 30%, que comparativamente se puede considerar bajo; este reducido porcentaje puede ser debido a que la mayoría de los individuos, a pesar de ser jóvenes, se observan excesivamente gordos. Por este motivo y para tratar de controlar el peso, la dieta que ahora se les proporciona es mucho menor en cantidad. Tampoco se agregan al alimento complementos vitamínicos ni se utilizan hormonas para inducir el crecimiento y el desove. El ciclo de anidación es alrededor de cada 1.6 años, cada hembra puede producir en promedio cinco a siete anidaciones, con 118 huevos cada una, con intervalos cercanos a los 10 días entre cada desove.

En la actualidad la granja está funcionando al 50% de su capacidad, debido particularmente al cierre del mercado internacional, de tal manera que las existencias de adultos de *Ch. mydas*, consisten solamente de 180 tortugas de origen silvestre, obtenidas antes de 1977, y 1980 más que proceden de crías nacidas y mantenidas en la granja hasta alcanzar su madurez. Además, cada año se adicionan nuevas tortugas de las nacidas en la granja, tanto de primera como de segunda generación las cuales sirven para reponer los individuos muertos, enfermos o de bajo rendimiento.

Los reproductores (260 tortugas de ambos sexos) producen anualmente cantidades del orden de los 45 000 a 50 000 huevos, de los cuales un promedio de 33% desarrollan crías viables. La granja necesita para su sostenimiento y para surtir el mercado local, cerca de 8 000 crías al año, así que parte de los excedentes son liberados en la localidad. La población normal de la granja era de algunas 20 000 tortugas entre juveniles, subadultos y adultos. Pero en la actualidad hay sólo 12 000 individuos; debido al fuerte temporal que ocurrió poco después del ciclón Gilberto se perdieron 5 000 tortugas. Por causa de enfermedades, la pérdida para el mismo año fue de 3 000 individuos.

Estanque de reproductores

La densidad considerada óptima es de una tortuga (peso promedio, 150 kg) por cada 4-6 m^2. La capacidad volumétrica es de 4 500 m^3. El agua es suministrada por bombeo directo desde el mar, a través de un canal excavado en la roca coralina. El equipo que abastece a este estanque suministra 40 mil litros por minuto (59 mil m^3 diarios), lo cual permite un cambio total cada hora.

Manejo de nidos y huevos

Durante la temporada de anidación, se efectúan guardias, con objeto de colectar los huevos. Las tortugas tardan en realizar la anidación alrededor de una hora y media, desde que salen hasta que regresan al agua. Ya que el número de anidaciones generalmente no es mayor de 10 por noche, casi siempre hay tiempo de colectar los huevos, antes de que la hembra los cubra de arena. Los

huevos son colocados dentro de contenedores, con capacidad de 20 unidades y estibados uno sobre otro. Son llevados a una sala con temperatura de 30°C, donde se inicia la incubación, durante cuatro semanas; después las cajas se pasan a otra sala, a 28°C, donde termina la incubación hasta completar 60 días. La duración del periodo de incubación se ha mantenido en 60-61 días, con objeto de que las crías nazcan más robustas y con el vitelo casi totalmente reabsorbido. Además, los cambios de sala de incubación a diferentes temperaturas tienen el objetivo de balancear una relación de sexos de 50H:50M (Wood y Wood, 1982), ya que parte de la producción de crías se está destinando al programa de repoblación en esta región del Caribe. Las crías que avivan aún con parte de vitelo son mantenidas uno o dos días más en las cajas, antes de llevarlas a los estanques.

Estanques para crías

En esta sección hay 80 estanques de cemento pulido, protegidos en el fondo por una capa de hule. Se les suministra el agua hasta una profundidad de 25 cm, es decir cerca de 650 litros. Sirven para mantener durante un año de 30 a 300 tortugas, según vayan creciendo. Al año alcanzan un peso promedio de 2.75 kg y una longitud de carapacho de 20 a 25 centímetros.

Estanques para juveniles, crecimiento y engorda

Estos se distribuyen por grupos de diferentes capacidades en toda el área de la granja, son tanto de fibra de vidrio como de concreto. Generalmente los de mayor tamaño se usan para los animales más grandes. El suministro de agua es continuo y se extrae directamente del mar a través de un canal; el agua se almacena en un tanque de distribución.

Estanques para tratamiento de enfermedades

Los estanques usados para el tratamiento de enfermedades o para cuarentenas, de juveniles y subadultos, se encuentran separados del resto, tienen forma cuadrada, son de concreto, y se llenan a una profundidad de agua de 40 a 50 cm. Son 15 estanques arreglados en tres hileras. La terapia utilizada en la mayoría de los casos es aislamiento, una alimentación adecuada y la mayor higiene posible.

Estanques para exhibición

El área de exhibición incluye seis estanques circulares de fibra de vidrio, de 3 m de diámetro. En ellos se encuentran tortugas blancas con y sin "marca viva", algunas pueden ser manipuladas por los visitantes. En otros estanques hay ejemplares de tortugas de carey *E. imbricata*, lora *L. kempii*, caguama *C. caretta* y un ejemplar de híbrido de tortuga blanca y carey (Wood *et al.*, 1983), el cual se conoce localmente como "Mc Quaggie" o "Mc Quankie".

Alimentación

Por la facilidad en el control sanitario y la definición más adecuada de las dietas, se les proporcionan exclusivamente forrajes preparados o "peletizado". Una peculiaridad del alimento es que flota en el agua durante varias horas. La proporción de alimento está relacionada con el peso corporal y la edad. A las crías se les proporciona, diariamente, hasta el primer año de edad, todo el alimento que puedan consumir. Después, durante el año siguiente, les corresponde el 3% de su peso. A los animales de dos años se les propor-

ciona 2% y a los de 3 años el 1%. De los cuatro años en adelante, a los subadultos y a los adultos (reproductores) se les da del 0.4 al 0.5%, en dos suministros diarios. La conversión de alimento a peso corporal varía con la calidad del mismo y la edad de la tortuga; en el caso del peletizado es de 1.6 a 6.5 unidades de dieta por cada unidad de peso ganada, siendo más eficiente en las tortugas más pequeñas (Wood y Wood, 1981). La talla comercial de 35 kg y longitud de carapacho de 55 a 60 cm, hoy en día se está obteniendo a los 5 años; hace 10 años, por la dinámica comercial esta talla se determinaba más temprana, a los 3 o 4 años, cuando las tortugas pesan entre 20 y 32 kg. El peso de las tortugas blancas adultas varía de 90 a 280 kg, con un promedio de 160 kilogramos.

Profilaxis y tratamiento de enfermedades

Ya que la granja es un sistema de cultivo intensivo, los organismos se encuentran constantemente en contacto y cualquier enfermedad infecciosa se puede propagar muy rápidamente, de tal manera que mantener la calidad sanitaria del medio juega un papel de primera importancia en las actividades de la granja. No obstante tener las máximas precauciones, existen a menudo enfermedades de naturaleza recurrente que es necesario controlar mediante programas de índole profiláctico permanente. Algunas de las enfermedades más frecuentes son las que afectan la piel, el sistema respiratorio y el digestivo (Márquez, 1976).

La mortalidad que ocurre a las crías de tortuga blanca en el primer año de vida es cercana al 50%. Después de este primer año la mortalidad decrece rápidamente hasta casi el 3% anual y así permanece hasta que las tortugas están listas para ser sacrificadas. Para controlar esta mortalidad, las acciones preventivas se inician desde la incubación de los huevos, usando cajas previamente desinfectadas y arena esterilizada. Una vez que eclosionan las crías, se seleccionan las más saludables. Las crías se colocan en estanques, a los que se les suministra, a lo largo de un año, de manera intermitente (cada hora), agua con una clorinación de 1 a 2 ppm. La limpieza es muy importante, por lo que para remover los desperdicios y reducir el crecimiento de las algas, diariamente son lavados los estanques de las crías y una vez por semana los demás. También se desarrolla una revisión constante en todos los estanques con objeto de detectar cualquier individuo enfermo y retirarlo de inmediato, llevándolo a la zona de control de enfermedades. Periódicamente, después de lavar los estanques se desinfectan utilizando cloro en polvo (cloro-hipoclorito de sodio).

Se ha observado que la temperatura influye en la morbidez de algunas enfermedades, por lo que es deseable una temperatura mayor a 25°C para mantener saludable la colonia (Wood, 1990). Otra medida importante es que a las tortugas recién nacidas y hasta los tres meses, para reducir enfermedades infecciosas, a la comida se le agrega cada 10 días tetraciclina disuelta en gelatina, recubriendo el alimento.

Área de procesado

Esta sección de la granja ha sufrido una reducción tanto en sus actividades como en el espacio que ocupaba. Cuenta con el área donde se sacrifican los animales, se empacan los productos y se conservan (congelados). El procesado no ha sufrido cambio, ni tampoco los productos que se obtienen, sin embargo algunos de ellos, como las conchas, pieles y aceites, al prohibirse la exportación, se han estado acumulando. De cada tor-

tuga de 45 kg se pueden obtener los siguientes rendimientos:

Producto	kg	%
Carne de primera	13.950	31.0
Productos para sopa	4.950	11.0
Pieles (2 piezas)	2.250	5.0
Aceites/grasas	6.300	14.0
Asaduras	6.750	15.0
Conchas	7.200	16.0
Desechos	3.600	8.0

Trabajos de investigación

Una de las más importantes aportaciones de una empresa como ésta es la posibilidad de realizar investigaciones sobre temas que con las poblaciones silvestres, especies en peligro de extinción, sería muy difícil y en algunos casos no recomendables o imposibles de llevar a cabo. Gran variedad de trabajos se han realizado desde que se iniciaron las actividades de cultivo (1968). Ya que el conocimiento sobre este tipo de cultivo se inició casi desde cero, los avances y logros en los estudios, particularmente sobre *Chelonia mydas* y *Lepidochelys kempii*, son de carácter innovador y en la mayoría de los casos de aplicación práctica directa. En la granja se han realizado investigaciones sobre: enfermedades y su tratamiento, dietas alimenticias y requerimientos de algunos nutrientes, crecimiento (Wood y Wood, 1977, 1981), fecundidad, ciclos de reproducción, temperaturas de incubación, relación de sexos y el efecto de la temperatura (Wood y Wood, 1982), uso y aplicación de marcas (metálica, plástico y viva) para estudios de migración, conducta, etcétera.

Programas de repoblamiento

Desde el inicio de las actividades en la granja una de las ideas esenciales ha sido la de apoyar el mantenimiento y la recuperación de las poblaciones silvestres y depender cada año en menor cuantía de ellas. Costa Rica, Isla Ascensión y especialmente Surinam, fueron las localidades donde se colectaron los huevos para iniciar el cultivo. En 1978, hasta antes de ser completamente independiente del medio silvestre, la granja colectó 460 000 huevos y de ellos se liberaron al lugar de origen 2 300 tortugas de un año. A partir de ese momento, la granja fue incrementando su producción de huevos hasta alcanzar anualmente un promedio de 45 000 huevos. De las crías que hoy en día se logran, se necesitan 8 000 a 10 000 para satisfacer los requerimientos de la granja; del resto, una parte es liberada inmediatamente y otra después de un año, en los alrededores de la isla, por lo que de esta manera hasta 1990 se han liberado más de 22 000 crías y juveniles. Algunas recapturas han estado obteniéndose, particularmente de Cuba y de los alrededores de las Islas Caimán. Los resultados aún están siendo analizados.

Alternativas futuras

La investigación y sobre todo la conservación de las tortugas marinas involucra la participación de una serie de organismos gubernamentales y privados. Por ejemplo, la Secretaría de Pesca desarrolla a través de sus diferentes Direcciones los programas de investigación aplicada, vigilancia, tecnología de captura, educación y difusión. Para mejorar la protección de las tortugas marinas en las playas de anidación, se apoya en el Plan Nacional para la Investigación y Manejo de las Tortugas Marinas, en el cual intervienen varias Secretarías. Para cubrir la investigación biológica y pesquera es indispensable incrementar las ins-

talaciones, el personal técnico y científico, el equipo y contar con el presupuesto necesario para el desarrollo óptimo de las actividades contempladas en dicho programa. Para que el Programa asegure el logro de sus objetivos se cuenta con el auxilio de las Delegaciones Federales. En lo relativo a las actividades de vigilancia, la SEPESCA se coordina con la Secretaría de Marina, la cual se encarga de vigilar la aplicación de los reglamentos para las vedas y detectar el contrabando. Asimismo coadyuva eficientemente en la vigilancia de las playas de anidación y en los campamentos tortugueros que se establecen en el país.

La educación es indispensable para la conservación de las especies en peligro de extinción, siendo un medio muy importante que no se debe descuidar. Dado el amplio interés que han suscitado las tortugas marinas, cada vez es más amplia la intervención de otras Secretarías en estas actividades. Este es el caso de la Secretaría de Educación Pública. Para su adecuada coordinación se hace necesario que las instituciones incorporadas a la SEP presenten con anticipación sus programas de actividades de investigación a la SEPESCA. Es importante promover ante esta Secretaría el desarrollo de programas educativos a nivel de escuelas primarias, secundarias y de bachillerato, que contemplen actividades de promoción y fomento, enfocadas hacia la conservación de las especies en peligro de extinción y su hábitat.

A partir del proyecto de embargo a la exportación de camarón mexicano a Estados Unidos, el cual entraría en vigor el 1o. de mayo de 1991, y la obtención de una prórroga por tres años, se ha generado la necesidad de desarrollar el "Programa para evaluar el impacto del uso de excluidores para Tortugas Marinas durante el arrastre con redes camaroneras", así como la "Evaluación de la captura incidental durante las operaciones de la flota camaronera". El desarrollo de un programa de tal magnitud requiere de un auxilio extraordinario al personal técnico y científico del INP, por tal motivo se desarrolló un acuerdo con esta Secretaría (SEP) que permita continuar integrando estudiantes y pasantes de carreras técnicas de nivel medio y superior relacionadas con la pesca, para apoyar los trabajos a bordo de la flota camaronera de ambos litorales del país.

Cooperativas Pesqueras

Los sectores cooperativo e industrial tuvieron una amplia participación en el desarrollo de la pesquería. En virtud de que la captura de tortugas marinas fue un recurso reservado a las cooperativas y ahora se encuentra en Veda Total, por tiempo indefinido, una de sus tareas importantes es su decisiva intervención en la conservación y fomento de las tortugas marinas. Desde los inicios del programa se involucró a los pescadores en los trabajos de instalación y manejo de campamentos, así como en el cuidado y protección de las playas de anidación. Asimismo otros programas se están poniendo en marcha, como es la creación del "Museo de la Tortuga" cerca de Puerto Ángel, Oax., el cual se pretende inaugurar en 1992. Una de las ideas para el manejo de este Museo, que incluirá un acuario al que se integrará la playa de anidación de la Escobilla, es la intervención del sector pesquero local en las actividades del mismo y dar empleo a los antiguos pescadores de tortugas marinas de esa región.

Gobiernos Estatales

Cada día aumenta más el interés y la colaboración en proyectos regionales, por lo que es importante seguir promoviéndolos: ejemplos son el CIQRO en

Quintana Roo; el gobierno de Oaxaca en el Centro de Investigación de Tortugas Marinas de Puerto Ángel; el convenio de apoyo obtenido a través del CRIP de Mazatlán; el apoyo al proyecto de la tortuga lora en Rancho Nuevo, Tamps; en Veracruz, entre otros.

CONACyT

Para lograr el desarrollo óptimo de algunos proyectos de investigación y conservación promovidos por el INP ha sido necesario contar con un apoyo económico extra y oportuno, a través de los proyectos científico-técnicos propuestos ante el CONACyT. Por la necesidad de ampliar y mejorar actividades y proyectos es obligado continuar canalizando apoyos económicos por esta y otras vías de financiamiento.

Instituciones Privadas

En este sector existe gran interés para apoyar proyectos de conservación, particularmente promoviendo y canalizando recursos económicos, materiales y humanos. Una de las instituciones privadas que ha destacado en este sentido ha sido PRONATURA al organizar labores de conservación y lograr el apoyo financiero de proyectos desarrollados por instituciones educativas.

Instituciones y Organismos Internacionales

El Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF), el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (F & WS) y el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) apoyan directamente la investigación o cooperan en algunos trabajos de conservación e investigación, a través de las universidades, principalmente las de Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz y Quintana Roo, la UNAM, etc. Estas universidades colaboran o efectúan la instalación de campamentos para la protección de las tortugas golfina (*Lepidochelys olivacea*), lora (*L. kempii*), prieta (*Chelonia agassizii*), blanca (*Ch. mydas*), caguama (*Caretta caretta*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y laúd (*Dermochelys coriacea*). Sin embargo los resultados y la información que generan no se canaliza al INP, llegando generalmente de manera anticipada a las organizaciones estadounidenses mencionadas, por lo que es necesario acordar con las instituciones nacionales que se informe de manera oportuna y completa de dichos resultados, con objeto de estar en mejores posibilidades de negociar las acciones gubernamentales de conservación y manejo en el ámbito nacional e internacional.

OLDEPESCA

Organización Latinoamericana para el Desarrollo Pesquero. Debido a que las poblaciones de tortugas golfina (*L. olivacea*) y prieta (*Ch. agassizii*), que se reproducen en México y Centro América también fueron objeto de una captura intensiva por los países de Panamá, Colombia, Ecuador y Perú y continúan siendo afectadas a nivel regional por la captura incidental y otros problemas derivados del desarrollo industrial, turístico, urbano, etc., es necesario una acción a nivel internacional que permita definir tareas conjuntas para su conservación, investigación y administración. Un foro adecuado para resolver y atacar estos problemas es OLDEPESCA, de la cual México es un miembro activo. Ultimamente la tortuga marina se ha relacionado con la pesquería del camarón, como captura incidental, de tal manera que los Estados Unidos de Norteamérica han considerado unilateralmente, como un producto factible de embargo, a toda exportación de camarón que provenga de cualquier estado latinoamericano que no desarrolle programas de conservación equivalentes a los de

ese país. En este contexto se han desarrollado tres reuniones para discutir y programar las acciones necesarias para cumplir los requisitos impuestos, particularmente: la evaluación de la captura incidental, el uso de excluidores de tortugas en las redes de barcos camaroneros y la instalación de campamentos tortugueros. México ha propuesto apoyar el entrenamiento en las tres acciones mencionadas, a través de técnicos y científicos del Instituto Nacional de la Pesca.

Desde 1978, a través del Programa MEXUS-GOLFO, en el que participan el Servicio de Pesca y Vida Silvestre (FWS), el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de los Estados Unidos y el Instituto Nacional de la Pesca, se desarrolla un proyecto para la expansión del área de anidación de la tortuga lora. Este trabajo está contemplado para 15 años. Aunque hubo una modificación en 1989 en lo relativo al donativo anual de 2 000 huevos que terminarían su incubación en Isla Padre, Texas, por 2 000 crías avivadas en Rancho Nuevo, Tamaulipas, el resto del convenio permanece sin modificar. A la fecha se han entregado poco más de 30 000 huevos y 6 000 crías, de los cuales se han obtenido y liberado más de 24 000 juveniles de casi un año de edad, en el norte y noroeste del Golfo de México. Dentro de estas reuniones de MEXUS-GOLFO, también se ha considerado como meta prioritaria la publicación de los resultados de los trabajos conjuntos así como la actualización y publicación de la sinopsis de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*). Para que esto se realice, desde 1989 se iniciaron las primeras acciones y en las dos últimas reuniones se propusieron fechas y actividades, acordándose buscar un apoyo extra, el cual se concretó como una oferta del Servicio de Minerales y Administración (MMS), a través del mismo NMFS. Ambas instituciones, NMFS y el INP pretenden publicar la sinopsis y el análisis de los trabajos conjuntos, en el primer semestre de 1993.

De 1989 a 1991 se ha asistido a las Reuniones MEXUS-PACIFICO, que son realizadas entre el INP y el Centro de Pesquerías del Suroeste (NMFS, Southwest Fisheries Center). Por primera vez se consideró la posibilidad de desarrollar trabajos de investigación conjunta, consistentes en la evaluación de tortugas marinas en alta mar, a través de muestreos a bordo de barcos oceanográficos, incluyendo el marcado convencional y la posible colocación de cinco marcas con transmisores vía satélite. Paralelamente, con la CIAT (Comisión Interamericana del Atún Tropical, de la Jolla, California), se busca el acceso a la información obtenida en la Flota Atunera de ESTROPAC (Pacífico Tropical del Este), a través de observadores a bordo. Aún no se ha concretado un plan de acción y objetivos asequibles a ambas instituciones.

Hasta 1986 se desarrolló un proyecto de colaboración bilateral entre los gobiernos de Cuba y México, en el que se incluyó a las Tortugas Marinas; sin embargo esta parte del convenio fue suspendida temporalmente por México. Ya que se venían logrando muy buenos resultados en el manejo de estas especies, en el campo de la investigación y en el entrenamiento de los técnicos de ambos países, el intercambio se reinició a partir de 1989. Por los beneficios que produce y su aplicación al mejoramiento de las poblaciones tortugueras de distribución compartida, se considera importante seguir apoyándolo, aunque sería conveniente promover nuevas metas específicas de interés común en la investigación y conservación de estas especies. Una de ellas sería el realizar un marcado intensivo de juveniles de tortugas de carey y blanca en las áreas de alimentación, en ambos países, con objeto de conocer su disper-

sión y determinar hasta qué grado se comparten las mismas poblaciones.

Por parte del Instituto Nacional de la Pesca es conveniente continuar y ampliar los programas de acción en las "Reservas Naturales" y en las más importantes playas de anidación, con el apoyo de todos los sectores interesados (Fig. 1). Corresponde al Instituto Nacional de la Pesca llevar la rectoría de la investigación. Para realizar dicha tarea es necesario:

- Apoyar la formación de cuadros de investigadores.
- Iniciar los planes y gestiones para la construcción de un Centro o Estación de Investigación para la Conservación y Cultivo de Tortugas Marinas.
- Continuar apoyando los trabajos de investigación y conservación en las instalaciones de Rancho Nuevo, Tamps.; Isla Aguada, Camp.; Río Lagartos, Yuc.; Isla Mujeres, Q. Roo; El Verde Camacho, Sin.; La Escobilla, Barra de la Cruz y Morro Ayuta, Oax., a cargo de los proyectos regionales.
- Supervisar los trabajos de conservación, evaluar los resultados y fomentar la protección de por lo menos 25 millones de huevos, en las playas de anidación de ambas costas, los cuales permitirán la liberación de una cantidad cercana a los 8 millones de crías de todas las especies.
- Evaluar la anidación solitaria, en grupos y en arribazones, en las playas donde están establecidos los campamentos tortugueros del INP. Analizar los resultados, integrarlos y elaborar un diagnóstico de las poblaciones.
- Apoyar el marcado anual de 4 000 tortugas adultas, de todas las especies y la difusión de la información técnica y científica derivada de estas actividades. Concertar con las instituciones involucradas la oportuna información sobre el resultado de estas actividades.
- Optimizar el flujo de la información científica y técnica, entre los proyectos regionales, a través de una red computarizada.
- Conseguir apoyo nacional e internacional para los proyectos de investigación, con objeto de ampliar los esfuerzos y mejorar metodologías para la investigación, manejo y recuperación de las poblaciones.

Agradecimientos

Habiéndose creado el Programa de Investigación de Tortugas Marinas casi al mismo tiempo que el Instituto Nacional de la Pesca existe una larga lista de personas e investigadores que en su momento contribuyeron al desarrollo de las investigaciones y de los trabajos de conservación. El agradecimiento a ellas se hace patente por este medio. Dar todos los nombres sería muy extenso y desafortunadamente quedarían muchos fuera, por lo que se piden disculpas a todos estos compañeros que en un momento dado aportaron su mejor esfuerzo.

Sin embargo no podemos dejar de nombrar a los biólogos Aurelio Solórzano, Manuel Solís, Ernesto A. Montoya y Humberto Chávez, Juan M. de la Garza, a los Drs. Gustavo Casas y Dilio Fuentes, a Raúl Ramos P. y Manuel Grande V. y muchos más. Algunos de ellos fueron pioneros y en un momento dado formaron parte del equipo. También debemos de nombrar a los compañeros que son parte actual del programa del Instituto Nacional de la Pesca, como son: Javier Vasconcelos P., Manuel Sánchez P., Juan Díaz F., Cuauhtémoc Peñaflores S., Aristóteles Villanueva, Mauricio Garduño, Miguel Rivera,

Raúl Lope, Daniel Ríos, Cecilia Botello, quienes con su aportación han hecho posible la continuidad de nuestro trabajo de investigación y conservación.

Las labores de investigación y conservación de las tortugas marinas de México no son exclusivas del INP y Delegaciones Federales de Pesca, en ellas intervienen de manera relevante las Secretarías de Marina y de Educación Pública y hasta el año pasado la de SEDUE, las Universidades Autónomas, particularmente la UNAM, a través del BITMAR, o de prácticas de campo, como las de Michoacán, Jalisco, Guerrero, Sinaloa, Oaxaca, Veracruz, Tamaulipas, etc. Los gobiernos de algunos estados han apoyado las campañas de conservación; lo mismo PEMEX, museos y acuarios, sociedades civiles como PRONATURA, Scouts de México. Las Sociedades Cooperativas de Pescadores no sólo las explotaron sino algunas de ellas también intervinieron decisivamente y aún lo hacen en trabajos de conservación.

Organizaciones internacionales han apoyado con donativos y trabajo voluntario las campañas de conservación y algunos aspectos de la investigación del INP, siendo de manera relevante los Servicios de Pesca y Vida Silvestre y el Nacional de Pesca Marina, de los cuales el primero además ha apoyado el marcado desde 1978 a nivel nacional, con el constante donativo de marcas; también Sociedades como la HEART de Texas han dado su apoyo a particulares, o bien el CONACyT que ha financiado tres de nuestros proyectos. A la FAO se agradece la publicación de algunos de nuestros trabajos. Asimismo se ha recibido apoyo de personas interesadas en las tortugas y su futuro, como fue el Sr. Juan González, y ahora su hermano Antonio. Otras personas han dejado contribuciones muy importantes a nuestro trabajo y desafortunadamente ya no se encuentran con nosotros, como fue el amigo Carlos Maya o el Dr. Archie Carr, quien estimuló el desarrollo de nuestras primeras actividades.

Bibliografía

ANÓNIMO. 1977. Acuerdo que establece la zona de refugio y veda para la protección de la Tortuga Lora. Departamento de Pesca. *Diario Cficial de la Federación*, Julio 4 de 1977: 34-35.

ANÓNIMO. 1986. Decreto por el que se determina como zona de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación y control de las diversas especies de tortuga marina, lugares en que anida y desova dicha especie. *Diario Oficial*, 348(40): 8-10.

ANÓNIMO. 1990a. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. *Diario Cficial*, Mayo 31 de 1990: 21-24.

ANÓNIMO. 1990b. Programa nacional de protección y conservación de tortugas marinas (Propuesta). SEDUE, SEPESCA, 116 p.

ANÓNIMO. 1973a. How to rise turtles. *The Cayman Islands Northwestern*. A Mariculture Suplement, Ltd., October: 7-9.

ANÓNIMO. 1973b. World markets eager for turtle products. *The Cayman Islands Northwestern*. A Mariculture Suplement, Ltd., October: 10-11.

ANÓNIMO. 1973c. A look at the farm. *The Cayman Islands Northwestern*. A Mariculture Suplement, Ltd., October: 12-13.

ANÓNIMO. S/F. *Cayman turtle farm*. Cayman Turtle Farm (1983) Ltd. Gran Cayman. British West Indies. 27 p.

FAO. 1971. Anuario estadístico de pesca. Capturas y desembarques, 1970. Tabla B7-2, *Yb. Fishery Statistics* 30: 470 p.

FAO. 1981. Anuario estadístico de pesca. Capturas y desembarques, 1980. Tabla B7-2., *Yb. Fishery Statistics*. 50: xxxii+470 p.

FAO. 1990. Anuario estadístico de pesca, Capturas y desembarques, 1988. Tabla B-72, *Yb. Fishery Statistics*, 66: viii+502 p.

GROOMBRIDGE, B., (Compilador), 1982. *The IUCN amphibia, reptilia red data book*. Part 1. Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia. Global Environmental Monitoring System. IUCN, Gland, Switzerland, 426 p.

HILDEBRAND, H.H., 1963. Hallazgo del área de anidación de la tortuga marina lora, *Lepidochelys kempii* (Garman), en la costa occidental del Golfo de México. (Rept., Chel.). *Ciencia Mex.*, XXII(4): 105-112.

HOLMAN, J.H., 1967. The age of the turtle. *Int. Turtle and Tortoise Soc. Journ.* 1(4): 15-21.

MÁRQUEZ-M., R., 1966. La cría artificial de la tortuga blanca (*Chelonia mydas mydas*, Linnaeus), en Tortuguero Costa Rica. *INIBIP, Pub.* 13: 24 p.

MÁRQUEZ-M., R., A. VILLANUEVA y J. CONTRERAS. 1973. *Instructivo para la protección de las tortugas marinas*. Inst. Nal. de la Pesca. S/D, 2:34 p., (Reeditado en: 1975, 1977. Ed. 1981 en inglés).

MÁRQUEZ-M., R., 1976a. El cultivo de las tortugas marinas en la Isla Gran Caimán. INP, *Estación de Investigación Pesquera, La Paz, BCS, Bol. Inf.*, 33: 6-12.

MÁRQUEZ-M., R., 1976b. Estado actual de la pesquería de tortugas marinas, en México, 1974. *Inst. Nal. de la Pesca, México, Serie Inf.*, 46: 27 p.

MÁRQUEZ-M., R., 1978. Sea turtles. In: W. Fischer (Ed.). *FAO species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*, Vol. 6. FAO, Rome, Italy.

MÁRQUEZ-M., R., 1981. Sea turtles. En: W. Fischer, G. Bianch y W. Scott (Eds.). *FAO species identification sheets for fisheries purposes. Eastern Central Atlantic (Fishing Areas 34 and part of 47)*, Vol. 6. FAO, Rome, Italy.

MÁRQUEZ-M., R., 1984. Sea turtles. En: W. Fischer y G. Bianchi (Eds.). *FAO species identification sheets for fisheries purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51)*, Vol. 6. FAO, Rome, Italy.

MÁRQUEZ-M., R., 1990. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Species Catalogue. *FAO Fisheries Synopsis*. 11(125): 81 p.

MÁRQUEZ-M., R., 1992. *Las tortugas marinas y su tiempo*. Fondo de Cultura Económica. (Terminado y aceptado), 180 p.

MÁRQUEZ-M., R. y BAUCHOT. 1987. Tortues. En: W. Fischer, L. Bauchot y M. Schneider (Eds.). *Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche (révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de peche 37*. Vol. 2. Vertebrés: 1 422-38.

MÁRQUEZ-M., R. y H. VAN DISSEL. 1982. A method for evaluating the number of massed nesting olive ridley sea turtles, *Lepidochelys olivacea*, during an arribazon, with comments on arribazon behaviour. *Netherland Journal of Zool.* 32(3): 419-425.

MÁRQUEZ-M., R., A. VILLANUEVA y P. PEÑAFLORES. 1975. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* (Eschscholz, 1829) en México. *Inst. Nal. de la Pesca. Sinop. Pesca*, 2: 61 p.

MÁRQUEZ-M., R., J. VASCONCELOS-P. y C. PEÑAFLORES-S., 1990a. *XXV Años de investigación, conservación y protección de la tortuga marina*. SEPESCA/Inst. Nal. de la Pesca, México. 49 p.

MÁRQUEZ-M., R., J. VASCONCELOS, J.M. SÁNCHEZ, S. SÁNCHEZ, J. DÍAZ, C. PEÑAFLORES, D. RÍOS y A. VILLANUEVA. 1990b. *Manual de operación de campamentos tortugueros*. SEPESCA/Inst. Nal. de la Pesca, México. 67 p.

MÁRQUEZ-M., R., G. NODARSE y S. ELIZALDE 1991. La cría de la tortuga blanca, *Chelonia mydas*, en la Granja de la Isla Gran Caimán, Antillas Mayores. I. Generalidades. *Archelon* I(2): 5-8.

MÁRQUEZ-M. R., G. NODARSE y S. ELIZALDE. 1992. La cría de la tortuga blanca, *Chelonia mydas*, en la Granja de la Isla Gran Caimán, Antillas Mayores. II. Aspectos Técnicos. *Archelon* I(3). (en prensa).

MEYLAN, A., P. CASTAÑEDA, C. COOGAN, T. LOZON y J. FLETEMEYER. 1991. First recorded nesting by Kemp's ridley in Florida, EUA. *Marine Turtle Newsletter* 48: 8-9.

MONTOYA, E.A., 1966. *Programa nacional de marcado de tortugas marina*. SIC, Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. Pub. Esp. 39 p.

RÍOS O.D., R. BRISEÑO y E.A. CHÁVEZ. 1991ms. *Tortuga Golfina. Investigaciones sobre tortugas marinas en Sinaloa*. INP/CRIP-Mazatlán. Inf. Interno (ms): 9 p.

ROMER, A.S., 1956. *Osteology of the reptiles*. Univ. Chicago Press, 772 p.

SOLÓRZANO, A., 1990. Tortuga marina, Datos sobre su biología. Prospección acerca de las tortugas marinas de México. *Instituto Nacional de la Pesca. Serie Doc. Trab.* (Reedición), 18: 26 p.

PRITCHARD, P.C.H., 1966. Occurrence of mesoplastra in a cryptodirar turtle, *Lepidochelys olivacea*. *Nature* 210(5036): 652.

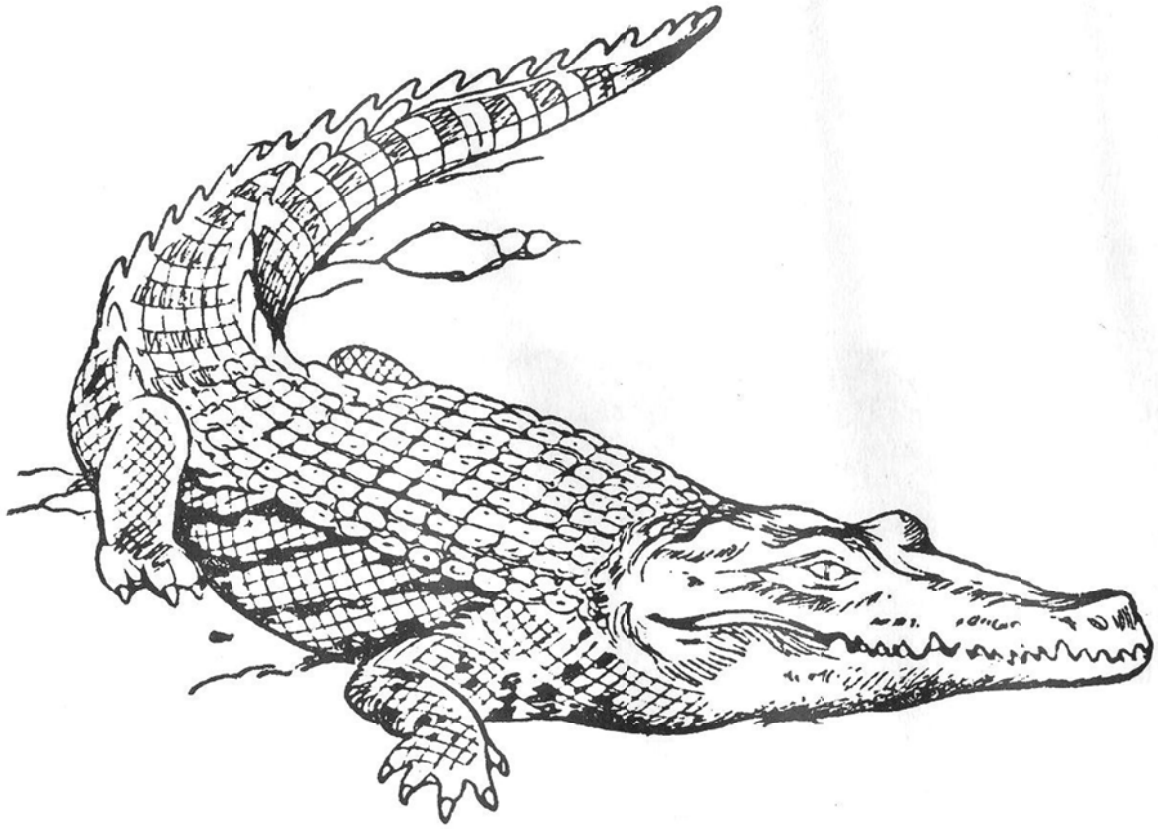
WOOD, F., 1990. Turtle Culture. En: Nash, CE (Ed.) Production of aquatic animals, *World Animal Science*, C4. Elsevier Science Pub. The Netherlands, Chapter 14: 225-234.

WOOD, F.E. y J.R. WOOD. 1977. Quantitative requirement of the hatchling green sea turtle, *Chelonia mydas*, for valine, leucine, isoleucine and phenylalanine. *The Jour of Nutrition* 107(8): 1 502-1 506.

WOOD, F.E. y J.R. WOOD. 1982. Sex ratios in captive-reared green turtles, *Chelonia mydas*. *Copeia* 1982(2): 482-485.

WOOD, J.R. y F.E. WOOD. 1981. *Growth and digestibility for the green turtle (Chelonia mydas) fed diets containing varying protein levels*. Elsevier Scientific Publ. Co., The Netherlands. Pp. 269-273.

COCODRILOS



LOS COCODRILOS EN MÉXICO

Gustavo Casas Andreu
Instituto de Biología, UNAM

El recurso

Características del grupo y especies en México

Los cocodrilos se han clasificado como pertenecientes a tres familias y ocho géneros, cuyas 23 especies (King y Burke, 1989) varían en tamaño, hábitat, preferencias alimenticias, comportamiento reproductivo, etcétera.

Desde el punto de vista ecológico, se consideran como especies clave que mantienen la estructura y función del ecosistema por las actividades que realizan, tales como la depredación selectiva de especies de peces, reciclamiento de nutrientes y mantenimiento de refugios con agua durante las sequías.

Todos los cocodrilos son depredadores acuáticos muy efectivos. Aún cuando son considerados dentro de los reptiles, los cocodrilos pueden mantener la temperatura de sus cuerpos dentro de límites estrechos, por medio de comportamiento, asoleándose cuando están fríos o buscando la sombra cuando están calientes. Metabólicamente son muy eficientes y tienen reflejos rápidos y una alta habilidad locomotora en tierra, la que les permite, inclusive, correr erectos sobre sus dos extremidades posteriores, o bien, nadar rápidamente en el agua impulsados por su poderosa cola. Los cocodrilos presentan pautas de comportamiento complejas, con interacciones sociales, jerarquías de dominancia, vocalizaciones, alimentación coordinada y cuidado maternal. Las hembras pueden poner de 10 a 40 huevos con cascarón duro en un nido excavado en el suelo o en un montón de vegetación acumulado por la hembra. En la mayoría de las especies, ésta permanece cerca del nido para protegerlo contra depredadores. Al nacimiento, las crías producen una vocalización que induce a la hembra a ayudarlas a salir del nido, inclusive acarreándolas en su boca para depositarlas en el agua. Las crías permanecen cerca de la madre por varios meses, obteniendo protección por la proximidad de ella. Al ir creciendo, las crías se van dispersando y son cada vez más independientes; no obstante, un gran número de ellas mueren por la depredación de otros animales e inclusive de otros cocodrilos, o bien por efecto del ambiente, como las bajas temperaturas. Las sobrevivientes alcanzan la madurez en un periodo de entre 5 y 15 años, dependiendo de la especie. En general, las hembras crecen más lentamente que los machos, los que a su vez llegan a ser más grandes que las hembras. Los cocodrilos son muy longevos en condiciones naturales y hay registros de la sobrevivencia por varias décadas de algunos de ellos. Existen muchas otras características de los cocodrilos, sin embar-

go, éstas son las más sobresalientes y que han determinado el por qué de la persistencia de este grupo tan antiguo y de la gran plasticidad de sus poblaciones, la que les ha permitido, en algunos casos, recuperarse desde casi el agotamiento por explotación, hasta producir altas tasas de captura; sin embargo, la captura y muerte continua de adultos puede llevar rápidamente a sus poblaciones al agotamiento, particularmente si se combina con la destrucción del hábitat.

Para su estudio, el Orden Crocodylia se ha dividido (King y Burke, 1989) en tres grandes grupos o familias:

- Alligatoridae (aligators y caimanes sudamericanos)
- Crocodylidae (verdaderos cocodrilos, lagartos y caimanes de la costa del Pacífico de México)
- Gavialidae (ghariales o gaviales de la India)

En México sólo se encuentran representantes de las dos primeras familias (Smith y Smith 1977), con las siguientes especies (ver Anexo):

a) Familia Alligatoridae
Caiman crocodilus chiapasius (Caimán huesudo de Chiapas)
b) Familia Crocodylidae
Crocodylus acutus (Caimán)
Crocodylus moreletii (Lagarto)

Origen y evolución

Los cocodrilos son animales muy conspicuos en los hábitats acuáticos y salobres de las áreas tropicales de nuestro país. De acuerdo con Buffetaut (1989), geológicamente es un grupo muy antiguo, con más de 200 millones de años, con cientos de formas fósiles y que tuvieron tres grandes radiaciones adaptativas. Descendientes de un grupo de reptiles, los Tecodontos, los cocodrilos más primitivos que se conocen son los Protosuquios, que aparecen a fines del Triásico, hace unos 230 millones de años, los que aún con sus características propias ya muestran el patrón estructural crocodiliano y que fueron grandes depredadores de hábitos terrestres. La siguiente radiación en el grupo de los cocodrilos se dio en el Jurásico, hace 190 millones de años, en un tipo de animales llamados Mesosuquios, los que se supone vivían en ambientes marinos; aunque tenían patas cortas, podían acceder al medio terrestre, al que acudían posiblemente a anidar. Una tercera radiación fue hacia el origen del grupo de los Eusuquia y que, además de las formas fósiles, incluyen a los cocodrilos vivientes. Los primeros Eusuquios se conocen de hace unos 80 millones de años. Los Eusuquia primitivos dieron origen a las tres familias que se conocen en el presente.

Distribución geográfica

Caiman crocodilus es una de las especies más ampliamente distribuidas del nuevo mundo, encontrándose desde el sur de México hasta el centro de Brasil y norte de Bolivia; en particular *C. c. chiapasius* se distribuye sobre la costa del estado de Chiapas y la suroriental de Oaxaca (King y Burke, 1989), (Fig. 1).

Crocodylus acutus tiene también una gran distribución en América, incluyendo el extremo sur de la península de Florida, las costas del Pacífico de México, América Central y el norte de Sudamérica, así como las islas del Caribe (Thorbjarnarson, 1989), (Fig. 2). En México se localiza desde el Río Fuerte en el norte de Sinaloa, hacia el sur, en toda la costa del Pacífico de México, entrando hacia el continente en grandes ríos como las cuencas del Santiago y el Balsas, no siendo muy claros sus límites norteños en la costa del Golfo de México,

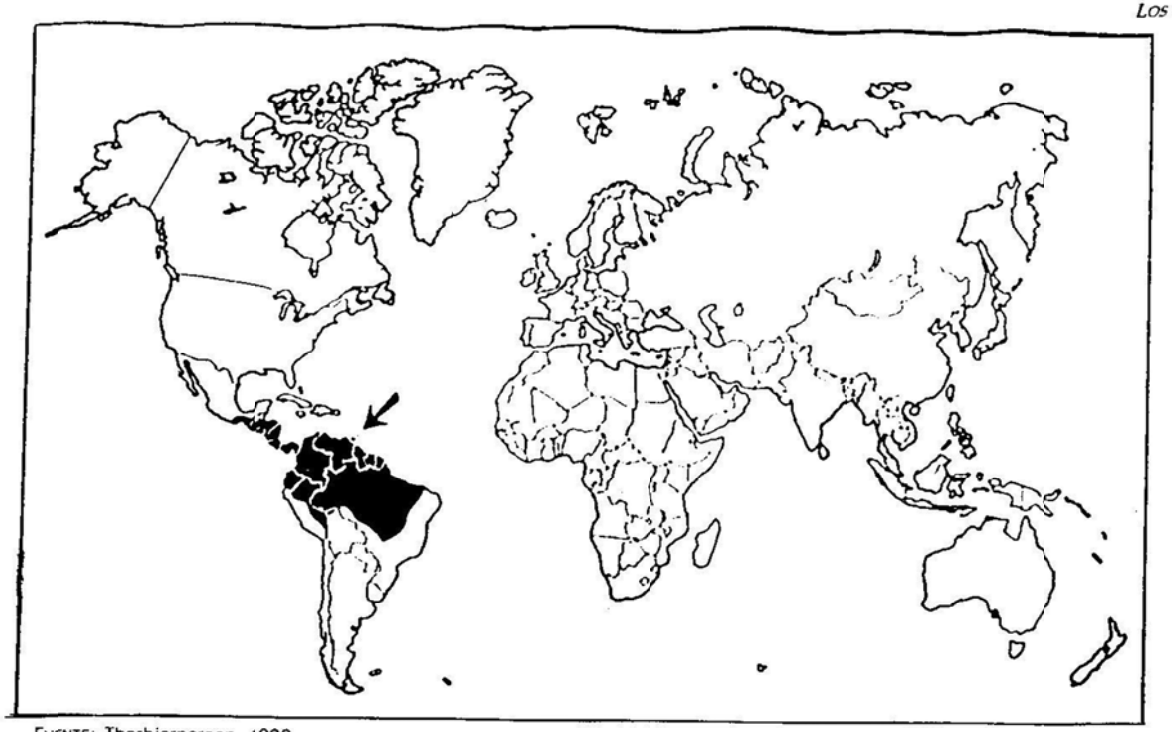


Fig. 1

Distribución geográfica de Caimán crocodilus

FUENTE: Thorbjarnarson, 1992.

aunque se establece que se puede encontrar desde el Río Palizada en Campeche, hasta la costa de la Península de Yucatán.

Crocodylus moreletii se distribuye sobre la vertiente del Atlántico, desde el centro de Tamaulipas y de ahí hacia el sur, por la costa del Golfo de México hasta el norte de Guatemala y el centro de Belice (Ross, 1987), (Fig. 3).

Modificaciones en las poblaciones

Los cocodrilos han sido explotados desde tiempo inmemorial como fuente alimenticia o medicinal o eran cazados cuando representaban un peligro para los humanos o su ganado. Existen algunos registros históricos que nos hablan de las grandes concentraciones de cocodrilos que había en algunas regiones del país (Del Barco, 1988); sin embargo, la captura comercial de cocodrilos se inició en México en la década de 1870, habiendo información sobre la importación de pieles de cocodrilos de México, por parte de compañías de los Estados Unidos (Thorbjarnarson, 1992). A partir del año de 1937, se lleva el registro de la explotación de pieles de lagarto en las diferentes Oficinas de Pesca del país y los datos que se conocen fueron interpretados como índices del estado de las po-

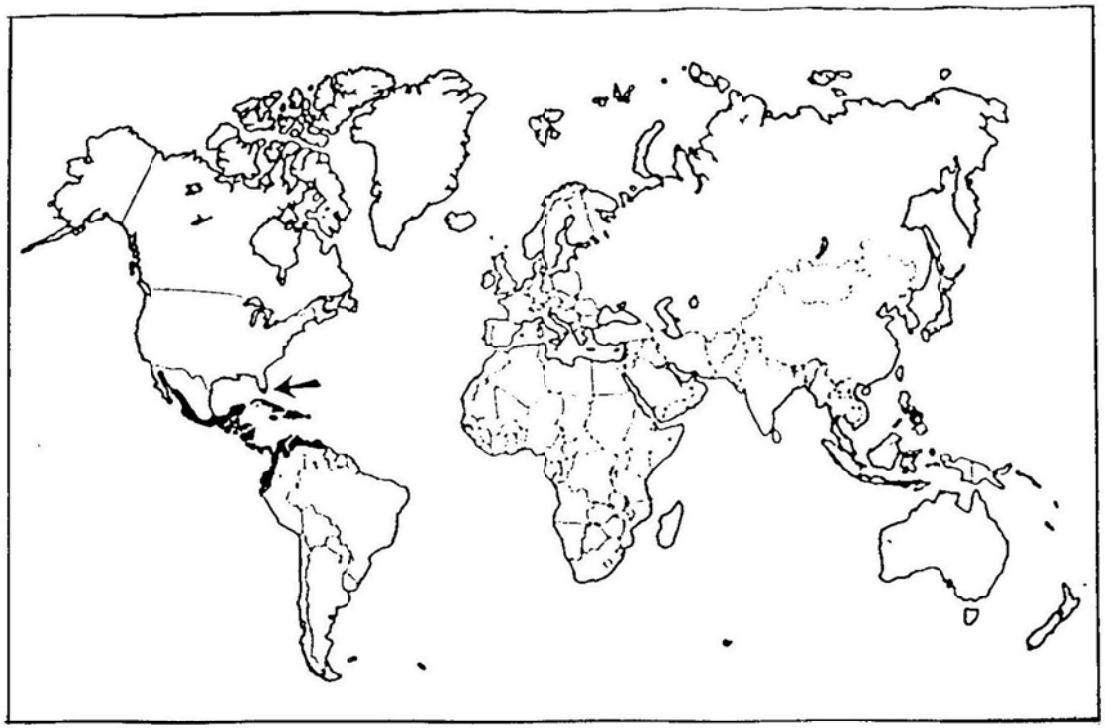


Fig. 2

Distribución geográfica de Crocodylus acutus

FUENTE: Thorbjarnarson, 1992.

blaciones naturales (Casas y Guzmán, 1970). Entre 1937 y 1946 se registraba la captura y explotación de estos animales en 37 localidades del país, mientras que entre 1957 y 1966 solamente en 13 localidades, registrándose finalmente 8 localidades en 1967. De esos datos se pudo determinar que la explotación fue intensa y sostenida hasta el año de 1950. Las únicas oficinas que habían registrado explotación de cocodrilos hasta esas fechas y por más de 30 años fueron: en el Golfo de México y Caribe, Frontera y Villahermosa en Tabasco, Ciudad del Carmen, Palizada y Campeche en Campeche y Chetumal en Quintana Roo; en la costa del Pacífico solamente Acapetahua y Tapachula en Chiapas (Casas y Guzmán, 1970).

El desarrollo de granjas de camaronicultura en México puede estar amenazando y disminuyendo a las poblaciones naturales de cocodrilos, ya que los terrenos utilizados para ello son también hábitats para estas especies, por lo que es conveniente verificar el efecto de esas granjas sobre este recurso.

Estimación de las poblaciones actuales

Desde el año de 1970 en que la Secretaría de Industria y Comercio promulgó una veda permanente para la captura de los cocodrilos en México, en general no se tienen noticias sobre el efecto de la misma en las poblaciones naturales. En 1988

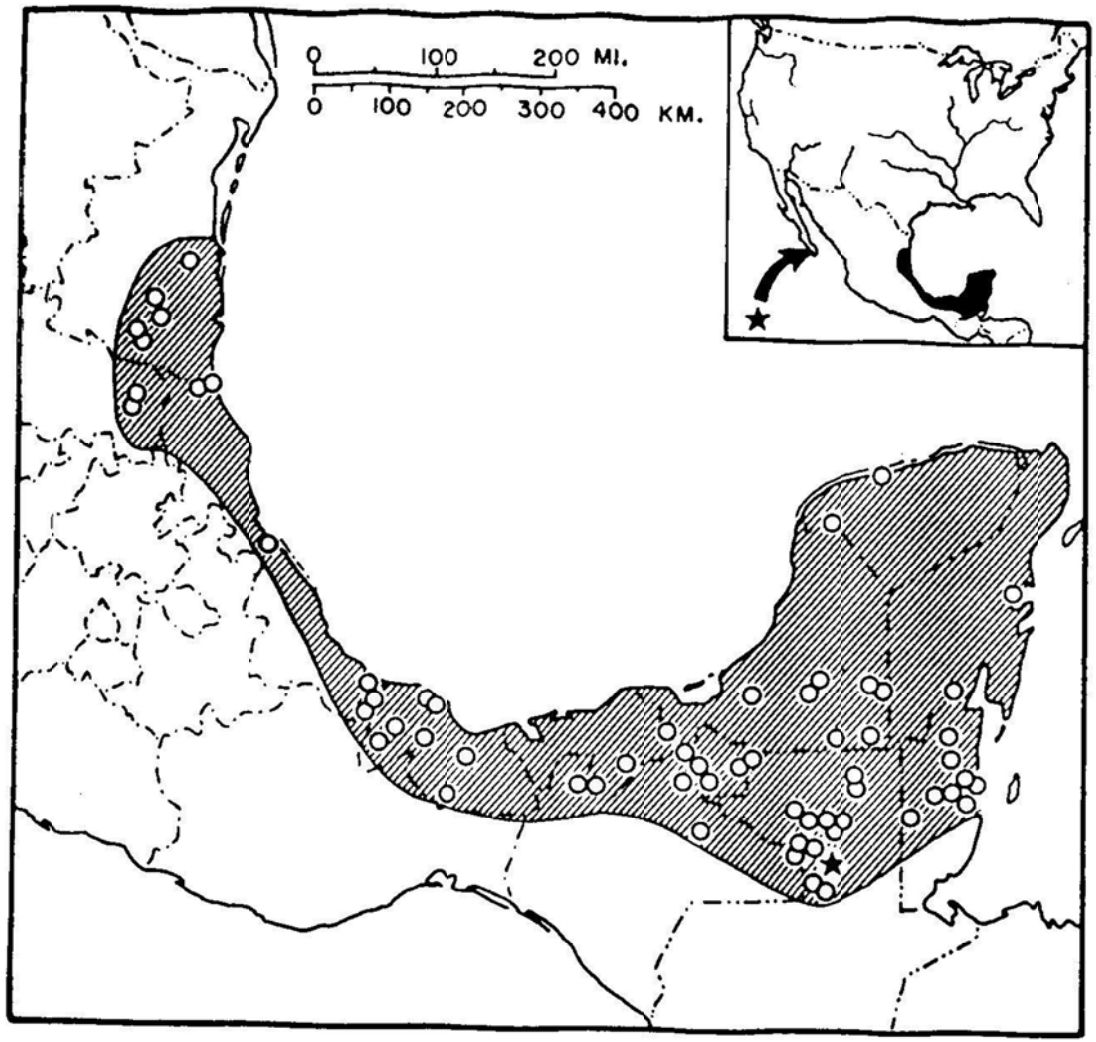


Fig. 3

Distribución geográfica de ***Crocodylus moreletti***

FUENTE: Ross, 1987.

Los círculos representan localidades de captura; las estrellas negras son localidades para formas fósiles; la estrella negra en un círculo, en Guatemala, es la localidad del tipo.

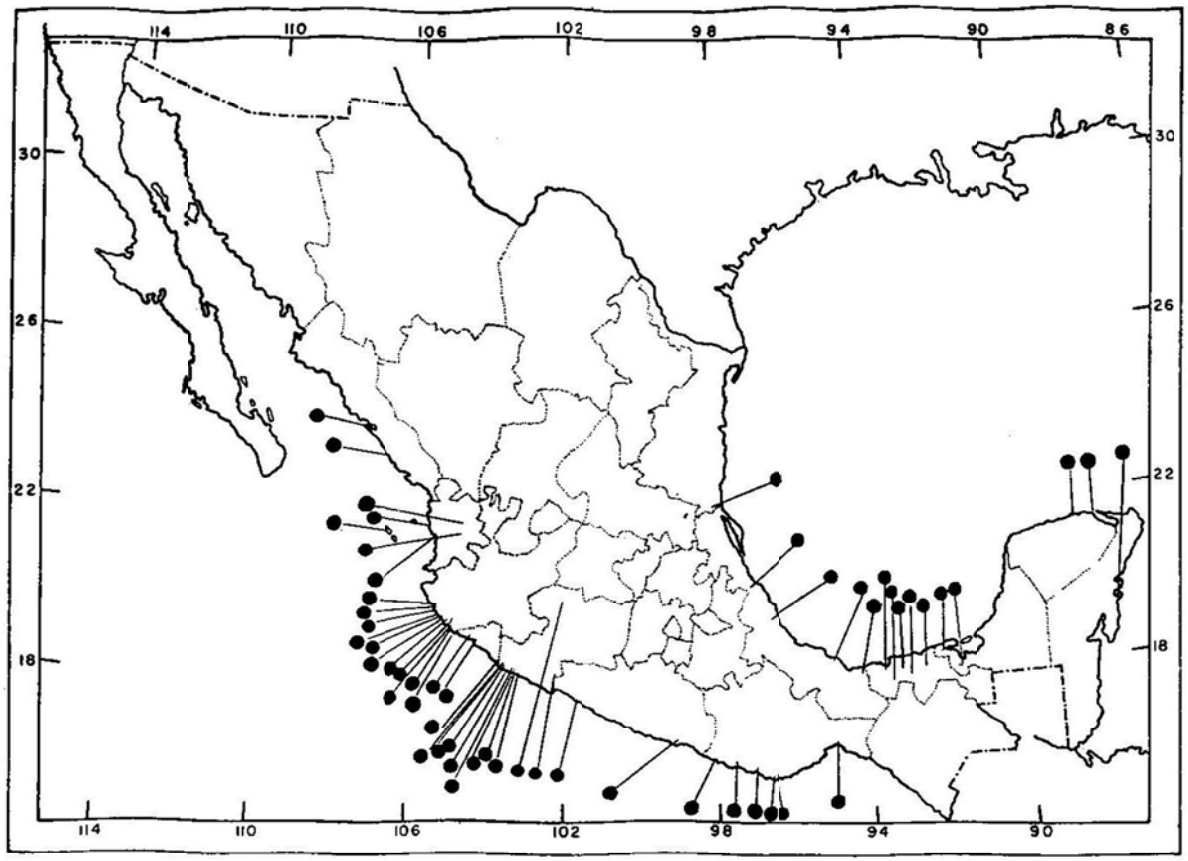


Fig. 4

Lugares en que se han detectado poblaciones de cocodrilo en los últimos cinco años

NOTA: Los puntos señalados en la costa del Pacífico corresponden a *Crocodylus acutus*, mientras que para la del Golfo de México y Caribe se refiere a *C. moreletii*.

dentro del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México se forma un grupo de investigadores, que inician los trabajos sobre diferentes tópicos de la biología de los cocodrilos, incluyendo el realizar evaluaciones de poblaciones naturales. Los resultados que ha tenido dicho grupo es que en varios cuerpos de agua, tanto de la costa del Golfo de México como del Pacífico, existen áreas en que los cocodrilos (*Crocodylus*) han sido prácticamente extirpados, pero hay otros en que las poblaciones dan muestras de cierta recuperación y, en algunos casos, éstas parecen encontrarse en condiciones de conservación aceptable (Casas, Reyna y Méndez 1990; Méndez y Casas, en prensa). Las únicas poblaciones en que se tienen datos cuantitativos sobre

las poblaciones son las localizadas en la cuenca media del Río Santiago, en Nayarit-Jalisco (Fig. 4), en la que se han contado más de 30 adultos de *C. acutus* de gran tamaño; en la desembocadura del Río Cuitzmala, Jalisco, en el que la población de *C. acutus* supera los 200 individuos, incluyendo a crías, subadultos y adultos (Casas y Méndez, en prensa); se tiene información confiable sobre *C. acutus* en la costa de los estados de Jalisco, Michoacán y Oaxaca; de la especie antes citada existen registros de los habitantes en diferentes localidades del país. En el Lago de Catemaco se ha estimado una población de más de 20 individuos y de más de 40 de *C. moreletii* en Laguna de Nixtamalapan en San Andrés Tuxtla, Veracruz (Pérez-Higareda, com. pers.); y en la Laguna de las Ilusiones, en Villahermosa, Tabasco, el número de cocodrilos de esta misma especie llega a los 60 animales (A. Cabrera, com. pers). Para la vertiente del Golfo de México, por comunicación con habitantes de la región, se sabe que existen poblaciones importantes de *C. moreletii* en los pantanos de la costa de Tabasco y Campeche.

Se desconoce por completo cuál sea el estado actual de las poblaciones naturales de *Caiman crocodilus* de las costas de Chiapas y Oaxaca.

Protección de los cocodrilos de México

Antecedentes sobre investigación y protección

Aún cuando la captura de cocodrilos se inició alrededor de 1870 y tuvo su esplendor ya en este siglo, en las décadas de los años treinta y cuarenta, las primeras leyes y disposiciones reglamentarias para la captura de cocodrilos se establecen en 1923, ya que en la Ley de Aguas se vedan por primera vez las especies de cocodrilos de México entre los meses de octubre y febrero de cada año. En 1927 se establece una talla mínima de captura (1.80 m) y se deroga la época de veda. En 1930, y muy posiblemente debido a la intensa explotación de los cocodrilos, se establece una veda total para las especies del Golfo de México y se determina una nueva talla mínima (1 m), con una veda total por cinco años para los estados de Oaxaca y Chiapas en la costa del Pacífico. En 1933 se vedan por cinco años los cocodrilos de Nayarit y Sinaloa y entre este año y 1939 hay un sinnúmero de disposiciones por cuanto a tallas mínimas y vedas locales. Para el año de 1940 se establecen dos zonas de veda: Zona A: estados de Tamaulipas y Veracruz hasta Alvarado, Yucatán, Jalisco, Colima y Michoacán, del 18 de marzo al 31 de diciembre de cada año. Zona B: estados de Veracruz, desde Alvarado hacia el sur, Tabasco, Campeche y Quintana Roo. Por otro lado se modifican las tallas mínimas de captura. Desde el año antes citado y con modificaciones por cuanto a la temporada de captura y cambios en las tallas mínimas, las disposiciones se mantienen hasta el año de 1970 en que por medio de la Secretaría de Industria y Comercio se establece una veda permanente para la captura y aprovechamiento de las especies de México. Esta veda total permanece vigente hasta nuestros días. Las leyes y disposiciones antes citadas dejan entrever la gran preocupación por la conservación del recurso; no obstante, el conocimiento que se tenía sobre el mismo era muy limitado, no tan sólo en México, sino en el resto del mundo.

La investigación realizada para la conservación de los cocodrilos de México es muy escasa (Schmidt en 1924 publica los primeros datos útiles para la conservación, aunque lo hace en Centroamérica) y los primeros registros que se tienen

fueron los artículos que Martín de Lucenay (1942a, 1942b) publica en la *Revista General de Marina*, haciendo referencia por primera vez a la crianza artificial, alimentación, comportamiento, importancia comercial, etcétera., de *C. moreletii* en Laguna Verde, Veracruz; Smith y Taylor (1950), en su gran obra sobre los anfibios y reptiles de México, publicada en los boletines de la Smithsonian Institution, presentan por vez primera la distribución de las especies de cocodrilos de nuestro país, cuyos datos son de gran importancia para el manejo y conservación de estos recursos. Miguel Alvarez del Toro en su libro sobre los *Reptiles de Chiapas* (1960) presenta un cúmulo importante de datos sobre la historia natural de las especies que se encuentran en ese estado y que de hecho corresponden a las del país. En 1970, Casas Andreu y Guzmán Arroyo hacen una síntesis sobre el conocimiento de los cocodrilos de México, que publica el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, adicionando nueva información y haciendo por primera vez un análisis sobre el recurso y su conservación en el que tratan de identificar cuál era el estado de las poblaciones de cocodrilos para esas épocas. Howard Hunt (1973) describe por primera vez la anidación y nacimiento de crías de *C. moreletii*. Alvarez del Toro (1974) publica un libro en que adiciona información a su obra antes citada, agregando un capítulo sobre el cultivo de cocodrilos. Después de un gran lapso, sale a la luz en los *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* de la UNAM, un artículo sobre la anidación de *C. moreletii* en México, que contiene datos importantes sobre la reproducción de la especie (Casas Andreu y Rogel Bahena, 1986). Finalmente Casas, Reyna y Méndez (1990) determinan el status y distribución de *C. acutus* en el Pacífico de México. Thorbjarnarson (1990), en un importante trabajo, resume la información existente sobre *C. acutus* en toda su área de distribución.

En los últimos años se han publicado resúmenes de congresos y varias tesis de licenciatura sobre diferentes tópicos del cultivo de *C. moreletii*; no obstante, al no haber cristalizado en publicaciones es difícil obtenerlas y consultarlas.

Estado actual del manejo del recurso

Oficialmente los cocodrilos se encuentran en veda permanente desde 1970; no obstante, la captura clandestina se da en muchas localidades del país (Herrera, 1989). Desde luego esto ha determinado que no se realice ningún manejo sobre el recurso.

También existe captura incidental, cuando se realiza la pesca de diferentes especies de peces por medio de atarraya o chinchorro en las lagunas costeras o esteros de las áreas tropicales del país; sin embargo, este tipo de captura no parece afectar de manera importante a las poblaciones naturales.

Medidas vigentes para su protección

Políticas nacionales

Como se señaló anteriormente, en los artículos reglamentarios de la Ley Federal de Pesca, promulgada en el año de 1970, se establece la veda total para la captura de cocodrilos en el territorio nacional.

Acciones a nivel internacional

En el año de 1991, el Gobierno de México firmó la "Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silves-

tres", más comunmente conocida como CITES que en su Artículo II establece sus principios fundamentales, los que están contenidos en tres apéndices, y que afectan al comercio con cocodrilos a nivel mundial. Dichos apéndices son:

1. El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. Éste deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta, a fin de no poner en peligro aún mayor la supervivencia de estas especies y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales.

2 El Apéndice II incluye a:
- Todas las especies, que si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación, a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia; y
- Aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies a que se refiere el subpárrafo (a) del presente párrafo.

3. El Apéndice III incluirá todas las especies que cualquiera de las Partes manifieste que se hallen sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación y que necesitan la cooperación de otras Partes en el control de su comercio.

De acuerdo con los apéndices antes señalados, las tres especies de cocodrilos existentes en México se encuentran en el Apéndice I y por lo tanto el comercio mundial con ellas se encuentra totalmente restringido.

A nivel internacional existe un Grupo de Especialistas en Cocodrilos (Crocodile Specialist Group o "CSG") que con apoyo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos (UICN) ha producido una publicación "Crocodiles. An Action Plan for their Conservation" (Thorbjarnarson, 1992) la que describe cómo se encuentra el status de conservación de las 23 especies del Orden Crocodylia en el mundo. Los objetivos de ese plan son:

- Resumir la información del status actual de las poblaciones naturales de cocodrilos.
- Resumir información sobre los programas de manejo actuales.
- Priorizar a las especies, en función de las necesidades de acciones de conservación.
- Desarrollar una lista de prioridades de proyectos de conservación para cada especie.

Resultados de acciones proteccionistas

a) Veda Permanente de 1970. Debido a que se desconocía el status de las poblaciones cuando se inició esta veda, no hay certidumbre por cuanto a que las detectas en los últimos años sean producto de la misma. La existencia actual de las poblaciones de la costa de Jalisco se ha atribuido a varios factores (Méndez y Casas, en prensa). En primer lugar es muy posible que tiempo atrás, la disminución de las existencias naturales hiciera incosteable la captura comercial; al haber otras fuentes de ingreso en esos lugares como el turismo, la pesca, la tortuga marina, la agricultura y el aumento de comunicaciones, la presión de captura sobre estos animales se vio disminuida; finalmente, es posible que la veda hubiese jugado algún papel en la recuperación de ciertas poblaciones.

b) La adhesión de México a la CITES tiene poco tiempo, por lo que el efecto de esta acción en las poblaciones naturales de cocodrilos no es detectable todavía.

Cultivo de cocodrilos

El cultivo de cocodrilos se viene realizando de tiempo atrás como una alternativa para su conservación y explotación intensiva. Su desarrollo preliminar fue principalmente sobre la base de las experiencias con *Alligator mississippiensis* en los Estados Unidos y más recientemente complementado con múltiples resultados obtenidos en otras especies y lugares del mundo (Ross, Blake y Onions, 1989). De hecho, en la actualidad existen granjas productoras en muchos lugares del mundo.

Las prácticas de cultivo que se han establecido en función del conocimiento de los cocodrilos son dos (Ross, Blake y Onions, 1989): por un lado el cultivo cerrado en granjas, conocido internacionalmente como "Farming" y que consiste en tener adultos reproductores encerrados en acuaterrarios para su reproducción y producción de crías y el sucesivo crecimiento de las mismas hasta su tamaño comercial o de repoblación para fines conservacionistas; por otro lado se encuentra el semicultivo, conocido internacionalmente como "Ranching", que consiste en la extracción de huevos de nidos naturales para su incubación artificial, nacimiento de crías y su sucesivo crecimiento en cautiverio, para su utilización comercial o reintroducción al medio natural.

En el caso del cultivo cerrado no es muy necesario el conocimiento de las existencias naturales del recurso, mientras que para el semicultivo se requiere del monitoreo sistemático de las poblaciones de las que se extraen los huevos para incubar, para su manutención en estado óptimo.

En México se han llevado a cabo experiencias sobre el cultivo de *C. moreletii*, que parece ser la especie que mayores posibilidades de cultivo presenta; sin embargo, las publicaciones y conocimiento divulgativo de las prácticas de crianza realizadas son muy limitados. Esta especie, conocida en sus áreas de distribución como "lagarto", se reproduce bien en cautiverio (Hunt, 1973; Alvarez del Toro, 1974). Se pueden incubar sus huevos, obteniéndose crías que pueden ser alimentadas y mantenidas en buenas condiciones (Casas, 1977). No obstante lo anterior, el conocimiento sobre sus poblaciones naturales es casi inexistente, las condiciones de mantenimiento y buena salud de los reproductores, las tasas de fertilidad, incubabilidad, natalidad y crecimiento son virtualmente desconocidas; la investigación sobre dietas y enfermedades es nula y el parasitismo sólo es parcialmente conocido. El diseño de estanquería para esta especie tampoco ha sido realizado.

Se sabe de la existencia de granjas pertenecientes al gobierno federal o estatal, como la de Buenavista en el Municipio del Centro en Tabasco, que pertenece al gobierno del estado, en que se cultiva *C. moreletii* y que tiene la infraestructura mínima para el desarrollo de investigación e inclusive de producción con fines conservacionistas o comerciales. Existen otras dos granjas pertenecientes al gobierno federal en que se mantienen ejemplares de *C. moreletii* en instalaciones inmediatas a la Laguna de Chacagua en el estado de Oaxaca y otra granja en la Laguna de Alcuzahue, en las cercanías de Tecomán, Col., en la que también existen un par de adultos de *C. acutus*; desafortunadamente ambas granjas se encuentran en pésimas condiciones de mantenimiento y

por lo tanto los resultados que se han obtenido son muy pobres; inclusive, existe la sospecha de la escapatoria de adultos y crías (Thorbjarnarson, 1992), lo cual debe tomarse en cuenta, en virtud de que se introdujo esta especie a una vertiente fuera de su distribución natural.

Las únicas dos granjas privadas de tipo comercial se encuentran, una en las cercanías de Cancún, Q. Roo (Crococún), en que se produce *C. moreletii*. La otra se localiza en las cercanías de Culiacán, Sin., en que están cultivando *C. moreletii* y en forma experimental *C. acutus*. Se desconocen los resultados obtenidos en ambas granjas.

Aún cuando se está llevando a cabo el cultivo de *Caiman crocodilus* en Colombia y en Venezuela, en México se realizaron algunas experiencias hace ya varios años; sin embargo, no se tiene información sobre su cultivo al presente en México.

Zonas de refugio natural

Hasta el momento actual no existen zonas de refugio natural específicas para los cocodrilos en México. Dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) de nuestro país se encuentran: Campeche, Sistema Estuarino de Laguna de Términos; Chiapas, Cañón del Sumidero; Nayarit, Sistema Estuarino Teacapán-Agua Brava; Oaxaca, Chacagua; Quintana Roo, Sian Ka'an; Tabasco, Laguna de Chaschoc, Cañón del Río Usumacinta, Laguna de Mecoacán y Río González, Delta del Grijalva y Usumacinta, Pantanos de Centla; Veracruz, El Morro de la Mancha; Yucatán, Río Lagartos, Río Celestum. En estas áreas protegidas deben existir poblaciones de lagartos y caimanes y pueden ser sitios adecuados de refugio.

Alternativas para protección y fomento del recurso

Los recursos cocodrileros de nuestro país, a pesar de que se empezaron a explotar desde hace más de un siglo, aún son muy desconocidos, siendo urgentes y prioritarias algunas acciones para su conservación y una utilización sostenible.

Distribución geográfica

En términos globales la distribución geográfica general de las especies es conocida; sin embargo, para un adecuado manejo, es necesario conocer con detalle cuál es la distribución actual en comparación con la original. El establecer los límites geográficos de cada especie tanto latitudinal como altitudinalmente es un imperativo del presente.

Evaluación de poblaciones naturales

Con base en las experiencias que ya se han tenido para algunas entidades federativas por parte de los investigadores de la UNAM, se recomienda iniciar un programa de evaluación general de las poblaciones naturales del país, con lo que se determinarán los índices de densidad de las poblaciones de cada especie en los diferentes lugares de la República Mexicana. Con ello se podrán establecer regiones prioritarias para el estudio y manejo de las existencias. En caso de que se encontraran localidades con poblaciones abundantes, es necesario realizar estudios detallados de las mismas, de tal manera que permitan el planteamiento de programas de utilización sostenible del recurso, o bien, del semicultivo de las especies utilizando nidos naturales, o inclusive, de ambas acciones.

Veda total

Se debe valorar el efecto de la veda total establecida en 1970 y determinar si el efecto ha sido positivo o negativo para las poblaciones naturales de cocodrilos. Lo anterior se podría obtener al evaluar las poblaciones naturales, de acuerdo con lo descrito en el párrafo anterior.

Zonas de refugio natural

Es necesario propugnar por el establecimiento de áreas de protección natural de las especies de cocodrilos, tomando como base al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Cultivo de cocodrilos de México

Se requiere hacer una evaluación de la información existente sobre el cultivo de *C. moreletii*, ya que existen ciertos campos, como el diseño ingenieril de instalaciones, condiciones de salud de adulto y crías, incubación, natalidad, crecimiento, dietas, enfermedades y parásitos, etc., que no se conocen o son mal conocidos. No existe una información de los requerimientos para el cultivo de *C. acutus*, por lo que será necesario investigar al respecto. Hay experiencia importante sobre la crianza artificial de *Caiman crocodilus* en Colombia y Venezuela, por lo que sobre la base de ese conocimiento se podrían evaluar las probabilidades de este tipo de prácticas en México.

Bibliografía

ALVAREZ DEL TORO, M., 1960. *Los Reptiles de Chiapas*. Inst. Zool., ICACH. 20 p.

— 1974. *Los Crocodylia de México*. Inst. Mexicano de Recursos Naturales Renovables. 70 p.

BUFFETAUT, E., 1989. Evolution. En: Ross, C.A. (Ed.), *Crocodiles and Alligators. Facts On File*, New York, Oxford. Pp. 26-41.

CASAS, A.G., 1977. Notas preliminares de un estudio sobre la cría en cautiverio de *Crocodylus moreletti* en la Estacion de Biología Tropical Los Tuxtlas, Ver. México. *Biología, CNEB México* 7(1-4): 19-25.

— y M. Guzmán. 1970. Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos. *Bol. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesqueras*, Ser. Div. (3): 1-52.

— y F.R. Méndez. (En prensa). Observaciones sobre la ecología de *Crocodylus acutus* en el Río Cuitzmala, Jalisco, México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*

— T. Reyna y F. Méndez. 1990. Estado actual de *Crocodylus acutus* en la costa del Pacífico de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 41: 57-62.

— y A. Rogel. 1986. Observaciones sobre los nidos y las nidadas de *Crocodylus moreletti*. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM* 13(1): 323-330.

DEL BARCO, M., 1988. *Historia natural y crónica de la antigua California*. UNAM, Inst. Inv. Hist., México, 482 p.

HERRERA, O.P., 1989. *Situación actual del comercio de cocodrilianos en el sureste de México*. Tesis de Licenciatura en Biología, ENEP-Iztacala, UNAM. 73 p.

HUNT, R.H., 1973. Breeding morelet's crocodile. *Int. Zoo. Yb.* 13: 103-105.

KING, F.W. y R.L. BURKE. 1989. *Crocodilian, tuatara, and turtle species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Association of Systematic Collections, Washington, D.C. xxii+216 p.

MARTÍN DE LUCENAY, A., 1942a. Nuestra riqueza pesquera, el cocodrilo mexicano. Sría. Marina. *Rev. Gral. de Marina*, 2da. Época (6): 24-27.

— 1942b. El cocodrilo mexicano III. Organización sensorial y facultades intelectuales del lagarto. Sría. Marina. *Rev. Gral. de Marina*. 3a. Época (3): 27-29.

MÉNDEZ DE LA CRUZ, F. y G. CASAS A. (En prensa). Status y distribución de *Crocodylus acutus* en la Costa de Jalisco, México. *An. Inst. Biol., UNAM, Ser. Zool.* 63(1).

ROSS, C.A., 1987. *Crocodylus moreletii*. Duméril and Bibron. Catalogue of American Amphibians and Reptiles. *Soc. Stud. Amph. Rept.* 407: 1-3.

— D.K. Blake y J.T.V. Onions. 1989. Farming and ranching. En: Ross, C.A. (Ed.), *Crocodiles and Alligators. Facts On File*, New York, Oxford. Pp. 202-215.

SCHMIDT, K.P., 1924. Notes on Central American crocodiles. *Field, Mus. Nat. Hist., Zool. Ser.* 12(6): 77-96.

SMITH, H.M. y R.B. SMITH. 1977. *Synopsis of the herpetofauna of Mexico*. Vol. V. Guide to Mexican Amphisbaenians and Crocodilians. Bibliographic Addendum II. John Johnson, North Bennington, Vt.

— y E.H. Taylor. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of snakes. *Bull. EUA. Nat. Mus. Washington, DC*, 199: i-iv, 1-346.

THORBJARNARSON, J.B., 1989. Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. En: *Crocodiles. Their ecology, management, and conservation*. IUCN Publication New Series. Pp. 228-259.

— (Compiler) 1992. *Crocodiles. An action plan for their conservation*. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. 136 p.

Anexo

Clave para la identificación de los géneros y especies de Crocodylae de México
(cocodrilos y caimanes)

1a. Hocico corto y ancho. (1.1)
Con un tabique óseo, curvo y transversal frente a los ojos, (1.2); el cuarto diente mandibular se oculta en una fosa de la maxila y no es visible cuando el hocico está cerrado, (1.3); con una proyección cutánea en forma de cuernecillos sobre los ojos, (1.4). Caimanes ..... *Caiman crocodilus chiapassius* (Fig. 1)

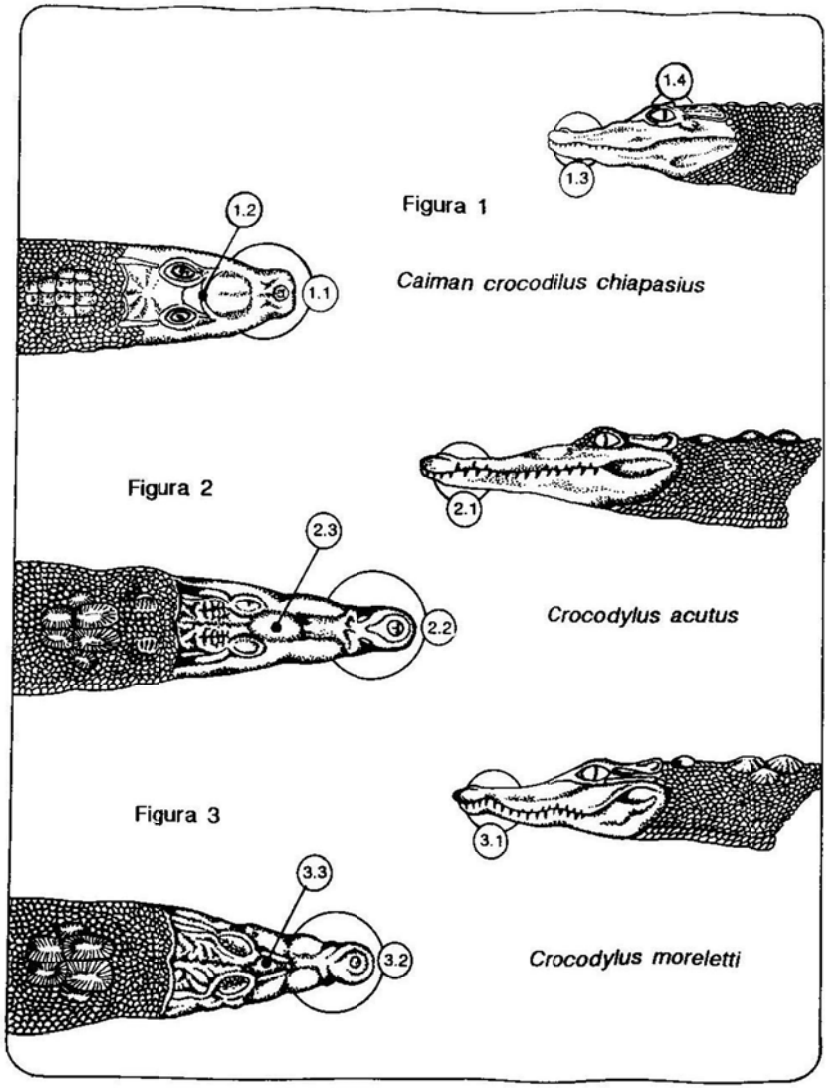
1b. Hocico relativamente largo y angosto, (2.2 y 3.2)
Sin tabique óseo transversal frente a los ojos; con tabiques longitudinales, (2.3 y 3.3); cuarto diente mandibular visible y se adapta a una escotadura cuando el hocico está cerrado, (2.1 y 3.1) 2

2a. Anchura del hocico en el 5o. diente maxilar igual o menor que la distancia comprendida desde la punta del hocico, hasta el segundo diente maxilar. En vista palatina, la sutura premaxilo-maxilar es de forma arqueada. Adultos con una elevación medio prefrontal en la mandíbula superior, (2.3); hocico largo y angosto, (2.2) ..... *Crocodylus acutus* (Fig. 2)

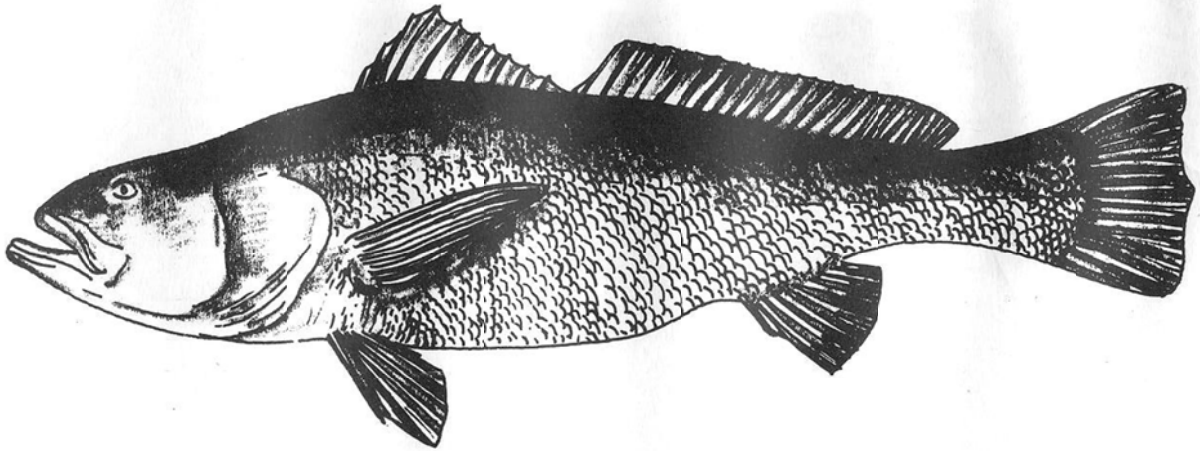
2b. Anchura del hocico en el 5o. diente maxilar, tan largo o mayor que la distancia comprendida desde la punta del hocico, hasta el tercer diente maxilar. En vista palatina la sutura premaxilo-maxilar es transversal frente a los ojos que se unen a la mitad dorsal de la mandíbula superior, (3.3); hocico más ancho y corto que el anterior ..... *Crocodylus moreletti* (Fig. 3)

FUENTE: Casas y Guzmán, 1970.

Diferencias fundamentales en las tres especies de cocodrilos de México



Peces



TOTOABA

Fernando Rosales Juárez
Dirección de la Coordinación y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica Pesquera, INP

Daniel Molina Valdez
CRIP-Guaymas, INP

Introducción

La explotación comercial del pez denominado comúnmente totoaba probablemente se estableció en la parte norte del Golfo de California antes de la década de los veinte. Chute (1928) considera que es en 1923 cuando este recurso empezó a ser capturado; Craig (1926) reporta explotaciones para el consumo de la población china establecida en San Francisco, California, EUA. Sin embargo, hasta 1934 (Tabla 1) se cuenta con un registro oficial más o menos confiable de las capturas (Fig. 1).

Su pesquería fue impulsada cuando los residentes de ascendencia china en California descubren cualidades particulares del buche (vejiga natatoria), que utilizaban en la elaboración de sopas y al que aplicaban métodos de secado y salado para su posterior envío a países del oriente.

La vejiga natatoria de estos peces es larga, con el extremo anterior más ancho, y tiende a angostarse hacia la parte posterior terminada casi en punta. El extremo anterior posee dos prolongaciones tubulares largas que terminan ligeramente atrás del orificio anal (Villamar, 1980).

Recurso marino

Nombre científico y común

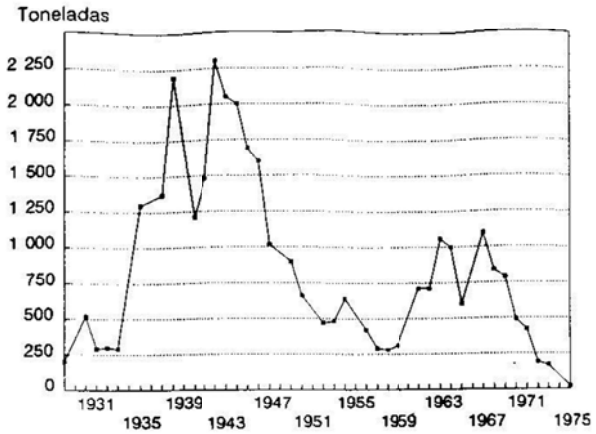
Cynoscion macdonaldi, Gilbert, 1890.

Phylum	Chordata
Clase	Teleostomi
Orden	Perciformes
Familia	Sciaenidae
Subfamilia	Otolithinae
Género	*Totoaba*
Especie	*macdonaldi* (Villamar, 1980)
Tipo	*Cynoscion macdonaldi* (1890)

En cuanto a su morfología externa es de cuerpo alargado, poco comprimido, con dorso escasamente elevado, boca grande terminal, con mandíbula inferior ligeramente proyectada, ojos pequeños y escamas gruesas. Los jóvenes, denominados "machorritos", presentan coloración gris plateada con manchas obscuras en los costados y en la parte inferior de la cabeza, formando pequeñas estrías. A los ejemplares machos adultos se les conoce como "machorros" y a los adultos hembra como totoaba. Esta especie, incluida en los sciaenidos,

Figura 1

Producción anual de Totoaba en toneladas



es la de mayor tamaño del género y los ejemplares adultos rinden hasta 50 kilogramos de carne (Fig. 2). Entre otros sciaenidae, encontramos los peces roncadores, corvinas, chanos, berrugatos, etcétera.

Distribución geográfica

La totoaba es un pez endémico del Golfo de California, distribuido en el norte, frente a la boca y delta del Río Colorado; por el sur, en la costa occidental del Golfo de Bahía Concepción y en la costa oriental se distribuye frente a la boca del Río Fuerte, en Sinaloa (Jordan y Evermann, 1896-1912).

Ubicación ecótica

Este pez anádromo es un recurso endémico del Golfo de California y se distribuye durante la etapa reproductiva al norte del Golfo, hacia el delta y canales del Río Colorado. Presenta patrones de migración bien definidos y sus desplazamientos para el desove hacia la boca del río mencionado son lo más característico (generalmente ocupando áreas de distribución del recurso camarón, con el cual está ligado al sustrato y profundidades de esa zona).

La temperatura y salinidades no parecen afectarle seriamente o, más bien, esta especie se ha venido adaptando a estos aspectos que resultan bastante variables. El hecho de encontrar juveni-

Tabla 1

Producción anual de Totoaba en toneladas

Año	Producción	Año	Producción
1934	719	1956	436
1935	1 290	1957	287
1936	1 302	1958	280
1937	1 347	1959	356
1938	2 177	1960	731
1939	1 868	1961	719
1940	1 156	1962	1 066
1941	1 451	1963	999
1942	2 261	1964	598
1943	2 044	1965	827
1944	2 007	1966	1 145
1945	1 693	1967	845
1946	1 582	1968	775
1947	1 047	1969	485
1948	966	1970	471
1949	883	1971	210
1950	687	1972	242
1951	607	1973	146
1952	480	1974	120
1954	659		
1955	526		

NOTA: Totales en 42 años de pesquerías: 38 034. Ton. Promedio de captura anual: 905.57.

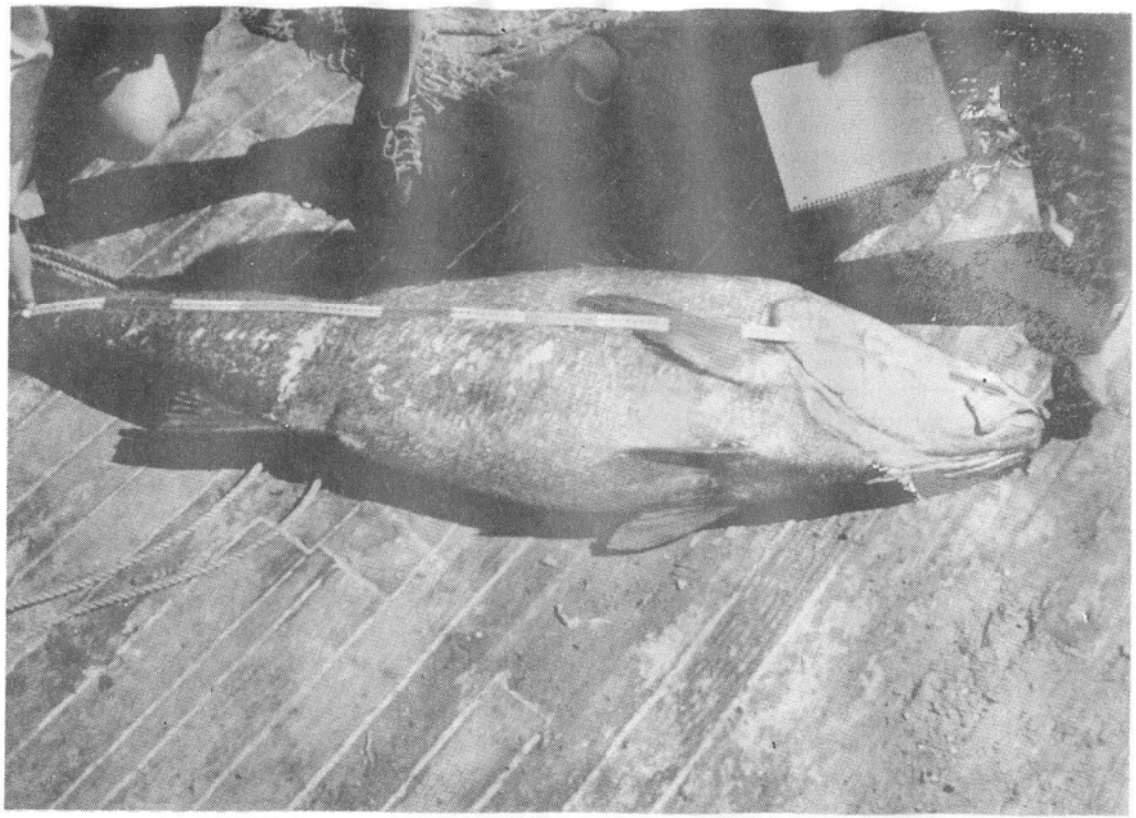


Figura 2

Totoaba macdonaldi

les sólo en áreas cercanas a la desembocadura del Río Colorado revela que, para su alimentación, este recurso prefiere zonas estuarinas (Berdegué, 1945). La porción septentrional de dicha cuenca es la única área donde actualmente se localiza. Existen referencias no confirmadas de que anteriormente se le encontraba en la boca sur del Golfo de California (Villamar, 1980).

A partir de 1929, el gobierno de México inició los registros estadísticos con base en el aprovechamiento del recurso de forma más integral (Ramírez, 1967). Este hecho trajo consigo un desarrollo en la transformación y capacidad de las técnicas de refrigeración que determinó, junto con las pesquerías de camarón, el desenvolvimiento de la pesca en el alto Golfo utilizando mayores embarcaciones para operar, con lo que las capturas anuales (Fig. 1) fueron incrementándose rápidamente a partir de 1934: alcanzó 2 261 toneladas en 1942; decreció a 280 para 1958 y se elevó a 1 145 toneladas en 1966. Esta intensidad del es-

fuerzo presentaría fluctuaciones posteriores hasta un mínimo de 59 toneladas en 1975, lo que determinó que el gobierno mexicano decretara una veda total, actualmente vigente e iniciada el 1o. de agosto de 1975. Anteriormente existieron diversas reglamentaciones para el control de su pesquería (Tabla 2).

Tabla 2
Reglamentaciones y vedas establecidas para la Totoaba, durante su pesquería (1934-1975)

Año	Periodo
1940	Del 20 de marzo al 1o de mayo
1950	Del 1o. al 31 de mayo
1955	Del 1o. de abril al 15 de mayo
1955	El 1o. de agosto se determina zona de refugio (línea imaginaria entre Bahía Ometepec, BCN a la boca del Río Santa Clara, Sonora)
1974	El 30 de mayo se declara zona de reserva, cultivo y repoblación, para toda especie de pesca, el área delimitada por la línea imaginaria este a oeste con longitud de 17 millas náuticas (31.5 km) y que va de la costa del Golfo de Santa Clara, Sonora (31°41'00" Lat. N y 114°30'00" Long. W) a la costa oriental de BCN (31°40'42" Lat. N. y 114°47'00" Long. W), de Punta Machorro en Sonora a Punta Zacatosa en BCN.
1975	El 1o. de agosto se establece una veda permanente (actualmente en vigor).

Contornos de densidad

La talla máxima reportada para esta especie está en dos metros (Berdegué, 1962) y 130 cm, como promedio, alcanzada generalmente a los 15 años de edad. Ejemplares de un año se reportan con 7.5 a 22 cm y su ritmo de crecimiento es máximo durante los primeros cinco años, observándose disminución a partir del sexto año. Las hembras alcanzan talla y peso mayor que los machos. El peso máximo probable para las hembras es de 96 kg y sobre los 33 para los machos (Croker, 1932).

Los ejemplares de mayor peso ocurrían con 135 kg (Cannon, 1966). Las hembras mayores en las capturas comerciales se estimaron en 150 cm de talla (Arvizu y Chávez, 1972).

Varias son las probables causas que afectaron la disminución del stock. Berdegué (1955) establece que la población de pescadores de San Felipe, Baja California, y otros puertos al nórte de Sonora y Sinaloa, señalan que la pesca deportiva accidentalmente extrae juveniles que también son capturados en la pesca comercial del camarón de alta mar, al emplear red de arrastre. Arvizu y Chávez (1972) indican que en esas fechas existían en Puerto Peñasco, Son., aproximadamente 12 embarcaciones grandes dedicadas parcial o totalmente a la captura de totoaba y que, durante la época de mayor abundancia (diciembre a marzo) se dedicaban por completo a la captura de esta especie alternándola con la del camarón. Se observó además un número indeterminado de pequeñas embarcaciones denominadas pangas o canoas, con cinco metros de eslora, impulsadas con motor fuera de boda. En el Golfo de Santa Clara, Son., se reportaban 18 de estas embarcaciones, con las cuales se realizaba la pesca; en épocas de mayor abundancia, se empleaban dos o tres barcos camaroneros.

El puerto de San Felipe, en Baja California, ocupó el primer lugar en captura ya que operaba tanto con embarcaciones camaroneras como con canoas. Las primeras sólo pescaban totoaba cuando la temporada de captura de esta especie estaba

al máximo. En cambio, con las canoas se efectuaba la pesca durante la mayor parte del año (excepto durante la temporada de veda).

Deben considerarse también las capturas incidentales que pescadores de la comunidad indígena seri realizaban sobre el canal del Infiernillo (Fig. 3), Punta Chueca y Bahía Kino, Son., tanto de ejemplares juveniles como adultos. Del primer tipo, pescaban durante el otoño y el invierno; de los segundos, durante la primavera.

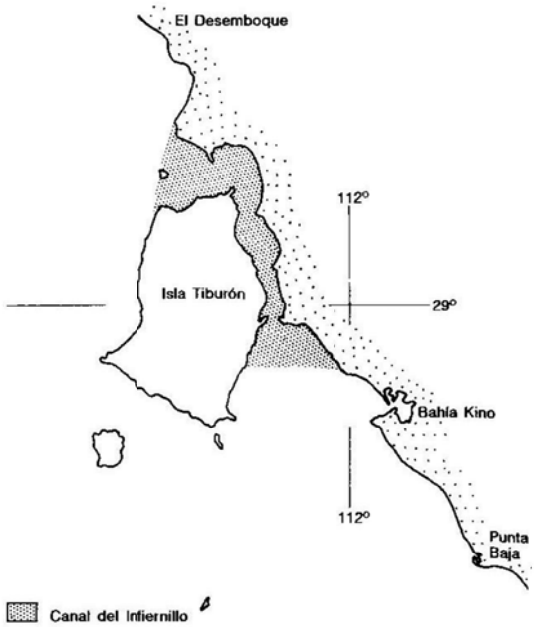


Figura 3

Zona Canal del Infiernillo. Operación de la Soc. Coop. de Comunidades Seris

Estructura poblacional

La pesca comercial de totoaba fue aplicada, en gran medida, durante los desplazamientos y migraciones de los ejemplares reproductores hacia las aguas superficiales del extremo norte del Golfo de California. Los pescadores creen que esta migración anual se presenta durante los meses del invierno hacia áreas de desove, localizadas en aguas estuarinas del delta del Río Colorado, cuya característica principal fue en un tiempo su reducida salinidad. Los cardúmenes migran a la boca del río para desovar. Luego, se desplazan junto con las nuevas crías (juveniles) hacia aguas más profundas del Golfo de California, como organismos demersales. Los conocimientos de su comportamiento no están basados sobre tolerancias de salinidad para el desove, aunque no existen observaciones en otras zonas para ese objeto, lo que constituye una hipótesis sobre el patrón migratorio a causa de que los desplazamientos anuales para desovar producen una elevada densidad de peces en un área limitada. Este es un aspecto importante en la vulnerabilidad para su pesca ya que, durante los meses de primavera, la captura total está en función del número de peces que arriban para desovar antes del 21 de marzo y desde fines de octubre y principios de noviembre, existiendo tres referencias en cuanto al tiempo de los desplazamientos para la reproducción:

a) Nakashima dice que es a principios de mayo.

b) Berdegué asegura que la reproducción se efectúa desde fines de febrero hasta principios de marzo y junio.

c) Thompson indica que los máximos desoves se presentan en abril y principios de mayo, y más regularmente en la segunda quincena de mayo.

Datos estadísticos iniciales confirman que la mayor concentración se capturaba en coincidencia con el tipo de desove. Así, la captura mensual registrada en el Golfo de Santa Clara demuestra una reducción en el periodo de desoves que normalmente disminuirá de cinco o seis meses a sólo dos.

Datos sobre la madurez gonádica observada en la primavera de 1972 indican que los machos maduran antes que las hembras, permaneciendo por más tiempo (común en peces), lo cual está demostrado por su tendencia a agruparse en cardúmenes. Estos suelen representar un solo sexo, corroborado en la captura excepcional del crucero AA/01/78 para el proyecto México/PNUD/FAO, del 7 al 11 de febrero de 1978, cuando fueron capturados en un solo lance aproximadamente 1 100 kg de totoaba (localidad 29° 46' 00" Lat. N y 113° 49' 00" Long. W, (Fig. 4) donde predominaban los machos. Esto representa una medida del esfuerzo de pesca empleado como indicador en la frecuencia de desovantes, definiendo que la captura total diaria refleja el número de individuos en los procesos de pesca, por lo que se asume en concreto para señalar lo que fue su pesquería comercial:

- El esfuerzo de pesca fue constante después de la primavera, puesto que los pescadores y sus artes la capturaban diariamente en las mismas zonas.

- El mantenimiento de esta pesquería estuvo sostenida en un tiempo por los propios pescadores, quienes esperaban anualmente los desplazamientos de los cardúmenes desovantes, lo que sistemáticamente sucedió durante la temporada anual de veda, impuesta inicialmente a principios de abril.

- La mayoría de los pescadores tendían indebidamente sus equipos de pesca en los canales del Río Colorado (incluyendo la zona de protección y refugio), a diferente profundidad y aprovechando los bordos que conforman esos canales.

Para 1972, la primera captura de totoaba ocurrió entre el 11 y 15 de marzo, manteniéndose alta hasta el día 22. Después, fue decreciente (datos obtenidos de la comunicación directa de pescadores y de registros procedentes de las oficinas de Pesca del Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Son.).

La distribución de juveniles y su presencia en áreas de crianza fue desconocida por mucho tiem-

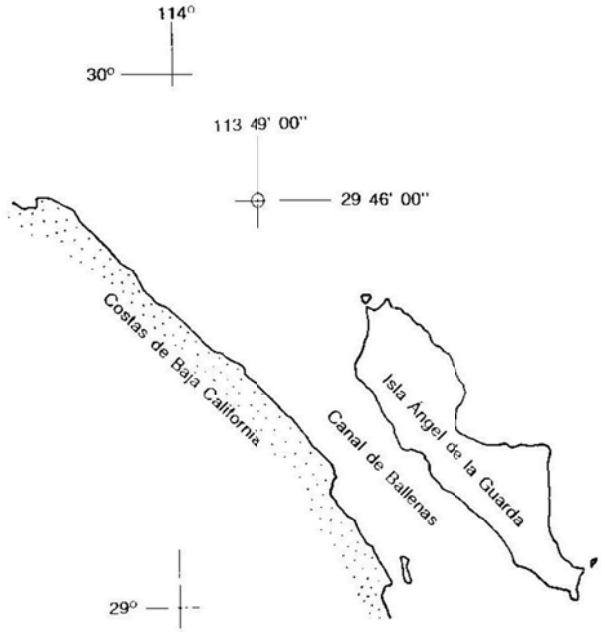


Figura 4

Ubicación de la captura incidental de totoaba durante el crucero AA/01/78

po. Berdegué, en 1955, dice que permanecían en aguas someras vecinas al Río Colorado para luego desplazarse al sur junto con sus padres. En esos años el delta del río fue intensamente explotado por barcos camaroneros durante los meses de abril a junio. De ahí que se relacione el predominio de juveniles en redes de arrastre (15 a 45 cm de talla) con el incremento de la actividad de pesca camaronera. No se descarta tampoco que la presencia de juveniles durante mayo a junio estuvo ligada a las características del sustrato y la profundidad, más que a los de temperatura y salinidad. El hábitat para juveniles en todos los sitios registra temperaturas entre 25 y 29°C y salinidades de 35 a 40‰, con profundidades menores a un metro. El sustrato está compuesto de sedimento arcilloso fino, lodoso y libre de arena. La superficie de lodo es muy blanda y no se conoce de algún estado juvenil de totoaba colèctado en sedimentos firmes, consistentes o de naturaleza rocosa, contrariamente al caso de ejemplares adultos capturados por embarcaciones camaroneras y por pesca deportiva.

El contenido estomacal en juveniles (Tabla 3) es el resultado de un estudio sobre la captura accidental de 90 machorritos durante el crucero del Marsep-IV-79. Está compuesto de anfípodos y pequeños crustáceos comunes en el hábitat, incluyendo peneidos y peces juveniles de *Micropogon spp* y *Mugil spp*. Un hecho claro y real es la migración anual de desovantes hacia el Río Colorado, lo que ofrece una disponibilidad y vulnerabilidad para su captura y, por consiguiente, lo que provocó entre otras cosas un declive lamentable en su población, al capturarse copiosamente ejemplares desovantes en una etapa crítica de su vida.

La totoaba es una especie heterosexual y aparentemente no existen caracteres morfológicos externos que diferencien los sexos, aunque en la época de reproducción se distingue a las hembras por su vientre abultado. Los ejemplares más pequeños, sexualmente maduros, poseen talla de 121 cm de acuerdo con la bibliografía consultada. Los procesos reproductivos se manifiestan en febrero y/o durante marzo y abril con máximos en mayo, desconociéndose tanto el número de desoves como la hora en que se producen.

Tampoco se sabe mucho en cuanto apariencia, estructura, color y tamaño del huevo en condiciones normales, excepto por un estudio del Centro de Investigaciones y Desarrollo de los Recursos Naturales de Sonora (CIDESON). El estudio se realizó en 1985 y fue hecho sobre el cultivo y ecología de la totoaba. Se muestrearon huevecillos y se realizó una descripción de la madurez sexual del óvulo, con muestras preservadas en formol al 4%

Tabla 3

Captura de Totoaba durante el crucero de investigaciones Marsep IV-79 (del 31/VII al 14/VIII) realizada del sur de Santa Clara, en costas de Sonora, al Chinero, en BCN

16 ejemplares en horas del día (edad aproximada: 6 meses)

50 ejemplares entre 02.00 y 04.00 hrs (edad aproximada: 6 meses)

24 ejemplares entre 19.00 y 20.00 hrs (edad aproximada: 6 meses)

Talla promedio:	228 mm
Longitud patrón promedio:	182 mm
Peso corporal promedio:	132 gr

El análisis estomacal efectuado en 43 ejemplares:

Peneidos:	63%
Peces (resto):	5%
Material no identificado:	5%
Peces (larvas y juveniles):	20%

para identificar huevos y larvas. Se encontraron cuatro tipos de huevecillos, dependiendo de su madurez en una misma gónada, con una forma esférica no perfecta. Los inmaduros: de color crema uniforme, sin estructura; los maduros: con yema bien delimitada, con gota de aceite y espacio perivitelino bien diferenciado; además, se encontraron huevos en etapas de transición entre uno y otro grados de desarrollo.

Se observaron también gónadas con casi todos sus huevecillos maduros, de lo que se dedujo que un primer desove ocurre a finales de marzo por cambios de la temperatura acuática. Si no vuelve a darse un nuevo desove, se debe a una baja eficiencia reproductiva. Otras estimaciones revelan que entre el 4 y 5% indica un segundo desove o reabsorción de la gónada remanente. De efectuarse dos desoves, se expulsa de un 30 a un 35% del peso total de la gónada en cada oviposición. De efectuarse un tercer desove, queda vacío totalmente el ovario, expulsando todos los huevecillos. Correlacionando con estos análisis sobre huevecillos en los que existe mezcla de maduros e inmaduros, se puede concluir que, probablemente, la totoaba tiene una baja eficiencia reproductora (con desoves de una o dos veces) y también un bajo índice de fecundación, ya que sólo son visibles huevos maduros y bien conformados, perdiéndose los inmaduros (Tabla 4).

Al parecer, los ejemplares jóvenes hasta de dos años permanecen en aguas cercanas a la costa. Los más viejos, obtenidos en lo que fue su pesquería comercial, oscilaban entre 7 y 9 años de edad, con un promedio de 127 cm de talla. No obstante, han sido capturados ejemplares hasta de 15 años.

Los primeros datos de producción registrada para esta pesquería se remontan al año de 1934, alcanzando un máximo en 1942. En 1975, sus índices (Tabla 1) demuestran una declinación notable que, correlacionándola al comportamiento del recurso, nos revela un ejemplo clásico de las especies sobrexplotadas. Se detecta:

a) Una disminución de la captura por unidad de pesca.

b) Reducción de tallas en los individuos capturados, cuyas causas probables son:
- Degradación de los grupos desovantes.
- Degradación de los ejemplares jóvenes y/o de crianza.
- Una sobrepesca.

Conclusiones

Quedó establecido que la pesquería se remonta a fines del siglo pasado. Jordan y Evermann la definen, en 1896, como abundante hacia la cabecera del Golfo de California. Sin embargo, en los primeros años del presente siglo, se dice que la pesca estuvo restringida en la Bahía de Guaymas, frente a ese puerto. Desafortunadamente, lo único entonces aprovechable era la vejiga natatoria (buche), que alcanzaba un precio de 5 dólares por libra; el resto del ejemplar se tiraba en la playa. Este aspecto, aunado a la costumbre negativa de utilizar dinamita en los primeros años de su explotación, hace reflexionar en relación con los argumentos ahora planteados sobre las posibles causas de su casi exterminio.

En 1935, la formación de las sociedades cooperativas de producción pesquera en Guaymas y, posteriormente, la instalación de por lo menos una por campo pesquero, demuestran el incremento disparado del esfuerzo de pesca aplicado sobre este recurso.

Tabla 4

Criterios utilizados por el *Cideson* para tipificar estadios de maduración de oocitos de Totoaba (modificado de: Yamamolo, 1956)

Fase	
1.	*Nucleolo-cromatina*, con oocitos pequeños irregulares en grupos de dos o más células asociadas con las lamelas del ovario; midiendo entre 30 y 70 micras, el citoplasma se tiñe fuertemente en la región angosta con colorantes básicos. La membrana nuclear es lisa con nucleoplasma débilmente basófilo, nucleolo grande y redondo, y varios cromocentros o falsos nucleolos dispersos entre enlaces de cromatina. Por el comportamiento del nucleolo y la cromatina sexual, el oocito puede estar en los subestadios presinóptico, sinóptico-postsinóptico.
2.	*Perinúcleo temprano*, con oocitos de 100 a 125 micras, muy basófilo, núcleo con variable número de nucleolos de variado tamaño y formas en la periferia, cerca de la membrana nuclear. En el centro del núcleo se aprecian enlaces de cromatina condensados y en la superficie de los oocitos se inicia la formación de la capa granulosa.
3.	*Perinúcleo-tardío*, los oocitos incrementan su tamaño de 150 a 200 micras de diámetro; el citoplasma va perdiendo basofilia por adición del citoplasma que perinuclearmente se torna basofílico; el núcleo y nucleolos se van aplanando para contactarse con la membrana nuclear; la red de enlaces de cromatina aún permanece en el centro del núcleo, y en la superficie del oocito se incrementan las células foliculares de la capa granulosa, formando el folículo primordial.
4.	*Vesículas vitelinas*. El diámetro de los oocitos de 150 a 275 micras; la estructura granulosa se va complementando en la capa exterior y la membrana del núcleo se vuelve irregular con nucleolos que empiezan a separarse de la membrana. En el citoplasma se diferencia una capa perinuclear engrosada de citoplasma basofílico (cromidal) y una periférica en la que aparecen pequeñas vesículas claras de grasa que se dispersan ocupando la mitad externa del citoplasma.
5.	*Vitelo-primario*, donde los oocitos miden ya de 200 a 400 micras. La membrana nuclear irregular con escasos nucleolos redondos y grandes, pero dispersos y muy separados de la membrana nuclear. La mitad interna del citoplasma se tiñe fuertemente con hematoxilina. Está invadido por vesículas de grasa del corión, debajo de una capa de hialoplasma periférico que inicia con formación de glóbulos de vitelo, eosinófilos dispersos entre vesículas de grasa. Este corión está formado por una capa externa granulosa y otra interna (corteza radiada).
6.	*Vitelo-secundario*, con oocitos de 450 a 625 micras, citoplasma basofílico perinuclear, desapareciendo hasta formar un anillo basófilo. La membrana nuclear retorna a su forma redondeada con superficie irregular, nucleolos reducidos o disueltos en el nucleoplasma, vesículas de grasa fusionándose con glóbulos de vitelo; las vesículas y los glóbulos en el citoplasma redondeado al núcleo, membrana del corión engrosada y la corteza radiada con dos capas que empiezan a engrosar.
7.	*Vitelo-terciario*, con oocitos de 500 a 750 micras y vesículas grandes de grasa. El oocito lleno de glóbulos de vitelo de variado tamaño. Citoplasma cromidal perinuclear desapareciendo; núcleo con nucleolos en posición central; nucleolos confundidos con los glóbulos del vitelo; cuando el oocito está en su tamaño máximo, las membranas del corión y especialmente la corteza radiada, continúan engrosándose.
8.	*Migración nuclear*. Oocitos de igual tamaño que en estadio 7; núcleo acidófilo que se tiñe con eosina al igual que los glóbulos de vitelo que empiezan a fusionarse formando placas; el núcleo en posición excéntrica, desplazándose al polo animal desde el centro del oocito al micropilo, se reduce en tamaño y toma forma alargada.
9.	*Premaduración*, con una repentina disolución y desaparición de la membrana nuclear, glóbulos de vitelo fusionándose casi completamente formando placas; la zona radiada engrosada, observándose estriaciones de microtúbulos; grandes vesículas de grasa tienden a coalecerse.
10.	*Maduración final*. Los glóbulos de vitelo se han fusionado; el citoplasma se tiñe uniforme, observándose pocas vesículas oleosas. La zona radiada eosinófila engrosada al máximo; ocurre repentina entrada de agua al huevo, incrementando su volumen de material fresco a 0.9/1.01 de diámetro, rompiéndose el folículo. El huevo es transferido al lumen del ovario; poco después es ovipositado.

Los equipos de pesca fueron transformándose conforme al desarrollo de la pesquería. Al principio se emplearon viejas lanchas operadas por remos; luego, modernos botes impulsados con motor fuera de borda y, como artes de pesca, además de dinamita y anzuelos cebados, también se usaron redes agalleras y chinchorros de playa. Actualmente, con el establecimiento de la pesquería (aproximadamente en 1942), fue introducida la red de arrastre (chinchorro camaronero) obteniéndose cantidades importantes de juveniles de totoaba denominados machorritos. Desafortunadamente, no se tiene un registro detallado del número de equipos y artes de pesca utilizados entonces para su captura.

La pesquería de la totoaba y su amplia distribución marcó indudablemente el establecimiento de tres zonas principales de pesquería hacia el norte del Golfo de California:

a) Frente al Golfo de Santa Clara, Son.
b) Puerto Peñasco, Son.
c) San Felipe, BC.

Berdegué (1955) sitúa como centros de mayor producción a Puerto Peñasco y Golfo de Santa Clara, Son.; posteriormente se empezaron a establecer nuevos campos totoaberos en Bahía Kino, Puerto Lobos y Puerto Libertad, en las costas de Sonora. Sin embargo, tan sólo los 3 puertos mencionados (a, b, c), aportaban entre 94.9 y 97.9% de la producción total.

La pesca comercial era aplicada en gran escala durante los desplazamientos de los reproductores a las zonas de desove, ocupando aguas superficiales en el extremo norte del Golfo de California, del mismo modo que las capturas incidentales por pescadores de las comunidades indígenas seris en Punta Chueca y Bahía Kino, Son. (Canal del Infiernillo).

La explotación pesquera en sus inicios empleaba frágiles canoas y primitivas líneas de mano como artes de pesca, también dinamita y otros explosivos. En los últimos años, las capturas se hacían con red de hilo nylon, anzuelos y grandes redes agalleras de 100 a 200 m de longitud por 4 a 5 metros de altura y malla de 25 cm. Estas se tendían durante la noche en las zonas de corrida de los peces, levantándolas temprano al siguiente día, es decir, atrapando los reproductores que se desplazaban al norte hacia las áreas de reproducción y, por consiguiente, cortando el ciclo biológico de este recurso. En relación a la evaluación del esfuerzo potencial (aspecto que trata de visualizar el esfuerzo de pesca atendiendo embarcación-día-viaje) se carece de información confiable en cuanto a registro de viajes realizados y número de flota utilizada, por lo que no es posible tener una evaluación real.

Reglamentación

La irregular ausencia de cardúmenes de este recurso en las zonas de pesca en distintas épocas del año motivó la opinión generalizada del pescador: "La totoaba se veda sola". Sin embargo, las autoridades de pesca determinaron una serie de reglamentaciones (Tabla 2).

- Para los años cuarenta, se establece una temporada anual de veda del 20 de marzo al 1o. de mayo.
- Diez años después, la veda quedó comprendida del 1o. al 31 de mayo.
- En 1955, la veda se modifica del 1o. de abril al 15 de mayo, con el fin de proteger los meses de reproducción.

- Para el 1o. de agosto de 1955, oficialmente se establece una zona de refugio donde se prohibe terminantemente la explotación de este recurso, entre otros. Está comprendida por una línea imaginaria en la boca del Río Colorado, trazada de Bahía Ometepec en Baja California, a la boca del Río Santa Clara, en la costa de Sonora; tangente a las islas Gore y Montague en el delta del río. Esta zona tiene una longitud aproximada de 17 millas náuticas (31.5 km aproximadamente), y Félix Pico Matheus (1975) calcula por planimetría una superficie de 108 000 hectáreas. Junto al litoral de Baja California se encuentran marismas lodosas cuyos sedimentos son aportados por el Río Colorado (Thompson *et al.*, 1969). En la costa de Sonora se encuentra el desierto de Altar, constituido por un plano aluvial de arena y grava que en ciertas zonas se encuentra totalmente cubierto de arena (Schreiber Jr., 1969). Las mareas ahí son de las más drásticas registradas mundialmente alcanzando niveles hasta de 8 metros.

- El 1o. de agosto de 1975 se decreta una veda permanente para la totoaba, que aún se encuentra vigente.

- Por acuerdo del 13 de mayo de 1991, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 17 del mismo mes y año, se establecieron los criterios ecológicos CT-cern-001-91 en los que se determina a las especies raras amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; endemismos de la flora y la fauna terrestres y acuáticas en la República Mexicana, entre las que se encuentran las especies totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y el cochito o vaquita de mar (*Phocoena sinus*).

- El 13 de febrero de 1992 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el Acuerdo que prohibe, durante todo el año, el uso de redes agalleras de luz de malla superior a 10 pulgadas, construidas con hilo nylon monofilamento calibre 36 a 40, denominadas totoaberas. Este acuerdo entró en vigor al día siguiente de su publicación.

La pesquería de la totoaba estuvo basada en un mercado de exportación cuyo alto valor económico determinó el establecimiento de una explotación comercial muy intensa. Sobre todo se comercializó la vejiga natatoria (buche), que alcanzó entonces el precio de 5 dólares la libra. Posteriormente, en 1920, se propuso la idea de llevar pescado fresco a Phoenix, Arizona, en EUA, considerando que era un desperdicio dejar tirado en la playa el resto del ejemplar. Esta industria reportaría, años más tarde, grandes beneficios y resultaba sorprendente ver aquella incipiente actividad pesquera que, utilizando sólo una pequeña y desvencijada camioneta a la que se acondicionaba un cajón cargado con hielo para transportar el producto, para la década de los años treinta se convertía en una industria floreciente que incluía grandes y modernos camiones, con cajas refrigerantes cuya capacidad estaba entre 4 y 5 toneladas, y en las ciudades fronterizas se utilizaban hasta de 15 a 18 toneladas.

Esta pesquería quedó aparentemente semiregulada para el año de 1935 con la formación de las sociedades cooperativas de producción pesquera en el puerto de Guaymas, cuyo recurso fue reservado a ellas. En 1939 hubo una mayor organización cuando se estableció la primera Federación Regional de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de la República Mexicana en Nogales, Sonora. Sin embargo, la falta de experiencia en el manejo administrativo y económico (representado por el buen precio del producto en el mercado), provocó una serie de trastornos

a esa industria, pues no existió reglamentación alguna que marcara un límite permisible de la captura, lo que desencadenó una pesca inmoderada del recurso.

La actividad pesquera actual, concretamente para el noroeste del Pacífico mexicano (incluyendo al Golfo de California), posee un alto grado de desarrollo, localizándose puertos acondicionados para el atraque de flotas de tipo diverso, así como una infraestructura creciente en tierra (congeladoras, astilleros, empacadoras, hileras, plantas y equipos procesadores, etcétera). Sin embargo, aún tenemos deficiencia en el registro estadístico de las capturas y un desaprovechamiento de extensas zonas acuáticas que albergan una diversidad de especies de la fauna acuática, factible de ser integrada a la explotación comercial pesquera, en la que predomina una variedad de especies de escama que hasta ahora se le conoce como de corta escala, regional y/o costera.

Más recientemente se han efectuado estudios que definen a la totoaba como *Totoaba macdonaldi* que, además de su vejiga que tiende a angostarse posteriormente terminando en punta, posee dos prolongaciones tubulares más largas que el cuerpo central, con extremos que terminan atrás del orificio anal. Los tres pares de poros en la porción inferior de la mandíbula inferior (un anterior, un mediano y el posterior alargado y más conspicuo que los precedentes) están localizados al borde de la fosa de un pliegue de la mandíbula, en cuyo fondo están ocasionalmente una serie de pliegues pares carnosos; los anteriores con dirección diferente a los posteriores; los otolitos son anchos, con *ostium* amplio en juveniles, con gran cantidad de microestrías onduladas y en la porción inferior un *sulcus acusticus* curvado anteriormente; en la región antimacular están algunas concreciones irregulares con impresión de no ser constantes (Villamar, 1980).

Como causas del casi exterminio de éste, que constituyó un importante recurso pesquero, se considera, primero: la alteración ecológica de su hábitat al ser reemplazadas las aguas salobres del Río Colorado por aguas salinas al disminuir su flujo, existiendo ahora una correlación estrecha y negativa entre el flujo y la captura (Arvizu y Chávez, 1972). Además, están las alteraciones del medio debido a la creciente contaminación por descargada de aguas con resto de herbicidas, afectando tanto a juveniles como ejemplares reproductores. Asimismo, se cuenta con la tendencia del recurso a formar cardúmenes, lo que hace que se incremente la vulnerabilidad de captura incidental de juveniles en el área indebida de pesca, representada por la boca del río y sus canales. Esto mismo sucede en zonas vecinas de pesca camaronera con red de arrastre, lo que ha sido demostrado en varias ocasiones por la facilidad con que son obtenidos ahí grandes volúmenes.

En 1976, este recurso quedó situado en la lista de especies en extinción, durante la Convención sobre Comercio Internacional de las Especies en Decadencia (CITES). En septiembre de 1978, el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (EUA) convocó a una reunión para evaluar el estado biológico de la totcaba y en mayo de 1979 fue situada en la lista de especies en decadencia (Registro Federal 44(99):29 478-29 480).

Aunque está incluido como un recurso actualmente en veda (desde el 1o. de agosto de 1975), se sigue capturando totoaba. En diciembre y los cuatro primeros meses del año, regularmente la flota camaronera utiliza red de arrastre para el camarón en alta mar; durante las actividades de

agosto a mayo, en la plataforma continental, frente a Sonora y costa nororiental de la Baja California, así como los escameros registrados en San Felipe, Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en Sonora, este producto es registrado como cabaicucho para evitar posibles problemas con las autoridades de inspección pesquera. La captura incidental incluye no sólo juveniles o machorros, sino también ejemplares adultos de talla y peso comercial que son atrapados durante su corrida hacia las zonas de reproducción en el alto Golfo de California, confirmando así la opinión generalizada de la población de pescadores de la región sobre una posible recuperación del recurso. Si bien observamos los rendimientos de las capturas "incidentales", que en ocasiones sobrepasan los 500 kg por día (Tabla 5) durante los primeros meses del año, se confirma lo antes expuesto, en relación a que los grandes ejemplares se concentran especialmente en zonas vecinas a la boca del Río Colorado siguiendo un patrón de migración bien definido, como característica de desplazamientos para desoves, lo que determinó que anualmente arribaran a esas zonas, para tal objeto, los ejemplares adultos.

La distribución de las capturas en términos físicos y monetarios, como ya se indicó, alcanzó su máxima producción para el año de 1942, con 2 261 toneladas y una mínima de sólo 59 toneladas en 1975, último año de actividades comerciales cuya distribución de capturas y registros, concretamente estuvieron en la parte norte del Golfo de California.

Con el crucero AH/01/78, accidentalmente se capturaron en un solo lance 1 103 kilogramos de totoaba con talla máxima estimada entre 53 y 102 cm y promedio de 78.1 cm. El peso unitario promedio estuvo en los 4 387 kg, el mínimo de 800 g y máximo de 8 700 kilogramos.

Tabla 5

Totoaba (5 729) capturada accidentalmente por flota pesquera registrada en Puerto Peñasco, Sonora (del 20 de enero al 25 de junio de 1981)

Fecha	Kg	Soc. Coop. de Prod. Pesq.	Embarcación
Enero 20	9	Bahía Adahir, SCL	Bahía Adahir III
Enero 26	16	La Boya, SCL	Luis Salmón
Marzo 4	435	Pesc. Independientes	Mario Alberto
Marzo 10	226	Pesc. Independientes	Mario Alberto 1
Marzo 13	12	Pescadores Mexicanos	Escorpio
Marzo 20	36	Cabo Tepopa	Gilberto Javier
Marzo 20	19	Adolfo Ruíz Cortínez	Inocente
Marzo 21	142	La Boya SCL	Luis Alberto
Marzo 23	114	Cabo Tepopa SCL	Rudo
Marzo 25	214	Cabo Tepopa SCL	Fermar
Marzo 26	145	Cabo Tepopa SCL	Ramón Armando
Marzo 26	74	Producto de canoas	Pescadores libres
Marzo 27	675	Cabo Tepopa SCL	Tejano
Marzo 28	373	Pescadores Independientes	Mario Alberto
Marzo 28	196	Productos de canoas	Canoas Tongolele
Marzo 30	50	Pescadores Mexicanos	Escorpio
Abril 1	114	Producto de canoas	Pesq. de Santa Clara
Abril 2	535	Pescadores Independientes	Mario Alberto
Abril 11	554	Cabo Tepopa	Pricilia
Abril 14	116	Punta Borrascoso SCL	Santiago Alonso
Abril 21	61	Isla de Pájaros SCL	Claudia
Abril 23	55	Pescadores Mexicanos	Palomo
Abril 23	27	Punta Borrascoso	Santiago Alonso
Abril 27	143	Cabo Tepopa	Calipso
Abril 27	71	La Jolla SCL	Romerick
Abril 29	32	Cooperativa Armados	Conquistador
Mayo 13	203	Isla de Pájaros SCL	Julio Serna
Mayo 23	546	Cabo Tepopa	Ben Hur
Mayo 25	312	Cooperativas de Guaymas	Villanova
Junio 17	38	Pescadores Mexicanos	María Luisa
Junio 25	186	Cooperativa	Maritza

NOTA: Se registra en PPM como Cabaicucho.

Hipótesis sobre la situación actual del recurso

De acuerdo con la información existente y la opinión de diversos investigadores, las condiciones actuales que condicionan la existencia de totoaba son:

- Las aguas que el Río Colorado vierte al norte del Golfo de California son hipersalinas, a causa de diversas obras de contención, irrigación y drenaje realizadas a lo largo de su cauce.

- A partir de 1935, el cauce del Río Colorado fue detenido para promoción del Lago Mead, en California, EÚA. Más abajo se desvió su escaso flujo para fines agrícolas, construyendo varias represas. Sin embargo, la causa principal tal vez sea la estructura de la presa Hoover. Aunado a lo que Luccit menciona durante el ciclo de irradiación solar, la temperatura sufre ahí reversiones estacionales durante primavera y otoño, registrándose en diciembre temperaturas mínimas superficiales de 1 a 8.2°C y máximas para agosto de 32.6°C. Otro aspecto es la alta salinidad, y como no existen aportes significativos de agua dulce en el área, ha sido registrada superficialmente en 35.28‰, en el mes de octubre, y máxima para julio de 41‰.

- Desde el establecimiento de la pesquería de camarón (1943-1945) en alta mar, utilizando red de arrastre, sobre todo al norte del Golfo de California, no ha cesado la pesca incidental de totoaba, principalmente de ejemplares juveniles.

- Al parecer, las condiciones anteriores y la indudable pesca clandestina adicional, han sido las causas principales del decremento de la población de totoaba, agregado a la alteración ecológica en su área de reproducción.

Bibliografía

ÁVALOS HERNÁNDEZ, M., 1974. *Desarrollo histórico de las pesquerías de camarón (Penaeus sp) y totoaba (Cynoscion macdonaldi) en la parte norte del Golfo de California*, Tesis Profesional Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, BC, México.

BARRERA, G.J.L., 1985. *Ecología y cultivo de la totoaba (Cynoscion macdonaldi) Gilbert, 1890*. Centro de Investigación y Desarrollo de los Recursos Naturales de Sonora. CIDESON. Informe técnico. Núm. 2. 22 p.

BERDEGUÉ, J., 1955. La pesquería de la totoaba (*Cynoscion macdonaldi*) Gilbert, en San Felipe, Baja California, *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 16(1-4): 45-78.

BERDEGUÉ, J., 1956. *Peces de importancia comercial en la costa noroccidental de México*. Secretaría de Marina, Direc. Gral. de Pesca e Ind. Conexas. 345 p.

CASTRO, J.L., J. ARVIZU y J. PÁEZ. 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 31: 107-181.

CHÁVEZ, H., 1973. Descripción de los ejemplares juveniles de totoaba (*Cynoscion macdonaldi*), Gilbert. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34: 293.

CHÁVEZ, H. y ARVIZU J., 1972. Sinopsis sobre la biología de la totoaba *Cynoscion macdonaldi*, Gilbert (1890). *FAO fisheries Synopsis* Núm. 108. *Synopsis.* Núm. 1 INP/SI:SI SAST-Totoaba-1,70 (37), 016,08.

FLANAGAN, C.A. y J.R. HENDRICKSON. 1976. Observations on the commercial fishery and reproductive biology of the totoaba *Cynoscion macdonaldi* in the northern Gulf of California. NMFS *Fish Bull.* 74(3): 531-544.

GINSBURG, ISAAC. 1929. Review of the wesakfishes (*Cynoscion*) of the Atlantic and Gulf coast of the

United States, with a description of a new species. Dept. of Commerce, Bureau of Fisheries. *Bull. of the Bureau of Fisheries.* Vol. XLV, 1929. Doc. No. 1 058.

GUEVARA, S., 1974. Sobre la ecología de los juveniles de totoaba (*Cynoscion macdonaldi)* Gilbert. *Resúmenes V Congreso Nal. de Oceanografía.* Guaymas, Sonora, México p. 7.

HENDRICKSON. 1979. Totoaba: Sacrifice in the Gulf of California. *Oceans* 5(1979): 14-18.

HUERTA-DÍAZ, M.A., 1973. *Contenidos estomacales en peces.* Sección IV Biología, PT. 2. Informe final del Estudio químico sobre la contaminación por insecticidas en la desembocadura del Río Colorado presentado a la Dir. de Acuacultura de la Secretaría de Relaciones Exteriores por la unidad de Ciencias Marinas de la Univ. de Baja California, Ensenada, BC. México.

JORDAN, D.S., 1916. Notes on the totoaba (*Cynoscion macdonaldi)* Gilbert. *Copeia* 37: 85.

MOLINA V.D. *et al.*, 1988. *Prospección y evaluación de la totoaba (Totoaba macdonaldi) en el Golfo de California.* Centro Regional de Investigación Pesquera. INP. SEPESCA Guaymas, Sonora. 12 p.

NAKASIMA, E., 1916. Notes on the totoaba (*Cynoscion macdonaldi*) Gilbert. *Copeia* 37: 85-86.

— *Outline of recommended research from national marine fisheries workshop on totoaba,* La Jolla, (A., Sept. 18-19, 1979).

RAMÍREZ, G.E., 1966. Resumen estadístico de la captura anual de totoaba en el Golfo de California en el periodo 1929-66. Sría. Ind. y Com. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conexas Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. *Trabajo de Divulgación XIII.* (124): 1-34.

ROSALES J. y RAMÍREZ E., 1987. *Estado actual del conocimiento sobre la totoaba (Cynoscion macdonaldi) Gilbert 1890.* 1a. Edición: 1987. SEPESCA. ISBN 968-817086-0.

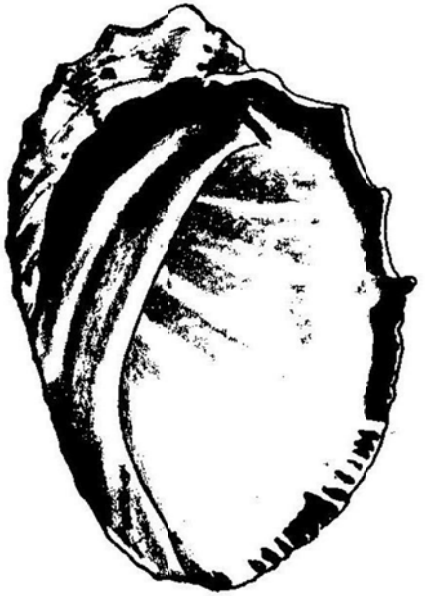
THOMPSON, D.A. *et al.* (Ed.). 1969. *Environmental impact of brine effluents on Gulf of California.* EUA. Dept. Interior of Salina Water, Res. Dev. Prog. Rept. 387 p.

VILLAMAR. A., 1973a. O metodike opredelieniya vozrostra predsta vitielei semiestva sciaenidae. *Voporsy Itjtioloquii* 13: 115-132.

— 1973b. *Stravnitel'nyi analiz rostra predstavitielei semeis sciaenidae.* M.G.U. Diss. Kand. Biól. Nauk, 206 p.

— 1980. Totoaba, un nuevo género de la familia Sciaenidae en el Golfo de California, México (Pisces: Teleostei) *An. Esc. Nal. Ciencias Biológicas, Méx.* 23: 129-133.

Moluscos



El caracol púrpura

Javier Acevedo García
CRIP-INP

Marco A. Escalante Cavazos
Universidad Autónoma de Sinaloa

Marta Turok Wallace
Asociación Mexicana de Arte y Cultura Popular, A.C.

Introducción

El caracol *Purpura pansa*, junto con otras especies del Pacífico, todas del mismo género, así como los géneros *Murex* y *Thais* constituyen los representantes mejor conocidos como productores del tinte púrpura, el cual ha sido utilizado desde hace miles de años por diferentes culturas, tanto europeas como americanas.

Born (1937) menciona que los primeros pueblos en utilizar este tinte fueron el cretence y el fenicio, extendiéndose su uso por el Mediterráneo a todos los pueblos del continente y de la costa.

En América, la tradición de teñir se desarrolló de manera independiente desde tiempos prehispánicos, existiendo registros desde el valle de Ica en Perú hasta la caverna de Chiptic en Chiapas (Gerhard, 1962).

El tinte púrpura ha representado en casi todas las culturas un símbolo mágico religioso asociado al poder, la fertilidad y la muerte. Estas creencias tienen diferentes matices en cada una de las culturas.

En México, se han registrado diferentes grupos étnicos que utilizaban el tinte púrpura en el teñido de hilos de algodón. Entre ellos se encuentran los chontales, huaves, chatinos y mixtecos del estado de Oaxaca; más al norte reporta Manzo (1985) la utilización de este tinte en la zona de Bahía de Banderas, entre Jalisco y Nayarit, por parte de los grupos étnicos que habitaban en la zona. Sin embargo, a la fecha, sólo los mixtecos de Pinotepa de Don Luis, Oax., han conservado la tradición de teñir con este tipo de colorantes naturales.

Recurso marino

Taxonomía y sistemática

El género *Purpura pansa* fue ubicado por Gould en 1853 y pertenece al Phyllum Mollusca, clase Gasterópoda, ubicándose la superfamilia Mu-

ricacea dentro de la subclase Prosobranchia y el orden Neogastropoda, siendo su familia y subfamilia la Thaididae y la Thaidinae respectivamente.

Existen en las costas americanas otras dos especies que son *Purpura collunelaris* (Lamarck, 1822) que cohabita con *Purpura pansa* en el Océano Pacífico y *Purpura patula* (Linneo, 1758) en el Océano Atlántico, Golfo de México y Caribe, según reporta M. Keen en 1971.

La ubicación taxonómica de las especies está sujeta a discusión, sobre todo en el caso de *P. pansa* y *P. collumelaris*. Algunos autores como Garrity (1981) y Wellintong *et al.* (1983), las consideran como una sola especie basándose en análisis de su morfometría y características conquiológicas, así como en observaciones de los animales en las que se incluye la realización de cópulas entre ambas especies, planteando que se trata de formas de crecimiento facultativo terminal de la misma especie.

Por otra parte, *P. patula* y *P. pansa* son considerados como "especies gemelas" para el Pacífico y el Atlántico americano por Myra Keen en 1971, dada la gran similitud de las características de la concha. Sin embargo, Keen distingue a *P. pansa* de *P. patula* por lo blanco de su abertura y su mayor tamaño. Otros criterios que permiten esclarecer y realizar algunas determinaciones sobre la taxonomía de *P. pansa* son las consideraciones realizadas con respecto a las características anatómicas de las especies, particularmente el tipo de estructuras que se presentan en la rádula y el tracto digestivo, según reportan Castillo y García Cubas en 1987, considerando que *P. patula* y *P. collumelaris* presentan mayor similitud con respecto a *P. pansa*, mencionando estos autores que las cúspides de los dientes radulares son más fuertes y especializados en *P. pansa*, así como la presencia en esta especie de un asa intestinal del estómago y una cavidad predigestiva más grande.

Actualmente se realizan estudios citogenéticos con técnicas convencionales en epitelio branquial y gónadas de *P. pansa* y *P. collumelaris* encontrándose al momento un número diploide de cromosomas en tejido branquial (Durán A., com. pers., 1992). Consideramos que este tipo de estudios aportarán en gran medida el conocimiento necesario para esclarecer las diferencias o similitudes entre las hasta hoy distintas especies del género *Purpura*.

Características morfológicas

Purpura pansa presenta una concha de color gris oscuro en la parte externa, cubierta de ornamentaciones nodulares, distribuidas en siete a nueve costillas a lo largo de las espiras de la concha, que se presentan en número de cuatro contando la protoconcha; el ápice de la concha es bajo, con forma globular, ocupando la última vuelta de la espira la porción más grande de la concha; su tamaño varía entre la talla de reclutamiento que es de 0.5 cm aproximadamente, hasta organismos de edad avanzada con tallas de hasta 10.0 cm en algunos casos. El crecimiento es isométrico y existe un dimorfismo sexual en el tamaño, por lo cual las hembras alcanzan tallas superiores a las de los machos.

En la parte ventral, la concha presenta un color café salmón. Bajo la región de la columela se observa un área café obscura y una serie de dentículos en la zona posterior del labio interno en número aproximado de 15. El borde del labio es de color café obscuro, con un canal anterior corto y un canal posterior poco marcado. El labio

externo es delgado, de color gris oscuro y presenta una serie de pliegues formados por las terminaciones de las líneas espirales y las costillas nodulares de la concha. La parte interna es de color gris claro en la región cercana al labio externo y más obscura a medida que se aleja de éste.

La abertura pedal es grande y está cubierta por un opérculo de tamaño mucho menor que ella y de color café obscuro, de consistencia coriácea y con líneas de crecimiento concéntricas.

Anatomía

La anatomía de *P. pansa* ha sido estudiada por Castillo y García Cubas (1981), quienes se abocan a la descripción del tracto digestivo: la base se encuentra por debajo de los ojos comunicando a una probosis tipo plurombólica provista de una rádula raquiglosa que presenta un diente raquídeo de cúspide central elevada, con dentículos intermedios simples y cúspides adyacentes prominentes que son semibifurcadas en la base y que llegan a la mitad de la cúspide central. Asimismo describen que se presentan diferentes laterales grandes y curvos con ornamento basal. Los citados autores hacen referencia a la gran longitud de las glándulas salivales localizadas una a cada lado del saco radular. Mencionan que por la parte posterior existe un conducto que penetra engrosándose a la glándula de Lehilen, que es de forma piriforme y de color café; de ahí sale un conducto que se continúa como esófago, formando una cavidad predigestiva que se adelgaza ligeramente antes de entrar en el estómago que tiene forma arriñonada, observándose líneas de selección a través de la pared. Con respecto al intestino mencionan que emerge del estómago junto con el tiflosol mayor y desciende paralelo al conducto predigestivo, girando a la derecha y terminando en el recto y ano.

La glándula secretora del tinte, llamada hipobranquial, se localiza en la porción anterior del caracol. Produce un líquido blanco que cambia de color al contacto con la luz, tornándose paulatinamente amarillo, verde, azul y púrpura. Si se deja de exponer a iluminación se detiene el viraje de color. El tinte tiene un olor fuerte parecido al del gas de uso doméstico y su estructura química es reportada por Born en 1937, como 6:6 Dibromo Índigo. Su fórmula es: C16 H8 Br2 N2 O2 (Acevedo *et al.*, 1987).

El pie del animal es fuerte y muy desarrollado; la cabeza presenta pedúnculos ópticos y por la parte media inferior se observa la probocide que puede ser proyectada a una distancia considerable hacia afuera del cuerpo del animal, alcanzando una longitud como el ancho de la concha.

P. pansa presenta sexos separados. El órgano copulador de los machos (pene) se encuentra situado en el lado derecho del animal, en la parte posterior de la cabeza presenta forma cónica aguda al estar distendido y se enrolla en forma espiral. La bursa copulatoria de las hembras se localiza en la misma posición que el órgano copulador masculino.

Distribución y hábitat

Purpura pansa fue reportado por Kean en 1971 con una distribución que abarca desde Baja California hasta las Islas Galápagos, considerándolo como una especie típica de la provincia Panámica (Fig. 1), siendo las bajas temperaturas probablemente el factor limitante para su distribución (Acevedo, J. y Hernández, E., 1987).

Las grietas que forman la costa rocosa en la zona de intermarea constituyen el hábitat de este molusco, distribuyéndose verticalmente en la zona de intermarea alta y media preferentemente, como

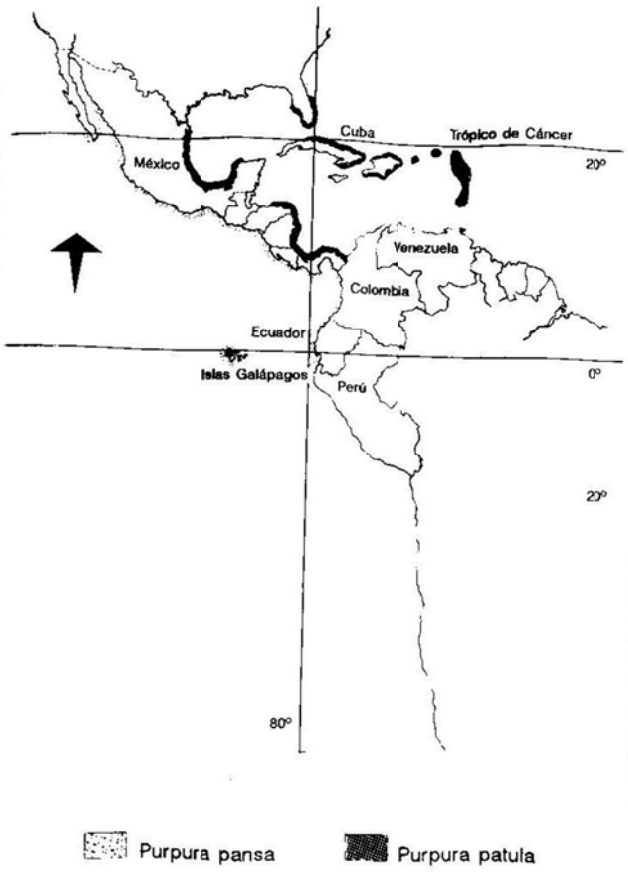


Figura 1

Distribución geográfica del caracol ***Purpura pansa*** *y su especie homóloga* ***Purpura patula*** *en el Océano Pacífico y Océano Atlántico, respectivamente*

lo mencionan Galtsoff (1950), (Garrity-Laevings, 1981). Álvarez Díaz (1989) reporta a *Purpura pansa* de acuerdo con la clasificación de Stephenson, desde la zona mesolitoral inferior hasta la supralitoral inferior, moviéndose de acuerdo con los cambios de marea en una franja que puede ser variable dado que *Purpura* presenta periodos de mayor actividad en relación con el día y la noche así como con los cambios en el nivel de mareas.

El tipo de sustrato y su constitución es otro factor que influye en la distribución espacial de *P. pansa*. Los sustratos muy porosos o rugosos presentan menores densidades poblacionales del caracol que los sustratos lisos, encontrándose las mayores densidades en grietas y oquedades, sobre todo en periodos de descanso. El impacto del oleaje es asimismo importante en la distribución; por lo general las poblaciones son más abundantes en localidades con exposición al oleaje (zona de alta energía) que en lugares protegidos o no directamente expuestos.

Comunidades asociadas

Purpura pansa cohabita con una serie de organismos vegetales y animales que ocupan la zona donde ocurre el desplazamiento del caracol y que interactúan en forma más o menos directa ya sea como epibiontes, competidores, presas o depredadores. Dichas comunidades tienen su soporte trófico en plantas marinas (algas) representadas por especies de los géneros: *Chaetomorpha*, *Hypnea*, *Chnoospora*, *Padina*, *Sargassum*, *Litophyllum*, *Litothamnion*, *Jania*, *Amphiroa*, *Caulerpa*, *Dictyota*, *Laurencia* y *Polysiphonia*, para las costas del Pacífico Sur mexicano, según reportan los trabajos de Holguín (1987).

En la costa de Oaxaca, Rzedowski (1981), (Acevedo Hernández, 1988) reporta las siguientes especies: *Chaetomorpha antennina*, *Tayloriella dictyurus*, *Chnoospora pacifica*, *Ulva lactuca*, *Enteromorpha spp.*

Para el Pacífico Central de México, Candelaria (1985) cita la presencia de algas de las especies: *Padina durvillae*, *Chaetomorpha antennina*, *Jania tenella*, *Amphiroa spp.*, *Hypnea pannosa*, *Erythrotrichia spp.*, *Ceramium spp.* y *Bryopsis galapagensis*.

Escalante (1990) reporta asociaciones de la comunidad de moluscos en la zona de mareas del Pacífico en la región de la entrada al Golfo de California y parte sur de él, principalmente con especies de algas como: *Chaetomorpha antennina*, *Ch. aerea*, *Ulva lactuca*, *Padina durvillae*, *Jania spp.*, *Herposiphonia tenella*, *Amphiroa spp.*, *Enteromorpha spp.*, tanto como alimento, sustrato de postura y epibiosis.

Estas especies vegetales soportan poblaciones de moluscos en la zona mareal, a las que proporcionan alimento directa o indirectamente y cuya composición está constituida básicamente por: *Littorina aspersa*, *L. modesta*, *Nerita acabricosta*, *N. lesselala*, *Notoacmea fascicularis*, *Chiton laevigatus*, *Fisurella gomata*, *Tetraelita aquamosa*, *Aconthopleura granulatum*, *Isognomon recognitus*, *Thais triangularis*, *T. speciosa*, reportados por Villalpando (1986), para la zona de mareas del Pacífico Sur mexicano.

En el Pacífico Central de México, Escalante y López (1990), Acevedo *et al.*(1987) y Álvarez Díaz (1988) reportan que la comunidad malacológica de la zona de mareas está constituida básicamente por: *Nerita scabriocosta*, *Littorina modesta*, *L. aspersa*, *Planaxis obsoletus*, *P. planicostatus*, *Diodora diguetti*, *Cerithium stercusmuscarum*, *C. gemmatum*, *Chiton articulatus*, *Ch. albolineatus*, *Crepidula incurva*, *Thais biserialis*, *T. chocolata*.

Para la entrada y la parte sur del Golfo de California, Valdez y Escalante (1991) señalan a: *Brachidontes semilaevis*, *Cerithium menkei*, *Assiminia compacta*, *Collisella mitella*, *Tricolia perforata*, *Nerita funiculata*, *Notoacmea fascicularis*, *Littorina aspersa*, *L. modesta*, *Crepidula aculcta*, *Neorapano tubercualta*, *Anachis pygmaea*, *Lepidochiton keepiana*, *Chiton articulatus*, *Acantochitona aragonites*, *Lithophaga aristata*.

Dinámica de la comunidad y estructura trófica

El anterior panorama planteado al respecto de la composición de los organismos productores (macroalgas) y moluscos que integran la comunidad que interactúa el hábitat y nicho ecológico de *Purpura pansa* en el Pacífico Mexicano, debe ser considerado no como un todo semejante dado que existen especies que sólo se reportan para las aguas tropicales del sur del país, mientras que otras son exclusivas de las aguas templadas (subtropicales) del norte, tanto para macroalgas como para moluscos. Asimismo, algunas especies como el caso de *Purpura pansa*, *Thais triangularis* y otros vegetales y animales, se encuentran distribuidas desde el sur del Golfo de California hasta Chiapas. Es por ello que las consideraciones acerca de la composición, estructura y dinámica de la comunidad a la que se encuentra asociada el caracol de tinte púrpura deberán basarse en el estudio y conocimiento de cada región de la costa.

No obstante, analizando los datos presentados, tanto para productores (macroalgas) como para moluscos, podemos plantear algunas consideraciones de carácter general para las zonas de mareas tropicales y sublitorales de México: la mayor riqueza de especies de macroalgas se encuentra en la zona de mareas con valores que fluctúan entre 70 y 100 sp. La riqueza de especies para moluscos se mantiene constante todo el año, entre 60 y 80 especies, excepto en la época de otoño cuando el efecto de ciclones y marejadas constituye un factor de perturbación que hace disminuir la riqueza.

Con respecto a la abundancia relativa para moluscos, los más altos valores son ocupados por especies de los géneros: *Cerithium*, *Littorina*, *Chiton*,

Brachidontea, *Chromomytilus*, *Lithophaga*, *Tricolia*, *Isognomon*, *Ostrea*, *Siphonaria*, *Nerita*, *Crepidula*, *Diodora*, *Planaxis*, *Calytraea*, *Tegula*, *Thais*, *Purpura*, *Anachis* y *Acanthina* principalmente.

La similaridad (J) estacional para las aguas de la zona de mareas en el Pacífico Subtropical mexicano es de 45% primavera-invierno, según Balderas *et al.* (1990) y para moluscos de 44% para las mismas estaciones, lo cual coincide con el factor de perturbación que constituyen ciclones y marejadas, según Valdez y Escalante (1991) (Tablas 1 y 2).

Con base a lo anterior, podemos plantear que las comunidades establecidas en condiciones de alta perturbación en la zona mareal media presentan un nivel considerable de estabilidad, así como una capacidad de regeneración alta, como lo muestra la mayor similaridad que se presenta entre las estaciones de primavera e invierno, después del periodo verano-otoño, que presenta gran perturbación en los sistemas costeros de la zona de mareas en litoral rocoso expuesto.

En lo concerniente a la estructura trófica de la comunidad existe una base de organismos productores representados por algas verde-azules, verdes, cafés y rojas con más o menos 85 especies, que soportan a una comunidad de moluscos entre los cuales 60% son herbívoros, ya sean micrófagos raspadores, filtradores y ramoneadores-pacedores, 25% son depredadores, entre los cuales se encuentra *Purpura spp.*, el restante 15% se distribuye entre detritívoros, parásitos, necrófagos y litófagos.

La base de consumidores primarios es depredado fundamentalmente por *Purpura pansa*, *P. collumelaris*, *Thais triangularis* y *T. biserialis*. Sin embargo, la competencia por alimento entre ellas, así como sus adaptaciones al impacto del oleaje provoca que las zonas de distribución en una misma localidad sean distintas. Mientras que *Thais* se concentra en ambientes protegidos y principalmente en la meso y supra litoral, *Purpura* es abundante en las rocas expuestas al oleaje en la meso litoral; depredando el primero a otros caracoles, mientras que *Purpura* se alimenta fundamentalmente de quitones, neritas y lapas.

Tabla 1
Similaridad estacional. Algas

Estación	Spp	Estación	Spp	Ambas	Ccj	%
Primavera	54	Verano	63	35	0.4268	42.7
Primavera	54	Invierno	87	44	0.4336	45.4
Primavera	54	Otoño	45	26	0.3562	35.6
Verano	63	Invierno	87	45	0.4286	42.9
Verano	63	Otoño	45	31	0.4026	40.3
Invierno	87	Otoño	45	34	0.3469	34.7

Tabla 2
Similaridad estacional. Moluscos

Estación	Spp	Estación	Spp	Ambas	Ccj	%
Primavera	36	Verano	34	15	0.2727	27.3
Primavera	36	Invierno	31	18	0.3673	36.7
Primavera	36	Otoño	20	14	0.3333	33.3
Verano	34	Invierno	31	11	0.2037	20.4
Verano	34	Otoño	20	10	0.2273	22.7
Invierno	31	Otoño	20	11	0.2750	27.3

Ambas = spp comunes de ambas localidades.
Ccj = Índice de similaridad de Jaccard.

NOTA: Para el cálculo de similaridad no se tomó en cuenta el material determinado al nivel género.
FUENTE: Valdez y Escalante, 1991.

Reproducción

Como se mencionó anteriormente, *Purpura pansa* presenta sexos separados alcanzando las hembras tamaños mayores que los machos (dimorfismo sexual secundario), quienes presentan un órgano copulador con el que fecundan internamente la bursa copulatoria de la hembra. La gónada del caracol *Purpura* se localiza sobre la región hepática, entre la primera y segunda espiral; es de color amarillento en las hembras y naranja en los machos, lo cual se puede apreciar más fácilmente en la época reproductiva.

Durante la cópula, el macho monta sobre la hembra en posición anterosuperior e inserta su pene en la bursa copulatoria dejando fecundada a la hembra, según Garrity-Laevings (1981) (Acevedo-Hernández, 1987).

En la época de desove, grupos de hembras y machos se reúnen en las grietas que forman las rocas. Las hembras ovipositan proyectando su cuerpo hacia lo más profundo de la grieta y depositan varias cápsulas de textura coriácea en las cuales se encuentran embebidos los huevecillos. Un factor importante que suponemos produce diferencias en la época de desove es la temperatura. Esto lo afirmamos en base a las observaciones en los diferentes estados, así como al comportamiento de ovoposición de las hembras mantenidas en cautiverio durante dos años, ya que se ha visto que la época de puesta coincide con los cambios bruscos de temperatura.

Durante los meses de diciembre a septiembre, cada hembra de más de 2 cm de talla deposita en varias puestas entre 70 y 100 cápsulas ovígeras de color blanco amarillento. La fecha de inicio del periodo reproductivo varía en cada uno de los estados del Pacífico mexicano.

Desarrollo embrionario y larvario

El desarrollo individual de *Purpura pansa* se lleva a cabo dentro de la cápsula, hasta llegar a larva veliger avanzada con ojos y opérculo, que es cuando ocurre la eclosión. El proceso tarda un periodo de 28 a 31 días, como es el caso de algunos gasterópodos. Lo anterior, aunque no podemos aún afirmarlo, pudiera tener alguna relación con el ciclo de mareas y lunar mensual (luna llena, mareas vivas), ya que se menciona que la larva veliger se desarrolla por un periodo no determinado como larva pelágica, según Jablonsky y Patz (1980) en (Garrity y Laevings, 1983).

El huevo de *Purpura pansa* telelecítico, según el criterio de Balinsky (1978) presenta gránulos abundantes de vitelo y grasa distribuidos en mayor densidad y tamaño en el polo vegetal.

En las primeras dos semanas se realiza el desarrollo temprano a partir de una célula, observándose posteriormente una depresión pequeña en la parte anterior (polo animal) del huevo, lo que probablemente indique el inicio de la segmentación, la cual es espiral como en todos los gasterópodos. En fase temprana se observa la formación de corpúsculos polares como pequeñas células adheridas en la parte anterior del huevo, continuándose la aparición por división de células blastómeras con un giro espiral en dirección destrógira con tamaño y posición heterogénea de las células, siendo evidente la mayor actividad de división en el polo animal.

Actualmente se llevan a cabo estudios para determinar con más precisión el desarrollo embrionario, en cada uno de los días en que se lleva a cabo.

Aproximadamente a los 12-15 días aparece la clásica larva trocófora con la forma cilíndrica (barrilito), portando un cinturón de cilios en su línea media. Esta larva sufre una serie de modificaciones hasta que se empieza a dar la formación de la concha (protoconcha), aproximadamente a las tres semanas (18-22 días). En este mismo periodo se observa en la larva veliger la transformación de la línea ciliar en las dos coronas ciliares clásicas. En los últimos 10-12 días, la concha se consolida, aparecen los ojos, el aparato digestivo ya es notorio por su actividad y movimiento, que se observan a través de las conchas. El opérculo está completamente formado y funcional, entre 1 y 4 días antes de que se liberen las larvas, que al percibir cualquier estímulo que se aplique mecánicamente a la cápsula cesan el movimiento de las coronas ciliares y vuelven a la concha cerrándola. El movimiento de las larvas puede ser observado a través de las cápsulas por la abertura del micropilo. A los 28-30 días, la membrana interna de las cápsulas se hace muy frágil y se rompe con cualquier estímulo mecánico sobre ella, lo cual permite la liberación de las larvas, que miden entre 300 y 400 micras, las cuales se han podido observar y conservar por periodos de ocho días en acuarios con agua de mar filtrada por un filtro de 0.45 micras y un sistema de filtro biológico y oxigenación constante. Las larvas se han dejado en competencia libre en algunos casos y alimentadas con leche en polvo en otros, pudiendo observar que en ambas situaciones las larvas capturan pequeñas partículas, principalmente en bacterias y algas, por medio de las coronas ciliares. Se ha observado selectividad, más no se ha determinado aún el tipo de alimento que engullen con más frecuencia.

No obstante los reportes de que las larvas son pelágicas, se ha visto que en condiciones de laboratorio, en acuarios con o sin cama de arena, las larvas tienden a estar en el fondo comiendo y no en la columna de agua, lo cual nos indica que el peso de la concha ya bien formada requeriría de un esfuerzo grande del animal por mantenerse a flote, ya que su tamaño considerable y la concha implicarían un movimiento ciliar natatorio casi constante, lo cual no ocurre en el laboratorio.

Depredación de huevos y larvas

En condiciones de laboratorio, las cápsulas y las larvas ya fuera de éstas son atacadas por diversos organismos, entre los que destacan por su abundancia Copépodos, Ostrácodos y Gnathostomulidos, aunque por el momento no es posible determinar las especies de dichos depredadores y de huevos y larvas de *Purpura pansa*.

Evaluación de la población

Densidad relativa y proporción de sexos

Los valores de densidad y proporción de sexos obtenidos en cada uno de los estados varían según se aprecia en la tabla 3.

Los machos presentan un patrón similar a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, siendo en todos los casos más abundantes que las hembras. La densidad relativa promedio presenta diferentes valores, lo cual se debe probablemente al grado de explotación a que han estado sometidas las poblaciones de caracol *Purpura* en los diferentes estados; o bien, pudiera plantearse la hipótesis de que dichas variaciones se deben al tipo de roca, a las condiciones climatológicas o a la disponibilidad de alimento.

De manera general podemos decir que los estados que están hacia el norte son los que

Tabla 3
Proporción de sexos en *Purpura pansa*

Estado	Proporción sexual machos : hembras	Densidad relativa promedio (Ind./M2)	
Oaxaca	1.0 : 0.78	0.74	(Acevedo-Hernández, 1987)
Michoacán	1.2 : 0.82	1.32	(Acevedo *et al.*, 1987)
Colima	1.0 : 0.77	1.54*	(Acevedo-Turcott, 1988)
Jalisco	1.0 : 0.88	2.10*	(Acevedo-Turcott, 1988)
Nayarit	1.0 : 0.81		(Acevedo-Escalante-López, 1989)
Sinaloa	1.0 : 0.77	2.72*	(Acevedo-Escalante-Osuna, 1992)

* Valores preliminares sujetos a revisión.

presentan mejores condiciones en cuanto a densidad relativa.

Distribución de tallas y estructura de edades

En cuanto a la distribución de frecuencia de tallas, para los estados del Pacífico mexicano se han reportado los siguientes valores: Acevedo-Hernández (1987) registran para el estado de Oaxaca que las tallas mayores de 40 mm no se encuentran bien representadas, lo que hace evidente la escasez de organismos grandes para ambos sexos, siendo la talla máxima encontrada de 88 mm, correspondiendo a una hembra, mientras que los machos no rebasaban los 59 mm. Para el estado de Michoacán, Acevedo *et al.* (1987) reportan que las tallas mayores de 50 mm no están bien representadas, encontrándose para hembras una talla máxima de 83 mm y en los machos de 60 mm. En los estados de Colima y Jalisco, Acevedo y Turcott (1988) observan la misma situación que en los estados anteriores en cuanto a la escasa presencia de organismos de talla grande para Colima, así las hembras escasamente llegaban a medir 46 mm y los machos 42 mm. Sin embargo, en Jalisco la situación se presentó de diferente manera, ya que es el estado en el que la población de *Purpura* presenta mejor representadas las tallas grandes; en hembras se alcanzan tallas bien representadas hasta los 70 mm y en machos hasta 50 mm. Lo anterior nos indica que la población de caracol en este estado no ha sido sujeta a una explotación intensiva, hasta el año de 1988. Para Nayarit, Escalante, Acevedo y López (1990) reportan tallas máximas de 75 mm para machos y 90 mm para hembras, lo cual es indicativo también de que no ha existido explotación del recurso en forma que afecte las poblaciones.

La estructura de edades, al igual que la distribución de frecuencia de tallas, presenta variaciones en cuanto a numero de grupos de edad en cada uno de los estados. La tabla 4 muestra las diferencias observadas por los autores ya mencionados.

Tabla 4
Estructura de edades en *Purpura pansa*

Estado	Grupos de edad 0	I	II	III	IV	V	VI	VII
Oaxaca	15.0	27.0	35.0	44.0	56.0			
Michoacán	15.3	25.0	36.0	43.5	46.3			
Colima	16.0	25.0	34.0					
Jalisco		23.0	34.0	43.0	45.0	62.5	71.0	78.0
Nayarit	14.0	23.0	30.0	40.0	46.0			

* Valores promedio de machos y hembras.

En los estados de Oaxaca y Colima, la mayor abundancia de organismos se encuentra en el intervalo de talla de 20 a 30 mm, no siendo así para los estados de Michoacán, Jalisco y Nayarit que presentan una mayor abundancia en el intervalo 40 a 45 mm. Se observa además que el rango de grupos de edad máximo va de tres a siete, siendo los estados de Michoacán y Jalisco los que registran mayores tallas, lo que nos indica que estas poblaciones no se encuentran tan explotadas como en las entidades federativas, es decir, viven en mejores condiciones.

Crecimiento

Para estimar el crecimiento de la especie se utilizó el modelo propuesto por von Bertalanffy (Farens, 1965) el cual provee una estimación del incremento en longitud en el tiempo.

Estas estimaciones se han realizado en algunos estados del Pacífico mexicano por los mismos autores mencionados en el rubro de densidad relativa (Tabla 5).

Tabla 5
Estimación del incremento en longitud de la especie

Estado	Sexo	Ecuación que describe su crecimiento
Oaxaca	M	$Lt = 72(1-e^{-0.0996(t-0.8677)})$
	H	$Lt = 101(1-e^{-0.0696(t-0.6656)})$
Michoacán	M	$Lt = 60.77(1-e^{-0.377(t-0.351)})$
	H	$Lt = 138.27(1-e^{-0.094(t-1.052)})$
Nayarit	M	$Lt = 75.26(1-e^{-0.1414(t-0.554)})$
	H	$Lt = 90.06(1-e^{-0.1363(t-0.0732)})$

El ritmo de crecimiento de *Purpura pansa*, según se muestra en las ecuaciones de von Bertalanffy calculadas para los diferentes estados, es sumamente lento, de aproximadamente 0.2 mm al mes. El lento crecimiento de la especie fue corroborado por Acevedo-Hernández (1987) mediante la observación de crecimiento directo por el método de marcaje-recaptura. Asimismo, dichos autores mencionan que las tasas de crecimiento para los grupos de edad I, II, III disminuyen de 0.83 a 0.48 mm, decreciendo aún más para los siguientes grupos de edad. En este sentido, si se lleva a cabo una explotación intensiva, tendría que manejarse adecuadamente el recurso, ya que de afectarse la población sería muy lenta su recuperación.

Protección y fomento del recurso

Utilización tradicional en las costas mexicanas

Los tintes naturales han formado parte de la historia e identidad de las diferentes culturas. Para su obtención, el hombre ha utilizado materiales de origen mineral, vegetal, y animal, aprovechando diferentes partes. De las plantas se han utilizado hojas, tallos, cortezas, raíces, flores y frutos; de los animales las partes viscerales y diferentes secreciones. En el reino animal, los moluscos de la clase Gasterópoda han desempeñado un papel fundamental.

Es difícil determinar la antigüedad del uso del tinte de caracol *Purpura pansa* entre los naturales del Continente Americano. Sin embargo, una de las primeras investigaciones al respecto es la del zoólogo alemán Ernest von Martens que en 1874 expuso en su obra, *El púrpura y las perlas*, algunos datos fundamentales sobre la tradición del

teñido con caracoles de los géneros *Murex* y *Purpura* en Europa, Asia, Oriente y América. En el continente americano la tinción con tinta de caracol era una práctica tradicional entre los indígenas de la costa oeste de Centroamérica (Turok *et al.*, 1988).

La investigadora Zelia Nutall aporta datos importantes en cuanto al uso del tinte por grupos indígenas mexicanos, ya que en la interpretación del códice mixteco llamado *Zouche*, el cual narra las guerras de conquista de los poderosos pueblos mexicanos hacia los lejanos pueblos del sur, aparecen guerreros y sacerdotes con tocados y piel pintados con tinta de caracol *Purpura*. Este códice data de los años 1468 y 1519 d.C. Nutall, (1902) (Turok *et al.*, 1988).

> "El tinte púrpura, como se mencionó, ha sido utilizado por los mixtecos de Pinotepa de Don Luis, en la tinción de hilo de algodón, combinándolo posteriormente en la urdimbre de las artesanas con otros hilos teñidos con cochinilla y añil, formando así el posahuanco (enredo) que las mujeres lucirán en festividades importantes en el trayecto de su vida, representando en él la fertilidad de la mujer y que al morir llevan consigo para protección contra los malos espíritus. Estas actividades de teñir, urdir, tejer, tienen un significado místico de los tintes en sus prendas, representan la cultura de los indígenas mixtecos en relación con el aprovechamiento racional de los recursos naturales, que por generaciones han conservado." (Acevedo-Turcott, 1988).

Por otra parte, a partir de 1981, una compañía extranjera inició sus actividades en las costas de Oaxaca, legalizando su situación hasta diciembre de 1983, cuando le fue concedida la autorización por un año para la explotación del tinte de caracol. Inicialmente, la compañía importaba hilo de seda del Japón, el cual daba a teñir a pescadores de la costa de Oaxaca, para posteriormente enviarlo a su lugar de origen para la elaboración de kimonos. A finales de 1984, además de teñir las madejas de seda, compraban el tinte líquido, variación que disminuía el esfuerzo y aumentaba la incidencia de ordeña sobre las poblaciones de caracol. En este mismo lapso extiende sus actividades a los estados de Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco (Acevedo-Hernández, 1987).

Por lo anterior, es interesante abordar la explotación del recurso a partir de la comparación de las técnicas de tinción usadas por los diferentes grupos (tomado de Acevedo *et al.* 1985, Acevedo-Hernández, 1987, Turok *et al.*, 1988).

La participación de la comunidad de Pinotepa de Don Luis en las actividades de tinción era evidente. Se iniciaba con la preparación del terreno para el cultivo del algodón, la siembra, la cosecha y la limpia del mismo. Posteriormente era repartido y cada familia hilaba el algodón utilizando el malacate.

Al comienzo de las actividades de tinción, los teñidores se reunían en grupos de cinco o seis personas que iban de casa en casa colectando las madejas de hilo de algodón, bajando a la costa entre los meses de octubre a marzo, mientras que los pescadores teñidores que iniciaron sus actividades a partir de un contrato, explotaban el recurso sin suspender sus actividades en ninguna época del año. Si recordamos que el molusco tiene un periodo reproductivo de aproximadamente seis meses, variando en cada estaco según se ha confirmado con las investigaciones y que para el estado de Oaxaca es en los meses de abril-agosto, podemos observar que el periodo de explotación que utilizan los mixtecos, respeta el periodo reproductivo de la especie, mientras que

los pescadores-teñidores lo hacían aún en etapa de reproducción.

La forma de trabajar de los mestizos (pescadores-teñidores) era a destajo, lo que implicaba que entre más madejas se tiñeran en el menor tiempo posible mayor era la ganancia, pero inevitablemente mayor el número de caracoles ordeñados y menores los cuidados para su preservación. Esta velocidad para trabajar ocasionó con mucha frecuencia que el caracol quedara expuesto al sol, provocándole la muerte.

La forma de desprender al caracol para la obtención de su tinte, también evidencia diferencias en el cuidado del recurso; los mestizos utilizaban un gancho de alambrón, lo que provocaba la ruptura de las conchas de algunos organismos, mientras que los mixtecos utilizaban una vara de huizache en forma de espátula con el fin de no causarle daño.

Asimismo, para estimular la liberación del tinte los mixtecos tomaban al caracol agregándole saliva y/o soplándole; contrariamente los mestizos lo desprendían y oprimían el pie del molusco con el dedo pulgar, para irritarlo y así lograr la expulsión del tinte. Lo anterior provoca un "estrés" mayor al organismo lo que eventualmente puede causarle la muerte después de varias ordeñas, además de que el caracol queda muy debilitado y su adhesión al sustrato no es firme, por lo que se desprende muy fácilmente al golpe de la ola.

Respecto a la frecuencia de explotación en una misma zona, es decir, el tiempo en que retornan a utilizar un organismo ya ordeñado, los teñidores indígenas lo hacen cada 28 días, coincidiendo con el periodo lunar, tiempo más que suficiente para que el caracol recupere íntegramente su tinte; por otra parte los mestizos, además de la velocidad con que trabajaban lo hacían cada ocho días, tiempo insuficiente para que el caracol se reponga del estrés anterior, además de no recuperar totalmente la tinta.

En cuanto a la selectividad de tallas, los teñidores mixtecos solamente usan tallas grandes (mayores de 5 cm), mientras que los mestizos usan todas las tallas encontradas.

Por otra parte, al desplazar la compañía extranjera sus actividades a otros estados y comprar el tinte en estado líquido se generaron algunas variantes, tal es el caso de los nahuas de la costa de Michoacán y un grupo de pescadores de la costa de Jalisco. La técnica utilizada por los nahuas de la costa michoacana (descrita en Acevedo *et al.*, 1987) consistía en colectar el tinte en un recipiente. Una vez ordeñado el caracol era colocado de nuevo en su hábitat, lo que permitía al organismo no tener un estrés fuerte. La colecta del tinte la realizaban desde las nueve de la mañana hasta las tres de la tarde ordeñando caracoles de todas las tallas, lo que nos indica un desconocimiento de uso del recurso.

Una vez terminada la jornada regresaban a la playa en donde vaciaban el tinte en bandejas y sumergían las madejas de algodón. Aproximadamente un litro de tinte colectado rendía para 200 gr de algodón. Con esta técnica de tinción, las madejas de hilo podían alcanzar la calidad que lograban los mixtecos dando a los hilos hasta diez baños de tinte. Una vez teñidas las madejas eran vendidas a la Casa de las Artesanías.

Los nahuas también vendían el tinte en estado líquido a un comprador extranjero. Para ello conservaban el tinte en recipientes oscuros y lo refrigeraban hasta que era entregado.

La técnica de extracción del tinte fue corregida en 1987 a través de un intercambio de experiencias entre mixtecos y nahuas, promovida por la DGCP, en colaboración con la SEPESCA, dando paralelamente un curso teórico-práctico del manejo del caracol *Purpura*.

Durante 1986, dos grupos de pescadores realizaban actividades de tinción en la costa de Jalisco, uno ubicado en Melaque y otro con residencia en Chamela. Ambos grupos vendían el tinte a un japonés que recibía el producto en estado líquido (Acevedo-Turcott, 1988).

La técnica de obtención del tinte utilizada era la siguiente: se colectaba el caracol de entre las grietas durante la marea baja, no diferenciando tallas, y se lamía o soplaba el pie del animal para que expulsara la tinta y poder recogerla en los termos que para tal fin llevaban. Estos eran tapados inmediatamente, para dejar después al caracol en el lugar donde fue desprendido, volviendo al lugar de colecta a los veintidós días. Algunos de los teñidores optaban por colectar los caracoles en recipientes, excitándolos y depositándolos en un recipiente que tenía un orificio que daba directamente al termo que llevaban, colectando así una cierta cantidad de organismos, los cuales se bañaban en su propio tinte. Recordemos que el tinte tiene un efecto narcótico sobre los invertebrados y el caracol púrpura no es la excepción; por lo que al estar en contacto con su propio tinte por mucho tiempo también es narcotizado, disminuyendo con esto la rapidez con que se adhiere a la roca y por tanto quedar más tiempo expuesto a sus depredadores naturales, como es el caso del tejón.

Actualmente sólo los teñidores de Pinotepa de Don Luis poseen su permiso credencial expedido por la SEPESCA para la extracción del tinte de caracol.

Antecedentes sobre investigaciones científicas y técnicas realizadas en nuestro país

Las operaciones que desde 1981 y hasta principios de 1985 desarrolló una compañía de origen japonés, provocaron por un lado la disminución de la población de caracol *Purpura pansa* en el estado de Oaxaca y por otro el desplazamiento de los teñidores indígenas y la paulatina desaparición de la tradición de teñir, que constituye un rasgo de identidad cultural entre los mixtecos de Pinotepa de Don Luis, Oax.

Asimismo el deterioro de las poblaciones del molusco acarreó serios problemas económicos, ya que con la tinción se iniciaba una importante cadena cultural y comercial que favorecía a tres mil tejedoras y a cuando menos diez pueblos vecinos de Pinotepa de Don Luis, amén de las propias familias de los teñidores (Turok *et al.*, 1988).

Esta serie de problemas generó la denuncia de los tintoreros mixtecos, manifestada al entonces Presidente de la República Lic. Miguel de la Madrid Hurtado, mediante un documento fechado el 3 de marzo y con copias enviadas al Titular de la Secretaría de Pesca, al Gobernador Constitucional del Estado de Oaxaca, al Titular de la Dirección General de Culturas Populares y al Presidente Municipal de Pinotepa de Don Luis, Oaxaca.

En las reuniones con los teñidores y el equipo de trabajo de la Dirección General de Culturas Populares surgieron otros puntos de discusión. Hasta antes de los estudios biológicos, los especialistas textileros sabíamos que los mixtecos sólo teñían entre noviembre y marzo, que coincidía con la época del año en que estaba más calmado el mar y también con la temporada entre cosecha y siembra que facilitaba la ida por largas tempora-

das de los teñidores, pero no teníamos más explicaciones.

Por otra parte, intuíamos como imposible el ritmo de tinción indiscriminado que realizaban los pescadores. Pero ¿por dónde empezar? ¿cómo podríamos comprobar que era la acción de la compañía extranjera y no la de los indígenas la que había abatido los bancos de caracol en menos de cinco años, al grado que esta especie ya se encontraba "amenazada" en las costas de Oaxaca? Nuevamente las decisiones se centraban en la necesidad de aplicar instrumentos de medición para respaldar las aseveraciones.

Aquí fue donde se realizó el trabajo de investigación más innovador con mayores alcances y que constituye una importante contribución a las disciplinas de la biología y la etnociencia.

El equipo de biólogos hacían preguntas a los mixtecos, o los mixtecos hacían una aseveración, y esto motivaba estudios específicos. Por ejemplo en 1984, durante el Primer Seminario Nacional sobre Tintes Naturales, Don Chanito, el decano de los teñidores dijo en mixteco: "Para salvar a la especie en Bahías de Huatulco se requiere que se le deje descansar completamente cuatro años; nosotros los indios estamos dispuestos". Acto seguido los biólogos iniciaron un estudio de crecimiento y nos fuimos de "espaldas": el resultado arrojó que crecían un milímetro al mes o 1.2 cm al año, ya para entonces la mayoría de los organismos sólo medían entre tres y cuatro centímetros, por lo que para reestablecer los grupos de edad V-VII efectivamente se requerían cuatro años.

Y así fue con cada aspecto: el ciclo lunar que debía transcurrir entre visita y visita a un mismo banco, la talla mínima que debía utilizarse, el inicio del periodo reproductivo en abril y la aparición de las nuevas crías en octubre. El conocimiento indígena fue siempre la punta de lanza para los estudios eminentemente científicos y el acuerdo intersecretarial así lo reconoció. Fue el logro más importante del proyecto, pues el concepto de "empírico" podía sustituirse por el etnocientífico, es decir, si bien las vías de explicación del conocimiento eran diferentes los resultados estaban a la vista.

Acciones tendientes a proteger el recurso

La Dirección General de Culturas Populares (DGCP), a través del Programa de Artesanías y Culturas Populares (PACUP), planteó una investigación de tipo etnobiológica en noviembre de 1983, la cual dio origen a que en 1984 se abordara la problemática desde un punto de vista multidisciplinario, con la finalidad de preservar al caracol *Purpura pansa* como patrimonio cultural y biológico del país, así como aportar los datos que se requerían para sustentar una ley de protección y fomento.

Sin duda, los resultados arrojados por la investigación que se llevó a cabo hasta 1985 corroboraron el profundo conocimiento que sobre el molusco poseen los indígenas mixtecos y la racionalidad con que han explotado dicho recurso por cientos de años sin alterar el equilibrio ecológico de las poblaciones del caracol de tinte en las costas de Oaxaca; es decir, explotaban el recurso de manera "sustentable" mucho antes de que se acuñara la palabra.

El Instituto Nacional de la Pesca valida esta investigación en 1984 y a través del seguimiento y colaboración con la DGCP se cancela el permiso expedido a la compañía extranjera en febrero de 1985. A partir de esta fecha se establecen convenios para realizar la investigación en el Pací-

fico mexicano en torno a la evaluación del recurso y la factibilidad de explotación con el fin de reglamentar y administrar este recurso.

En 1986 se realiza la evaluación de la población del estado de Michoacán, a través de un convenio unilateral entre la Dirección General de Culturas Populares y el Instituto Nacional de la Pesca. En 1987 la DGCP, junto con la Universidad Autónoma de Sinaloa, asesoran a la Universidad Autónoma de Nayarit para evaluar la población de caracol en ese estado. Además se inician las primeras experiencias de laboratorio con el fin de mantener en cautiverio al caracol *Purpura pansa*, investigación que hasta la fecha se mantiene. A partir de 1988, investigadores de la Universidad de Guadalajara realizan investigaciones sobre aspectos poblacionales en la costa de Jalisco.

El Instituto Nacional de la Pesca, a través del Centro Regional de Investigación Pesquera Pátzcuaro, prosigue en 1990-1992 con las investigaciones de tipo prospectivo en los estados no estudiados del Pacífico mexicano, coordinándose con los CRIP's de Salina Cruz, Oax., Manzanillo, Col., Mazatlán, Sin. y La Paz, BCS.

En 1991 la Universidad Autónoma de Sinaloa, en coordinación con el Instituto Nacional de la Pesca/CRIP-Pátzcuaro, inician la evaluación del recurso en ese estado así como el estudio en confinamiento del molusco.

Con la finalidad de proteger el recurso y seguir con las investigaciones iniciadas desde 1983, el Instituto Nacional de la Pesca crea en el mes de marzo de 1992 el Comité Técnico Consultivo para el estudio del caracol de tinte, integrado por todos los investigadores que de alguna manera han estudiado este recurso.

Los antecedentes bibliográficos sobre el aprovechamiento y aspectos biológicos del caracol *Purpura pansa* son escasos, sin embargo ofrecen un panorama amplio de la especie.

En relación al uso del tinte púrpura, Born (1937) publica un artículo titulado "Purple", en el cual hace referencia a la utilización del molusco que produce este tinte por diferentes culturas desde la Antigüedad clásica hasta nuestros días, tanto en el viejo como en el nuevo mundo.

Gerhard (1962), en su artículo "Shellfish Dye in America", explica la tradición que tienen los pueblos americanos de teñir prendas con tinte de caracol.

Los trabajos más valiosos en cuanto al uso del tinte púrpura en México son indudablemente los realizados por Zelia Nutall. El primero es la investigación realizada sobre el códice Zouche (1902), que posteriormente tomó el nombre de esta investigadora. Este códice prehispánico de origen mixteco incluye una gran cantidad de pictografías que fueron, según la autora, coloreadas con el tinte púrpura del molusco *Purpura pansa*. El segundo trabajo, publicado en 1909 "A curious survival in Mexico of the use of Purpura Shellfish for Dyeing" describe lo observado en la región de Tehuantepec, Oaxaca, en cuanto a la manera en que los tintoreros chontales de Huamelula tiñen sus hilos de algodón.

El trabajo de la maestra Irmgard Johnson Weitlaner, "Chiptic Cave Textiles from Chiapas, Mexico", publicado en 1954 por el *Journal de la Societé des Americanistes*, Serie Nueva, es de suma importancia porque presenta el famoso lienzo prehispánico de Chiptic, considerado uno de los vestigios arqueológicos de mayor antigüedad y en cuya confección se utilizó el tinte púrpura.

A continuación se presentan, de manera cronológica, los estudios más relevantes sobre la biología de la especie:

- Chench (1947), en "The genera *Purpura* and *Thais* in the western Atlantic", hace énfasis en la función reproductiva y alimenticia del tinte, así como en la biología del *Purpura patula* y *Thais* en el Atlántico.

- Keen Myra (1971), en su libro *Sea shells of tropical west America* corrobora la ubicación taxonómica del caracol *Purpura pansa*, diferenciándolo de su especie "gemela" del Atlántico *Purpura patula* y de la especie con que cohabita en el Pacífico: *Purpura collumelaris*.

- Un trabajo importante sobre los caracoles productores de tinte en México es el de Yoshioka (1974), titulado "Purple Dye of Mexican Shellfish", en el que menciona las actividades de tinción que han llevado tradicionalmente los indios de América.

- Hoffman y Weldon (1978), en su artículo "Flight responses of two species of intertidal Gastropods (prosobranchia: trochideae) to sympatric predatory gastropods from Barbados", analiza las interacciones depredador-presa en la zona intermareal media y baja de *Purpura patula* en relación con la fauna circundante.

- Garrity y Levings (1981), en su trabajo "A predator-prey interaction between two physically and Biologically constrained tropical rocky shore" reportan la función defensiva y alimenticia del tinte, así como los factores que determinan la distribución y actividad de *Purpura pansa* durante la marea baja y sus relaciones alimenticias con *Nerita spp*, además de abordar algunos aspectos poblacionales como densidad y distribución de tallas.

- Wellington y Kuris (1983), en "Growth and Shell variation in the tropical eastern Pacific intertidal gastropods genus *Purpura*: ecological and evolutionary implications" hacen énfasis sobre la gran variedad de formas intermedias entre *Purpura pansa* y *Purpura collumelaris* en Panamá y las Islas Galápagos y concluyen, con base en relaciones morfométricas, que *Purpura collumelaris* es una forma de crecimiento facultativo terminal de *Purpura pansa*.

- Turok M., Sigler A., Hernández E., Acevedo J., Lara R., y Turcott V. (1988), en "El caracol púrpura. Una tradición milenaria en Oaxaca", analizan de manera multidisciplinaria el recurso, abordando aspectos culturales, etnobiológicos, biológicos y socioeconómicos del uso de caracol *Purpura pansa*.

- Escalante M., Acevedo J., y López C., en 1990, evaluaron las poblaciones de las costas de Nayarit, determinando que este litoral no presenta rasgos de haber sido sobrexplotado. Los mismos autores, durante 1990 también ensayan un confinamiento de caracol púrpura en la ciudad de Tepic, Nay., con resultados favorables de aclimatación, aceptación de alimento y reproducción en cautiverio durante dos ciclos, 1990-1991 y 1991-1992. Escalante M., Morán R., y López C., en 1991 describen en forma preliminar el desarrollo embrionario y larvario del caracol de tinte en base a huevos puestos en el laboratorio por animales en cautiverio.

- Escalante M., Valdez M., y Acevedo J., analizan las poblaciones de púrpura en la costa sur

de Sinaloa y determinan que hasta el momento no existen indicios de sobrexplotación.

Medidas y regulaciones vigentes para su protección

Se han tomado acciones inmediatas para la regulación del recurso, como es el caso del establecimiento de vedas particulares en diversos estados, como en Oaxaca en donde a partir del dictamen emitido por el Instituto Nacional de la Pesca el 15 de junio de 1988, a través del CRIP-Salina Cruz y en coordinación con la DGCP, se establece que el periodo de veda para caracol *Purpura* en la costa oaxaqueña es de mayo a agosto. Lo mismo sucede en Michoacán, en donde se emite dictamen en abril de 1987 por el Instituto Nacional de la Pesca, a través del CRIP-Pátzcuaro y en coordinación con la DGCP y se determina que el periodo de veda para el caracol *Purpura* en la costa michoacana es de febrero a julio.

Por otra parte, el tamaño mínimo de captura establecido para el caracol *Purpura pansa* es de 30 mm. Asimismo se han impulsado las investigaciones en los diferentes estados que permiten definir la época de reproducción de la especie.

En el caso de Michoacán, en donde se solicitó la autorización de permiso de explotación del caracol de tinte por parte de los indígenas nahuas de la costa, se les autorizó el permiso previa capacitación que se realizó en junio y noviembre de 1987, corrigiéndose así las anomalías de uso del recurso por parte de este grupo.

Como resultado de las investigaciones realizadas en las costas del Pacífico mexicano, el 30 de marzo de 1988 se establece el acuerdo intersecretarial firmado por los titulares de las Secretarías de Pesca, Educación Pública y Desarrollo Urbano y Ecología, por medio del cual se regula el desarrollo, conservación y aprovechamiento del caracol *Purpura pansa*, en favor de los núcleos de población que tradicionalmente lo han explotado.

Los artículos de dicho acuerdo son los siguientes:

ARTÍCULO PRIMERO. Por causa de interés público se establece la regularización para la conservación, el fomento y aprovechamiento del caracol *Purpura pansa* en las costas de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

ARTÍCULO SEGUNDO. Se prohibe la colecta, retención y traslado de los especímenes fuera de su área de distribución natural, así como la obtención de tinte a partir de técnicas que impliquen la muerte del molusco. Igualmente se prohibe la comercialización de los organismos enteros o en partes.

ARTÍCULO TERCERO. El aprovechamiento del tinte sólo podrá ser efectuado por los miembros de las comunidades indígenas ribereñas y por quienes histórica y tradicionalmente han hecho uso de él, según sus distintas y particulares prácticas, costumbres y valores.

Dicho aprovechamiento requerirá de permiso específico por parte de la Secretaría de Pesca, el que se otorgará mediante el sistema de permiso credencial.

Los permisionarios rendirán un informe mensual de explotación, el cual consignará las zonas explotadas, la cantidad de días de trabajo y de madejas teñidas; este último dato expresado en kilogramos.

ARTÍCULO CUARTO. La obtención y aprovechamiento del tinte se sujetará al procedimiento que se detalla a continuación:

a) La extracción del tinte para el teñido de fibras naturales destinadas exclusivamente a la elaboración de vestidos o prendas indígenas tradicionales, se realizará precisamente en el sitio en que se encuentre el recurso y sin sacrificar al caracol.
b) Los caracoles deben ser desprendidos del lugar donde se encuentran adheridos, empleando una vara o espátula de madera.
c) Durante el proceso de teñido se evitará ejercer presión o comprimir el "callo" del animal y el tinte se verterá directamente sobre los productos a teñirse.
d) El proceso de aprovechamiento deberá realizarse en sitios húmedos y que no estén expuestos al sol.
e) Una vez obtenido el tinte excretado por el molusco, éste deberá depositarse en el lugar de donde fue tomado, procediendo de inmediato a rociarlo con agua.
f) La explotación del caracol para el aprovechamiento del tinte deberá ajustarse a la técnica de rotación de "bancos de caracol".

ARTÍCULO QUINTO. El aprovechamiento de los bancos del molusco deberá hacerse dejando pasar veinte días por lo menos entre cada época de explotación. La talla mínima de explotación comercial de esta especie es de 30 milímetros.

ARTÍCULO SEXTO. Los permisionarios estarán obligados a cumplir los programas de capacitación que emita la autoridad pesquera para el manejo de esta especie marina. Asimismo, participarán en los programas de conservación que determine la Secretaría de Pesca y Desarrollo Urbano y Ecología.

ARTÍCULO SÉPTIMO. La Secretaría de Pesca, en coordinación con la de Desarrollo Urbano y Ecología, y con base en los estudios que realice el Instituto Nacional de la Pesca, establecerá las temporadas en que el molusco puede ser aprovechado para extraer tinte, en los estados de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

ARTÍCULO OCTAVO. La Secretaría de Pesca y la de Desarrollo Urbano y Ecología, en coordinación con la Secretaría de Educación Pública, fomentarán programas educativos y de capacitación para favorecer el adecuado aprovechamiento de la especie, tomando en cuenta el conocimiento que sobre ella poseen los grupos que tradicionalmente lo han explotado.

ARTÍCULO NOVENO. La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, de Educación Pública y de Pesca realizarán en el ámbito de su competencia, estudios e investigaciones para la elaboración de proyectos, identificación de tecnologías e implantación de métodos y sistemas destinados a la conservación y al mejor aprovechamiento del caracol *Purpura pansa*, y de las artesanías en cuya elaboración se utilice el tinte.

ARTÍCULO DÉCIMO. Los Gobiernos de las Entidades Federativas podrán participar en los estudios, investigaciones y proyectos que se establezcan, así como en la ejecución de los programas respectivos, mediante la celebración de los acuerdos de coordinación que correspondan.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO. La Secretaría de Pesca, de Desarrollo Urbano y Ecología y de Educación Pública dispondrán lo necesario a fin de realizar campañas preventivas en contra del tráfico ilegal y la explotación irracional del molusco; de información sobre las sanciones aplicables y de las

consecuencias naturales y culturales de dichas prácticas ilícitas.

Experiencias sobre su cultivo

Una de las razones primordiales para realizar la investigación del caracol *Purpura pansa* en laboratorio ha sido el poder establecer una tecnología de cultivo de este molusco y poder así repoblar aquellas zonas que han sido sumamente afectadas por las actividades del hombre, además de conocer más acerca de la biología de la especie para adecuar las técnicas de manejo del recurso. Es por esto que a partir de 1990 se establece el primer experimento en laboratorio en la Universidad Autónoma de Nayarit, en el que se logran avances importantes como la adaptación al cautiverio, la aceptación de alimento no vivo, la observación de la cópula y los primeros desoves. Sin embargo, es hasta 1991 cuando se logra avanzar más en estas investigaciones. A continuación se presentan los resultados obtenidos en laboratorio.

Confinamiento en acuarios

Se mantienen desde 1989, 5 lotes de 60 caracoles, en proporción de uno a uno, machos y hembras. Los acuarios son de acrílico de 1 cm de espesor, 1 m de lado y 50 cm de profundidad, equipados con un filtro de cartucho al exterior y uno biológico de rejilla y cama de arena y conchilla al interior. Se regresa el agua del filtro al acuario mediante un sistema de mangueras perforadas, para que el agua caiga desde una altura aproximada de 30 cm, imitando el efecto de aspersión y humectación de la zona rompiente. Además se han instalado cabezas de poder (ambas sumergidas), que arrojan un chorro de agua constante a presión bajo la superficie hacia un grupo de rocas medio sumergidas, colocadas en el centro del acuario y traídas de la zona donde se colectaron los ejemplares. La lámina de agua de mar en los acuarios es de 20 cm, de esta manera se mantienen en los acuarios condiciones de humectación, oxigenación y movimiento del agua, que semejan las condiciones del hábitat natural. Hasta el momento se ha logrado mantener una mortalidad baja en los acuarios.

Alimentación y reproducción en cautiverio

Se han probado diferentes tipos de alimento vivo, fresco y dietas preparadas: quitón, nerita, fisurélidos, carne de pescado, carne de calamar, carne de ostión, almeja y camarón; así como dietas preparadas en base a los análisis bromatológicos de los anteriores tipos de alimento siendo los más aceptados el quitón y lapas (fisurélidos) para alimento vivo y carne de calamar y pescado para alimento fresco congelado, observando que la actividad de alimentación en los acuarios ocurre fundamentalmente por la noche.

Reproducción en acuarios

Los animales confinados iniciaron su primer periodo de puesta de cápsulas ovígeras en diciembre de 1991; comenzando el segundo periodo en noviembre para 1991 y prolongándose hasta abril de 1992.

Las hembras depositan los huevecillos en varias sesiones y lo hacen en las piedras, conchas de ostión o en las paredes del acuario, aunque el mayor número de puestas incide en las rocas y se realiza principalmente en la noche. En condiciones de confinamiento se ha observado la cópula durante todo el año, lo cual ha permitido observar el desarrollo embrionario y larvario del caracol de tinte así como las características particulares de cada una de las etapas. Tomando muestras de cápsulas diariamente y observando y regis-

trando sus diferencias y cambios, se han podido describir las distintas fases del desarrollo a partir de una sola célula hasta la formación de la larva trocófora, la veliger temprana y la veliger tardía o completamente desarrollada (con opérculo, concha y ojos).

Consideraciones finales sobre su explotación y aprovechamiento

Este recurso ha sido abordado por diversos grupos de investigadores, estudiando desde un punto de vista biológico su taxonomía, o desde el punto de vista antropológico el uso que le han dado las diferentes culturas. Sin embargo no es hasta 1983 en que un grupo interdisciplinario de investigadores abordan su estudio de manera integral, tomando en cuenta además de su taxonomía, aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros y su relación con la antropología, sociología y economía de los grupos que lo aprovechan.

Aunque los estudios realizados cubren gran parte de la biología de la especie, es necesario continuar con las investigaciones con el fin de profundizar en algunos aspectos de su biología, ecología, aspectos reproductivos, evaluación de poblaciones del molusco en el Pacífico mexicano, así como estudios de carácter socioeconómico.

Hemos venido mencionando el uso racional del tinte de caracol *Purpura pansa* por parte de las culturas indígenas de nuestro país, que por tradición lo han explotado, como muchos otros recursos naturales. Dicha explotación refleja con claridad el profundo conocimiento que poseen sobre el recurso, el cual ha sido transmitido de generación en generación conservando así un legado cultural y ecológico. Por esta razón sugerimos que el recurso siga siendo explotado de acuerdo a la técnica tradicional, como lo establece el acuerdo intersecretarial del 30 de marzo de 1988.

No se descarta que otros grupos sociales puedan aprovechar el recurso, ya que existen elementos que nos permiten suponer que este recurso tiene un enorme potencial económico. Para ello es necesario se continúe con las evaluaciones del recurso en todos los estados del Pacífico mexicano, para conocer el potencial de producción de tinte. Además, se requiere seguir con las investigaciones que nos lleven a obtener una tecnología de cultivo de este organismo, con el fin de repoblar áreas donde han disminuido las poblaciones de la especie.

Con el objeto de disminuir la incidencia de la explotación sobre el recurso y de aumentar el rendimiento del tinte que produce este molusco, es recomendable buscar nuevas formas de comercialización del producto, lo que implicaría un estudio específico de mercado.

Se deberá dar capacitación a los grupos interesados, tanto en el manejo como en aspectos de conservación, transformación, diseño, y comercialización del tinte y otros productos que pudieran derivarse de la explotación del mismo.

Por último, quisiéramos mencionar que en todo el proceso que ha seguido el proyecto de investigación en torno al caracol *Purpura pansa*, ha estado presente una visión integral de los aspectos que se deben analizar, así como de las acciones que se deben emprender. Cuando se quiere realizar un proyecto de "desarrollo sostenible" o "uso racional de los recursos"; deberán tomarse en cuenta factores tales como la interrelación entre diversidad biológica y diversidad cultural, el papel de la ciencia, la tecnología y el denominado conocimiento etnocientífico. Este es un ejemplo que

puede ser aplicado a muchos otros recursos naturales que guardan una estrecha relación con la historia y cultura de las antiguas civilizaciones que aún perduran en nuestros grupos étnicos, campesinos y pesqueros.

Bibliografía

ACEVEDO, G.J., C.E. HERNÁNDEZ y V. TURCOTT. 1985. El caracol *Purpura pansa* en la costa de Oaxaca. Perfil de la jornada, mayo 31 de 1985. Periódico *La Jornada*, México.

ACEVEDO, J. y TURCOTT, V., 1986. *Curso técnico práctico sobre el caracol de tinte Purpura pansa*. (Inédito). DGCP/SEP.

ACEVEDO, G.J. y C. E. HERNÁNDEZ. 1987. *Aspectos poblacionales y etnobiológicos del caracol Purpura pansa, Gould 1853 en la costa de Oaxaca*. Tesis Profesional. Fac. de Cienc. UNAM. México.

ACEVEDO, J., HERNÁNDEZ, E., SIGLER, A., LARA, R. y TURCOTT, V., 1987. *Evaluación y aprovechamiento del tinte del caracol Purpura pansa, Gould 1853 en la costa de Michoacán*. Informe final. (Inédito). DGCP.

ACEVEDO, J. y TURCOTT, V., 1988. *Prospección de caracol Purpura pansa, Gould 1853, en los estados de Colima y Jalisco*. Informe. (Inédito). DGCP/SEP.

ACEVEDO, G.J., M.A. ESCALANTE y C.E. LÓPEZ. 1989. Análisis algunos parámetros poblacionales del caracol *Purpura pansa*. Gould, 1853 en el Litoral de Nayarit. *Revista Inter. CCIP. UAS* (1). 1991.

ALDANA, D., 1991. Recuperar el caracol rosa. Programa de cooperación Franco Mexicano. CINVESTAV/IPN. Mérdida-U. de Brest. *Rev. Cient. y Tec. de Francia. Interface* 38.

ÁLVAREZ. D.A., 1989. *Relaciones ecológicas y algunos aspectos poblacionales del caracol Purpura pansa, la costa del estado de Michoacán, México*. Tesis Profesional. Esc. de Biol. de la UMSNH.

BALDERAS, GUTIÉRREZ, *et al.*, 1990. Florística y ecología de macroalgas en las zonas litoral y sublitoral de Mazatlán, Sinaloa, México. *Memorias SSU*. Escuela de Ciencias del Mar, UAS.

BALINSKY, B.I., 1975. *Introducción a la embriología*. Ed. Omega S.A. México D.F. Pp. 66-138.

BARNES, R.D., 1977. *Zoología de los invertebrados*. Ed. Interamericana. México D.F. Pp. 307-355.

BORN, W., 1937. Purple. *Ciba Review* 4: 106-135.

CANDELARIA, CARLOS. 1985. *Caracterización de las ficoflora de la localidad de Puerto Escondido, Guerrero*. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM.

CASTILLO, R.Z. y A. GARCÍA-CUBAS. 1981. Morfología y anatomía del caracol "morado" *Purpura spp.* en las costas de México. *Mem. III Reunión de la Soc. Mex. de Malacología y Conquililogía*. FCB/UANL.

ESCALANTE y LÓPEZ. 1990. Listado malacológico de la costa del estado de Nayarit, México. *VIII Congreso Nacional de Oceanografía*. Mazatlán, Sn. Resúmenes. UAS. p. 127.

ESCALANTE C.M., C.E. LÓPEZ R. y J. ACEVEDO G., 1990. Bioensayo para lograr la aclimatación del caracol *Purpura pansa* y *P. collumelaris* en acuarios con fines de cultivo. *VIII Congreso Nacional de Oceanografía*.

ESCALANTE, M. y OCHOA, J., 1990. Las algas del mar de Cortés. *XI Congreso Mexicano de Botánica*. Resúmenes. Pp. 393.

ESCALANTE y MORÁN, *et al.*, 1991. Primer reporte de reproducción del caracol del tinte en condiciones de laboratorio con descripción preliminar de estadíos de desarrollo. *XI Congreso Nacional de Zoología*. Resúmenes. Pp. 180.

FABENS, J., 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth* 29: 265-289

GARRITY, S.D. y S.C. LAEVINGS. 1981. A predator-prey interaction between two physically and biologically constrained tropical rocky shore gastropoda: direct, indirect and community effects. *Ecologial monographs* 5-13: 267-286.

GERARD, P., 1962. Shellfish dye in America. *XXXV Congreso Internacional de Americanistas, Actos y Memorias*. 3: 177-190.

HOLGUIN, *et al.*, 1987. Algunas relaciones interespecíficas entre algas y moluscos en facies rocosa de la franja de marcas del estado de Oaxaca, México. *Memorias III Reunión de Malacología y Conquiliología*. UANL. Pp. 95-119.

JOHNSON, W.P., 1954. Chiptic cave textiles from Chiapas, Mexico. *Journal de la Societé des Americanistes nouvelle serie T.* XLIII: 137-148.

KEEN, A.M., 1971. *Sea shells of tropical west america*. Second edition. Stanford University Press, California, USA.

MANZO, E., 1985. *Caracol púrpura: Enfoque etnohistórico*. (Inédito). DGCP/SEP.

NUTALL, Z., 1902. *Codex belonding Le Lord Zeuche of Harynworth. England*. With and introductions by Zoile Natuall Cambridge, Mass. Peabody mucan of american Archacology and Ethnology, Harvard, USA.

RAMOS, S., TURCOTT, V. y ACEVEDO, J., 1988. *Dictamen sobre la explotación del caracol morado Purpura pansa, Gould 1853, en los litorales de la costa oaxaqueña, México.*

TUROK, *et al.*, 1988. *El caracol Púrpura, una tradición milenaria en Oaxaca*. DGCP/SEP. México.

VALDEZ y ESCALANTE, *et al.*, 1991. Estructura trófica de la comunidad malacológica que cohabita con el caracol de tinte en Mazatlán, Sinaloa, México. *XI Congreso Nacional de Zoología*. Resúmenes UAY. Pp. 179.

VILLALPANDO, C.E., 1986. *Diversidad y zonación de moluscos de facie rocosa, Isla Roqueta, Acapulco, Guerrero*. Tesis Profesional. Fac. Cienc. UNAM.

WELLINGTON, C.M. y A.M. KURIS. 1983. Growth and shell variation in the tropical Eastern Pacific intertidal gastropods genus *Purpura*: *Ecological biological Bulletin* 164: 158.

Libro: PESQUERÍAS RELEVANTES DE MÉXICO, Tomo 2. Se terminó de imprimir en diciembre de 1996 en los talleres de LITO RODA, S.A. DE C.V., Calle La Escondida No. 2, Col Los Volcanes, Delegación Tlalpan, México, D.F. Su tiraje fue de 500 ejemplares, impresos los interiores en papel bond reciclado y forros en Couché dos caras. El cuidado de la edición estuvo a cargo del Instituto Nacional de la Pesca.

PESQUERIAS RELEVANTES DE MEXICO TOMO II