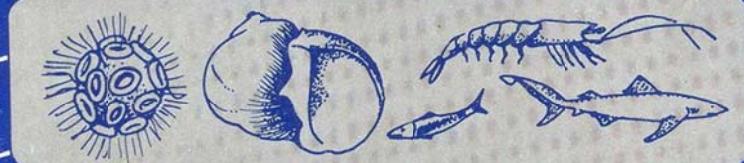
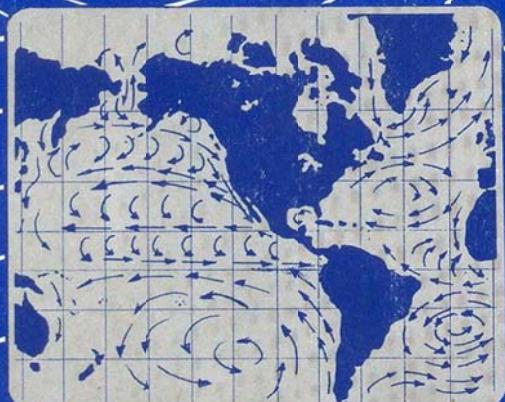
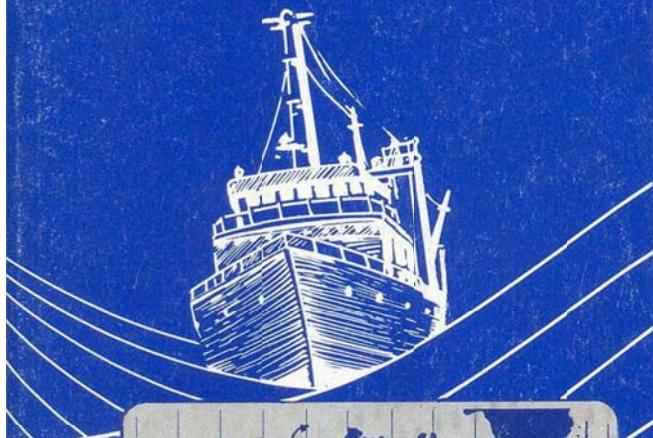


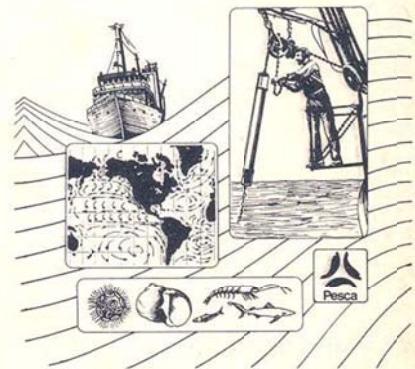
VII CONGRESO NACIONAL DE OCEANOGRAFIA

ENSENADA, B.C. JULIO DE 1987.



**VII CONGRESO NACIONAL
DE OCEANOGRÀFIA**

ENSEÑADA, B.C. JULIO DE 1987.



SECRETARIA DE PESCA
(Primera edición Tomo I, 1992)
ISBN 968-817-239-1 Obra Completa
ISBN 968-817-252-9 Tomo I

SECRETARIA DE PESCA

LIC. GUILLERMO JIMENEZ MORALES
Secretario de Pesca

LIC. CARLOS CAMACHO GAOS
Subsecretario de Fomento y Desarrollo Pesqueros

LIC. HUMBERTO ROQUE VILLANUEVA
Subsecretario de Organización y Administración Pesqueras

LIC. JESUS ANLEN LOPEZ
Oficial Mayor

LIC. JUAN JOSE MORENO SADA
Coordinador de Delegaciones Federales de Pesca

LIC. XAVIER GUTIERREZ TELLEZ
Jefe de la Unidad de Comunicación Social

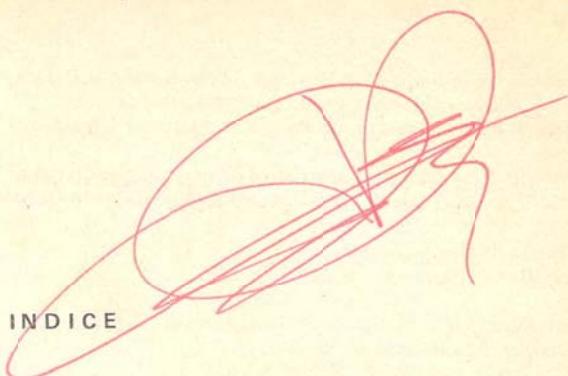
C. JORGE A SOSA ORDOÑO
Director de Publicaciones

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

DRA. MARGARITA LIZARRAGA SAUCEDO
Directora General del Instituto Nacional de la Pesca

M. en C. LUIS LOPEZ GUERRERO
Director de la Coordinación y Apoyo Técnico a la
Investigación Científica y Tecnológica Pesquera

LIC. GUADALUPE CRUZ
Jefe del Departamento de Publicaciones, INP

**TOMO I**

Presentación	13
Ciclo reproductivo, madurez y fecundidad de la anchoveta <i>Engraulis mordax</i> de la subpoblación central. Análisis comparativo en el período 1981-1983. Celia Eva Cotero A., Olivia Tapia V.	15
Desarrollo de un producto a partir de atún utilizado para empaque. Irene Prieto M., Carlos M. Caloca, José Luna Franco, David Estrella A.	29
Estimación de la mortalidad por pesca mediante el análisis de cohortes por tallas de la anchoveta <i>Engraulis mordax</i> , 1975-1986. Aurora Barrera Moreno, Alfredo Cota Villavicencio, Walterio García Franco Ángelica Luévano Bañuelos.	37
Estudios de manejo de <i>Gelidium robustum</i> (Gelidiaceae: Rhodophyta) en Punta San Miguel, B.C. 1.1 Estructura de la población en un manto no explotado. Lily Romina S. Castro, Francisco Uribe Osorio.	47
Estudios de manejo del recurso <i>Gelidium robustum</i> (Gelidiaceae: Rhodophyta) en Baja California. 1.2 Biomasa disponible en Punta San Miguel y en ocho zonas sujetas a explotación. Lily Romina S. Castro, Francisco Uribe Osorio.	59
Informe de la temporada de pesca de anchoveta (<i>Engraulis mordax</i> Girard, 1856) durante 1986 en Ensenada, B.C. Walterio García Franco, Aurora Barrera Moreno, Alfredo Cota V., José Luna Franco.	73
Madurez, índice gonadal y fecundidad en dos especies de abulón, <i>Haliotis</i> spp. (Mollusca: Gastrópoda) de la Isla de Cedros, B.C. Martín Ortiz Quintanilla, Alma Rosa García Juárez, Francisco Salgado Hernández.	85
Características del zooplancton de la Bahía de Todos Santos, B.C. Luis Clemente Jiménez Pérez.	93
Patrones de variación estacional del viento alrededor del Golfo de California. Ricardo Troncoso Gaytán.	103
Variación estacional de perfiles de playa al sur del Puerto de Ensenada, B.C. Arturo Cruz Falcón, Manuel Mancilla Peraza.	113
Estudio de la contaminación marina en las zonas de playas de Tijuana, B.C. Rafael Morales Chávez, Carlos Romero Manzano, Rubí R. Encalada Fleites, René A. Navarro Palacios.	123

Estudio hidrológico de la Bahía de Todos Santos, B.C. Una aplicación a la instalación de un emisor-difusor de aguas residuales urbanas. Manuel Mancilla Peraza, Guillermo M. Martínez García.....	133
Criterio de consistencia estadística de una estimación del espectro direccional. José Luis Ochoa De la Torre, Oscar Eduardo Delgado González	143
Manejo de la zona costera. Salvador F. Farreras.....	153
Sistema regional de alarma de Tsunamis para Baja California. Salvador F. Farreras.....	155
Aspectos de la distribución y abundancia de los peces de la familia <i>Scorpaenidae</i> de Isla Guadalupe, Baja California, México. Humberto León Castro, Gorgonio Ruiz Campos, Oscar Alberto Pedrín Osuna.....	161
Aspectos poblacionales de tres especies de peces roca: <i>Sebastes miniatus</i> , <i>S. rosenblatti</i> y <i>S. constellatus</i> , en Isla Guadalupe, Baja California, México (Pisces: Scorpaenidae). Jorge Alaniz García, Oscar Pedrín Osuna, Gorgonio Ruiz Campos.....	173
DDT en mejillón <i>Mytilus edulis</i> : consideraciones estadísticas y variabilidad inherente. Bernardo P. Flores Báez, Manuel Salvador Galindo Bect.	183
Utilización de <i>Porphyra perforata</i> (Rhodophyta) como alimento de artemia (Crustacea: Anostraca). Herón A. Silva Loera.	191
Efecto del tamaño corporal y temperatura sobre la tasa de consumo de oxígeno en <i>Argopecten circularis</i> (Sowerby) (Mollusca: Lamellibranchia). Herón A. Silva Loera.	199
Corriente litoral dentro de la zona de rompiente en la Bahía de Todos Santos, B.C. Adolfo González Calvillo, Rafael Blanco Betancourt.	207
DDT en la almeja pismo <i>Tivela stultorum</i> (Mawe) de San Quintín, B.C. Bernardo P. Flores Báez, Sergio A. Sañudo-Wilhelmy, Efraín A. Gutiérrez Galindo, Manuel S. Galindo Bect.	215
Transporte eólico en la Bahía de Todos Santos, B.C. Oscar E. González Yajimovich, Adolfo González Calvillo, Eduardo Gil Silva.	221
Notas sobre edad de primera madurez gonadal en abulón azul <i>Haliotis fulgens</i> (Mollusca: Gasterópoda) producido en el laboratorio de acuacultura del Ejido Eréndira, B.C. México. Abel S. Pérez Serrano, Raúl Celis Ceseña, Ricardo Castro Gálvez, Antonio Espinoza M....	229
Observaciones sobre el crecimiento de juveniles de abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i> , Philippi, 1845) en condiciones de laboratorio. Ricardo Castro Gálvez, Raúl Celis Ceseña, Antonio Espinoza Montes, Abel Pérez Serrano.	239
Informe de la temporada de pesca 1985-1986 de abulón <i>Haliotis</i> spp. en la costa occidental de la Península de Baja California. José R. Turrubiates Morales, Martín Ortiz Quintanilla, Fernando López Salas, Ramón Ayala Murillo, Bernardo Gómez Ayala.	247

Cultivo de ostión en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía de La Paz, B.C.S. Estudio comparativo de crecimiento y resistencia con el cultivo en suspensión. David Ramírez Filippini, Jorge Chávez Villalba, Carlos Cáceres Martínez.....	257
Cultivo piloto de ostión <i>Crassostrea gigas</i> (T.) en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía Magdalena, B.C.S. Influencia de la densidad sobre el crecimiento. Carlos Cáceres Martínez, Sergio García Bustamante.....	269
Análisis de la temporada de pesca 1985-1986 de langosta roja <i>Panulirus interruptus</i> (Randall, 1840) en el norte de Baja California, México. Gerónimo Espinoza Castro, José Guadalupe González Avilés, Fernando López Salas, Bernardo Gómez Ayala, Ramón Ayala Murillo.....	279
Evaluación biológico-pesquera del recurso camarón <i>Penaeus californiensis</i> (Holmes) en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. Fernando Ascencio Borondón, Carlos Solís Gil, Luis Cobá Cetina.....	289
La tortuga lora <i>Lepidochelys kempi</i> en Rancho Nuevo, Tamps René Márquez M., Manuel Sánchez P., Daniel Ríos O., Aristóteles Villanueva, Juan Díaz F., Israel Argüello V.....	301
Análisis de la captura de escarre ribereña del estado de Colima. Temporada 1980-1985. Mirna Cruz R., Elaine Espino E., René Macías Z.....	313
Alimentos balanceados y económicos a partir de desperdicios marinos para pollo y tilapia. Manuel Patiño Barragán, Alejandro Otto Meyer Willerer.....	323
Determinación de la contaminación por sustancias orgánicas en el puerto interior de Manzanillo, Col. Altagracia G. Contreras Castillo, Alejandro Otto Meyer Willerer.....	329
Obtención de bromo y sales de magnesio de las salinas de la Laguna de Cuyutlán, Col. Verónica Villarroel Guadarrama, Alejandro Otto Meyer Willerer.....	337
Distribución anual de parámetros físico-químicos y su relación con abundancia y diversidad de organismos planctónicos en la Laguna de Barra de Navidad, Col. S.S. Quijano, Barragán Ch. J., Méndez T.A., Salinas E.A., Vidaurri, S.A.....	345
Control de calidad en el sector productivo de Ciudad del Carmen, Cam. Ma. Guadalupe Torres Jiménez.....	355
La pesquería del mero en el Banco de Campeche. Dilio Fuentes Castellanos.....	361
Tiempo de recuperación de los bancos de abulón amarillo en la costa centro occidental de la Península de Baja California, México. Francisco Arreguín Sánchez.....	375
TOMO II	
Algunos conceptos de ordenación para la pesquería de caracol en Quintana Roo, México. Alonso D. Quijano Fernández.....	383
Notas sobre la fecundidad de la langosta del Caribe <i>Panulirus argus</i> (Latreille). Aurora Ramírez Estévez, Alonso Quijano Fernández, Ramón Cruz Santabalbina.....	393

Panorama sobre el estado de las pesquerías en el área de la reserva Sianka'an en Quintana Roo. Ramón Cruz Santabalbina.....	401
Crecimiento y mortalidad de <i>Crassostrea virginica</i> (Gmelin) en Lagunas de Tabasco y Campeche, México. Lilia E. Shultz Ruiz, Eduardo González Jara.....	417
Estimación del rendimiento máximo sostenible del camarón café (<i>Penaeus aztecus</i> , Ives) capturado por la flota de Alvarado, Ver., durante el período 1974-1983. David Mendizábal y O., Lilia Shultz R., Julio Sánchez, D., Isabel Aguirre G., Mario Oropeza F.....	427
Patrón de señales indicativas de premuda en el proceso de obtención de jaiba suave de la especie <i>Callinectes rathbunae</i> , Contreras (Decapoda: Portunidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Ver. Isaac Hernández Tabares, Judith Ramírez Garrido.....	445
Conservación y óptimo aprovechamiento del recurso camarón en la región NE del Golfo de México. Refugio G. Castro Meléndez.....	461
La pesquería del camarón en las lagunas litorales del noreste de México. Refugio G. Castro Meléndez, Margarita Medellín Avila, Esteban Rosas Torres, Rolando Orta Núñez.....	469
Ánalisis biológico-pesquero de la tilapia <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864) en la laguna costera de Tres Palos, Guerrero, México. Agustín A. Rojas Herrera.....	479
Evolución de la captura, el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo en la pesca palangrera del atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>) del Golfo de México. Guillermo A. Compeán.....	491
Ánalisis de las posibilidades de cultivo de camarón en el Golfo de México. Pedro G. Sáenz Martínez, Martha Palacios Fest.....	509
Contribución al estudio de los dinoflagelados marinos de la zona nerítica comprendida entre Guaymas, Son. y la boca de Teacapan, Sín. Isabel González Villalobos.....	521
Distribución y abundancia de comunidades fitoplanctónicas en la Laguna de Coyuca de Benítez, estado de Guerrero. José Javier Dávila Z.....	531
Distribución y abundancia de las larvas de <i>Auxis thazard</i> y <i>Euthynnus lineatus</i> (Pisces, Scombridae) y biomasa reproductora de la melva <i>Auxis thazard</i> en el Pacífico Oriental Mexicano. Rosa Ma. Olvera Limas, Juan Antonio García Borbón, José Luis Cerecedo Escudero, Ramón Sánchez Regalado.....	541
Edad, crecimiento y mortalidad de la rubia <i>Ocyurus chrysurus</i> (Pisces: Lutjanidae) en el Banco de Campeche. Javier Vasconcelos Pérez, Armando López Cuevas, Manuel Garduño Dionate.....	565

Estudio preliminar de edad y crecimiento de <i>Diapterus olithostomus</i> (Goode y Bean) mojarra blanca y <i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier) mojarra rayada, y su alimentación en el sistema lagunar El Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. Isabel González Villalobos, Esperanza Ramírez González.	581
Estudio preliminar de la pesquería de atún en el Golfo de México. Luis Vicente González Ania, Alejandro Zárate Villafranco..	593
Fecundidad de la lisa <i>Mugil cephalus</i> en la Laguna de San Andrés, Tamps., y de la lebrancha <i>Mugil curema</i> en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. Javier Vasconcelos Pérez, Alejandro Cid del Prado Vera, Lilia E. Shultz Ruiz.	605
Integración de la normalización en el control de calidad de los productos pesqueros. Amelia Gallardo Navarro.	617
Metodología para el estudio de las enfermedades infecciosas en maricultura. Alvaro Vázquez García.	627
Perspectivas de la escama en el Pacífico Mexicano. 1. Sonora. Fernando J. Rosales Juárez	637
Relación de la precipitación pluvial y la temperatura atmosférica sobre la producción camaroneña en el Golfo de Tehuantepec, México. Adolfo Sepúlveda Medina, Luis A. Soto González.	665
Reproducción y alimentación de la rubia <i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791) en el Banco de Campeche. Javier Vasconcelos Pérez, Manuel Garduño Dionate, Armando López Cuevas.	679
Sistema informático de la operación de la flota atunera del Pacífico Mexicano. Ernesto Castellanos Cepeda, Maritza Escudero Díaz..	697
Comunidades benthicas de <i>Thaliassia testudinum</i> en la Laguna de Términos, Campeche (sur del Golfo de México). María Bárbara Reveles González, Elba Escobar Briones.	707
Ocurrencia estacional de la ictiofauna marina en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Jonathan Franco L., Luis G. Abarca A., Rafael Chávez L..	715
Poliquetos asociados a diferentes sustratos en el noreste de Bermudas. María Nuria Méndez Ubach.	727
Programa Nacional en Apoyo a la Formación de Recursos Humanos en Ciencia, Tecnología y Administración del Mar. Domingo Carlos García y Escobar.	735

PRESENTACION

Al conmemorarse el XXV aniversario del Instituto Nacional de la Pesca (INP), organismo joven aún, desde su origen como Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras en julio de 1962 hasta 1986, muchos logros han sido alcanzados en respuesta a la demanda del pescador, que si bien requería de la orientación e información de la ubicación y variaciones en la disponibilidad de los recursos acuáticos, también obedecía a la voluntad política del Estado Mexicano de preservar y desarrollar la riqueza de los recursos pesqueros, para lo cual era necesario e indispensable, sentar las bases del conocimiento con carácter científico y técnico.

Actualmente, con base en las convenciones internacionales, no es posible pensar en el desarrollo pesquero sin la investigación científica, ya que ésta es la base que sustenta la ordenación para el desarrollo sostenible de los recursos pesqueros, como función obligatoria del Estado. Esta labor de investigación aplicada que el INP ha venido desarrollando desde su fundación como órgano descentrado de la Secretaría de Pesca, responde a la necesidad de integrar las bases técnicas que coadyuven realmente al desarrollo pesquero del país. En función de ello, el INP constituye el instrumento científico y tecnológico de la Secretaría de Pesca.

Asimismo, al consolidarse la estructura central y periférica del INP, se contempló un panorama amplio y comprometedor de carácter multidisciplinario en el que laboran de manera integrada biólogos, economistas, matemáticos, especialistas de la ingeniería civil, química y pesquera, oceanólogos, pescadores de carrera, etc.

Acorde con sus obligaciones y facultades, es función del INP dar a conocer a las autoridades superiores, a la comunidad científica en general y a los usuarios, los resultados y avances de sus investigaciones, así como recabar información de lo que otras instituciones educativas, de investigación y de los sectores público, privado y social llevan a cabo. Esto implica estrechar y coordinar los lazos que competen a las diversas áreas de las investigaciones acuáticas que se realizan en México.

Conforme a esta encomienda, el INP organizó el VII Congreso Nacional de Oceanografía, efectuado en la ciudad y puerto de Ensenada, B.C., del 27 al 31 de julio de 1987, en el cual se trataron temas relacionados con la Biología, Física, Geología, Educación y Química incluyendo, además, las áreas de ingeniería oceánica, servicios oceánicos, oceanografía física, biología y química, dinámica oceánica, geología marina, procesos costeros, recursos marinos no renovables, maricultura, pesquerías, contaminación marina y cartografía.

En el presente volumen se ofrecen al lector trabajos presentados durante el VII Congreso Nacional de Oceanografía, en cuyo evento participaron representantes de diversas instituciones como la SEP, SM, UABC, ITESM, CICESE, CIID, UNAM, CICIMAR y el propio INP, entre otras, que sin duda serán de gran interés para todas aquellas personas que de una u otra manera están vinculadas al sector pesquero.

DRA. MARGARITA LIZARRAGA S.
*Directora General del Instituto Nacional
de la Pesca*

CICLO REPRODUCTIVO, MADUREZ Y FECUNDIDAD DE LA ANCHOVETA *Engraulis mordax*
DE LA SUBPOBLACION CENTRAL. ANALISIS COMPARATIVO EN EL PERIOD 1981-1983

M.C. Celia Eva Cotero A.*
Biól. Olivia Tapia V.*

RESUMEN

En el presente trabajo, se analizaron 839, 1,162 y 1,063 individuos correspondientes, respectivamente, a los años de 1981, 1982 y 1983, obtenidos de las capturas comerciales de la anchoveta *Engraulis mordax*. La madurez sexual se determinó por examen histológico de las gónadas. Se describe el desarrollo gonadal y se identifican cinco etapas de madurez gonadal. Se observa que la anchoveta se reproduce todo el año y que los meses principales de reproducción fueron abril, mayo y octubre. Las estaciones de reproducción principal fueron primavera y otoño durante los tres años de estudio y, de manera excepcional, el invierno de 1982-1983. Los resultados mensuales y estacionales de la madurez se relacionaron con la temperatura y las surgencias de la región y la alteración que se observó en la conducta reproductiva en el período 1982-1983 se infiere asociada con el fenómeno de "El Niño". Se estimó también la fecundidad en muestras de los años 1982-1983. No se afectó la relación entre la fecundidad y el peso, pero sí el número promedio de ovocitos por desove individual. Las ecuaciones para la relación peso fecundidad para 1982 y 1983 fueron Log F=2.132+1.277 (log P) y log F=2.236+1.499 (log p), respectivamente.

ABSTRACT

There were 839, 1,162 and 1,063 individuals analyzed corresponding respectively, the years 1981, 1982 and 1983, obtained from the commercial capture of the anchovy *Engraulis mordax*. The sexual maturity was determined by a histological test of the gonads. The gonad development was described and five stages of sexual maturity were identified. The anchovy was observed to reproduce all year long and the foremost months of reproduction were April, May and October. During the three years of the study, the pike of reproduction was Autumn, and also, in a unusual manner, in the Winter of 1982-1983. The monthly and seasonally report of the maturity was related with the temperature an upwelling index of the region. The alteration that was observed in the reproductive conduct in the Winter of 1982-1983 is implied to be associated with the "El Niño" phenomenon. The fecundity in samples of the year 1982-1983 were also estimated. The relationship between fecundity with the weight and the longitudes of the organism were not affected, but the average number, of ovocyte per spawning were affected. The equation for the relationship weight fecundity for 1982-1983 was Log F=2.132+1.277(log P) and Log F=2.236+1.499 (log p), respectively.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

La anchoveta *Engraulis mordax* (Girard, 1856), es un recurso pelágico marino que pertenece al sistema de la corriente de California en la costa occidental del Pacífico Central. Se distribuye latitudinalmente desde Columbia Británica, Canadá, hasta el Cabo San Lucas, B.C.S., México, en tres subpoblaciones: la norteña, localizada desde las Islas Reina Carlota hasta Punta Concepción, la central, desde Punta Concepción hasta Punta Blanca y la sureña, desde Punta Blanca hasta Cabo San Lucas, B.C.S. (McHugh, 1951, Vrooman y Smith, 1971, Vrooman y Paloma, 1975, Vrooman *et al.*, 1981) (Figura 1). La subpoblación central es la más importante y abundante (Vrooman y Smith, 1971, Mais, 1974) y está sujeta a explotación binacional.

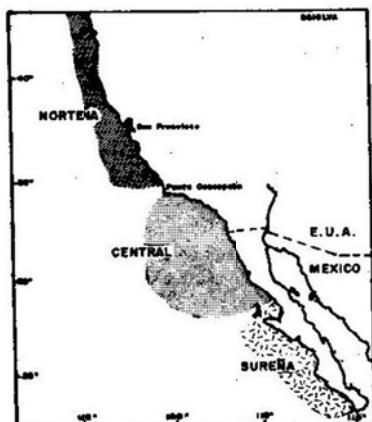


Fig. 1 Distribución de las tres subpoblaciones de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* de Vrooman y Smith, 1971. (modificado).

Los peces con desove parcial, como la anchoveta, son característicos de los mares tropicales y subtropicales (Nikolsky, 1963) y su rasgo principal es que los ovarios de las hembras activas reproductivamente tienen al mismo tiempo ovocitos en muchos estadios de desarrollo (Wallace y Selman, 1981), dificultando la elaboración de escalas morfocromáticas de madurez sexual en este tipo de organismos. De la misma

manera, con los reproductores parciales existen problemas para estimar la fecundidad, ya que ésta dependerá de las frecuencias y del número de ovocitos liberados en cada desove y de la relación entre estos factores y la longitud de los peces (Holden y Raitt, 1974); ambas variables son importantes para su aplicación en modelos que estiman la biomasa desovante de una población de peces (Parker, 1985; Picquelle y Stauffer, 1985).

Para determinar la madurez sexual se han utilizado criterios que se basan en la morfología y la apariencia de las gónadas, práctica sencilla en los reproductores totales, no así en los reproductores parciales, los cuales pueden reproducirse incluso durante todo el año.

Las primeras escalas morfocromáticas para la determinación de la madurez sexual en este tipo de organismos establecidas en estudios sobre el arenque (Hjort, 1914, Wood, 1930), han sido adoptadas o modificadas para otras especies con reproducción parcial como *Sardina caerulea* (Clark, 1934) y la anchoveta (Flores, 1970, Chávez *et al.*, 1977, Villamar, *et al.*, 1979), las cuales continúan vigentes.

También se realizó una escala adicional para determinar indistintamente la madurez de las sardinas y anchoveta del Golfo de California (Sokolov y Wong, 1973), que más tarde fue detallada exclusivamente para la sardina *Opisthonema libertate* (Pérez, 1976), en base a la clasificación histológica de los ovarios.

En estudios adicionales relacionados con la madurez sexual de la anchoveta, se utilizaron siete estados subjetivos de condición sexual (Mais, 1974) y se determinó el diámetro de la moda más avanzada de los ovocitos (MacGregor, 1968) por medio de la clasificación histológica de los ovarios (Hunter y Goldberg, 1980; Hunter y Macewicz, 1985).

Un aspecto importante en el manejo de este recurso es conocer la longitud de la primera madurez. Al respecto, se considera que pocas hembras están maduras cuando tienen una longitud patrón en el intervalo de 90 a 100 mm. (Clark y Phillips, 1952); sin embargo, se han registrado hembras de 81 mm. con óvulos bien desarrollados y machos de 78 mm. maduros sexualmente (Brewer, 1978), así como algunas hembras que ya estaban sexualmente maduras a los 80 mm. (Hunter y Goldberg, 1980). Los cálculos del porcentaje de probabilidad de madurez sexual

mostraron que el 50 por ciento de los individuos alcanza la primera madurez sexual a los 96 mm. de longitud patrón (Hunter y Macewicz, 1980).

En cuanto a la fecundidad la dificultad que involucran los desovantes parciales consiste en establecer criterios para separar los ovocitos que forman parte de la reserva del ovario y los que serán expulsados durante la reproducción. Algunos autores consideran la fecundidad como el número de ovocitos maduros que pueden ser liberados en una temporada (Pike, 1951; Balboni y Fisher, 1981); otros estiman el grupo de ovocitos liberados por desove y el número de desoves (Clark, 1934; MacGregor, 1957), aunque el problema en estos estudios radica en la dificultad de inferir la frecuencia de desoves a partir de sus observaciones. Un método basado en el examen histológico de los ovarios en un ciclo reproductivo completo para la macarela (*Trachurus trachurus*) ofrece una solución al problema, el cual consiste en separar los grupos de ovocitos (Macer, 1974).

Se han hecho consideraciones diversas en el caso específico de la anchoveta y se ha estimado que cada hembra deja en libertad de 20 mil a 30 mil óvulos anualmente y que desova dos o tres veces al año (Baxter, 1967).

Por otra parte, se considera al número de ovocitos, en la moda más avanzada, como el número de ovocitos producidos por desove (MacGregor, 1968), pero se tiene la dificultad de cómo estimar la frecuencia de los desoves.

En muestras de anchoveta de la subpoblación norteña, se estimó la fecundidad en base al número de ovocitos de la moda más avanzada, pero no se determinó la frecuencia de los desoves. Se considera que ésta no ha sido suficientemente documentada para cualquiera de las subpoblaciones de la anchoveta (Laroche y Richardson, 1980).

Por lo que se refiere a la estimación de la frecuencia de los desoves, en condiciones de laboratorio, se indujo al desove a un grupo de anchovetas, histológicamente se detectó la presencia de folículos posovulatorios y a partir de ellos se infiere la frecuencia de los desoves en una moda de ovocitos hidratados cada semana durante la época reproductiva. Los ovocitos hidratados se utilizaron como criterio para estimar el número de ovocitos liberados por desove. Estos criterios se corroboraron con muestras tomadas en el medio natural (Hunter y Goldberg, 1980).

En muestras de anchoveta de las subpoblacio-

nes norteña y central, se estimó la fecundidad en base al número de ovocitos hidratados y la frecuencia de desoves, siguiendo los criterios de Hunter y Goldberg en 1980. Se encontró una diferencia en la frecuencia de los desoves entre las dos subpoblaciones por lo que se enfatiza la importancia de obtener muestras más representativas de la subpoblación central (Hunter y Macewicz, 1980).

Considerando lo anterior, la finalidad de la presente investigación es determinar el ciclo reproductivo, la madurez gonadal y la fecundidad de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* (Girard, 1856) de la subpoblación central en el litoral occidental de Baja California, en los ciclos anuales 1981-1983. Se pretende validar histológicamente las épocas de reproducción, la distribución de los estados de madurez, así como los criterios para la estimación de la fecundidad.

MATERIAL Y METODOS

Se analizaron 839, 1,162 y 1,063 individuos obtenidos de las capturas comerciales correspondientes, respectivamente, a los años de 1981, 1982 y 1983. La zona de estudio fue el área en donde se realiza la captura comercial de la anchoveta correspondiente al litoral occidental de Baja California, la cual está subdividida en cuadrángulos de 10 x 10 millas aproximadamente e identificados con una codificación alfa-numérica (Figura 2), (áreas estadísticas de captura comercial establecidas por la Secretaría de Pesca).

De los desembarques de cada día se muestreó aleatoriamente un barco de cada área en que se hubiera realizado captura. El muestreo biótico (250 gr/muestreo) se llevó a cabo por sexo, longitud patrón, longitud de las gónadas, peso total, peso de las gónadas y determinación macroscópica de la madurez sexual. Se anotaron las características morfocromáticas de las gónadas de cada individuo, antes de ser fijadas en formalina al 4 por ciento neutralizada y amortiguada con fosfato dibásico. Para el análisis microscópico de las gónadas se utilizaron las técnicas histológicas de inclusión en parafina y de congelación para obtener cortes de cinco a siete micras de muestras en parafina y de 20 micras en el crióstato. Para el análisis de la anatomía microscópica se aplicaron las técnicas topográficas de Hematoxilina de Harris y Eosina B, y las técnicas especiales Tricrómica y Azul de Toluidina (Humason, 1967).

Por la relevancia que tiene el desarrollo de los gametos para determinar la madurez sexual y la

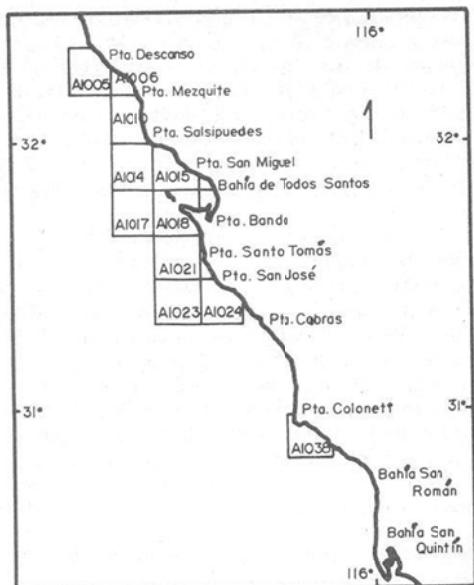


Fig. 2 Zona de estudio

fecundidad, se hizo énfasis en la identificación de las características morfológicas y estructurales que tuvieron durante el desarrollo gonadal.

En una serie representativa de cortes longitudinales se midieron ovocitos en los diferentes tipos de desarrollo de las gónadas de 30 archovetas hembras. Se determinó el tamaño promedio y el intervalo del 95 por ciento de confianza para cada tipo de ovocito.

Se aplicó un análisis de varianza para establecer si existen diferencias significativas entre los diferentes tamaños de ovocitos encontrados.

Para identificar diferencias significativas entre las determinaciones macroscópica y microscópica de la madurez y sexo, se llevó a cabo el análisis de varianza no paramétrico de dos vías de Wilson (1955).

Los datos obtenidos de madurez sexual, se procesaron y analizaron mensualmente y por estaciones del año, conjuntamente con los datos mensuales y estacionales de temperatura (NOAA 1981-1983) e índices de suronomía (Bakun, 1974).

Las gónadas para estimar fecundidad se seleccionaron de muestras de la captura comercial de 1982-1983 que estaban en etapa IV confirmada histológicamente y no presentaran indicios de desove parcial (folículos posovulatorios). Estas condiciones se presentaron en 42 individuos de 1982 y 23 de 1983.

Las gónadas después de fijadas en formalina, se colocaron en líquido de Gilson modificado (Bagenal, 1978) para desprender los ovocitos del tejido gonadal.

Para el análisis cuantitativo de los ovocitos se procedió con dos tipos de pruebas:

a) Por el método volumétrico y aplicando una prueba *t*, se determinó que no existen diferencias significativas en la distribución y número de ovocitos por ml. en ambos ovarios. Esto permitió trabajar con una sola gónada para la estimación de la fecundidad.

b) Se contaron y midieron todos los ovocitos de un par de gónadas; se contaron y midieron los ovocitos en diferentes grupos de submuestras de las mismas gónadas y, por comparación, se determinó que dos submuestras de 1 ml. representan el número y el tamaño de la muestra que representan el número y el tamaño de muestra que proporcionan no más del 10 por ciento de varianza del total.

La estimación de la fecundidad se realizó en base a la moda avanzada de ovocitos, para identificarla, los datos obtenidos se graficaron a intervalos de 50 micras y en la distribución se identificó generalmente a partir de las 500 micras.

El número de ovocitos por desove, se obtuvo refiriendo el número de ovocitos mayores o iguales a 500 micras del peso de una gónada al peso de ambas. Las relaciones de la fecundidad con el peso de los peces se describen con una curva (Bagenal, 1957, 1973), la cual es transformada logarítmicamente a una ecuación lineal. El mejor ajuste corresponde a una regresión funcional, ya que de esta manera se reduce el sesgo entre las variables en regresión (Ricker, 1973; Sokal y Rohlf, 1981). Se aplicó un análisis de covarianza (Bagenal, 1973; Sokal y Rohlf, 1981) para determinar si existe diferencia significativa en la fecundidad entre los dos años analizados.

RESULTADOS

El análisis de varianza de dos vías de Wilson (Tabla 1) mostraron que hubo una diferencia significativa para la determinación de la madurez, pero no para la determinación del sexo. En consecuencia, se procesaron los datos de la madurez provenientes de los resultados microscópicos.

TABLA 1. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA NO PARAMETRICO DE WILSON PARA LA COMPARACION DE LAS DETERMINACIONES MACROSCOPICAS DEL SEXO Y DE LA MADUREZ GONADAL EN LOS PERIODOS 1982-1983

Determinación	SEXO						MADUREZ											
	Hembras		Machos				Hembras		Machos									
	N	% P=.05	N	% P=.05	O	I	II	III	IV	V	O	I	II	III	IV	V		
<i>P=0.4</i>																		
1982																		
Macroscópica	748	61.1	477	38.9							—	7	171	97	190	12		
		NS		NS														
Microscópica	741	60.1	527	39.9							—	69	147	67	104	101		
1983																		
Macroscópica	686	64.2	NS	381	35.7	NS	1	2	170	410	74	29	—	6	215	81	73	6
Microscópica	685	64.2		382	35.8		—	38	336	190	43	78	—	47	202	63	42	28

Para fines descriptivos se separan el análisis del tipo de los ovocitos y las etapas de madurez gonadal:

Tipos de Ovocitos

Ovocitos tipo I. Estos ovocitos inician el proceso de maduración de las gametas. Se caracterizan por tener núcleo redondo basófilo que ocupa la mayor parte del citoplasma. Este tipo celular está vinculado al epitelio germinativo. Su tamaño oscila entre 10 y 45 micras.

Ovocitos tipo II. Son ovocitos no vitelogénicos que presentan un citoplasma basófilo, núcleo redondo, ligeramente acidófilo, con nucleólos en la periferia de la membrana nuclear.

Se observa una capa delgada translúcida después de la membrana celular, lo que dará lugar a la zona radiata e inmediatamente una capa de células epiteliales cúbicas (capa granulosa) que constituyen el folículo. Estos ovocitos se localizan en el epitelio germinativo o bien dirigiéndose hacia la parte central de la región folicular.

Para este tipo de ovocitos se estimó un tamaño entre 45 y 125 micras y un promedio de 70 micras, con un 95 por ciento de confianza.

Ovocitos tipo III. Células ovoides, el núcleo adopta la forma del ovocito y se pueden observar varios nucleólos en la periferia de la membrana nuclear. El citoplasma es basófilo con pequeñas vacuolas cerca de las membranas nuclear y citoplasmática consideradas como zona de síntesis de vitelo. La zona radiata aumenta su

grosor y la capa granulosa incrementa el número de células foliculares.

El intervalo con 95 por ciento de confianza para el tamaño celular fue entre 75 y 275 micras y tamaño promedio de 151.

Ovocitos tipo IV. Son ovocitos vitalogénicos, generalmente de forma ovoide, contienen numerosas vesículas de vitelo en su citoplasma. El núcleo pierde su basofilia, la membrana nuclear es poco visible y en su lugar, el nucleoplasma queda rodeado de una zona granulosa basófila. En esta etapa se inicia la migración del núcleo hacia uno de los polos. La zona radiata es muy evidente y la capa granulosa evidencia el folículo del ovocito. Con una confianza del 95 por ciento, se determinó un tamaño entre 250 y 750 micras con un promedio de 448 micras.

Ovocitos tipo V. Las vesículas de vitelo, en este tipo celular, se fusionan y forman un citoplasma homogéneo. El núcleo se ha desplazado hacia uno de los polos, la membrana nuclear es difusa. La zona radiata y capa granulosa son muy claras. El tamaño aproximado que se encontró fue entre 650 y 750 micras. La observación de este tipo de ovocitos fue poco frecuente, posiblemente porque este grado de desarrollo se alcanza pocas horas antes del desove.

Ovocitos en Reabsorción. En ellos se aprecia la reabsorción de las vesículas de vitelo y la deformación de la membrana celular. La zona radiata y las células foliculares de la capa granulosa se engruesan y disocian hasta que el proceso de reabsorción concluye. En general, se observó en

ovocitos maduros remanentes de un desove.

Folículos Posovulatorios. Una vez que los ovocitos maduros han sido liberados, las células foliculares de la capa granulosa se congregan en el espacio dejado por la célula y tienen el aspecto de conductos colapsados de formas siniuosas, las células se disocian e inician el proceso de reabsorción.

Etapas de Madurez Gonadal

Hembras

Etapa I (Virginal). El tejido conjuntivo de la cápsula y trabéculas es muy fino, las regiones foliculares están ocupadas por ovocitos del tipo I y escasos ovocitos del tipo II.

Etapa I (Recuperación). Al inicio de esta etapa suelen encontrarse todavía estructuras características del reciente desove: ovocitos maduros en reabsorción y folículos posovulatorios, siempre en muy baja frecuencia. El tejido conjuntivo de la cápsula y trabéculas es fino y las regiones foliculares están ocupadas por ovocitos del tipo I y II.

Etapa II (Gametogénica). La cápsula y las trabéculas de tejido conjuntivo son finas. En el epitelio germinativo se advierte una gran actividad celular. Hay predominancia de ovocitos I y II ordenados alrededor de las regiones foliculares en forma de cordones. El inicio de la vitelogenesis está caracterizada por la presencia de algunos ovocitos del tipo III.

Etapa III (Vitelogénesis). Un incremento en el tamaño de las fibras colágena y musculares acrecentan el volumen de la cápsula y las trabéculas. La frecuencia de los ovocitos I, II, III y IV es similar y patentizan el desarrollo gonadal asincrónico.

Etapa IV (Reproductiva). El grosor del tejido conjuntivo de la cápsula y las trabéculas disminuye, pero se denota un incremento de la vascularización. Predominan los ovocitos del tipo IV y están presentes los tipos I, II y III. El crecimiento de los ovocitos maduros hace imperceptible la separación entre las regiones foliculares. La presencia de folículos posovulatorios en esta etapa indica liberación parcial de gametos.

Etapa V (Liberación de gametos). Caracterizada por la flacidez del tejido conjuntivo en la cápsula

la y trabéculas debido a la disminución de volumen de las fibras colágena y colapso de los vasos sanguíneos. En las regiones foliculares existe una baja proporción de ovocitos del tipo I, II y III, así como de ovocitos IV en reabsorción y abundantes folículos posovulatorios.

Atresia Folicular. Proceso de degeneración de los tipos celulares por reabsorción. Se puede presentar en cualquier estado de madurez en forma parcial o generalizada en la gónada. Por lo general, se observó en organismos completamente desovados, pero también en individuos con ovocitos maduros que no fueron expulsados y en organismos que al estar en la etapa reproductiva, por alguna razón no desovaron.

Machos

Etapa I (Virginal). La cápsula de tejido conjuntivo en el interior de la gónada forma trabéculas entre los pequeños y numerosos conductos espermáticos, los cuales están recubiertos de epitelio germinativo no bien diferenciado.

Etapa Ia. (Recuperación). El tejido conjuntivo es poco denso en la cápsula y las trabéculas. En el epitelio germinativo de los conductos espermáticos se aprecian células cromófobas. En ocasiones se observan algunos espermatozoides en la *rete testis*.

Etapa II (Gametogénica). La cantidad del tejido conjuntivo de la cápsula y las trabéculas se incrementa; al teñirse adquiere una coloración acidófila. En los conductos, en el epitelio germinativo predominan las espermatogonias con núcleo basófilo que ocupa la mayor parte del citoplasma.

Etapa III (Crecimiento). En el tejido conjuntivo se observan fibras musculares y vasos sanguíneos. La presencia de espermatogonias, espermátidés y escasos espermatozoides en los conductos, denotan el desarrollo gonadal asincrónico característico de los reproductores parciales.

Etapa IV (Reproductiva). El tejido conjuntivo está muy vascularizado. En los conductos espermáticos predominan los espermatozoides y existe una baja proporción de espermatogonias y espermátidés. La *rete testis* se colma de gametos.

También en los machos existen evidencias de liberación parcial de gametos en esta etapa, ya que pueden encontrarse conductos espermáticos

vacíos en la región central de la góndola y muchos espermatozoides en conductos periféricos y en la *rete testis*.

Etapa V (Liberación de gametos). El tejido conjuntivo tiene apariencia laxa debido a la disminución de la densidad de las fibras colágena y musculares. Los vasos sanguíneos están colapsados; la mayoría de los conductos están vacíos y algunos espermatozoides sólo pueden hallarse en la *rete testis*.

Ciclo Reproductivo

Los promedios mensuales y estacionales de temperatura e índices de surgencia se grafican conjuntamente con los datos de madurez. Las sumas semestrales de anomalías de temperatura superficial del mar se presentan en la figura 3.

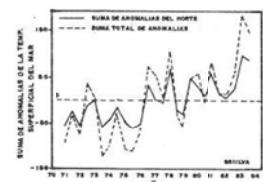


FIG. 3. Sumas semestrales de anomalías de temperatura superficial del mar en un tránsito a lo largo de la costa desde Bahía California hasta Isla Vancouver, E.U.A. (De Norton, et al., 1985 modificado).

Como se advirtió en la caracterización del desarrollo gonadal, los reproductores parciales como la anchoveta se reproducen continuamente, pero siempre tienen épocas de máxima ocurrencia de las etapas reproductiva y liberación de gametos que indican la temporada de reproducción principal.

En las figuras 4 y 5 se muestran, para las hembras y los machos respectivamente, las fluctuaciones de las etapas de madurez, su relación con los promedios de temperatura superficial del mar y de los índices de surgencia en términos mensuales, así como las longitudes y pesos promedio durante los tres ciclos anuales del estudio. En general, se observa una relación inversa entre los individuos en etapas II (gametogénica) y III (crecimiento) con los individuos en etapas IV (reproductiva) y V (liberación de gametos).

Es importante resaltar que durante 1983, los individuos presentaron menor longitud y peso promedio que en los años anteriores.

Primera Madurez Sexual

En la Tabla 2 se relacionan los intervalos de longitud patrón a los que correspondió la primera madurez sexual durante el período 1981-1983. Se observó una tendencia a disminuir la longitud de primera madurez, principalmente en hembras.

Fecundidad

En la figura 6 se presentan las gráficas de la relación del peso individual con la fecundidad durante los ciclos 1982-1983, así como sus ecuaciones respectivas. La comparación de las dos regresiones por análisis de covarianza respectivamente para 1982 y 1983, mostró que el coeficiente de regresión que representa la fecundidad por unidad de peso, a un nivel del 5 por ciento no varió en los dos años estudiados, mientras que la fecundidad promedio (5,597 ovocitos para 1982 y 8,053 para 1983), para la moda avanzada de ovocitos fue significativamente mayor en 1983.

DISCUSION

En el período 1981-1983 se aprecia una correspondencia entre el ciclo reproductivo y la temperatura. Las etapas reproductivas y de liberación de gametos están relacionadas con las temperaturas entre 16° y 18°C, mientras que las etapas gametogénica y crecimiento se relacionan con temperaturas mayores de 18°C.

Parrish *et al.* (1983) mencionan que algunas poblaciones de anchoveta se reproducen a temperaturas cercanas a los 19°C y en otras ocurre a los 13°C, aun cuando condiciones cálidas son aprovechables en cualquier época del año, ya que en regiones donde la temperatura está dentro de los límites fisiológicos, no parece ser un factor dominante en la determinación de los hábitos reproductivos (Parrish, *op. cit.*, 1983), como se muestra que ocurre con la anchoveta de la subpoblación central en el período estudiado.

En cuanto al vínculo de la madurez con las surgencias (Figuras 4 y 5) se observa que durante este período los máximos de la etapa V (liberación de gametos) (abril-mayo), suceden antes de los máximos de surgencia, evento que corrobora lo observado. Estos resultados confirman los patrones de desove sugeridos para las sardinas y las anchovetas respecto a que no ocurren en ve-

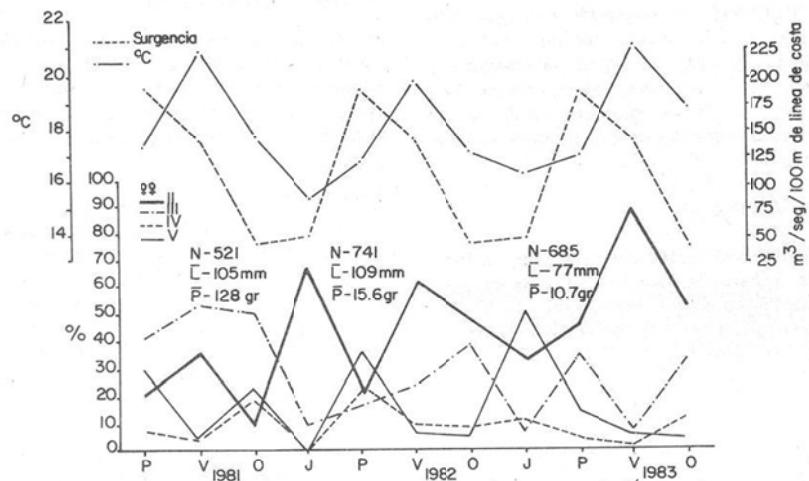


FIG. 4 Fluctuación estacional de las etapas de madurez y su relación con los promedios de temperatura superficial del mar y de los índices de surgencia durante 1981 - 1983.
(N-número de individuos analizados, \bar{L} -longitud promedio, \bar{P} -peso promedio)

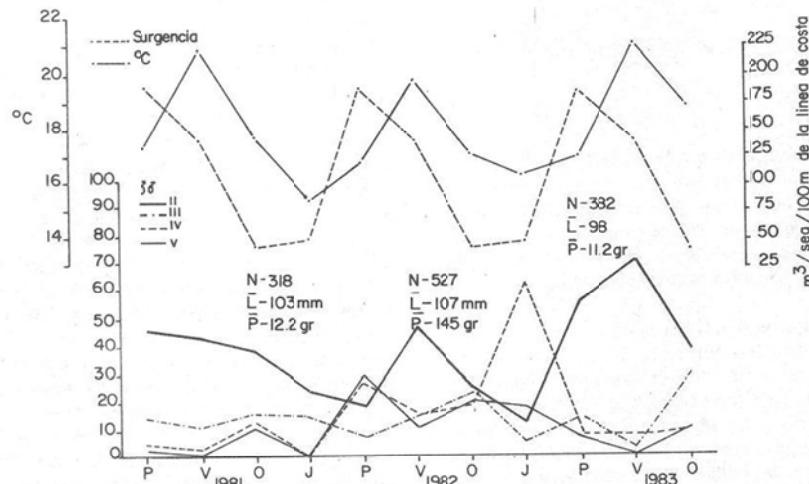


FIG. 5 Fluctuación estacional de las etapas de madurez y su relación con los promedios de temperatura superficial del mar y de los índices de surgencia durante 1981 - 1983.
(N-número de individuos analizados, \bar{L} -longitud promedio, \bar{P} -peso promedio)

TABLA 2. LONGITUD DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL EN LA ANCHOVETA DE LA SUBPOBLACION CENTRAL DURANTE LOS CICLOS ANUALES 1981-1983

Año	Temporada	Hembras	Machos
		Grupo de Longitud (mm.)	Grupo de Longitud (mm.)
1981	Primavera	91-95	91-95
	Verano	91-95	91-95
	Otoño	81-85	91-95
	Invierno	91-95	—
1982	Primavera	96-100	91-95
	Verano	106-110	96-100
	Otoño	96-100	91-95
	Invierno	86-90	91-95
1983	Primavera	86-90	81-85
	Verano	91-95	91-95
	Otoño	81-85	91-95

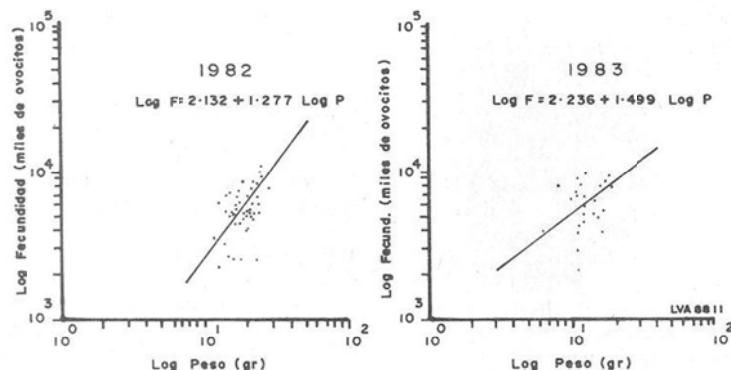


FIG. 6 Relación del peso con la fecundidad para cada año estudiado con su respectiva ecuación.

rano (Parrish, *op. cit.*, 1983) debido a que en el sistema de la Corriente de California se presenta un máximo de anomalía de agua fría asociado con el máximo de surgencia; el extenso transporte fuera de la costa asociado a este evento provocaría la pérdida del germoplasma.

Como se advierte en las figuras 4 y 5, el año 1982 fue más frío que el año anterior y posterior; se observó también una proporción significativamente mayor de actividad de las etapas reproductivas y de la liberación de gametos. Esto indicaría la posibilidad de que las temperaturas

entre 16° y 18°C del primer semestre favorecieron la reproducción. En este mismo año el comportamiento diferente del segundo semestre respecto al de los otros años, podría ser explicado como un efecto del fenómeno de "El Niño", porque a mediados de 1982 se detectó su presencia en la costa de Baja California a través de anomalías positivas en la temperatura superficial del agua (Figura 3). La diferencia entre los dos inviernos analizados se puede asociar a este hecho, ya que como se observa en las figuras, la anomalía del invierno 1981-1982 estuvo cerca

de lo normal, mientras que el invierno 1982-1983, "El Niño" elevó la temperatura sobre el promedio de los últimos 13 años (Norton *et al.*, 1985) lo que motivó alteraciones en la conducta reproductiva, como se observa en 1982.

Durante 1983, la flota comercial disminuyó el número de viajes, debido a lo reducido de las capturas, lo que provocó la discontinuidad de la información. La disminución de la longitud patrón, del peso y de la longitud de la primera madurez en los organismos de este año, indicarían que las alteraciones ocasionadas por la corriente de "El Niño", provocaron un desplazamiento de los adultos de la anchoveta de la subpoblación central hacia áreas donde no tiene influencia la flota comercial, que en la costa quedaron los juveniles o que hubo un probable ingreso de existencias de anchoveta de la subpoblación sureña. En este año se observa también que la proporción de individuos en etapa gametogénica fue mayor que la de los dos años anteriores, lo que señalaría una respuesta de los organismos a los cambios del medio manteniendo su desarrollo gonadal en etapas iniciales de madurez sexual.

Si bien existió una variación en las condiciones ambientales que modificaron el comportamiento reproductivo, la información obtenida presenta una tendencia de los organismos a reproducirse en primavera y otoño en los tres ciclos anuales, lo que coincide con observaciones anteriores (Sunada, 1975).

Aun cuando hubo modificaciones en el comportamiento reproductivo, los resultados de fecundidad indican que no se afectaron las relaciones entre fecundidad y peso en los dos años analizados, pero sí en el número promedio de ovocitos en un desove, por lo que debe ser considerado un cálculo de la fecundidad para cada año para su aplicación en los modelos de estimación de la biomasa de desovantes. Por otra parte, se considera que es correcto utilizar el número de ovocitos de la moda más avanzada y los análisis histológicos en la elección de los ovarios que sean examinados para el análisis de la fecundidad, ya que de esta manera se asegura obtener muestras adecuadas de los desembarques comerciales cuando no se pueden realizar cruceros es-

pecíficos para la toma de muestras en el medio natural.

CONCLUSIONES

1. Se determinaron cinco tipos de ovocitos en el desarrollo gonadal, así como cinco etapas de madurez gonadal para cada sexo.
2. Se estableció una escala morfocromática con base en una clasificación histológica de las góndolas.
3. La anchoveta como reproductor parcial se reproduce todo el año; abril, mayo y octubre son los principales meses de reproducción.
4. Las estaciones principales de reproducción fueron primavera y otoño durante los tres años de estudio, y el invierno de 1982-1983.
5. Los promedios de la longitud patrón y peso de los organismos analizados en 1983 fueron menores respecto a los años anteriores. Asimismo, la primera madurez se observó en organismos más pequeños.
6. No hubo cambio en el coeficiente de fecundidad en los dos años analizados.
7. Hubo diferencia significativa en el número promedio de ovocitos por desove individual.

RECOMENDACIONES

Con el fin de estimar la frecuencia de desove y determinar la fecundidad anual, se recomienda establecer cruceros específicos en los meses de reproducción principal de la anchoveta y completar la información de los ciclos anuales, mantener observaciones rutinarias durante un período mínimo de 10 años, que permitan conocer la conducta reproductiva de esta especie.

Asimismo, se aconseja normalizar las metodologías para las investigaciones de madurez y fecundidad de los desovantes parciales como la anchoveta y la sardina y evitar la utilización de modelos establecidos para reproductores totales.

LITERATURA CITADA

- BAGENAL, T.B. 1957. The breeding and fecundity of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (Fabr.) and the associated cycle in condition. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 36:339-375.

- BAGENAL, T.B. 1973. Fish fecundity and its relations with stock and recruitment. Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 164:186-198.
- BAGENAL, T.B. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3rd. Ed. (International Biological Programme. Handbooks: No. 3.) 365 pp.
- BAKUN, A. 1974. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967-1973. NOAA Technical Report. NMFS SSRF-693 pp. 114.
- BALBONTIN, F. y W. FISCHER. 1981. Ciclo sexual de la merluza, *Merluccius gavi gavi* en la costa de Chile. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Revista de Biología Marina 17(3):
- BAXTER, J.L. 1967. Summary of biological information on the northern anchovy *Engraulis mordax* Girard. Calif. Coop. Ocean Fish. Invest., Rep. 11:110-116.
- BREWER, G.D. 1978. Reproduction and spawning of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, in San Pedro Bay, California. Calif. Fish and Game 64(3):175-184.
- CLARK, F.N. 1934. Maturing of the California sardine, *Sardina caerulea*, determined by ova parameter measurements. Dep. Fish and Game. Fish Bull. No. 42.
- CLARK, F. N. and J.B. Phillips. 1952. The northern anchovy *Engraulis mordax* in the California fishery. Calif. Fish and Game. 38(2):189-207.
- CHAVEZ, H.S., S. Silva and J.S. Sunada. 1977. The fishery for northern anchovy, *Engraulis mordax*, of California and Baja California. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep. 19:147-165.
- FLORES, V.M. 1970. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería de la anchoveta, *Engraulis mordax*, Girard 1856; Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca. I.N.P. México.
- HJORT, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe-Herring, Rapports et Proces-Verbaux. Conseil Permanent International pour l'exploration de la Mer 20:1-81.
- HOLDEN, M.J. and D.F.S. Raftt. 1974. Manual of fisheries science. FAO Fish. Tech. Pap. (115) Rev. 1:214 p. Part 2-Methods of resource investigation and their application.
- HUMASON, G.L. 1967. Animal tissua. Techniques W.H. Freeman and Company ed 569 p.
- HUNTER, J.R. and S.R. GOLBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bull. 64:641-652. Vol. 77(3).
- HUNTER, J. and B. MACEWICZ, 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning of the northern anchovy, *Engraulis mordax* during the 1979 spawning season. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest., Rep. 21:139-149.
- HUNTER, J.R. and B.J. MACEWICZ, 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bull. 82(2):119-136.
- LAROCHE, J.L. and S.L. RICHARDSON. 1980. Reproduction of northern anchovy, *Engraulis mordax* off Oregon and Washington. Fish. Bull. 78(3):603-618.
- MACER, C.T. 1974. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the north sea and English Channel. J. Fish. Biol. 6:415-438.

- MACGREGOR, J.S. 1957. Fecundity of the pacific sardine (*Sardinops caerulea*). Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S. 121:427-499.
- MACGREGOR, J.S. 1968. Fecundity of the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard Calif. Fish and Game 54(4):281-288.
- MAIS, K.F. 1974. Pelagic fish surveys in the California current. Dept. Fish and Game. Fish Bull. 162.
- MCHUGH, J.L. 1951. Meristic variation and population of northern anchovy *Engraulis mordax*, Scripp Inst. Ocean. Bull. 6(3):123-160.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London. 402 p.
- NOAA. 1981-83. Oceanographic monthly summary. National Weather Service/National Earth Satellite Service. Vol. I-III.
- NORTON, J.D., MCLAIN, R. BRAINARD and D. HUSBEY. 1985. The 1982-83 El Niño event off Baja and Alta California and its Ocean Climate Context. In: El Niño North. Niño affects in the Eastern Subarctic Pacific Ocean. Wooster. W. and D. L. Fluharty, Ed.
- PAEZ, B. F. 1976. Desarrollo gonadal, madurez, desove y fecundidad de sardina crinuda, *Opisthonema libertate* (Gunther) de la zona de Mazatlán, basados en el análisis histológico de la gónada. Memorias del Primer Simposium sobre Recursos Marinos de México. Ensenada, B.C.
- PARKER, K. 1985. Biomass model for the egg production method. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:5-6.
- PARRISH, R.A., A. BAKUN, D.M. HUSBY and C.S. NELSON. 1983. Comparative climatology of selected environmental processes in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. In: FAO Fish. Rep./FAO, Inf. Pesca (291) Vol. 3:557-1224.
- PICQUELLE S. and G. STAUFFER. 1985. Parameter estimation for an egg production method of northern anchovy biomass assessment. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36:7-15.
- PIKE, G.C. 1951. Age, growth and maturity studies on the Pacific anchovy *Engraulis mordax* from the coast of British Columbia. M.A. Thesis, Univ. British Columbia, Vancouver, Can. 44 p.
- RICKER, W. E. 1973. Linear regressions in fishery research. J. Fish. Res. Board. Can. 30:409-434.
- SOKAL, R.R. and F.J. ROHLF. 1981. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Company, San Francisco, Calif. 776 p.
- SOKOLOV, V.A. y R. M. WONG. 1973. Programa general para las investigaciones de peces pelágicos del Golfo de California, Proy. Invest. y Form. Pesq. México/PNUD/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías en México. CEPM. 3:51.
- SUNADA, J.S. 1975. Age and length composition of northern anchovies, *Engraulis mordax*, in the California anchovy reduction fishery, 1973-74 season. Calif. Fish and Game, 62:213-224.
- VILLAMAR, C.A., A. BARRERA, A. COTA, H. CHAVEZ y otros. 1979. Análisis y propuesta nacional sobre la administración de la pesquería de la anchoveta. Departamento de Pesca. Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca. 225 p.

- VROOMAN, A.M. and P. SMITH. 1971. Biomass of the subpopulation of northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard. Calif. Coop. Oceanic. Fish Invest. Rep. 15:49-51.
- VROOMAN, A.M. and P. PALOMA. 1975. Subpopulations of northern anchovy *Engraulis mordax*. NMFS-SWFC Admin. Rept. No. LJ. 75-62.
- VROOMAN, A. M., P. PALOMA and J. ZWEIFEL. 1981. Electrophoretic morphometric and meristic studies of subpopulations of northern anchovy *Engraulis mordax*. Calif. Fish and Game 67(1): 39-51.
- WALLACE, F. A. and K. SELMAN. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21:325-343.
- WILSON, K.V. 1956. A distribution free test of analysis of variance hypotheses. Psychol. Bull. 53: 96-101.
- WOOD, H. 1930. Scottish herring shoals, pre-spawning movements. Fish. Bd. Scot. Sci. Invest. (1): p. 14.

DESARROLLO DE UN PRODUCTO A PARTIR DE ATUN UTILIZADO PARA EMPAQUE

Irene Prieto M.*
Carlos M. Caloca*
José Luna Franco*
David Estrella A.*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un producto tipo paté para consumo humano hecho a base de carne de atún cocida como materia prima principal; se utilizaron latas de aluminio de 100 gr. con tapa "abre fácil" como material de empaque.

Los resultados de las determinaciones organolépticas y microbiológicas obtenidos durante el proceso y almacenamiento revelan que el producto desarrollado es de buena calidad y estable al almacenamiento hasta por dos años.

La calidad del paté enlatado se evaluó con pruebas organolépticas y microbiológicas indicando una buena aceptación, por lo que se propone establecer líneas de producción para elaborar este producto.

ABSTRACT

The purpose of this work was to elaborate a pate style product for human consumption, using cooked tuna meat as the main raw material. The processed product was canned in 100 g. tear-off aluminum containers.

Organoleptic and microbiological criteria were used to evaluate the quality of the canned pate. After two years of storing at room temperature the product showed excellent quality as demonstrated by both type of determinations.

Sensory evaluations were carried out, showing high acceptability of the product. New industrial lines are therefore proposed from these investigations.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCIÓN

El régimen alimentario a base de pescado picado varía de un país a otro y es de gran importancia en Japón, Estados Unidos y la Unión Soviética.

En Japón, esta industria ha crecido notablemente, lo que no sucede en nuestro país, en donde productos a base de pescado picado como son salchichas de pescado, hamburguesas, jamón, albóndigas y diferentes variedades de paté son en su mayoría desconocidos.

Esto ha sido de interés para los autores, por lo que se sugiere como alternativa de consumo la pasta de atún tipo paté, ya que en la región existe toda una infraestructura establecida para la transformación industrial de la especie. Para desarrollar este trabajo fue necesario contar con el apoyo de una pesquería de la localidad que proporcionó la carne cocida de atún, la cual se utilizó como materia prima para el procesamiento de un nuevo producto que se considera una opción para diversificar el consumo del recurso.

OBJETIVOS

Obtener un nuevo producto a partir de carne cocida de atún que permita diversificar el consumo del recurso, aprovechando la capacidad instalada de la industria existente en la región a través de un proceso sencillo para obtener pasta de pescado tipo paté y de calidad aceptable para consumo humano directo.

MATERIAL Y METODOS

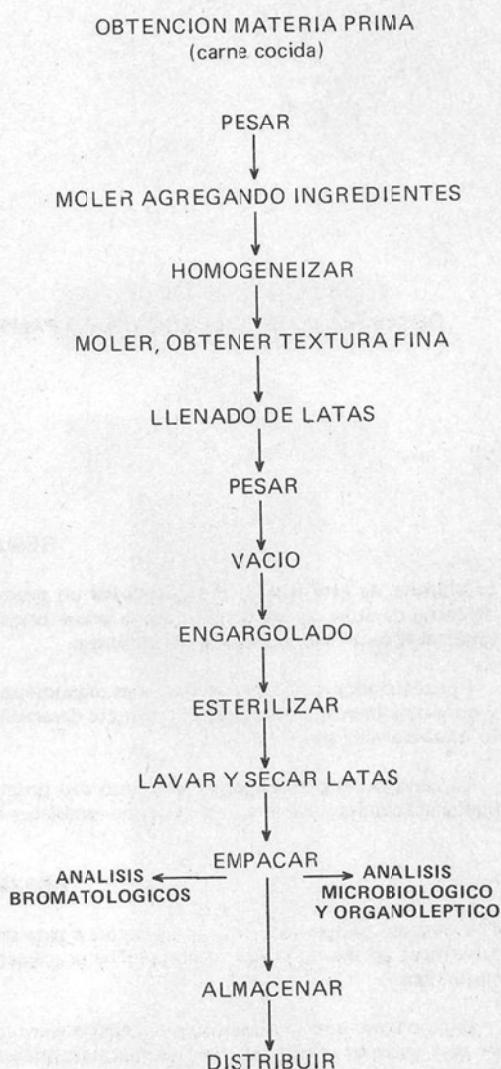
La producción experimental de la pasta de pescado tipo paté se desarrolló en la planta piloto del Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, B.C.

Elaboración de la pasta (Ver diagrama de flujo, figura 1).

La carne cocida obtenida durante el proceso de empaque de atún enlatado en aceite se pesa para iniciar su procesamiento.

Posteriormente, se transfiere a la cortadora-mezcladora de 45 litros de capacidad junto con las grasas, cebolla, lecitina ajo y glutamato responsables de la emulsión, apariencia y sabor; además se agrega sal y especias que influyen en sabor y olor, respectivamente.

FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PATE DE ATUN ENLATADO



**TABLA 1. FORMULACION EMPLEADA EN
LA ELABORACION DE PATE DE
ATUN**

<i>Material</i>	<i>Porcentaje</i>
Carne cocida	50.0
Tocino ahumado	9.4
Glutamato	1.0
Grasa animal	9.4
Consomé de pollo	0.3
Cebolla	9.4
Ajo	0.1
Sal	1.0
Lecitina	0.5
Especias (pimienta, paprika, nuez moscada)	0.5
Agua	18.4
Total:	100.00 %

TABLA 2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DEL PRODUCTO

<i>Caracteres</i>	<i>Número de Puntos</i>	<i>Características</i>
	10	Correcta, sin problema.
Lata con tapa	0	Indice de corrosión, abombamiento, deformación y sucia.
Presentación del contenido al abrir la lata	20	Empaque correcto, color típico del producto.
	0	Producto con manchas negras cantidades considerables de impureza.
Aspecto del contenido fuera de la lata	20	Color característico del producto sin impurezas.
	0	Prod. con manchas oscuras. Prod. con indicios de agua e impurezas (especias, escamas, espinas).
Olor	20	Muy bueno, normal del paté de pescado.
	0	Rancio, completamente desagradable.
Sabor	20	Muy bueno, normal.
	0	Extraño, rancio, completamente desgradable.
Consistencia	10	Firme, sin ningún defecto.
	0	Con grumos (arenosa) muy blanda o seca.

Durante el proceso de cortado y mezclado se van adicionando pequeñas cantidades de agua fría hasta obtener un producto con la consistencia y demás características deseadas (la formulación se da en la tabla 1). La pasta se hace pasar finalmente por un molino coloidal para obtener un producto (libre de grumos) de textura fina.

Llenado de la lata

Se efectuó manualmente hasta completar 100 gr. de pasta en las latas cilíndricas tipo "abre fácil".

Vacio

Se transportan las latas por un túnel (exhauster) a 80°C.

Cierre del envase

Para el cierre se utilizó una engargoladora semi-automática con formato para lata cilíndrica. El éxito depende de que la lata esté bien cerrada.

Tratamiento térmico

El producto se sometió a una esterilización de 110°C durante 60 minutos, el proceso se terminó al enfriar las latas con agua fría, la parte final consistió en lavar y secar perfectamente el envase para evitar alteraciones posteriores durante su almacenamiento.

Determinación de Análisis Proximal, Microbiológico y Organoléptico

Las determinaciones del contenido proteínico se realizaron por el método micro "Kjeldahl" usándose el factor 6.25 para convertir nitrógeno en proteínas.

El contenido de grasa se determinó por el método Soxhlet; cenizas por incineración en mufla a 550-600°C de 6 a 8 horas. Para la humedad se utilizó termobalanza OHAUS hasta obtener peso constante de la muestra.

Para el análisis microbiológico se determinó (en 100 gr.) conteo total, incubando a 20 y 35°C coliformes totales y fecales, incubando a 35°C y 44°C mediante los métodos descritos en el manual de control de calidad M.K. refai (FAO, 1979).

Las características organolépticas se realizaron por un grupo de 20 panelistas del Centro Regional de Investigación Pesquera mediante el método de cotación para productos enlatados (Proyecto PNUD-FAO-MOR 71/531).

Cada uno se evaluó de cero (como mínimo) a diez o veinte (como máximo) (ver tabla 2). Las calificaciones de cada carácter del producto, obtenidos por cada panelista, las cuales aparecen en la tabla 5, se sumaron para obtener así la calificación final del producto. Dicha puntuación está dada en el último renglón de la tabla 5. Los criterios de evaluación de dicha calificación se incluyen en la tabla 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La materia prima inicial (carne cocida) utilizada fue de muy buena calidad como se puede observar en la tabla 4.

TABLA 3. CRITERIOS DE EVALUACION DE LA CALIFICACION DE LOS PRODUCTOS

Términos	Número de Puntos
Mejor calidad	90 - 100
Excelente	80 - 90
Muy bueno	70 - 80
Bueno	60 - 70
Bastante bueno	50 - 60
Mediano	40 - 50
No malo	30 - 40
Medioocre	20 - 30
Malo	10 - 20
Muy malo	1 - 10
Contaminado	0 - 10

Se desarrollaron tres pruebas a nivel experimental, la primera y la segunda dieron como resultado la obtención de una pasta con ligera separación de grasa; sin embargo, en la prueba número tres se obtuvo un producto de muy buena calidad, ya que la grasa se incorporó completamente al producto, obteniendo como resultado de la prueba de degustación una calificación final de 95.6 por ciento (ver tabla 5).

Los resultados del análisis proximal y microbiológico se muestran en las tablas 6 y 7.

TABLA 4. EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA INICIAL

PRODUCTO	CARACTERISTICAS	CALIDAD
Carne Cocida de Atún	Olor	Muy bueno
	Sabor	Normal
	Consistencia	Firme

**TABLA 5. CALIFICACION ORGANOOLEPTICA RESULTANTE DE LA PRUEBA PANEL DE CALIDAD DE LAS LATAS DE PATE
DE ATUN POR EL METODO DE COTACION MODIFICADO**

Características del producto	RESULTADOS DE LA PRUEBA PANEL												Total Promedio
	P	A	N	E	L	I	S	T	A	S			
1 - Lata	10	10	10	10	10	9	10	9	10	10	10	10	9.9
a) Presentación del contenido al abrir la lata	19	18	20	19	18	20	19	18	19	19	20	19	19.15
b) Aspecto del contenido fuera de la lata	20	20	19	19	20	18	19	20	19	20	19	19	19.3
Olor	20	19	19	20	20	19	20	19	20	20	19	20	19.65
Sabor	18	18	18	19	19	18	19	18	18	19	19	18	18.25
Consistencia	9	9	9	10	9	10	9	10	9	9	10	10	9.35
TOTAL:	96	94	96	95	99	94	95	97	91	96	97	97	95.6

TABLA 6. ANALISIS PROXIMAL DE MATERIA PRIMA Y PASTA DE ATUN TIPO PATE, EXPRESADO EN BASE AL PESO HUMEDO

	Cerizas (%)	Humedad (%)	Grasas (%)	Proteínas (%)
Materia prima	29	45.8	13.5	24.5
Pasta empacada	21	56.16	22.2	26.2

TABLA 7. RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS EN MATERIA PRIMA Y PASTA

	Cuenta Total (35°C)	Cuenta Total Ct (20°C)	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Atún cocido	17 x 10 ³ /gr	10 x 10 ³ /gr	8/gr	2/gr
Atún paté	20 x 10 ³ /gr	12 x 10 ³ /gr	14/gr	2/gr

Conteo total de 500,000/gr evidencia de daño potencial, conteo fecal 40/gr indicadores de mal manejo.

TABLA 8. RENDIMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO

Peso de materia prima	10,600 kg
Peso ingredientes	10,590 kg
Peso de pasta	21,190 kg
Pasta obtenida al final del proceso	20.00 kg
Rendimiento final	94.00 (%)

CONCLUSIONES

La carne cocida de atún, utilizada como materia prima es de muy buena calidad como lo indican los resultados de las características organolépticas y microbiológicas. Esto favorece la calidad final del producto; asimismo, la pasta obtenida antes de ser empacada presenta las mismas características.

Con respecto al análisis proximal del producto terminado se obtuvo un contenido proteínico de 21.2 por ciento, lo cual es bastante aceptable desde el punto de vista nutricional. Los resultados microbiológicos en materia prima y pasta presentan valores inferiores al límite establecido para productos cocidos, por lo que el producto reúne las condiciones de seguridad para consumo humano.

La elaboración del paté de atún es un proceso

sencillo que requiere de un tiempo mínimo, lo que hace que se obtenga un producto de bajo costo. La adición adecuada de ingredientes es esencial para obtener un buen producto.

Se considera que se obtiene un rendimiento bastante alto ya que del procesamiento a nivel piloto se obtiene un 94 por ciento de producto terminado durante el procesamiento a nivel piloto.

Básicamente el haber obtenido un producto de alta calidad se debió al control de higiene desde el inicio del trabajo hasta obtener el producto terminado, esto se demuestra en los resultados de los análisis microbiológicos y organolépticos.

Finalmente, se propone como alternativa aprovechar la capacidad e infraestructura de las plantas existentes para la creación de productos de pasta de pescado tipo paté con el propósito de colaborar en la diversificación de productos de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se realizó mediante el convenio México PNUD-FAO en la Planta Piloto y los Laboratorios de Control de Calidad del Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, B.C., por lo que se agradece al Ing. Veljko Perovic la asesoría brindada para la realización de este estu-

dio, así como a los compañeros Alfredo Vargas Flores, Jesús Camacho y José Bautista por su colaboración en este trabajo.

Asimismo, se agradece al C. Dr. Héctor David Rivera Carro y al Ocean. Enrique Hernández Garibay por la revisión y crítica de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- DE LEON SIMON. Análisis de alimentos. Vol. I, 1985.
- G.J. GRANTHAN. Minced Fish Technology. FAO, 1981.
- KREFARI, M. Manual de control de calidad. Food and Nutrition paper, FAO. 1979.
- NATIONAL CANNERS ASSOCIATION. Laboratory Manual for food canners and processors. Vol. 2, Third Edition. 1968.
- PROYECTO PNUD/FAO. Determinación organoléptica de la calidad de las conservas de pescado en lata por el método de cotación. PNUD/FAO Mor. 71/531, 1979.

**ESTIMACION DE LA MORTALIDAD POR PESCA MEDIANTE EL ANALISIS DE COHORTES
POR TALLAS DE LA ANCHOVETA *Engraulis mordax* 1975-1986**

Aurora Barrera Moreno.*
 Alfredo Cota Villavicencio.*
 Walterio García Franco.*
 Angélica Luévano Bañuelos.*

RESUMEN

Se hizo un análisis de la composición por tallas de la pesquería de la anchoveta *Engraulis mordax*, durante el período de 1975-1986. Se utilizó el método de análisis de cohortes por tallas de Pauly (1984) para determinar la mortalidad por pesca, tasa de explotación para intervalos de talla de 5 mm. de longitud patrón. Se calculó la captura por unidad de esfuerzo y se utilizaron valores de anomalías térmicas tomados de Fiedler (1984).

Se confirmó un incremento en la mortalidad por pesca de 1975 a 1986, pero en forma más acentuada, a partir de 1981 con altos valores de mortalidad en los ejemplares mayores de 100 mm., con estimaciones de F arriba de 1.0 y a su vez un aumento en la mortalidad de peces menores a esta talla.

De 1983 a 1986, hubo un aumento en la tasa de explotación con estimaciones de alrededor del 30 por ciento, descansando principalmente en individuos menores de los 100 mm. de longitud patrón.

El incremento del esfuerzo pesquero se observó en 1981 con una elevación de la mortalidad por pesca ($F=0.71$) y con una disminución a partir de este año con valores de $F=0.47$.

ABSTRACT

An analysis of the size composition of the anchovy fishery is presented for the period of 1975 to 1986. By using Pauly's (1984) Length Structured VPA Model, to assess fishing mortality rates. An interval of 5 mm. standard length was used. The results showed that there is an increase in the values of F from 1975 to 1986, but a higher rate was observed since 1981, affecting organisms larger than 100 mm. S.L. with values of $F=1.0$. From 1983 to 1986, there is an evident increase in the exploitation rates with values of 30 per cent; specially in organisms smaller than 100 mm. of S.L.

An increase of fishing effort was observed in 1981 coincident with higher values of $F=0.71$.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

La pesquería mexicana de la anchoveta *Engraulis mordax*, se desarrolló con mayor intensidad a mediados de los años setentas, alcanzando niveles considerables de captura entre 1976 y 1981 (Cota, 1986; Villamar *et al.*, 1979). Posteriormente las capturas descendieron afectando considerablemente el desarrollo de la pesquería local.

En relación a los efectos de la explotación, algunos diagnósticos de mortalidad se han hecho a la pesquería mexicana. Villamar (*op. cit.*) estima la tasa de mortalidad por pesca de la anchoveta para aguas mexicanas, utilizando la composición por edad; obtiene valores de $F = 0.03$ para el período 1972-1973 y $F = 0.36$ en 1976-1977. La mortalidad natural para estos períodos fue de 1.1 y 0.76, respectivamente.

Evaluó la tasa instantánea de mortalidad total (Z) para los años de 1975-1978, encontrando valores de Z de 1.36, 1.25, 1.0 y 1.33 para cada año.

Cota (*op. cit.*), utilizando la composición por edad de la captura comercial del período de 1957 a 1979, estima mediante un análisis de cohortes, que la explotación para el período de 1957 a 1975 afectó con mayor intensidad a los grupos de dos y tres años de edad. De 1976 a 1979 reporta mayores tasas de mortalidad por pesca en grupos de 0 y 1 año. Los cálculos para Z fueron en 1973, 1.97; en 1974, 2.09; en 1975, 1.52; en 1976, 1.39; en 1978, 0.99, y en 1979, 1.49.

MacCall (1974), adjudica para la pesquería americana un valor de $F = 0.06$ calculado para 1970. Otros trabajos estiman valores de $Z = 1.0$. (Hannan, 1981 y MacCall, *op. cit.*)

La mayoría de los trabajos de estimación de mortalidad se basan en el uso de la composición por edad, especialmente en la aplicación del análisis de cohortes.

Pauly (1981) y Jones (1974), introducen una nueva técnica de evaluación de análisis de cohortes, utilizando la composición por tallas. Estos métodos han sido aplicados a algunas pesquerías sobre todo tropicales.

En este trabajo se pretende, mediante el análisis de cohortes por tallas, evaluar las tendencias

de la explotación de la pesquería a través de la estimación de la tasa de mortalidad por pesca y las relaciones con otras características de la población y cambios de temperatura, con la finalidad de proporcionar elementos para instrumentar medidas regulatorias de la pesquería.

MATERIAL Y METODOS

La información que se analiza en este trabajo corresponde a la subpoblación central (Vrooman y Paloma, 1975) (Figura 1), se utilizó la composición por tallas obtenida a partir de la captura comercial registrada en el puerto de Ensenada, B.C. para los años de 1975 a 1986 (Figura 2).

La aplicación del método de análisis de cohortes por tallas descrito por Pauly (1984), se aplica a una serie de 12 años, agrupando la composición por tallas (longitud patrón) a intervalos de 5 mm. por año (Tabla 1).

El método funciona estimando para cada clase de talla, el número de peces y la mortalidad por pesca que los afecta. El inicio de las estimaciones se da en los grupos más grandes de talla, a los cuales se les asigna un par de valores de F y de M ; en este caso se utilizó un valor de $F = 0.60$ y de $M = 0.7$, según Cota (*op. cit.*) y Villamar *et al.* (*op. cit.*) (Tabla 1).

El método, originalmente, parte de la ecuación de captura y del modelo generalizado de crecimiento (Pauly, 1984). La ecuación utilizada la expresa de la siguiente manera:

$$N_1 = (N_2 X_L + C_{1,2}) X_L$$

$$\therefore X_L = \frac{L_\infty^D - L_1^D}{L_\infty^D - L_2^D} \frac{M/(2KD)}{}$$

Donde $C_{1,2}$ es el número de peces capturados durante un período de tiempo dado, con una distribución de edad estable en las longitudes L_1 y L_2 . N_1 y N_2 representan el tamaño de la población (número) con respecto a las tallas L_1 y L_2 .

El valor de D , es un factor de "superficie fisiológica"; L_∞ , es la longitud máxima de la especie, y K , es una constante de crecimiento. Es impor-

tante mencionar que el método considera constante la mortalidad natural para cada una de las clases de tallas.

La información de la captura por unidad de esfuerzo se calculó con base en la capacidad de bodega de los barcos, agrupados por rangos de 50 toneladas métricas (Castellanos, 1984; Escudero 1984; García *et al.*, 1985, 1986).

RESULTADOS

Del análisis de la pesquería para el período de 1975 a 1986 (Figura 3), se observa un incremento de la mortalidad por pesca hacia individuos de tallas cada vez menores, notándose la desaparición de peces de 140 a 155 mm. de longitud y la incorporación a partir de 1980 de ejemplares menores de los 80 mm.

Dentro del mismo se observa una mayor mortalidad en las tallas de 130 a 155 mm. ($F=1.5$) excepto para 1981 y 1983 en que ésta se desplaza a tallas más pequeñas (110 y 100 mm.).

De 1975 a 1980 (Figura 3), se observa que la mortalidad por pesca fue más elevada en individuos mayores de 100 mm. de longitud patrón con valores de F en promedio de 0.38.

Durante este lapso, se destaca el año de 1976, por encontrarse valores promedio de F de 1.12 para los ejemplares de 115 mm. en adelante, coincidiendo para este año la incorporación a la pesquería de un mayor número de unidades por pesca con una mayor capacidad de trabajo.

En los años de 1975, 1977 y 1979, se presentan mortalidades bajas en todas las clases de tallas.

Las estimaciones de la tasa de explotación que reflejan de manera directa el esfuerzo de pesca aplicado al recurso, dieron para estos años (1975-1980) tasas de alrededor de 0.30, sobre todo en individuos mayores de 110 mm. de longitud.

En 1976 se aprecian los mismos valores, pero se hace más evidente a partir de tallas de 90 mm. de longitud. En los años comprendidos entre 1981 y 1986, se observa un incremento en las tasas de mortalidad por pesca en individuos menores de los 90 mm, también se hace evidente la desaparición de individuos mayores de los 140 mm. de longitud.

Durante este período, los valores de 1.0 de F , correspondieron a organismos con tallas arriba de 116 mm. resultando menores en los años de 1981 y 1983 (105 y 100 mm.).

En 1983, cuando las anomalías en la temperatura (Figura 6) fueron muy elevadas por efectos de "El Niño", la mortalidad se incrementó (0.71), registrándose a partir de ejemplares pequeños (desde 55 mm.), con dominancia de hembras de un año de edad. Esta aparición de hembras pre-ecozmente maduras se atribuye a condiciones favorables que se presentaron durante "El Niño", según señala Fiedler (1984).

Durante los años de 1983 y 1984, la captura de las anchovetas estuvo constituida por el 83 y 88 por ciento de ejemplares menores de 100 mm. de longitud patrón según García *et al.* (*op. cit.*).

Las tasas de explotación de 1981 a 1986 son elevadas con valores promedio de 0.50, sobre todo durante 1984 para individuos de tallas de 85 mm.

La variación interanual de la mortalidad por pesca de 1975 a 1980 observa la misma tendencia (Figura 4, Tabla 2), presentándose desde 1981, altas tasas de mortalidad por pesca, que coinciden con el esfuerzo de pesca aplicado durante 1981 al recurso.

Un descenso paulatino se refleja en la mortalidad por pesca, producto de una disminución del mismo a partir de este año. La mortalidad total (Z) durante los años analizados registra un incremento de 0.89 (1975-1980) a 1.19 (1981-1986).

Tomando el promedio de la mortalidad por pesca anual para peces mayores y menores de 100 mm. de longitud patrón, siendo ésta la talla mínima de reproducción según Villamar (*op. cit.*) y Escudero (*op. cit.*), observamos de 1975 a 1986 un aumento considerable en la mortalidad por pesca en individuos mayores de los 100 mm.; siendo más marcado en 1983 (Figura 5).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos podemos señalar que se han presentado dos etapas importantes en el desarrollo de la pesquería de la anchoveta.

Una primera, que abarcó de 1975 a 1980, don-

de las tasas de mortalidad por pesca son bajas, con tasa promedio de 0.21; lo mismo se observa para la tasa de explotación, donde se estimó una tasa promedio del 16 por ciento y la mortalidad total en estos años fue de 0.89.

En el análisis por grupos de tallas para el mismo período, se encuentran valores de mortalidad por pesca bajos (0.02) para tallas menores de los 100 mm. de longitud patrón y más elevados (0.39) para individuos mayores de la talla antes señalada.

Una segunda etapa, que cubre el resto de los años analizados (1981-1986), se caracterizó por un incremento considerable en la tasa de mortalidad por pesca ($F=0.54$), la tasa de explotación ($E=31$ por ciento) y la mortalidad total ($Z=1.19$).

Durante este segundo período, la explotación afectó con mayor fuerza a los grupos de individuos menores a los 80 mm. de longitud patrón, con valores de mortalidad cercanos a 0.13. Los grupos de tallas mayores a los 100 mm. de longitud presentaron cálculos promedio superiores a 1.0.

Se debe señalar que en esta segunda etapa, los niveles de esfuerzo de pesca se mantuvieron altos en relación con el período 1975-1980. Lo que explica el aumento registrado en la mortalidad por pesca.

Este incremento en los niveles de explotación, desde el inicio de la pesquería (Figura 7), ha variado considerablemente la estructura de la población, observándose: reducción de la longitud promedio, disminución de la talla de los reproductores, aumento de la madurez (García, *op.*

cit.) y aparición de individuos más pequeños en las capturas comerciales (Mais, 1981).

En un análisis similar hecho a la composición por edad de la pesquería, Cota (*op. cit.*) y Granados, M. L. (comunicación personal) reportan un aumento considerable de la explotación en individuos de 0 y 1 año de edad.

La presencia de "El Niño" durante los años de 1982-1983, propició condiciones de vida desfavorables para las especies pelágicas dentro de la Corriente de California. En el caso de la población de anchoveta, ésta se caracterizó por una dominancia de hembras pequeñas de un año de edad ya maduras. "El Niño", al parecer, resultó poco favorable para el crecimiento de larvas, juveniles y adultos, debido a la posible escasez del alimento (Fiedler, 1984).

La contribución masiva de los individuos pequeños durante este período (1982-1983) a la captura comercial, está ligada a las anomalías térmicas registradas, constituyendo una mayor disponibilidad de estos grupos a la captura comercial.

Si consideramos que el tamaño de la población de adultos se encuentra en niveles muy bajos, la presencia de otro fenómeno de "El Niño" podía provocar una situación peligrosa en la recuperación de las existencias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a Arturo Lelevier G. por su valiosa revisión y sugerencias al manuscrito.

TABLA 1. PARA CADA AÑO SE OBTIENE LA CAPTURA, MORTALIDAD POR PESCA, NUMERO DE PECES, MORTALIDAD TOTAL Y TASA DE EXPLOTACION PARA CADA CLASE DE TALLA

		1	9	7	5	
Clase talla (mm.)	C_T ($\times 10^6$)	F		N_T ($\times 10^6$)	Z	E (F Z)
86- 90	7.0	1.3×10^6		54804.9	0.70	1.9×10^5
91- 95	29.2	6.4×10^4		44888.5	0.70	1.0×10^4
96-100	70.4	0.01		22866.1	0.71	0.014
101-105	148.6	0.02		17638.9	0.72	0.027
106-110	298.6	0.06		13247.9	0.76	0.078
111-115	436.7	0.12		9547.8	0.82	0.146
116-120	532.1	0.19		6490.6	0.89	0.213
121-125	399.3	0.22		4050.3	0.92	0.239
126-130	317.1	0.27		2361.0	0.97	0.278
131-135	246.0	0.38		1222.1	1.08	0.351
136-140	129.1	0.42		518.1	1.12	0.375
141-145	46.4	0.39		174.8	1.09	0.357
146-150	7.5	0.19		45.4	0.89	0.213
151-155	3.5	0.42		9.9	1.12	0.375
156-160	0.1	0.60		0.4	1.30	0.461

TABLA 2. MORTALIDAD PROMEDIO POR PESCA, TASA DE EXPLOTACION PROMEDIO, ESFUERZO Y MORTALIDAD TOTAL DE LA PESQUERIA DE LA ANCHOVETA *Engraulis mordax*

Año	F	E	f	F 100 mm.	F 100 mm.	Z
1975	0.15	0.15	943.3	0.002	0.24	0.85
1976	0.45	0.26	1354.5	0.060	0.85	1.16
1977	0.08	0.08	2791.1	0.002	0.13	0.78
1978	0.30	0.24	3169.1	0.040	0.54	0.89
1979	0.09	0.11	4176.2	0.005	0.18	0.78
1980	0.20	0.13	3805.0	0.010	0.42	0.91
1981	0.71	0.40	5629.3	0.170	1.11	1.41
1982	0.52	0.28	4904.7	0.040	1.16	1.05
1983	0.59	0.35	3429.4	0.260	1.24	1.34
1984	0.50	0.35	3527.2	0.180	0.99	1.03
1985	0.46	0.21	1736.9	0.010	1.24	1.16
1986	0.47	0.32	2128.4	0.140	0.98	1.17

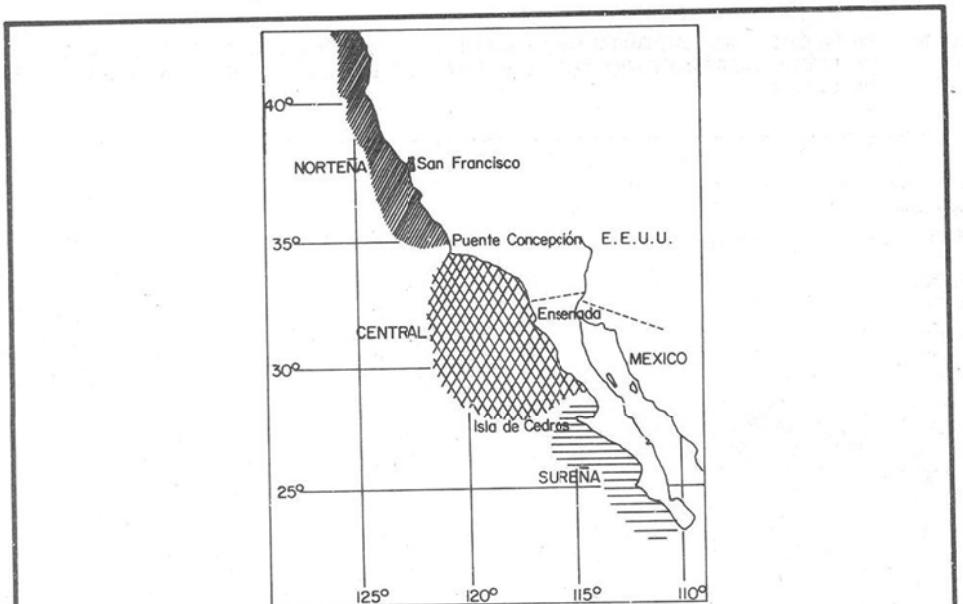


Fig. 1. Distribución relativa de tres subpoblaciones de la anchoveta *Engraulis mordax* (Vrooman y Paloma, 1975).

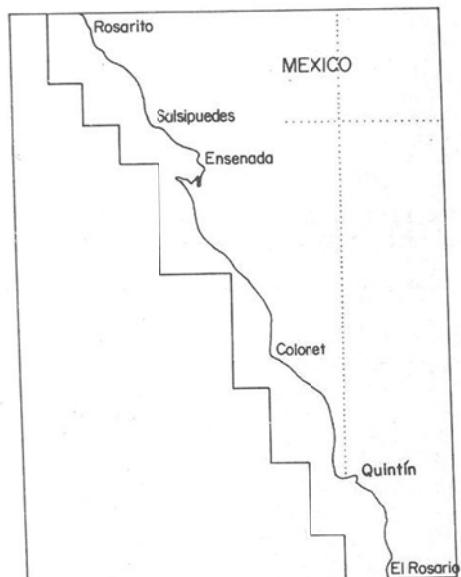


Fig. 2. Áreas Estadísticas de Pesca de *Engraulis mordax*, Costa Oeste de B.C.

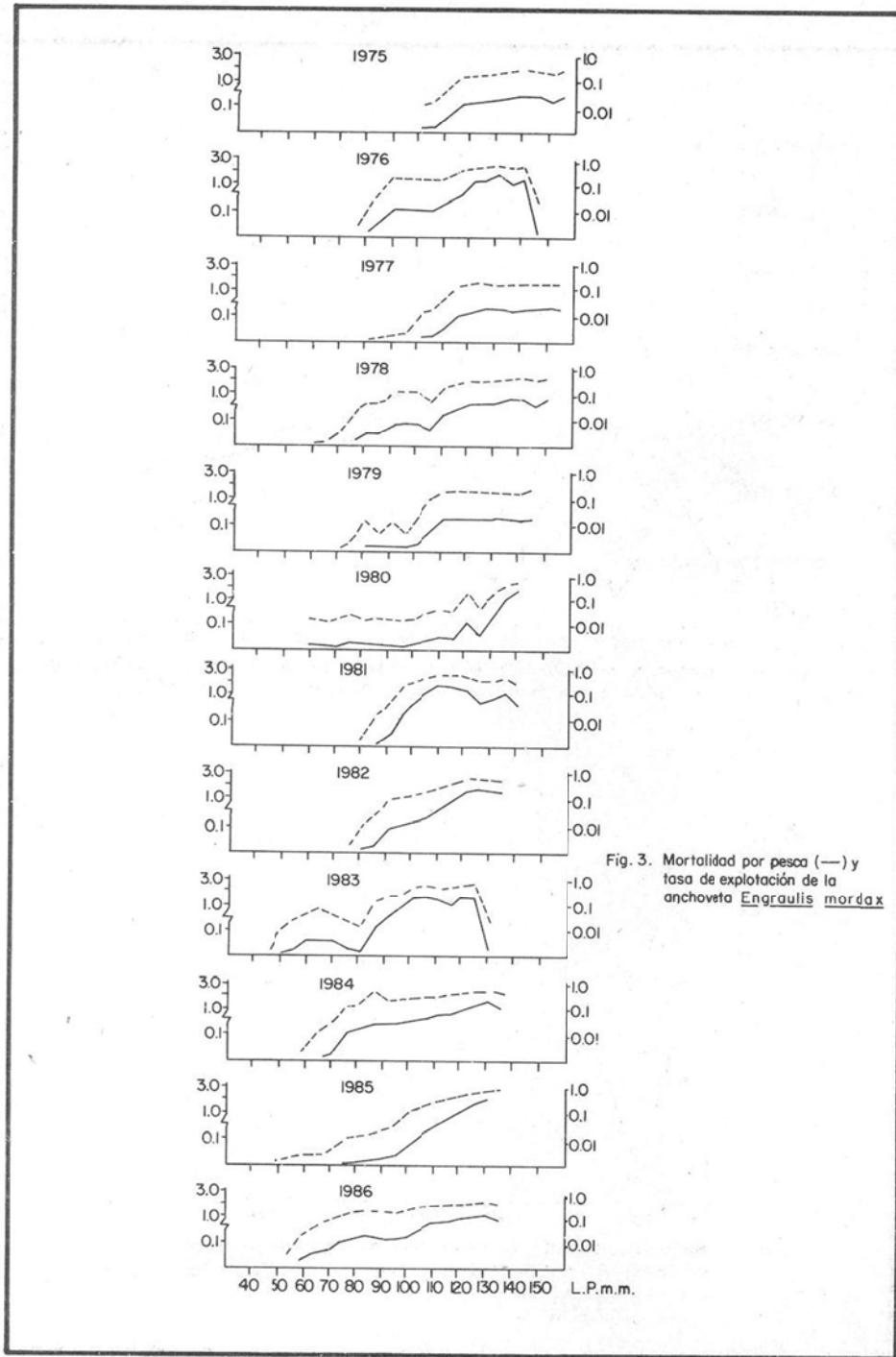


Fig. 3. Mortalidad por pesca (—) y tasa de explotación de la anchoveta *Engraulis mordax*

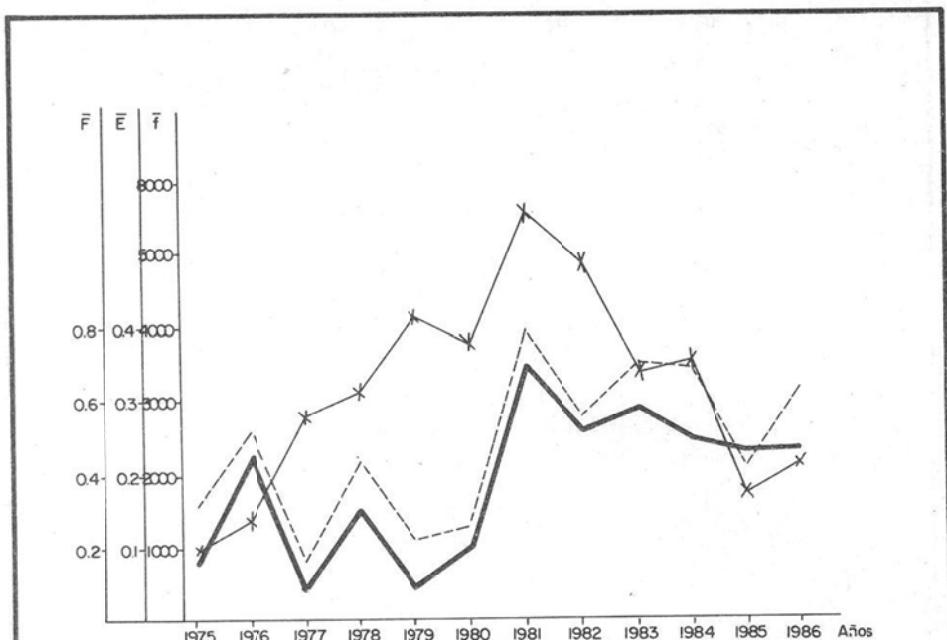


Fig. 4. Distribución promedio anual de la mortalidad por pesca (—), tasa de explotación (---) y esfuerzo total de pesca (↔) de la anchoveta *Engraulis mordax*.

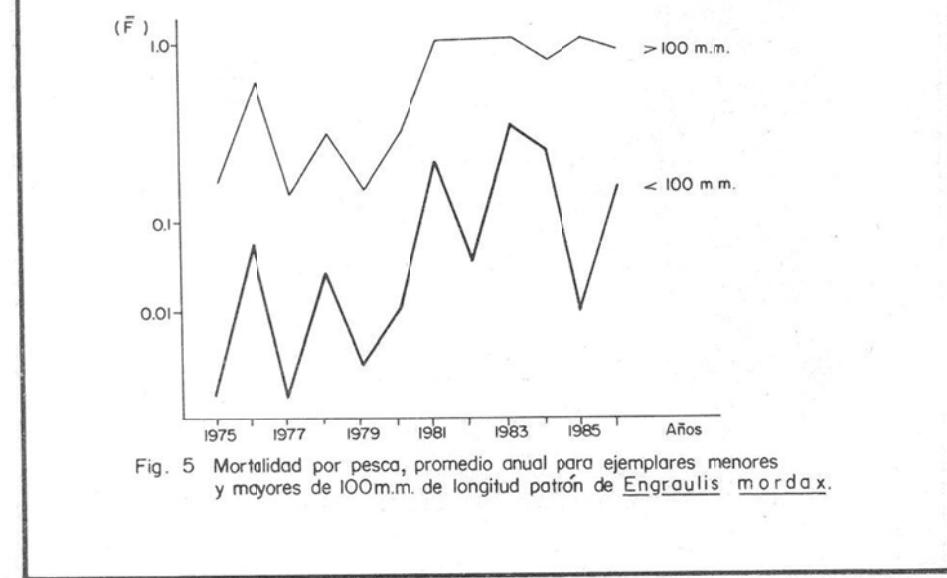


Fig. 5 Mortalidad por pesca, promedio anual para ejemplares menores y mayores de 100 m.m. de longitud patrón de *Engraulis mordax*.

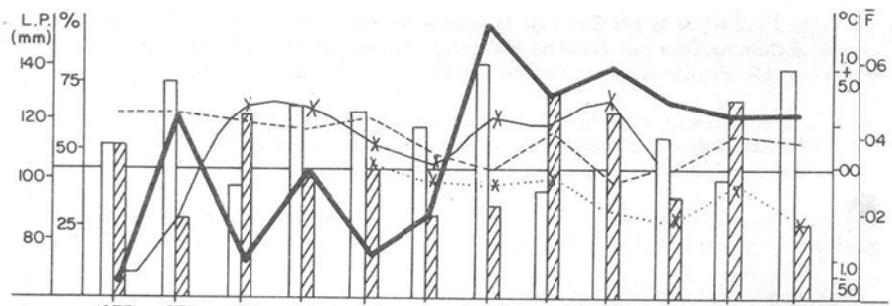


FIG. 6 PROMEDIO ANUAL DE LA MORTALIDAD POR PESCA (—); MADUREZ GONADAL (inmaduro □, maduro ▨); TALLA PROMEDIO (x···x) Y TALLA PROMEDIO DE REPRODUCTORES (----), DE *Engraulis mordax*; ANOMALIAS TERMICAS (Fielder, 1984) (x—x).

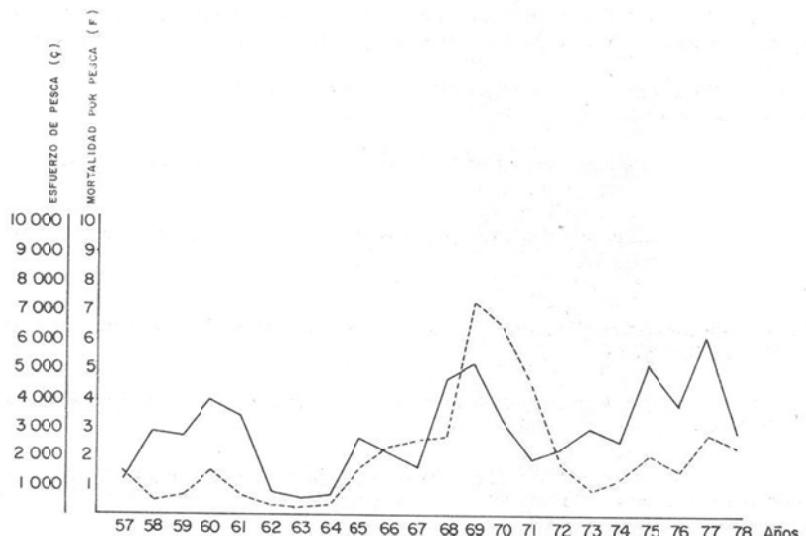


FIG. 7 ANALISIS DE LA MORTALIDAD POR PESCA (—), A PARTIR DE UN ANALISIS DE COHORTE Y ESFUERZO DE PESCA (....) DE LA PESQUERIA DE LA ANCHOVETA EN EL PERIODO DE 1957 A 1978.

LITERATURA CITADA

- C. Fiedler, Paul. 1984. Some effects of "El Niño" 1983 on the northern anchovy. CalCOFI Rep. Vol. XXV.
- Cota, A. 1986. Análisis de la pesquería de la anchoveta *Engraulis mordax* (Girard, 1856), mediante el uso de la Composición por Edad de la Captura Comercial para la Período de 1957 a 1979, Tesis Maestría I.N.P. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 75 págs.
- Cota, A. V. y Díaz de León, A. García, F. W., Granados G. M. Pedrín O.O., Barrera, M.A. Figueroa, L. J. 1986. Análisis de los efectos de la explotación sobre la anchoveta *E. mordax* (Girard, 1856) mediante el uso de análisis de cohortes. Secretaría de Pesca, I.N.P., C.R.I.P., Ensenada, México.
- Escudero, M., Castellanos, E. 1984. (En prensa.) Estudio de la anchoveta *Engraulis mordax*, en aguas mexicanas. Secretaría de Pesca. Instituto Politécnico Nal. 93 págs.
- García, F.W., Cota, A.V. Barrera, M.A., Luévano, B.A. Pedrín, O. O., Granados, G. M., Figueroa, L.J. 1986. Análisis de la pesquería de la anchoveta *Engraulis mordax*, durante el período de 1979-1984. Secretaría de Pesca, I.N.P., C.R.I.P., Ensenada, B. C. México.
- Cota, A.V., Barrera, M.A., Figueroa, L.J., Luévano, B.A., Granados, G.M. 1986. Resumen de la temporada de pesca comercial de anchoveta de 1984. Secretaría de Pesca, I.N.P., C.R.I.P., Ensenada, B. C. México.
- Flores, V.M., Cota, V.A., Barrera, M.A., Luna, F.J. Recursos Pesqueros de México y sus Perspectivas. Recurso Anchoveta. Secretaría de Pesca, I.N.P. Ponencia XXV Aniversario I.N.P. 1987.
- Jones, R. 1961. The assessment of long-term effects of changes, in: Gerar Selectivity and Fishing Effort. Mar. Res. Scotland. 2:1-19.
- McCall, A. 1974. The mortality rate of *Engraulis mordax* in Southern California. CalCOFI, Rept. XVII: 131-135.
- Mais, K.F. 1981. Age composition changes in the anchovy *Engraulis mordax*, Central Population. CalCOFI Report XXII: 82-87.
- Pauly. 1984. Fish population dinamics in tropical waters: A Manual for use with programmable calculators. Manila Philippines.
- Silva, S.S. 1975. Edad y crecimiento de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas californianas. Tesis Profesional E.N.C.B., I.P.N. 57 pag.
- Villamar, G.A. y colaboradores. (En prensa) Análisis y propuesta nacional para la administración de la pesquería de anchoveta. Depto. de Pesca. Dir. Gral. del Inst. Nal. de la Pesca. Programa Anchoveta, septiembre de 1979. 244 p.
- Vrooman, A.M. y P.A. Paloma. 1975. Subpopulations of northern anchovy *Engraulis mordax*. N.M.F.S. S.W.F.C., Admin. Rept. No. L. J.

ESTUDIOS DE MANEJO DE *Gelidium robustum* (GELIDIACEAE: RHODOPHYTA)
EN PUNTA SAN MIGUEL, B.C.

1.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACION EN UN MANTO NO EXPLOTADO

M.C. Lily Romina S. Castro*
Biól. Francisco Uribe Osorio*

RESUMEN

G. Robustum es un alga perenne de la zona sublitoral que se explota para extraer agar desde 1940; en los últimos nueve años sus volúmenes de cosecha se han reducido hasta en un 20 por ciento de la producción registrada entre 1974-1979. Se pretende conocer la estructura poblacional, y la productividad; para tal fin, mensualmente, desde febrero de 1986 se registró el porcentaje de cobertura por m² en cada mechón: longitud, epízoos, peso húmedo a seco, ancho del ramaje, base y número de plantas.

En julio de 1986, marzo y junio de 1987 se realizaron evaluaciones de biomasa disponible. Las tallas más frecuentes fueron de 35-50 cm. en promedio, 42 por ciento de cobertura, *Gelidium* de tercera y cuarta calidad, con matas más anchas en mayo-junio y máximo crecimiento en verano; la productividad fue de 2-3 ton/secas/ha/año; una densidad 3-16 mechones/m², y una biomasa de 780-4, 160 gr/m². La población puede considerarse natural para comparar con las zonas en explotación e implementar medidas de manejo del recurso.

ABSTRACT

This perenne and sublitoral red algae it's harvested along of B.C. for agar extraction since 1940.

In the last nine years, the annual yield is reduced to 20 per cent of that between 1974 to 1979; we are concerned over the population structure and productivity, so standing stock were evaluated and too montly since February 1986 percent of seaweed; total lenght, epibionts, wet to dry weight, number of plants mats we found frecuently 35-50 cm. sizes with 47 cm. average high percent of epizoos, 42 per cent of cover, 3:1 rate wet to dry weight, mat wider and maximal growth in late spring-summer; standing stocks were higher in March and the productivity 2-3 dry ton/ha. with density range of 3-16 mats/m². We concluded Point San Miguel actually is like a natural zone for to compare with the exploited zones and to separate the effects due to overharvesting.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

En Baja California, de Islas Coronado a Bahía Magdalena, principalmente en el sublitoral en fondos rocosos, crece el alga roja perenne *Gelidium robustum*; ésta es explotada intensamente por medio de buceo con equipo Hooke, secada al sol, empacada y vendida para ser procesada para extracción de agar. La presencia de agarosa y su cantidad en el alga, le confieren importantes propiedades físicas que explican su alto rendimiento, calidad y pureza para poder utilizarse casi exclusivamente en Bacteriología. Este hecho sitúa a México como un productor esencial al igual que Chile, que es uno de los mayores exportadores de otras algas rojas para la obtención de agar y coloides en general (Santelices, 1974, 1981; Santelices y Stewart, 1985).

Se ha determinado que en Baja California los mechones de *Gelidium* alojan varias especies de invertebrados de interés comercial que las utilizan como sitios de refugio, crecimiento y alimentación, a su vez algunas especies de peces acuden a los mantos para alimentarse de los invertebrados presentes ahí (S. Castro y Uribe; no publicado).

En la Península de Baja California, *Gelidium* crece en conjuntos de hasta 188 plantas (sin considerar los ejes verticales no ramificados) formando lo que los pescadores llaman "máccollos", "mechones" o "matas"; los cuales constituyen los llamados lechos, praderas o mantos algales asociados a los mantos de *Macrocystis pyrifera* conocida comúnmente como gelidio o sargazo rojo. Es una planta erecta color rojo vino a violácea, tiene forma piramidal con ejes cilíndricos inferiormente no ramificados y ramificados en la parte superior; de textura carnosa lisa y consistencia fuerte, Gardner (1927) reportó plantas mayores de un metro, pero las tallas comunes están entre 37 y 47 cm. *Gelidium* crece en la parte superior de las rocas en zonas expuestas y de intenso movimiento de agua (Guzmán *et al.*, no publicado; S. Castro y Uribe *op. cit.*), Chappa (1963, 1964) menciona que hasta el año de 1962, Baja California tenía una producción diez veces mayor que la de California, U.S.A. y que incluso durante la guerra y después, la mayor parte del *Gelidium* procesado en Estados Unidos provenía de Baja California. También consideraba que en ese tiempo los mantos se en-

contraban subexplotados y que había aún mantos muy ricos sin explotar por lo que la producción podía duplicarse.

En 1967 (Guzmán y colaboradores), con el conocimiento de la existencia de grandes volúmenes de algas y del incremento de su explotación en Baja California, se creó un programa gubernamental para: evaluar las reservas naturales, su tonelaje máximo de producción en las diversas zonas y conocer la biología y ecología de las especies para poder regular la pesquería. En forma oportuna se efectuaron censos de las capturas comerciales de *Gelidium* para determinar tallas presentes, estadios reproductivos, flora y fauna asociada, se realizaron en campo experimentos de crecimiento y dispersión de esporas y en laboratorio se hicieron pruebas de liberación potencial de esporas. Los resultados de estos estudios pueden encontrarse en Guzmán *et al.* (1968, 1969, 1972, 1974 y 1978).

El año de máxima producción fue 1976, con 3,091 ton. secas; a la fecha los volúmenes se han ido reduciendo hasta llegar a representar el 20 por ciento de ese valor máximo (SEPESCA, 1985).

Es responsabilidad del Instituto Nacional de la Pesca estudiar los recursos en explotación para garantizar una adecuada extracción con la cual se asegure el mantenimiento de las condiciones naturales y una fuente de trabajo permanente para los pescadores. De esta manera a través de su programa Algas, el Centro Regional de Investigación Pesquera desarrolla un proyecto de investigación de la ecología de *Gelidium* con la finalidad de evaluar el estado actual de las poblaciones de esta alga.

OBJETIVOS

Determinar sistemáticamente las características estructurales de una población en el campo en estado natural; evaluar su productividad anual y su biomasa disponible estacional para comparar con la información de poblaciones en explotación y evaluar en una primera aproximación si éstas muestran rasgos de la probable presión de explotación.

HIPOTESIS

- 1) Ho: La productividad es independiente de la explotación.

- 2) Ho: El crecimiento es independiente del sistema de corte.
- 3) Ho: La estructura poblacional es independiente de la actividad de explotación.
- 4) Ho: La productividad y estructura poblacional son independientes de los factores ambientales.

AREA DE ESTUDIO

Punta San Miguel está situada a 17 km. al norte de la ciudad de Ensenada y delimitan la Bahía de Todos Santos en su extremo norte; ésta se localiza sobre la Costa Occidental de la Península de Baja California entre los $31^{\circ}40'$ y $31^{\circ}56'$ N y los $116^{\circ}50'$ y 116° longitud oeste (Figura 1). Es un área semiprotegida de terrazas, acantilados de roca basáltica y playas angostas de canto rodado. En el área predominan los vientos del noroeste y siguen los del oeste-noroeste (Secretaría de Marina, 1974). Hubbs y Hubbs (1963), con observaciones de temperatura, determinaron para la zona rasgos de surgencia, lo cual es confirmado por Cabrera (1974) y Argote (no publicado); la elección de esta área se debió a su cercanía con el CRIP y porque se sabía de la existencia de mangos no explotados y de la carencia de aportes industriales. Punta San Miguel está en la parte norte de distribución de *G. robustum*.

MATERIAL Y METODOS

En julio de 1986, marzo y junio de 1987, que corresponden a los períodos de primavera, invierno y verano, se efectuaron prospecciones de biomasa por medio de buceo autónomo con tanque en ocho transectos perpendiculares a la línea de costa con tres estaciones cada uno, el tamaño de muestra fue de un metro cuadrado de superficie y se utilizó un cuadrante de PVC para delimitarla, el cual en cada estación fue lanzado al azar al fondo y ahí se obtuvo toda la flora presente.

Entre febrero y abril de 1986 se montaron siete subáreas experimentales, rodeando rocas con estacas de acero galvanizadas y cabo de polipropileno, señalada cada una en la superficie por medio de boyas de foam y plástico, con excepción de una subárea de 1×1 m. que se cercó en octubre para marcar mechones de *Gelidium* y

medir crecimiento inicial y bimensual. El resto de las subáreas se cosecharon para observar por lo menos bimensualmente repoblamiento según el tamaño de parche (1) 3×3 m. vs. (3) 1×3 m. y según método de corte: a mano o con cuchillo (1) 1×1 m. vs. (1) 1×1 .

De las cosechas experimentales y en las prospecciones o de muestreos específicos, cada mes, se obtuvieron muestras de un metro cuadrado de *Gelidium*, que fueron utilizadas para medir biomasa húmeda y seca, longitudes, densidad, flora y fauna asociada, número de plantas/mechón, anchura de la frondosidad, porcentaje de epizoos, presencia, longitud y cantidad de brotes o retoños (ejes verticales) y plantas individuales, fases reproductivas presentes. Los pesos se registraron en una báscula de reloj/charola, las longitudes fueron medidas con una cinta de costurera, las mediciones de la frondosidad se hicieron midiendo el ancho de la parte central de cada mechón, las fases reproductivas se identificaron primero en el microscopio compuesto y después macroscópicamente con luz del día.

RESULTADOS

Biomasa disponible-productividad (Tabla 1).

La superficie de la zona de estudio fue de aproximadamente 23 hectáreas; la biomasa disponible en peso húmedo fue de 8 ton/ha., 12 ton./ha. y 5 ton./ha. en verano, invierno y primavera, respectivamente; la productividad de 2-3 ton. secas/ha./año con un rango de densidades de 6-28 mechones/m², dependiendo de lo grueso de la mata, en promedio 15 mechones/m² con un peso medio de 260 gr./mechón; el rango de biomasa húmeda fue de 780-4,160 gr./m², el porcentaje medio de cobertura de *Gelidium* en el fondo fue de 42 por ciento.

El tipo de substrato de crecimiento de *Gelidium* fueron rocas medianas no muy altas, estables, duras, rugosas y rodeadas de arena; en el rango de temperaturas fue: en el fondo de 12°C (julio) a 18°C (septiembre); en superficie de 15° - 21°C (marzo-septiembre), y en el ambiente de 17.5°C (abril) a 25°C (mayo), con valores promedio de 15, 18 y 21°C respectivamente; las diferencias en temperatura fueron mayores de fondo a superficie que de superficie al ambiente.

La profundidad de distribución del alga de in-

terés es de 3 a 12 metros y los mantes están situados muy cercanos a la costa.

Al inicio del período de estudio (de febrero a junio de 1986), se observó un desarrollo incipiente del manto de *Macrocystis pyrifera*, después de junio y hasta la fecha desarrolló una frondosidad muy densa (con ligeras pérdidas en marzo y septiembre de 1987), esto es, sin espacios o claros a lo largo de su extensión. Esto provocó una drástica reducción de la luminosidad solar a las praderas de *Gelidium* en el fondo.

En las cosechas experimentales no se ha detectado recuperación o repoblamiento diferencial.

La Figura 2 presenta las gráficas del registro mensual de longitudes; el rango de tallas encontradas fue de 16-83 con el promedio de 44 cm.; el mayor porcentaje de mechones se encuentra entre 35 y 50 cm. De febrero a junio se observó pérdida de las tallas mayores, primero los de más de 70 cm. y finalmente hasta los de 60 cm.; de mayo a julio se observan tallas menores de 10 cm; de agosto en adelante sólo se registraron plantas mayores de 20 cm. Se detectaron dos épocas de mayor crecimiento: en mayo-julio y noviembre.

La relación de biomasa húmeda a seca/m², fue de 3.1. El número de plantas-mechón fue de un máximo de 108 en septiembre, con 40 plantas en promedio. En cuanto a los ejes verticales (plantas sin ramas) se encontraron de 13-64/mechón con 38 en promedio de 1.5 a 30.5 cm. de longitud y 7 cm. promedio. Aunque un eje vertical puede desarrollar ramas a los 7 cm., también existen mayores aun sin ramas. El porcentaje de ejes verticales/mata fue en promedio del 32 por ciento.

Los mechones están más frondosos (anchos) en junio y poco frondosos en marzo.

El rango de biomasa húmeda/m² fue de 100-9,100 gr. (éste en marzo) con 2,057 gr./m² en promedio y siendo las de 500-2,750 gr./m² las más comunes.

El número mínimo de ramas desarrollado por planta fue de cinco y el máximo de 53 en mayo.

El *Gelidium* de Punta San Miguel se presenta con un alto porcentaje de conchilla o conchuela (*Membranipora tuberculata*); la mayoría de los

mechones tienen del 70-90 por ciento, el valor medio fue de 70 por ciento y los valores más bajos de 15-25 por ciento se presentaron en julio-agosto en mechones menores de 30 cm. puede considerarse entonces que el *Gelidium* de Punta San Miguel es de tercera y cuarta calidad casi todo el año. El porcentaje medio de "pluma de gallo" o "palmita" (*Aglaophenia latirostris*) fue de 29 por ciento, con un rango de 12-50 por ciento; otros epízoos se presentaron en un 10 por ciento máximo (Ver tabla 2.)

Flora asociada

La Tabla 3 presenta un listado de la vegetación que se encontró muy ligada a los mantes y matas de *Gelidium*; éstas varían entre sí según su abundancia, forma de vida, importancia comercial para extracción de coloides de acuerdo a si forman o no mantes o si son susceptibles también a los briozoos, hidrozoos o protozoos. Las relaciones generales observadas fueron de competencia probablemente por espacio y las de epifitismo; al respecto, se ha observado que en el caso de *Laurencia subupposita*, *Microcladia coulteri* y *Cryptopleura spp.*, éstas pueden llegar a envolver el eje de la planta de *Gelidium*, de tal forma que impiden el desarrollo del ramaje y por lo tanto el aumento de biomasa.

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Considerando la tasa de crecimiento encontrada para *G. robustum* por Guzmán et al., (1978) y Barilotti y Silverthorne (1972) de 9-10 cm./año, se puede suponer que el conjunto de tallas más frecuentes encontradas corresponden a plantas mayores de tres años; estas edades, el alto porcentaje de "conchilla" y "pluma de gallo", típico de lugares poco o nada explotados y el alto porcentaje de cobertura de *Gelidium*, nos permiten confirmar que los mantes de Punta San Miguel se encuentran en estado natural y así se comportan las poblaciones de esta alga. El conocimiento sistemático del comportamiento normal de la población nos da la pauta para entender la estructura y dinámica de las poblaciones que sufren las presiones de la explotación o sobre explotación.

A los ocho meses de haber efectuado la evaluación de biomasa, en verano se tenía una tercera parte más de lo cosechado; en cambio de marzo a junio, con una diferencia de tres meses, no se había recuperado aún la mitad. Esto parece in-

dicar que la biomasa cosechada en verano sí se recupera en seis meses como mencionan los pescadores, pero no por nuevas plantas o mechones sino a través de la generación, crecimiento vegetativo y desarrollo del ramaje de los ejes verticales. En las matas, en estos términos de recuperación a corto plazo, más el aumento de biomasa por reproducción sexual y crecimiento a largo plazo, la producción puede sostenerse sin influir en la productividad de la zona, siempre y cuando el podado del manto no sea total.

Las algas encontradas de las familias Corallinaceae, Criptonemiacae, Phyllophoraceae y la especie *R. roseum*, se presentaron todo el año en biomassas aparentemente significativas y es importante implementar una investigación paralela de sus densidades y biomassas para tratar de establecer, en una primera aproximación, su grado de competencia por espacio con el recurso de interés y sus posibilidades de explotación en el caso de especies como: *G. purpurasens*, *Rodoglossum roseum*, *Gigartina* ssp. y *Ahnfeltia gigartinoidea*.

La escasa recuperación observada en las sub-

áreas experimentales parece deberse a la escasez de luz en el fondo por la densidad de la frondosidad en la superficie del manto de *M. pyrifera*.

En los meses de verano fue donde se observó la mayor actividad biológica de las poblaciones de *G. robustum* esto es, presencia de juveniles, plantas más frondosas, mechones más gruesos, una disminución en el porcentaje de conchilla debido a que se han perdido algunos de los mechones de las plantas más viejas que son las densamente cubiertas de conchilla y a que las plantas juveniles presentes en esta época, aún no están llenas del briozoo; en el caso del hidroide "pluma de gallo" generalmente se observa sólo en plantas viejas; junio fue el mes con mayor biomasa promedio/m².

Méjico produce de *Gelidium* más de la tercera parte de algas secas de la que producen países exportadores como Chile; de ahí la trascendencia del estudio de este recurso y la necesidad de no abandonar y completar las investigaciones para su adecuado manejo.

TABLA 1. VALORES DE BIOMASA DISPONIBLE ESTACIONALES Y PRODUCTIVIDAD EN PUNTA SAN MIGUEL, B.C.

Época	Biomasa/área Húmeda-seca (ton.)		Biomasa/m ² . (gr.)	Cobertura (%)	Longitud pro- medio (cm.)
Verano (jul-86)	181	65	1,670	47	33
Invierno (mar-87)	279	72.5	2,664	45.5	41
Primavera (jun-87)	110	38.5	1,400	34	43
Anual	5-12	2-3	1,911	42	39

TABLA 2. EPIZOOS (BRIozoos, HIDROZOOS Y UN PROTOZOARIO) CARACTERISTICOS DE
Gelidium robustum EN PUNTA SAN MIGUEL

Nombre científico	Nombre común	Rango de cobertura %
1. <i>Membranipora tuberculata</i> (Extoprocta: Membraniporidae)	Conchilla Conchuela	70 - 80
2. <i>Aglaophenia latirostris</i> <i>A. struthionides</i> (Cnidaria: Plumulariidae)	Pluma de gallo Palmita	12 - 50
3. <i>Crisia maxima</i> (Ectoprocta: Crisiidae)	Sacatito	< 10
4. <i>Hippodiplosia insculpta</i> (Ectoprocta: Schizoporellidae)	Conchilla en rosario Briozoo ondulado	< 10
5. <i>Sertularella turgida</i> (Cnidaria: Sertulariidae)	Triangulitos	< 10
6. <i>Tricellaria occidentalis</i> (Ectoprocta: Scrupocellariidae)	Capullo	< 10
7. <i>Cauloramphus spiniferum</i>	Conchilla en capitales	< 10
8. ¿ ? (Protozario)	Chispitas, rocío o estrellitas	5

TABLA 3. FLORA ASOCIADA A MANTOS DE *Gelidium robustum* EN PUNTA SAN MIGUEL Y EN ALGUNAS ZONAS EN EXPLOTACION DE BAJA CALIFORNIA (1985-1987)

DIVISION RHODOPHYTA CLASE FLORIDEOPHYCEAE		III GIGARTINALES	
I ORDEN CERAMIALES		1 Familia Gigartinaceae	
1 Familia <i>Delesseriaceae</i>		1. <i>Gigartina canaliculata</i>	Libre-MA # **
1. <i>Cryptopleura violacea</i>	Epifita-MA	2. <i>G. spinosa</i>	Libre-A #
2. <i>C. crispata</i>	Epifita-MA	3. <i>G. harveyana</i>	Libre-A #
3. <i>Botryoglossum farlowianum</i>	Libre-E var anomalam	4. <i>G. volans</i>	Libre-A #
2 Familia <i>Ceramiaceae</i>		5. <i>G. exasperata</i>	Libre-A #
4. <i>Microcladia coulteri</i>	Epifita-A	6. <i>G. papillata</i>	Libre-A #
5. <i>Neoptilota densa</i>	Epifita y Libre-A	7. <i>G. corymbifera</i>	Libre-A #
3 Familia <i>Rhodomelaceae</i>		8. <i>Rodoglossum roseum</i>	Libre-MA # **
6. <i>Laurencia subopposita</i>	Epifita-E	2 Familia <i>Phyllophoraceae</i>	
		9. <i>Ozophora latifolia</i>	Libre-E
		10. <i>Gymnogongrus platyphyllus</i>	Libre-A
		11. <i>G. leptophyllum</i>	Libre-A
		12. <i>Ahnfeltia gigartinoides</i>	Libre-A #
II ORDEN CRIPONEMIALES		3 Familia Plocomiaceae	
1 Familia <i>Kallimeniaceae</i>		13. <i>Plocamium coccineum</i> var	Epifita y Libre-E
1. <i>Callophyllis violacea</i>	Epifita-E		
2. <i>C. obtusifolia</i>	Libre-E		
3. <i>C. pinnata</i>	Libre-E		
4. <i>C. flabellulata</i>	Libre-E		
2 Familia <i>Corallinaceae</i>		IV ORDEN RHODYMENIALES	
5. <i>Jania adharens</i>	Libre-E	1 Familia Rhodymeniaceae	
6. <i>J. tenella</i>	Libre-E	1. <i>Halosacion glandiformi</i>	Libre-E
7. <i>Calliarthron cheilosporoides</i>	Libre-MA		
8. <i>Bossiella orbigniana</i>	Libre-MA		
9. <i>Corallina vancouverensis</i>	Libre-A	V ORDEN NEMALIALES	
3 Familia <i>Criptonemiaceae</i>		1 Familia Gelidaceae	
10. <i>Prionitis lyalli</i>	Libre-A	1. <i>Gelidium purpurascens</i>	Libre-A # **
11. <i>Prionitis</i> spp.	Libre-A		
4 Familia <i>Weeksiaceae</i>		DIVISION PHAEPHYTA CLASE PHAEPHYCEAE	
12. <i>Leptocladia binghamiae</i>	Libre y Epifita	I ORDEN LAMINARIALES	

1. Familia Lessoniaceae		II ORDEN FUCALES	
1. <i>Macrocystis pyrifera</i>	Libre-MA A #	1 Familia Cystoseiraceae	
2 Familia Alariaceae		1. <i>Cystoceira osmundacea</i>	Libre-A
2. <i>Eisenia arborea</i>	Libre-MA #	2 Familia Sargassaceae	
3. <i>Egregia</i> sp.	Libre-A #	2. <i>Sargassum</i> sp.	Libre-A #
3 Familia Laminariaceae	Libre-A #	III ORDEN DESMARESTIALES	
4. <i>Laminaria dentigera</i>	Libre-A #	1 Familia Desmarestiaceae	
		1. <i>Desmarestia ligulata</i> var- <i>ligulata</i>	Libre-A
		Phylum Spermatophyta	
		<i>Phyllospadix torreyi</i>	Libre-MA

MA: Muy abundante; A: Abundante; E: Escasa.

* Ocasionalmente Epifita.

** Especies con conchilla.

• Especies que forman mantos sobre o junto a los mantos de *G. robustum*.

Especies de interés comercial.

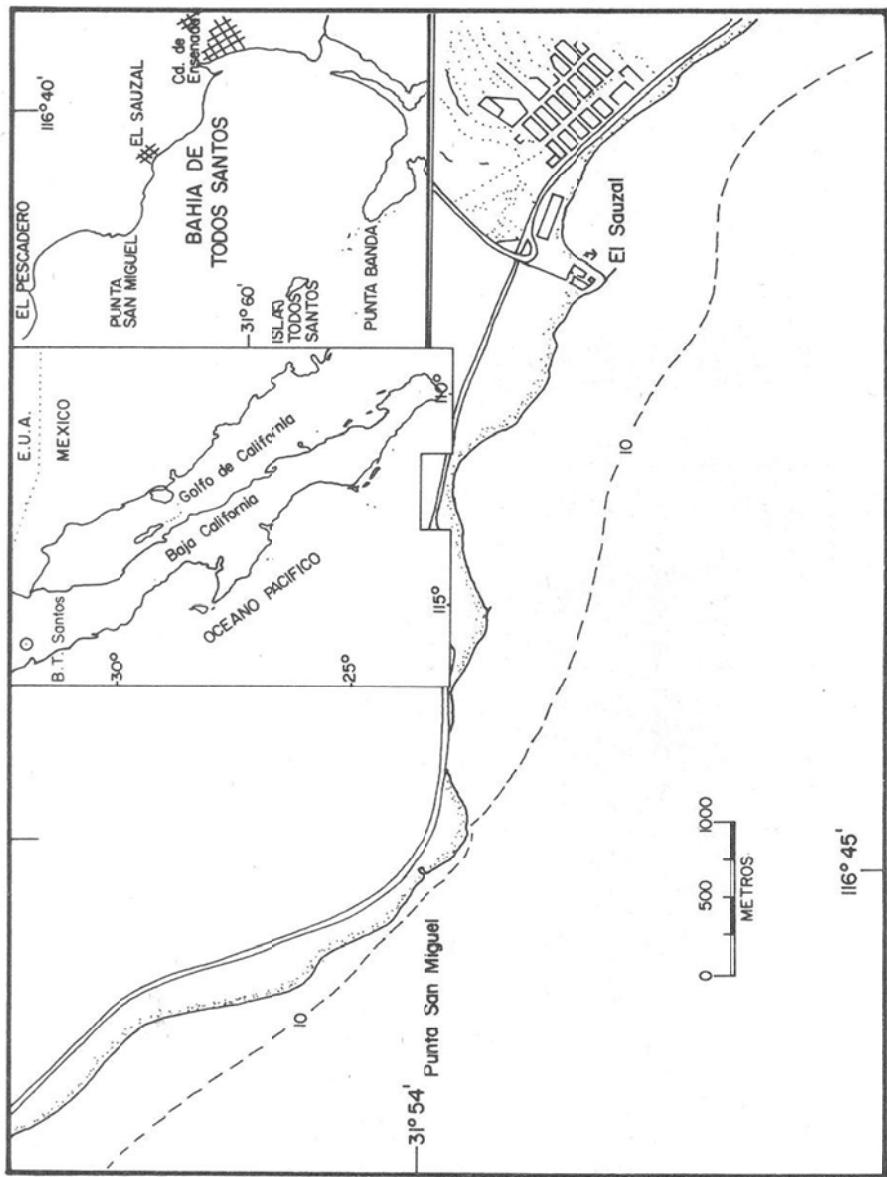


Fig. 1 Localización del área de estudio (Punta San Miguel, B.C.).

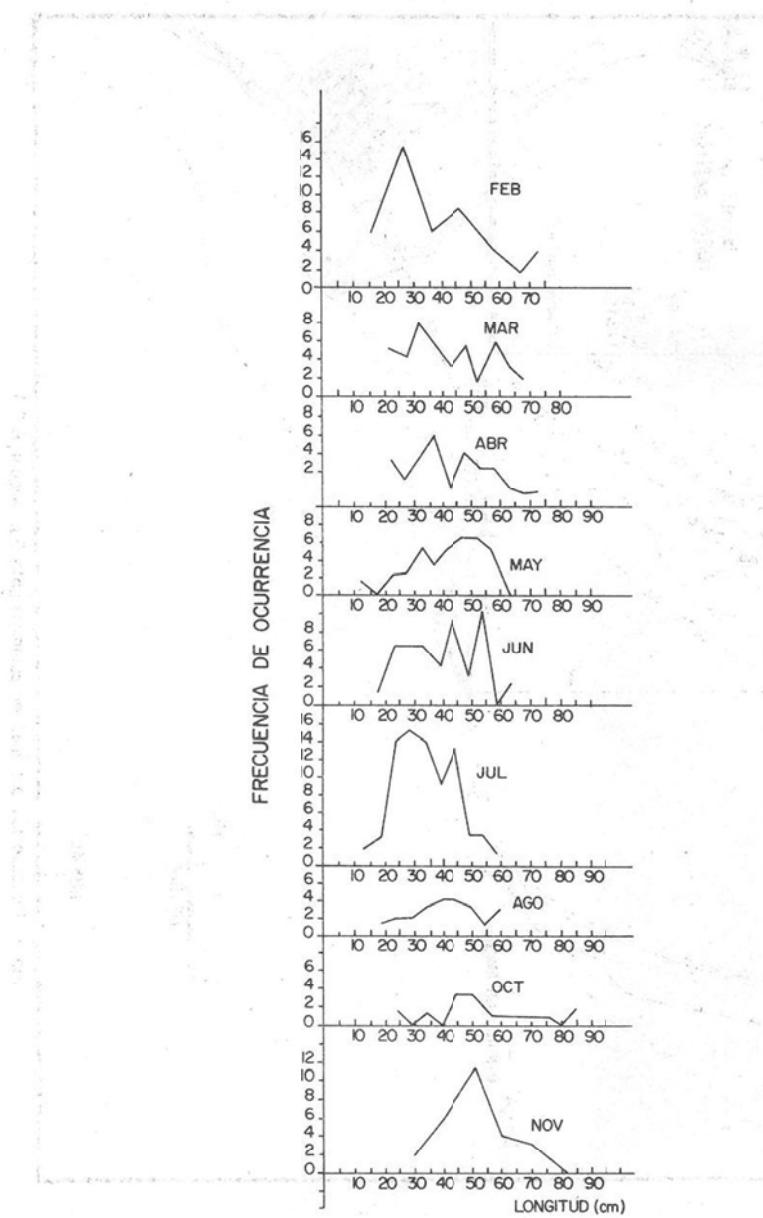


Fig. 2. Distribución mensual de tallas de Gelidium robustum en punta San Miguel, B.C. (1986-87).

LITERATURA CITADA

- Barilotti, C.D. and W. Silverthorne. 1972. A. source management study of *Gelidium robustum*. In: Proceedings Int. Seaweed Symp. 7:255-261.
- Cabrera, M. H. 1974. Distribución de temperatura en la Bahía de Todos Santos (junio-octubre 1971), Ciencias Marinas 1 (1):65-77 U.A.B.C.
- Chapa, S.H. 1963. Notas sobre el aprovechamiento industrial de algunas agarofitas . S.I.C. D.G.P.I.C. Depto. de Estudios Biológico-Pesqueros. Serie de trabajos de divulgación 7(64):1-128.
- _____. 1964. La explotación de las algas en B.C. S.I.C. D.G.P.I.C. Serie de divulgación 9(84):
- Gardner, N.L. 1927 b. New species of *Gelidium* on the Pacific Coast of North America. In: Abbott I.A. and G. J. Holleman. 1976. Marine Algae of Ca. Stanford Univ. Press 827 pp.
- Guzmán del Proo, S.A., S. de la Campa, J.L. Granados, O. Olguín Q. y A. Vargas N. 1968. Programa Nacional sobre Algas Marinas Mexicanas. Avances de Investigación. Trabajo de divulgación. 13 (130): 40 pp.
- Guzmán del Proo, S.A. y S. de la Campa. 1969. Investigaciones sobre *Gelidium cartilagineum* en la costa occidental de Baja California, México. Proc. Intl. Seaweed symp. 6:179-186.
- Guzmán del Proo, S.A., S. de la Campa y J. Pineda B. 1972. Shedding rhythm and germination of spores in *Gelidium robustum*. Proc. of the seventh Int. seaweed symp. Sapporo Japan Univ. of Tokyo Press. 221-228 pp.
- _____. 1974. La cosecha de algas comerciales en B.C. I., El sargazo rojo, II. El sargazo gigante, III. El pelo de cochi. Inst. Natl. de Pesca. SD: 6-15 pp.
- Guzmán del Proo, S.A. and S. de la Campa. 1978. *Gelidium robustum* (Florideophyceae) an agarophyte of Baja California, Mex. 9th. Symp. Int. of seaweed Sta. Barbara Ca. U.S.A. 303-308.
- Guzmán del Proo, S.A., M. Casas V., A. Díaz C., M. L. Díaz, J. Pineda B. y M.E. Sánchez R. 1982. Un diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México. Reunión Nacional sobre investigaciones Científico-Pesqueras. 92 pp. (no publicado).
- S. Castro L.R. y F. Uribe O. 1987. Estudios de manejo del recurso *Gelidium robustum* (Gelidiaceae: Rhodophyta) en Baja California. I. 2. Biomasa disponible en P.S. Miguel y en 8 zonas sujetas a explotación (en prensa).
- Santelices, B. 1974. Gelidoid Algae. A brief resume of the pertinent literature. Marine Agronomy U.S. Sea Grant Program Hawaii Technical Report No. 1 Honolulu, Hawaii. 111 pp.
- Santelices, B. and. J. Lopehandia. 1981. Chilean seaweed resources: A quantitative review of potential and present utilization. X: h. Int. Seaweed Symp. Levring T. (Eds.) 725-730.
- Santelices, B. and J. G. Stewart. 1985. Pacific species of *Gelidium lamouroux*, and other Gelidiales (Rhodophyta). With keys and descriptions to the common or economically important species. In: taxonomy of economic seaweeds I.A. Abbott and J. N. Norris Editors. Ca. sea Grant College Program. 167 pp.
- Secretaría de Marina. 1974. Estudio geográfico de la región de Ensenada.
- SEPESCA-INP. 1985. Algas: Diagnóstico y Perspectivas. Información resumida. RI 4, 23 pp.

ESTUDIOS DE MANEJO DEL RECURSO *Gelidium robustum* (GELIDIACEAE: RHODOPHYTA)
EN BAJA CALIFORNIA

1.2 BIOMASA DISPONIBLE EN PUNTA SAN MIGUEL Y EN OCHO ZONAS SUJETAS A
EXPLORACION

M.C. Lily Romina S. Castro*
Biól. Francisco Uribe Osorio*

RESUMEN

El sargazo rojo sometido a explotación desde 1940 para extracción de agar en los últimos nueve años muestra una baja producción. Con el objetivo de conocer la disponibilidad de biomasa actual se prospectaron en primavera algunas áreas de la parte norte de distribución de este recurso y en verano otras al centro. Se obtuvieron tres muestras de un metro cuadrado por transecto para mediciones de: biomasa húmeda y seca, longitud por mechón, porcentaje de epizoos, flora y fauna asociada.

En primavera, las áreas de la zona norte presentan una biomasa disponible similar a la del área natural de Punta San Miguel y en verano es nueve veces menor. La relación general de peso húmedo a peso seco es 3:1; *Gelidium* es de 2a., 3a. y 4a. calidad y las tallas presentes de 37-47 cm.

ABSTRACT

In 1940 started the commercial harvest of the red algae *Gelidium robustum* for the agar extraction, in the last nine years the yield has been decreasing. The purpose of this paper is to evaluate the standing stock of the *Gelidium* through samples gained in some areas at the northern and Central Baja California during spring or in summer of 1985-1987, perpendicular transect to the shore was used each one square meter.

The information collected was: wet and dry weight, length, epizoos percentage associated seaweed and environmental qualitative characteristics.

By the spring we found a similar standing stock for the northern areas to the natural area of Point San Miguel and in the summer nine times lower. The general relation of the wet and dry weight was 3:1, the commercial quality of the *Gelidium* was of second, third and fourth and the sizes were 37 to 47 cm.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

Las algas son los vegetales responsables de la productividad primaria de los océanos y de los cuerpos de agua continentales; se han definido 15 clases de algas, tres de las cuales están representadas por formas bentónicas macroscópicas (Riley and Chester, 1971). Estas representan recursos susceptibles de explotación comercial si están presentes en suficientes cantidades, pudiéndose utilizar como alimento, medicina natural, fertilizantes, forrajes, combustibles y en la industria para extracción de diferentes químicos; su importancia se debe a su contenido de carbohidratos (azúcares o gomas vegetales) proteínas, grasas y a sus altas concentraciones de vitaminas, elementos minerales, tiza, yodo, sodio y potasio (Chapman y Chapman, 1980).

En México, las algas cobraron importancia a partir de la primera y segunda Guerra Mundial cuando se limitó o suspendió el abastecimiento de derivados algales a Estados Unidos. Este país inició programas de prospección de recursos algales y evaluaciones de biomasa disponible a lo largo de las costas del Pacífico Nororiental para explotar, procesar y auto-abastecerse de los productos químicos que dejó de importar de Europa (Michanek, 1975).

En el caso particular del alga roja, productora de agar *Gelidium robustum* llamada por los pescadores sargazo rojo, su exportación y explotación se inició en México durante la Segunda Guerra Mundial con buceo de escafandra en la costa occidental de Baja California.

Los registros sistemáticos se tienen a partir de 1955, se consideraron buenos años de producción 1945, 1959 y 1963 (Chapa, 1963, 1964).

A pesar de la instalación, en el año de 1960, de una planta extractora de agar, gran parte de la producción se ha seguido exportando como materia prima; en los últimos nueve años, la producción ha llegado a representar en promedio hasta un 26 por ciento (804 ton. secas) de la máxima producción registrada en 1976 (3,091 ton.) (SE-PESCA, 1985; tablas 1 y 2.)

Uno de los trabajos que realiza el Programa Algas del Instituto Nacional de la Pesca, es la evaluación de las actuales reservas de biomasa de *Gelidium robustum*, y de su calidad (porcentaje

de epibiontes) y aparente relación con la flora y fauna asociada a los mantes.

El objetivo del presente trabajo es estimar los datos de biomasa disponible de las zonas en explotación en relación a la información de la zona de Punta San Miguel, considerada área natural.

AREA DE ESTUDIO

Gelidium robustum se distribuye en Baja California, de Islas Coronado (32° 15' N-117° 0') a Bahía Magdalena (24° 37' N-112° 0') (Figura 1).

Las zonas visitadas para evaluación de biomasa disponible fueron:

1) De Xatay a Salsipuedes, 2) Punta San Miguel, 3) Isla Todos Santos, 4) Isla San Jerónimo, 5) Arrecife Sacramento, 6) Punta San Antonio, 7) Isla de Cedros, 8) Isla Natividad, 9) Rocas Chester a Bahía Almejas (Figura 1).

MATERIALES Y METODOS

De julio de 1985 a junio de 1987 Punta San Miguel fue visitada en tres épocas del año, mientras que las áreas en explotación se visitaron una sola ocasión, en primavera o verano. Las prospecciones de biomasa disponible se realizaron por medio de buceo autónomo con tanque, se siguieron en todos los lugares transectos perpendiculares a la línea de costa separadas entre sí de 300-500 m. y siguiendo la distribución de los mantes de *Gelidium*, de la orilla de la costa hacia mar afuera.

En cada transecto se efectuaron tres caídas desde una lancha con motor fuera de borda al inicio, centro y fin del transecto para cortar en cada caso todo el *Gelidium* presente en el cuadrante de un metro cuadrado de superficie, previamente lanzado al azar.

En el fondo se hicieron observaciones para *Gelidium* de porcentaje de cobertura tipo de sustrato de fijación y crecimiento, fauna y flora asociada y, en algunas ocasiones, de densidad y temperatura.

En superficie se registró peso húmedo, porcentaje de los diferentes epizoos, epifitas presentes, longitud total de cada "mechón" (un mechón es un conjunto de plantas) y diámetro de la frondosidad en cada uno, cada muestra fue secada al sol

o bajo techo para registrar peso seco por metro cuadrado.

El porcentaje de epizoos se midió considerando a cada "mechón" de *Gelidium* como una caja rectangular o cuadrada, si estaba llena de epizoos, el porcentaje era del 100 por ciento, a la mitad del 50 por ciento y así sucesivamente; se hizo principalmente para "conchilla" y "pluma de gallo".

Se determinó que un porcentaje hasta del 25 por ciento de epizoos, representaba *Gelidium* de 1a. calidad, del 25-49 por ciento de 2a calidad, del 50-75 por ciento, de 3a. calidad, de 76-95 por ciento, de 4a. calidad y 100 por ciento, 5a. calidad.

En laboratorio se identificaron los invertebrados encontrados sobre o entre las "matas" de *Gelidium* utilizando un microscopio de disección Wild M5A y uno compuesto ZEISS y las siguientes claves: North (1976), Gotshall and Laurence (1979), Morris et al. (1980), Light (1975), Hartman (1968) y Woollacutt (1971).

En cuanto a las macroalgas epífitas y asociadas, las coralinas se guardaron en glicerina y las otras se secaron, posteriormente en laboratorio se rehidrataron y se prensaron; para identificación, se utilizaron las claves de Abbott y Hollenberg (1976) y Dawson (1956, 1966).

El procedimiento para el cálculo de biomasa disponible (standing stock) es el mismo que mencionan Greenager y Baardseth (1966), como el "método usual" que consiste en multiplicar la biomasa húmeda y/o seca promedio presente por metro cuadrado por el área total prospectada y por el porcentaje de cobertura, después convertir a toneladas la biomasa y el área a hectáreas con el fin de determinar biomasa disponible por hectárea para la época del año implicada o por año en el caso de más de dos evaluaciones.

RESULTADOS

BIOMASA DISPONIBLE TOTAL

North et al. (1976) consideran que a una escala local, la Península de Baja California presenta condiciones climáticas diferentes que definen tres situaciones: de aguas frías con surgencias predominantes, de aguas templadas propiamente

y subtropicales; así se ha considerado, que de Islas Coronado a Bahía El Rosario se encuentra la zona norte de distribución latitudinal de *Gelidium robustum*, la zona centro incluye Isla Cedros y Natividad hasta Bahía Tortugas y la zona sur va de Bahía Tortugas hasta Bahía Magdalena que es el límite de distribución de esta alga.

Doty y Maxwell (1971), afirman que en las zonas geográficas templadas, la condición de estacionalidad es muy marcada y está dada por los cambios en los niveles de luz y temperatura, y que por lo tanto es de esperarse una relación entre las variaciones de dichos factores y las de biomasa disponible. Con base en lo anterior, se han comparado entre sí los lugares de la zona norte visitados en primavera y los de la zona centro evaluados en verano.

Para primavera se encontró que la biomasa total disponible de aproximadamente tres ton. secas/ha. es similar a la de Punta San Miguel, considerada área natural; para verano, se observó en la región centro un valor de biomasa disponible total nueve veces menor que el de Punta San Miguel con 2.83 ton. secas/ha. (Tabla 3).

Guzmán y Campa (1978), en 1968, encontraron una biomasa disponible total de 13.6 ton.húmedas/ha. para la época de primavera para algunas zonas en la región sur.

BIOMASA POR ÁREA Y POR METRO CUADRADO (Tabla 4)

Primavera. La mayor biomasa por área por m^2 fue para Punta San Antonio con 942 ton. y 4,233 gr./ m^2 y para Arrecife Sacramento con 583 ton. y 3,618 gr./ m^2 .

Los rangos de biomasa/ m^2 , porcentaje de cobertura, longitud promedio fueron 250-10,400 gr./ m^2 y 25-50 por ciento con *Gelidium* de 1a. y 2a. calidad (excepto Punta San Miguel con *Gelidium* de 3a) (Tabla 2).

Verano. La región de Rocas Chester a Bahía Almejas presentó el valor más alto de biomasa por área, 1,800 ton.; Isla Cedros obtuvo el valor más alto por m^2 , 4,473 gr./ m^2 . Los rangos de biomasa por m^2 , porcentaje de cobertura y longitudes fueron 100-12,400 gr./ m^2 , 22-70 por ciento y 11-65 cm., respectivamente (Tablas 4 y 5).

RELACION PESO HUMEDO A SECO POR M²

Fue de 3:1 para todas las partes evaluadas tanto para muestras secadas al sol como para aquellas secadas bajo techo y es independiente del porcentaje de epizoos presentes.

LONGITUDES

Las tallas más frecuentes para todas las localidades fueron de entre 37 y 47 cms., se encontraron mechones de 65, 80, 84 y 90 cms., pero son escasos, los mechones más pequeños fueron de 11 cms.

FAUNA ASOCIADA

La tabla 6 presenta una lista de todos los invertebrados estrictamente asociados a los mantes de *Gelidium* en Baja California.

Se observó que otras especies de epizoos aparte de "conchilla" (*Membranipora tuberculata*) (Tabla 7) se presentan en ocasiones también en altos porcentajes sobre los mechones o macolllos de sargazo. "Pluma de Gallo" *Aglaophenia latirostris* y *A. strutionides*, "Sacatito" *Crisia maxima*, "Conchilla en rosario o en tiras" *Hippodiplusia insculpta*, "Triangulitos" *Sertularella turgida*, "Capullo" *Ticellaria occidentalis*, "Conchilla en capitás" *Cauloramphus spiniferum* y "Chispitas"; se trata principalmente de briozoarios, hidroídes y un protozoario.

CUALIDAD DEL AMBIENTE (TABLA 8)

a) **Extensión litoral.** En el 60 por ciento de los sitios visitados los mantes de sargazo se encontraron muy juntos y cercanos a la costa. b) **Asentamientos humanos.** Sólo dos sitios se encuentran poblados: Isla de Cedros y Natividad. c) **Mantes de *Macrocystis pyrifera*.** Con excepción de Arrecife Sacramento y Punta San Antonio en todos los sitios se desarrollan mantes de sargazo gigante el cual se presenta muy denso en Punta San Miguel y en el resto de las zonas va de regular a escaso. d) **Sustrato de crecimiento.** Forzosamente es rocoso y muy heterogéneo pero en general varía de rocas medianas y bajas a rocas grandes y muy altas que salen de la superficie del mar. *Gelidium* siempre crece en las puntas de las rocas y en la mitad superior, nunca cerca del fondo. e) **Grado de exposición.** En la mayoría de los casos son zonas expuestas. f) **Profundidad de distribución.** En general de los 3 a los 13.5 m., en pocos casos de los 4.5 a los 8 m. y en Isla de Cedros de los 6 a los 20-25 m.

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

En relación a la mayor extensión litoral que ocupan los mantes en la zona centro, cabría esperar los mayores valores de biomasa disponible, pero éstos son bajos en relación a la producción de Punta San Miguel considerada área natural. (S. Castro y Uribe, 1987 en prensa); esta misma región muestra *Gelidium* de 1a. calidad y al momento de los muestreos presenta signos de haberse cosechado, por lo tanto parece que existe ahí una gran presión de cosecha; la zona norte por el contrario, parece que fue evaluada antes de la época de máxima cosecha.

Adicionalmente, los datos de producción por áreas de 1985-1986 en primavera o verano muestran que las biomassas disponibles calculadas de datos del campo representan hasta un 90 por ciento más que la producción reportada por los pescadores y/o la industria. Lo anterior indica dos situaciones: que la producción obtenida no es real y que es mucho mayor, o que el método de prospección (básicamente al azar) está sobrevaluando la biomasa disponible.

Por otro lado, datos de Guzmán y Campa (1978) al sur de la distribución del recurso muestran una biomasa disponible total de 13.6 ton. húmedas por hectáreas para la época de primavera que comparado con el valor actual de la zona norte, para la misma época, éste es un 30 por ciento menor manifestando quizás la presión de cosecha.

No es posible, sin embargo, ser concluyentes, ya que se requiere evaluar el resto de las áreas en las diferentes zonas de distribución de *Gelidium* y además hacerlo por lo menos en dos ocasiones para los sitios principales, antes y después de la máxima actividad de cosecha o época de mayor crecimiento de las plantas.

Las diferencias entre lugares en una misma zona (Tabla 4) pueden explicarse por las condiciones dadas en cada uno para la productividad, principalmente cantidad de luz, la cual parece estar influenciada por la presencia y densidad de los mantes de *Macrocystis pyrifera*, la extensión de área litoral que ocupan los mantes y por las condiciones en la costa y en el fondo que permiten o no un mayor esfuerzo de cosecha.

La relación peso húmedo-seco de 3:1 se establece para trabajar indistintamente los datos de pesos húmedos a secos y viceversa.

Se corrobora que en general el *Gelidium* de nuestras costas es de un alto porcentaje de epibiontes y flora y fauna asociada ("Materia extraña") y aunque esto probablemente representa un mayor tiempo o esfuerzo en el proceso de limpiado, no disminuye la importancia del recurso, ya que según información de Santelices (1974), *Gelidium robustum* es la única especie que proporciona agar de gran calidad y con alto rendimiento, y dado que Japón produce y exporta agar barato para alimentos, el *Gelidium* de Baja California se utiliza para obtención de agar de uso bacteriológico que alcanza precios muy altos en el mercado.

Las tallas reportadas de hace 15 o 20 años por Guzmán *et al.* (1978) son muy similares a las actualmente encontradas en el campo, pero posiblemente tallas mayores de 65 cm., fueron antes mucho más frecuentes que ahora.

De los organismos asociados a *Gelidium* se tienen muchas especies de interés comercial (erizos, lapa gigante, caracol panocha, mejillones), así los mantos representan sitios importantes de crecimiento y también de alimentación de otros invertebrados mayores y/o de peces (se hizo una revisión estomacal de algunos peces que frecuentan los mantos y se detectaron muchas de las especies mencionadas en la tabla 6).



Fig. 1 Distribución latitudinal de *Gelidium robustum* en B.C. y zonas donde se evaluó la biomasa disponible.

TABLA 1. *Gelidium robustum* PRODUCCION ANUAL EN BAJA CALIFORNIA (TONS. SECAS).

Año	Peso seco
1931	147
1938	
1945	225*
1955	59
1956	124
1957	69
1958	79
1959	158
1960	264
1961	273
1962	441
1963	331

Año	Peso seco
1964	361
1965	812
1966	1027
1967	1000
1968	521
1969	302
1970	439
1971	565
1972	358
1973	687
1974	1747
1975	2799
1976	3091
1977	2326
1979	1713
1980	804
1981	670
1983	574
1985	747
1986	681

* Chapa, 1963.

TABLA 2. PRODUCCION PROMEDIO POR PERIODO Y EL PORCENTAJE QUE REPRESENTA RESPECTO AL MAXIMO VALOR ANUAL REGISTRADO DE 3,091 TONS. SECAS EN 1976.

Períodos	Prod. Prom. (Ton. peso seco)	Porcentaje de producción
1931-1938	50	2
1955-1959	98	3
1960-1969	592	19
1970-1979	1494	48
1980-1986	601	19
1978-1986	804	26

TABLA 3. BIOMASA DISPONIBLE DE *Gelidium robustum* EN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Lugar	Biomasa disponible húmeda-seca (Ton.)	Porcentaje de cobertura (%)	Longitud promedio (cm.)
Zona Norte Primavera 1987			
Xatay a Pta. San Antonio	10	3	33
Zona Centro Verano 1985-1986			
Isla de Cedros a B. Almejas	.97	.3	47
Zona Norte Primavera - Verano 1986-1987			
Punta San Miguel	8.47 7.87	2.6 2.83	40 45
*Zona Sur Primavera 1968			
Bahía Tortugas a I. Asunción	13.6	—	44
			32

* Campa y Guzmán (1978).

TABLA 4. PROMEDIO DE LOS VALORES DE LOS DATOS OBTENIDOS PARA *Gelidium robustum* DURANTE EVALUACIONES DE BIOMASA DISPONIBLE

Lugar	Biomasa disponible húmeda-seca (Ton. Area)	Biomasa (Gr. m ²)	Epizoos* (Co Pg Ca Sa Tr)
Punta San Miguel	195.60 primavera 181.65 verano	2032 1670	74 25 10 10 10 90
Xatay a Salsipuedes	445-141.5	1353	63 32 10

Lugar	Biomasa disponible húmeda-seca (Ton./Area)	Biomasa (Gr./m ²)	Epizoos* Co Pg Ca Sa Tr
Pta. San Antonio	3140-942	4233	46
Arrecife Sacramento	1942-583	3618	21
I. San Jerónimo	859-258	1933	43
I. Todos Santos	435-172	1378	47 29 7 7 7
Rocas Chester a B. Almejas	5447-1797	2276	
I. Natividad	2700-783	2841	36 28 28
I. Cedros	929-307	4473	25 15

* Co - Conchilla Pg - Pluma de Gallo Ca - Capullo
Sa - Sacatito Tr - Triangulito

TABLA 5. RANGO DE VALORES DE LOS DATOS OBTENIDOS PARA *Gelidium robustum* DURANTE EVALUACION DE BIOMASA DISPONIBLE

Lugar	Biomasa húmeda (Gr./m ²)	Longitud (cm.)
Pta. San Miguel	100-9100	11-60
Xatay a Salsipuedes	150-2900	19-59
Punta San Antonio	1300-7000	25-65
Isla San Jerónimo	150-5500	17-44
Isla Todos Santos	50-3100	25-48
Rocas Chester a B. Almejas	1000-9000	15-80
Isla Natividad	475-8700	20-90
Isla de Cedros	1200-12400	22-59

TABLA 6. FAUNA ASOCIADA A LOS MANTOS DE *G. robustum* EN BAJA CALIFORNIA

1. **Membranipora tuberculata* (ECTOPROCTA: MEMBRANIPORIDAE)
***"Cochinilla"
2. *Aglaophenia latirostris* (ONIDARIA: PLUMULARIIDAE)
"Pluma de gallo"
"Palmito"
3. *Crisia maxima* (ECTOPROCTA: CRISIIDAE)
"Sacatito"
4. *Hippodisptosia insculpta* (ECTOPROCTA: SCHIZOPORELLIDAE)
"Conchilla en rosario"
"Briozoo ondulado"
5. *Sertularella turgida* (ONIDARIA: SETULARIIDAE)
"Triangulitos"
6. *Tricellaria occidentalis* (ECTOPROCTA: SCROPOCELLARIIDAE)
"Capullo"
7. *Cauloramphos spiniferum* (?)
"Conchilla en capitales"
8.
"Chispita rocío, estrellitas"
9. *Caprella californica* (ARTHROPODA: CAPRELLIDAE)
"Camaroncitos rojos"
"Camarón esqueleto"
10. *Tellepus nutteili* (ARTHROPODA: MAJIDAE)
"Cangrejo del sargazo"
11. *Laotea stenops* (ARTHROPODA: IDOTEIDAE)
12. *Laotea aculata* (ARTHROPODA: IDEOTEIDAE)
13.
Anfípodo a
14.
Anfípodo b
15. *Platynereis bicanaliculata* (POLYCHAETA: NEREIDAE)
"Gusano de algas rojas"
16. *Mytilus californianus* (MOLLUSCA: MYTILIDAE)
"Semilla mejillón"
17. *Leucetta losangelensis*
"Esponja suave blanca"

18. *Megabalanus californicus* (ARTHROPODA: BALANIDAE)
"Balanidos"
19. *Styela montereyensis* (CHORDATA: STYELIDAE)
"Tulipanes"
20. *Boltenia villosa* (CHORDATA: PYURIDAE)
"Tulipán redondo"
21. *Strongylocentrotus franciscanus* (ECHINODERMATA: STRONGYLOCENTROTIDAE)
"Erizo rojo"
22. *S. purpuratus* (ECHINODERMATA: STRONGYLOCENTROTIDAE)
"Erizo púrpura"
23. *Pododesmus cepio* (MOLLUSCA):
"Ostra de roca"
"Abalone jingle"
24. *Astrea undosa* (MOLLUSCA):
"Caracol panocha"
"Caracol burro"
25. *Pteropurpura trialata* (MOLLUSCA):
"Caracol alado o cornudo"
26. *Megathura crenulata* (MOLLUSCA: FISSURELLIDAE)
"Abulón chino"
"Lapa gigante"
27. *Tegula eiseni* (MOLLUSCA: TURBINIDAE)
"Caracol turbante"
28. *Pisaster giganteus* (ECHINODERMATA: ASTERIIDAE)
"Estrella granuda"
29. *Patiria miniata* (ECHINODERMATA: ASTERINIDAE)
"Estrella naranja"
"Baf star"
30. *Pisaster a* (ECHINODERMATA: ASTERIIDAE)
31. *Pisaster b* (ECHINODERMATA: ASTERIIDAE)
32. *Norrisia norrigi* (MOLLUSCA: TROCHIDAE)
"Caracol turbante liso"
33. *Mimulus fulvatus* (ARTHROPODA: MAJIDAE)
"Cangrejo con ramitas"
34. *Cancer magister* (ARTHROPODA):
"Cangrejo peludo"

35. *Epiactus minimus* (ARTHROPODA: MAJIDAE)
"Cangrejito"

36. *Phragmatopoma californica* (POLYCHAETA)

37.
"Coral rocoso naranja"

38.
"Coral poroso púrpura"

39.
"Gusano de tubos calcáreos beos"

TABLA 7. CARACTERISTICAS DEL BRIOZOO *Membranipora tuberculata* EN LOS MANTOS Y PLANTAS DE *Gelidium robustum* (SARGAZO ROJO) EN B.C.

APARIENCIA:

Capa (s) blanquizca calcárea, dura (como nieve) que envuelve el eje y ramas de las plantas de *Gelidium* hasta en un 100 por ciento.

COBERTURA:

Muy alta en los mantos de plantas viejas y largas zonas no explotadas independientemente de la profundidad de distribución.

Bajo en zonas constantes de explotación de *Gelidium*.

En lugares de explotación: Alta en zonas de corrientes moderadas o calmas.

Baja en zonas de rompientes.

Aumenta en la época de verano, probablemente por elevación en la temperatura y por la disminución en la fuerza del oleaje en la orilla.

En un mechón las plantas son las que tienen un mayor porcentaje de conchilla, pero se debe a que son las más viejas.

La sustancia sementante que segregan un poliqueto Nereido que vive en tubos pegados a las plantas centrales del mechón, hace que éstas se peguen entre sí hasta que llegan a trenzarse todas o la mayoría, ofreciendo así una mayor superficie de fijación (el nereido posible consume los pólipos de los briozos).

EFFECTOS EN GELIDIUM:

Al raspar la conchilla de los ejes, éstos se presentan aplanados y decolorados y no cilíndricos y color rojo vino como en las plantas sanas.

Las plantas con conchilla se observan con menor volumen y se puede suponer que las capas de briozos disminuyen su humedad, pero las estructuras calcáreas elevan su peso y no se ha visto que la relación peso húmedo-peso seco sea diferente en mechones con 100 por ciento de conchilla y sin conchilla.

¿QUE FAVORECE LA FIJACION?

El lento crecimiento de la planta permite al briozoar desarrollarse completamente (en relación a juveniles de *Macrocystis* que crecen tan rápido que rompen las estructuras calcáreas de la población de briozos).

La consistencia de las algas fuerte, lisa y elástica; plantas quebradizas (*Corallinae erectas*); delgaditas (*Cryptopleura sp*), de textura no lisa (*Neoptilota densa*) o que "despantan" (*Leptocladia binghamiae*) no llegan a tener nunca conchilla.

Otras plantas donde la conchilla puede fijarse también en altos porcentajes son *Gigartina canaliculata* y *Gelidium purpurascens*.

TABLA 8. CARACTERISTICAS FISICAS CUALITATIVAS DE LAS ZONAS COSTERAS E ISLAS CON MANTOS DE *Gelidium robustum* EN BAJA CALIFORNIA

Lugar	Profundidad mantes (m.)	Distancia a la costa de los mantes	Sustrato tipo costa	Densidad manto <i>Macrocystis</i>
Xatay a Salsipuedes	45-75	Próximos	<ul style="list-style-type: none"> - Rocas medianas rodeadas de arena - Rocas medianas - Rocas altas - Expuesto 	Regular
Punta San Miguel	3-10.5	Próximo a cercano	<ul style="list-style-type: none"> - Rocas grandes no altas rodeadas de arena - Expuesto - Zona de surgencias 	Denso
Punta San Antonio	45-75	Lejanos	<ul style="list-style-type: none"> - Extensiones rocosas planas - Rocas grandes - Rocas altas - Expuesto 	Ausente
Rocas Chester a B. Almejas	3-13.5	Lejanos	<ul style="list-style-type: none"> - Extensiones rocosas planas - Rocas grandes con arena - Rocas altas 	Denso a regular
I. Todos Santos	3-9	Próximos a cercanos	<ul style="list-style-type: none"> - Rocas grandes y altas verticales - Rocas grandes y medianas con canales de arena - Expuesto y no expuesto 	Escaso
I. San Jerónimo	7.5-12	Cercanos	<ul style="list-style-type: none"> - Extensiones rocosas planas - Rocas grandes - Expuesto 	Escaso
I. Cedros	6-18 (25)	Lejanos	<ul style="list-style-type: none"> - Extensiones rocosas planas lejos de la orilla - Rocas muy grandes altas y bajas - Expuesto y no expuesto 	Regular
I. Natividad	4.5-19.5	Lejanos	<ul style="list-style-type: none"> - Rocas grandes - Rocas grandes rodeadas de arena - Rocas medianas - Canto rodado grande - Pedazos de rocas - Expuesto y no expuesto 	Regular
Arrecife Sacramento	3-10.5	Cercanos	<ul style="list-style-type: none"> - Extensiones rocosas - Barcos hundidos - Rocas altas - Mucha grava - Expuesto 	Ausente

LITERATURA CITADA

- Abbott, I.A. and G.J. Hollemborg. 1976. **Marine algae of California.** Algae of California, Stanford University Press. 827 pp.
- Chapa Saldaña, H. 1963. **Notas sobre el aprovechamiento industrial de algunas agarofitas,** SIC. DCPIC Dpto. de Estudios Biológico-Pesqueros. Serie de trabajos de divulgación (64): 1-28.
- _____, 1964. **La explotación de algas en Baja California.** SIC DCPIC. Serie de trabajos de divulgación 9 (84): 1-33.
- Chapman, V.J., D.J. Chapman. 1980. **Seaweeds and their uses.** 3a. ed. London British Library Cataloguing in Publ. Data. 334 pp.
- Dawson, E. 1956. **How to know the seaweeds.** An illustrated manual for identifying the more common marine algae of both our Atlantic and Pacific Coast with numerous aids for their study WMC Brown Co. Publishers Dubuque, Iowa. 197 pp.
- _____. 1966. **Seashore plants of southern California.** Univ. of California Press Berkeley. 101 p.
- Doty Maxwell S. 1971. Antecedent event influence on benthic marine algal standing crop in Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 6: 161-166.
- Gotshall, D.W. and L.L. Laurent. 1979. **Pacific coast subtidal marine invertebrates a fishwatchers guide.** Sea Challengers Los Osos, Ca. 112 pp.
- Grenager, B. and E. Baardseth. 1966. A two sampling method of estimating seaweed quantities. Proceedings of the fifth Int. Seaweed Symposium 1966. Pergramen press.
- Guzmán del Proo, S.A. y S. De La Campa. 1978. **Gelidium robustum (Florideophyceae). An agarophyte of Baja California,** México.
- Hartman, O. 1968. **Atlas of the Errantiate Polychaetous annelids from California.** Allan Hancock Foundation University of Southern California L.A. Ca. 827 pp.
- Light S.F., R.I. Smith, F.A. Pitelka, D.P. Abbott and F. M. Weesner. 1954. **Intertidal invertebrate of the central California coast.** Univ. of Ca. Press Berkeley. 446 pp.
- Michanek, G. 1975. **Seaweeds resources of the Ocean.** FAO Fisheries Technical paper Np: 138 WAFR Area review. 1,277 pp.
- Morris, R.H. Donald P. Abbott and Eugene C. Hadierlie. 1980. **Intertidal invertebrates of California.** With 31 Text Contributors Stanford University Press, Stanford Ca. (200 color plates). 690 pp.
- North, W.J.R. Hollis and L.G. Janes. 1976. **Underwater California.** Univ. of Ca. Press Berkeley.
- Riley, J.P. and R. Chester. 1971. **Introduction to marine chemistry.** Academic Press. London. 465 pp.
- S. Castro L.R. y F. Uribe O. 1987. **Estudios de manejo del recurso Gelidium robustum (Gelidiaceae: Rhodophyta) en Baja California.** I.1 Estructura Poblacional.
- Santelices, B. 1974. **Gelidoid algae a brief resume of the pertinent literature marine agronoy U.S. Sea Grant Program.** Hawaii Technical Report No. 1 Honolulu, Hawaii. 111 pp.
- SEPESCA-INP. 1985. **Algas: diagnóstico y perspectivas.** Información resumida RL 14-23 pp.
- Wollacott. 1971. **Biology of Macrocystis.** en: North 1971.

**INFORME DE LA TEMPORADA DE PESCA DE ANCHOVETA (*Engraulis mordax* GIRARD, 1856),
DURANTE 1986 EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**

Walterio García Franco*
 Aurora Barrera Moreno*
 Alfredo Cota Villavicencio*
 José Luna Franco*

RESUMEN

En este trabajo se presenta una síntesis de la información reunida en relación con la pesquería de anchoveta con base en el Puerto de Ensenada, B.C., durante 1986. Se consideró la flota comercial en lo que se refiere a estructura, capacidad de acarreo y modo de operación, captura, y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y su evolución; asimismo, se incluye un análisis de la condición biológica de la anchoveta y un pronóstico pesquero para la siguiente temporada (1987) mediante la aplicación de un modelo tipo ARIMA apoyado en una serie de datos de CPUE reunidas durante 14 años.

Los resultados señalan para 1986 una reducción en la actividad pesquera en relación con el año anterior, presentándose una disminución del 9.6 por ciento en el número de viajes, así como una baja en las capturas totales del orden del 20 por ciento. Esto se reflejó en la CPUE cayendo gradualmente a partir de junio.

Del muestreo masivo y biológico de las capturas comerciales se obtuvieron tallas promedio de alrededor de 98 mm. de longitud patrón, constituyendo éstos el 54 por ciento de las capturas.

El pronóstico para 1987, llevado a cabo mediante un modelo de tipo ARIMA, dio un parámetro de $\phi=0.1099 \neq 0.1305$ arrojando un buen ajuste en relación a los valores calculados; con el último valor se calcularon los pronósticos por trimestres.

ABSTRACT

A synthesis of the activity of the mexican anchovy fishery is presented for the year of 1986. An analysis of commercial catch, effort, catch per unit effort and carrying capacity of the fleet is included in this article.

The results show a decline in the fishing activity in relation with last year with a reduction of 9.6 per cent in the amount of effort. The same tendency is observed in the catches.

The size composition of the catches presented a mean size of 98 mm. of standard length, making up 54 per cent of the total catch.

A greater concentration of recruits was observed in the northern area of Ensenada, B.C.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

Al analizar la información que se tiene sobre la pesquería de la anchoveta, que ha constituido hasta la fecha la materia prima principal de la industria reductora en Ensenada, B.C., se destaca que para poder comprender la situación actual de este recurso es necesario establecer algunas consideraciones, mismas que han quedado ya asentadas en trabajos anteriores, pero que resulta interesante insistir sobre ellas, ya que contribuyen a entender las razones del abatimiento de las capturas en la temporada de pesca comercial que en este momento se analiza.

En una revisión de los eventos de esta pesquería durante los 14 años previos a 1986 (1972-1985) y en los que se refiere a las existencias que aprovecha la flota comercial con base en Ensenada, se distinguen sin gran dificultad tres etapas, situando la primera en el periodo comprendido de 1972-1974. De ésta se puede decir relativamente poco, en virtud de que la anchoveta como recurso tuvo poco interés comercial, la infraestructura disponible en el puerto en lo que se refiere a plantas industriales y barcos pesqueros se destinaron principalmente al aprovechamiento de la sardina, utilizando la anchoveta en forma complementaria y estacional.

Durante este lapso, de acuerdo a los registros obtenidos por el personal del proyecto destacados en el CRIP de El Sauzal registran una producción de 29,000 toneladas, 28 barcos y 1,251 viajes nominales en promedio, respectivamente; los barcos eran de pequeñas dimensiones y la capacidad industrial instalada se utilizaba principalmente en el procesamiento de sardina.

La segunda etapa, abarca de 1975 a 1981, en donde se observa un incremento constante a lo largo de la misma en todos los aspectos considerados, ya que las capturas crecieron de 55,162 toneladas en 1975 a 258,745 en 1981, el número de barcos y viajes aumentaron de 33 a 60 y de 1,347 a 3,364, respectivamente. Esto trajo aparejado un incremento en la capacidad instalada de las plantas ya existentes, así como el establecimiento de otras nuevas, contribuyendo con más de 2,500 ton./día respecto a la capacidad instalada en los procesos de reducción. Asimismo, en esta etapa los barcos que ingresaron a la pesquería tienen una mayor capacidad de acarreo y están equipados con los aparatos más sofisticados para la pesca, lo que engrasó su eficiencia en los procesos de extracción. Esta etapa se destaca por un crecimiento acelerado en la actividad pesquera.

La tercera y última, comprende el periodo de 1982 a 1985, la cual se caracteriza por una caída

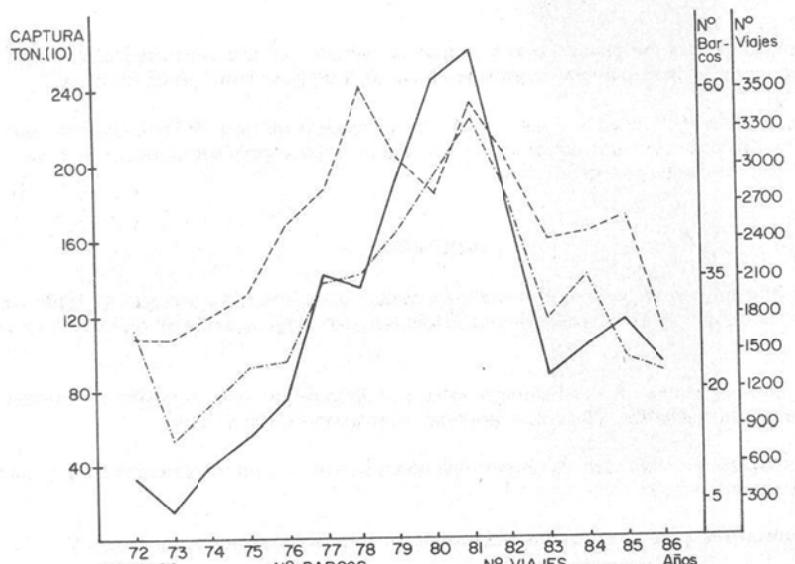


FIG.I RELACION DE BARCOS, VIAJES Y CAPTURA DE LA TEMPORADA 1972 A 1986 ENSENADA B.C. 1986.

dramática de las capturas, viajes y número de barcos. Esto se asocia no sólo a la presión que la pesca ejerció durante la etapa anterior, sino al efecto provocado por el fenómeno de "El Niño", que se reportó como uno de los más intensos de los últimos años, ya que afectó especialmente a los recursos pelágicos, incluyendo a la población de anchoveta. Adicionalmente se debe considerar en este análisis, que fue precisamente en esta etapa cuando se registró la crisis económica más seria en nuestro país, que obligó a las empresas a una contracción en los gastos de operación, lo que probablemente contribuyó en forma combinada al estado de la situación actual (Figura 1).

Para el análisis de la temporada de 1986 que se detalla en este trabajo, se utilizaron los datos de captura, viajes, flota y los datos biológicos, omitiéndose composición por edad, que será incorporado en un trabajo posterior.

MATERIAL Y METODOS

Se analizaron los registros de captura comercial, número de barcos y viajes (esfuerzo de pesca), así como la distribución por tallas y áreas de extracción obtenidas de los muestreos biológicos y bitácoras pesqueras, respectivamente, analizando en forma detallada (mensualmente) los registros obtenidos durante 1986 y en forma anual para el período de 1979-1986.

Para la normalización del esfuerzo de pesca se procedió de la siguiente manera:

1. Se agruparon los barcos en cuatro categorías de acuerdo a su capacidad de bodega en intervalos de 75 toneladas para cada grupo (García *et al.*, 1985).
2. Para calcular el poder relativo de pesca se utilizó como unidad tipo, la categoría de barcos con las mayores capturas.
3. Una vez determinado el poder relativo de pesca de la flota por categoría, se calculó el esfuerzo de pesca normalizado y la captura por unidad de esfuerzo.

Se utilizaron las bitácoras pesqueras para ubicar las áreas de extracción, así como la captura y el tiempo del lance.

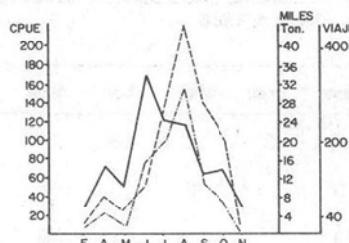


FIG.2 RELACION DE CAPTURA ——, NUMERO DE VIAJES -----, Y LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) ——, DE *Engraulis mordax* EN LA TEMPORADA 1986. ENSENADA B.C.

De los muestreos biológicos se obtuvo la distribución por tallas/área/mes/año, índices de madurez gonadal, sexos y otolitos para la determinación de edad.

Para la aplicación de un modelo predictivo, se consideró la captura por unidad de esfuerzo obtenida en el período de 1972 a 1986 que fue utilizada para conformar una serie de tiempo tipo ARIMA con el propósito de hacer un pronóstico para 1987. Este modelo es ampliamente descrito por Box y Jenkins (1986).

RESULTADOS

Poder de pesca

Los valores más altos en lo que se refiere al poder de pesca de la flota, se registran en los primeros y últimos meses del año, los cuales no difieren de los registros obtenidos en años anteriores.

La tendencia a la reducción del poder de pesca de enero a julio, y el incremento de agosto a diciembre, está ligado a la presencia o participación de un solo grupo de embarcaciones al principio y fines de la temporada que distorsionan la estimación de este parámetro (Figura 2).

FLOTA COMERCIAL

El número de barcos destinados a la pesca durante esta temporada, tuvo una reducción dramática

TABLA 1. NUMERO MENSUAL Y ANUAL DE BARCOS REGISTRADOS EN LA PESQUERIA DE 1979 A 1986

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
79	9	5	2	13	17	27	40	39	36	34	29	22	51
80	6		2	3	15	20	30	38	41	33	24	15	46
81	11			11	18	33	46	49	39	45	29	13	53
82	9				14	34	44	45	40	34	17	10	50
83	11			12	17	30	36	19	23	22	16	8	40
84	1	1		4	18	25	35	35	32	28	18	11	41
85	3		2	11	21	27	38	27	23	18	13	9	43
86	6			12	15	18	25	26	27	18	3	—	27

de un 37 por ciento en relación al año anterior (Tabla 1).

El ingreso de embarcaciones a las faenas de pesca se mantuvo casi constante de abril a septiembre, registrándose una reducción de octubre a noviembre (Figura 2), manteniéndose un comportamiento muy semejante al registrado entemperadas anteriores (Tabla 1).

Al agrupar las embarcaciones por categorías de acuerdo a su capacidad de bodega, la categoría I que corresponde a los más pequeños, participaron en la pesquería de la anchoveta con un 35 por ciento, el grupo II con un 14.3 por ciento, que contrasta con los registros obtenidos en los años anteriores, en las que este grupo tuvo una participación más activa que correspondió

CUADRO 1. PRESENTA LAS MODIFICACIONES REGISTRADAS EN CUANTO AL NUMERO DE BARCOS, VIAJES, CAPTURA Y CPUE DE 1985 A 1986

Categoría	Barcos %	Viajes %	Captura %	CPUE				Eficiencia %
				1	9	8	5	
I	23.2	10.3	3.2					28.4
II	39.6	21.5	14.4					25.5
III	16.3	13.5	13.8					26.7
IV	20.9	52.9	68.8					28.2
				1	9	8	6	
I	35.7	22.8	6.2					25.6
II	14.3	8.7	4.8					25.4
III	17.9	19.2	15.8					26.3
IV	32.1	49.4	73.2					34.2

para 1985 al 39.6 por ciento (Cuadro 1); la categoría III con un 17.9 por ciento y la IV categoría con un 32.1 por ciento. Destacando la escasa participación de las embarcaciones del grupo II durante esta temporada (Figura 3).

ESFUERZO DE PESCA

El esfuerzo de pesca aplicado por la flota comercial, considerando el número de viajes efectivos, registró una reducción del orden de 9.6 por ciento en relación al año anterior, manteniéndose esta tendencia en los últimos tres años (Tabla 2).

grupos de embarcaciones de la siguiente manera: el grupo I efectuó el 22.8 por ciento de los viajes; el grupo II únicamente el 8.7 por ciento; el grupo III el 19.4 por ciento y el grupo IV el 49.4 por ciento, detectándose una reducción en el número de viajes de los grupos II y IV siendo más drástica esta reducción en el grupo II (Tabla 2, Figura 3).

Por otro lado, el esfuerzo de pesca durante esta temporada se distribuyó de manera más homogénea en toda el área de pesca, registrándose un patrón diferente al del año anterior.

TABLA 2. NUMERO MENSUAL Y ANUAL DE VIAJES EFECTUADOS POR LA FLOTA COMERCIAL EN EL PERIODO COMPRENDIDO (1979-1986)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
79	9	12	3	75	248	174	263	265	274	492	429	220	2464
80	20		7	8	73	259	380	650	485	168	184	116	2349
81	65			137	241	403	600	627	584	430	191	1	3282
82	79				257	436	595	395	240	354	255	141	2752
83	112			101	310	252	276	111	151	280	177	17	1787
84	1	1		11	124	199	198	364	356	399	189	75	2117
85	4		3	98	276	301	195	333	108	61	92	14	1485
86	16			81	47	108	272	403	282	126	7		1342

En los meses en que operó la flota comercial en 1986, el mes de agosto correspondió al de mayor número de viajes (403), y en noviembre se registró el menor número (7) efectuando en esta temporada un total de 1,342 viajes efectivos (Fig. 2).

El seguimiento de las actividades de la flota comercial para la estimación del esfuerzo se efectuó utilizando los reportes de las plantas, así como mediante las bitácoras pesqueras proporcionadas por los capitanes de los barcos, lográndose captar mediante este último procedimiento el 64 por ciento de las actividades de la flota para 1986. De esta forma, se determinó que el esfuerzo se distribuyó de acuerdo a los cuatro

CAPTURAS

Durante 1986 se interrumpió la tendencia al incremento de las capturas registradas en los dos últimos años, con una reducción para esta temporada del orden del 20.8 por ciento en relación al año anterior (Tabla 3).

El comportamiento de las capturas relacionadas con el número de viajes y barcos en los últimos 14 años se registra con incrementos sucesivos de 1974 a 1981 y con una drástica caída de 1982 a 1986 (Fig. 1).

Los porcentajes de captura determinados para

cada grupo o categoría de embarcaciones durante este año correspondió a la categoría I el 6.2 por ciento de la captura total, la categoría II contribuyó tan sólo con el 4.8 por ciento, el grupo III

con el 15.8 por ciento y el grupo IV con el 73.2 por ciento, remarcando la participación muy limitada de la segunda categoría en relación a su participación en temporadas anteriores (Fig. 3).

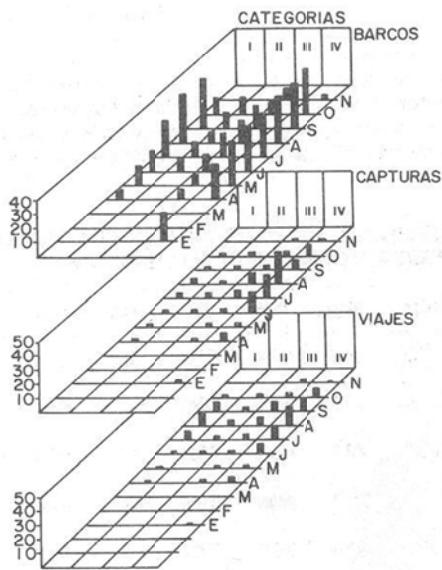


FIG. 3 RELACION DE BARCOS, CAPTURAS Y VIAJES DE LA PESQUERIA DE ANCHOVETA TEMPORADA 1986.

TABLA 3. CAPTURAS MENSUALES Y ANUALES REGISTRADAS DE LA PESQUERIA DE ANCHOVETA DE 1979-1986

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1979	940	449	69	6,258	34,860	21,365	28,415	16,205	12,855	28,118	25,942	22,284	197,748
1980	2,375	—	27	164	2,133	25,613	43,946	64,381	51,159	13,331	23,906	16,857	239,191
1981	2,318	—	—	8,812	23,980	39,972	48,186	51,505	40,751	23,682	16,748	2,098	259,319
1982	—	—	—	4,022	23,864	42,279	44,218	17,091	6,650	16,973	15,244	5,461	173,678
1983	3,248	—	—	7,744	28,685	11,715	11,311	2,631	5,454	8,475	7,715	451	87,429
1984	7	5	—	611	13,048	23,335	25,748	9,487	8,341	10,110	9,738	2,501	102,933
1985	63	—	31	9,880	26,480	20,882	16,421	29,623	5,721	2,720	5,018	353	118,192
1986	600	—	—	5,063	1,833	15,238	20,093	31,455	11,156	7,729	380	—	93,550

El patrón de operación de la flota comercial se mantuvo durante este año, registrando sin embargo, algunas pequeñas diferencias para los meses de abril y noviembre, que corresponden al principio y fin de la temporada (Figs. 4 y 5).

dose las mayores capturas dentro de las 5 millas de la costa.

CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

La captura por unidad de esfuerzo, estimada mensualmente, presentó un incremento gradual



FIG. 4 AREAS DE CAPTURA DE ANCHOVETA *Engraulis mordax* EN LOS MESES DE ENERO-JUNIO DURANTE LA TEMPORADA DE 1986. ENSENADA B.C.

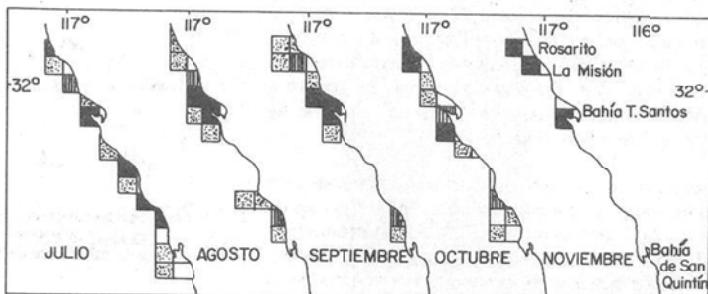


FIG. 5 AREAS DE CAPTURA DE ANCHOVETA *Engraulis mordax* EN LOS MESES DE JULIO-NOVIEMBRE DURANTE LA TEMPORADA DE 1986. ENSENADA B.C.

Utilizando la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como punto de referencia y la capacidad promedio de bodega de cada grupo, se determinó una eficiencia relativa por grupo de embarcación, estableciéndose la IV categoría como el grupo más eficiente.

Los resultados revelan una eficiencia más o menos homogénea entre las tres primeras categorías de barcos (Cuadro 1).

La distancia de la costa a la que se efectuaron las capturas varió de 0.5 a 15 millas, efectuán-

lento hasta el mes de junio (excepto mayo) y un decremento gradual a partir de noviembre con un desfasamiento en relación a la estimación de CPUE del número de viajes en los cuales se observa un incremento gradual hasta agosto y un decrecimiento a partir de noviembre (Fig. 2).

La estimación de la captura por unidad de esfuerzo estimada para cada una de las diferentes categorías de embarcaciones fue de 19.2 ton./viaje para la categoría I, de 38.1 ton./viaje para la II, de 59.1 ton./viajes para la III y de 102.7 ton./viajes para la IV categoría (Cuadro 1); asimismo se estimó este mismo parámetro mensualmente (Fig. 3).

RECLUTAMIENTO

El reclutamiento, entendido como el ingreso de peces jóvenes a la fase de explotación de la pesquería, presenta un patrón definido en el cual se observa que durante los primeros y los últimos meses de la temporada de pesca, en la captura predominan los individuos de mayores tallas, mientras que en los meses intermedios, agosto y septiembre, se observa un ingreso masivo de individuos pequeños. Para esta temporada se observan algunas diferencias ya que en los meses de abril a agosto los porcentajes en los que se presentaron los individuos pequeños (menores a 100 mm.) representaron el 54.90 por ciento, 3.03, 49.05, 52.24 y 79.7, respectivamente en tanto que septiembre, octubre y noviembre los porcentajes fueron de 96.8, 87.6 y 84.3 por ciento, respectivamente (Tabla 3, Cuadro 2).

Al analizar el reclutamiento por tallas en relación a las áreas de pesca se observa en general un reclutamiento continuo en las áreas situadas al norte de Ensenada en tanto que hacia el sur (de Ensenada) proceden los individuos de mayores tallas. Observando una mayor incidencia de individuos pequeños durante los meses de agosto a noviembre, procedente de las áreas situadas al norte de Ensenada (Figs. 6 y 7).

Al analizar las capturas obtenidas durante este año se observa una contribución total a la captura del 63.5 por ciento de individuos menores a 100 mm. que representa más del 20 por ciento de la contribución de estos grupos registrados al año anterior.

COMPOSICION POR SEXOS

En relación a la proporción de hembras, machos y juveniles que se registraron en la captura comercial a lo largo de la temporada de pesca, se destaca que en los últimos 14 años las hembras siempre han predominado sobre los machos; sin embargo, en años recientes la proporción de hembras decrece en los últimos meses del año, particularmente diciembre cuando generalmente los machos predominan sobre las hembras.

Durante este año (1986), el patrón es consistente con años anteriores, aunque se ha registrado una mayor participación de individuos juveniles, en los que no es posible definir el sexo, debido al desarrollo incipiente de sus gónadas.

La dominancia de hembras sobre los machos durante esta temporada se mantuvo. Se observó también un ingreso considerable de juveniles, a partir del mes de junio, aumentando su presencia en la captura hacia los últimos meses del año. En el mes de noviembre, el 98 por ciento de la composición de la captura comercial estuvo integrada por individuos inmaduros (Fig. 8).

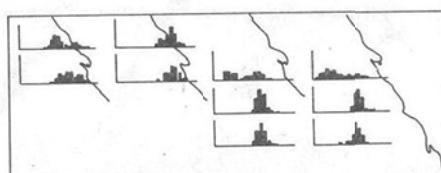


FIG. 6 Distribución porcentual de tallas de la anchoveta *Engraulis mordax* de la descarga comercial de Ensenada, B.C.
abril-julio, 1986.

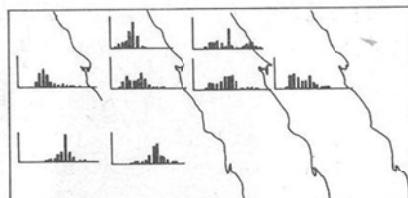


FIG. 7 Distribución porcentual de tallas de la anchoveta *Engraulis mordax* de la descarga comercial de Ensenada, B.C. agosto-noviembre, 1986.

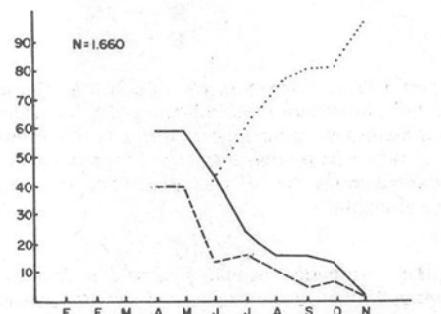


FIG. 8 DISTRIBUCION PORCENTUAL DE HEMBRAS (—), MACHOS (----), E INDEFINIDOS (....), DE LA ANCHOVETA *Engraulis mordax* DURANTE 1986.

CUADRO 2. PORCENTAJES ACUMULATIVOS DE LAS TALLAS REGISTRADAS MENSUALMENTE DURANTE 1986

Tallas	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total	P/Añual %	P/Acum. Añual %	
(48) 40-50							0.32	0.92					1.24	0.02	0.02	
(53) 51-55						0.65	1.95	0.33	6.54		1.18		9.51	1.19	1.21	
(58) 56-60						0.15	4.22	0.57	13.02	0.47	1.18		24.01	3.00	4.21	
(63) 61-65						4.27	7.79	1.14	6.62	12.11	3.80		38.73	4.65	9.06	
(68) 66-70						3.57	7.14	8.13	6.32	11.16	5.46		41.78	5.23	14.29	
(73) 71-75						4.38	7.79	17.72	14.07	9.74	9.98		62.68	7.64	22.13	
(78) 76-80					0.28		0.92	4.22	24.06	15.40	8.55	14.25		67.68	8.47	30.60
(83) 81-85					2.30		2.19	4.55	13.33	14.37	11.16	23.99		71.95	9.00	39.60
(88) 86-90					10.86		3.57	3.06	2.44	10.05	16.39	2.14		48.53	6.07	45.67
(90) 91-95					20.42		6.11	4.55	7.15	5.02	11.40	16.15		70.80	8.86	54.50
(98) 96-100					20.98	3.03	19.20	7.63	4.39	2.48	6.65	7.36		71.72	8.97	63.60
(103) 101-105					11.81	6.82	27.45	17.21	6.99	1.78	1.18	1.90		75.14	9.40	72.90
(108) 105-110					7.79	9.85	16.61	17.50	6.50	0.78	2.37	2.14		63.51	2.95	80.85
(113) 111-115					4.35	12.88	4.23	9.90	3.25	0.49	2.85	3.23		41.18	5.15	86.00
(118) 116-120					7.37	24.24	1.38	1.46	2.93	0.11	4.04	5.70		47.23	5.91	91.91
(123) 121-125					8.60	20.48	0.69	0.49	0.16	0.05	1.66	2.14		37.27	3.66	96.57
(128) 126-130					3.90	12.88		0.16	0.32		0.24	0.47		17.76	2.22	98.79
(133) 131-135					0.85	4.55			0.16					5.56	0.69	99.48
(138) 136-140					0.68	2.27								2.93	0.37	99.45
141-145																
146-150																

La relación hembras a machos registrados durante esta temporada tal y como se observa en el Cuadro 3, presenta un comportamiento muy semejante al que se manifestó en temporadas anteriores, aunque la proporción total anual de (1.98:1) es ligeramente superior al registrado el año anterior en el que la proporción hembra a macho fue de 1.7:1 (Fig. 9).

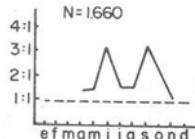
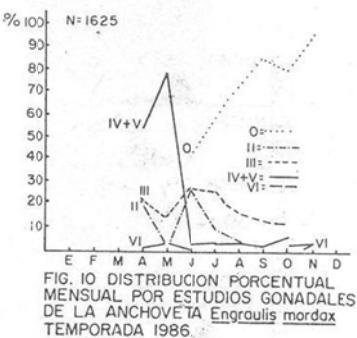


FIG. 9 RELACION HEMBRA-MACHO DE *Engraulis mordax* PERIODO 1986.

En relación a los procesos de maduración gonadal, el patrón observado es consistente con años anteriores, destacando la presencia dominante de individuos maduros sexualmente al inicio de la temporada que corresponde a los meses de abril y mayo (Fig. 10).

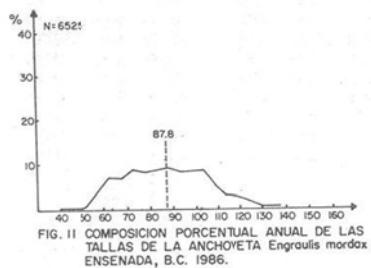


CUADRO 3. RELACION HEMBRAS-MACHOS

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	
Proporción	—	—	—	1.4:1	1.4:1	3.2:1	
Meses	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Proporción	1.5:1	1.5:1	3.3:1	2.2:1	1.1:1		1.98:1

COMPOSICION POR TALLAS

Al graficar la distribución de tallas considerando la totalidad de las capturas muestreadas durante el año, se observa una curva unimodal con intervalos que varían de 40 a 140 mm. de longitud patrón y un valor promedio anual de 87.5 mm. (Fig. 11).



En esta gráfica no se aprecian los diferentes grupos de talla que contribuyeron a la captura y que fueron reclutados en diferentes épocas del año, particularmente en los meses de junio a noviembre y que son los individuos desovados en el

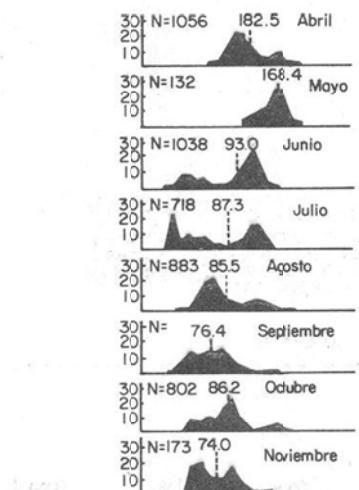


FIG. 12 INTERVALOS DE TALLA DE LOS MUESTREOS MENSUALES

periodo anterior invierno-primavera, así como aquellos individuos que fueron desovados en el otoño pasado, éstos corresponden a grupos de tallas totalmente reclutadas, donde en la temporada precedente aparecen bien definidos.

Sin embargo, esto puede ser apreciado con mayor claridad al analizar los intervalos de talla de los muestreos realizados mensualmente (Fig. 12).

PRONOSTICO

Para efectuar el pronóstico de 1987, se utilizó una serie de datos de CPUE para el período de 1972 a 1986; a la cual se le aplicó un modelo de serie de tiempo tipo ARIMA, cuyo uso describe ampliamente (Lelevier y Peña, 1984).

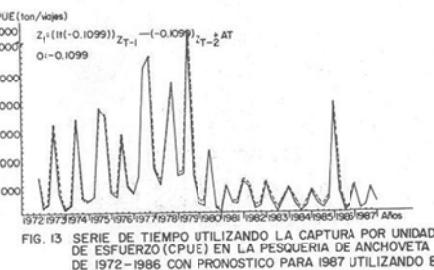
La aplicación del modelo dio un valor del parámetro de -0.1099 : 0.1305 , quedando el mismo expresado de la siguiente manera:

$$(1 + 0.1099 B) (1 - B) Z = 0$$

Los resultados presentaron un buen ajuste a la serie observada de datos de captura por unidad de esfuerzo (Fig. 13), obteniéndose por lo tanto el siguiente pronóstico para 1987:

$$Z_t = (1 + (-0.1099)) Z_{T-1} - (-0.1099) Z_{T-2} + AT$$

$$0 = -0.1099$$



Trimestre	CPUE
1o.	72,907
2o.	229,970
3o.	895,706
4o.	380,390

Debemos señalar que los límites de confianza obtenidos se incrementan a medida que aumenta el pronóstico, debido a que el primer valor que se pronostica depende del último de 1986 y así sucesivamente, por lo que el ajuste se debe hacer a lo largo de toda la temporada.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante el año de 1986, fue clara la disminución del número de unidades de pesca que operaron en la pesquería de la anchoveta, siendo en relación con el año de 1985, en un 37 por ciento menos.

Si esto lo analizamos en función de la capacidad de bodega, las categorías I y IV fueron las más activas con un 22 por ciento del total de viajes para la primera y de un 49.4 por ciento para la segunda. En relación al año anterior, se observó una baja en un 9 por ciento del esfuerzo de pesca, siendo la mayoría de las capturas de categoría IV con un 73.2 por ciento y la segunda con un 4.8 por ciento.

De las cuatro categorías en que se dividió la flota anchovetera, la IV fue la más eficiente,

operando en toda el área tradicional de pesca durante la temporada completa, obteniendo las mayores capturas.

El comportamiento observado por la flota, se atribuye a un posible cambio en la disponibilidad y accesibilidad del recurso que se dejó sentir en toda el área de pesca, y que motivó un mayor movimiento por parte de la flota en busca del recurso que fue escaso.

La composición por tallas de la captura comercial, estuvo representada en un 63.5 por ciento por individuos jóvenes inmaduros, siendo la longitud promedio del 87.5 mm. de longitud patrón. La presencia de los juveniles se acentúa a partir del mes de junio.

La predominancia de las hembras sobre los machos (1.98:1) en la composición de las capturas, se hizo evidente, siendo este fenómeno característico de la temporada de pesca de la anchoveta y que coincide con la época de desove. Lo anterior, algunos autores lo atribuyen a un comportamiento reproductivo de la anchoveta donde las hembras son más vulnerables al arte de pesca.

LITERATURA CITADA

- Box, G.E. y G.M. Jenkins. 1976. *Time series analysis. Forecasting and control Holden-day*, San Francisco. 57 p.
- García *et al.*, 1985. *Resumen de la temporada de pesca comercial durante 1984*. Documento interno del Instituto Nacional de la Pesca. 51 p.
- Lelevier, A. y Peña, J. 1984. *Pronóstico pesquero de corto plazo utilizando un modelo autorregresivo tipo ARIMA (Box y Jenkins). La pesquería de la Anchoveta *Engraulis mordax*. Un ejemplo*. Ciencias Marinas, Vol. 9, No. 2. 7-12 p.

MADUREZ, INDICE GONADAL Y FECUNDIDAD EN DOS ESPECIES DE ABULON
Haliotis spp (MOLLUSCA: GASTROPODA) DE LA ISLA DE CEDROS,
BAJA CALIFORNIA

Martín Ortiz Quintanilla*
Alma Rosa García Juárez*
Francisco Salgado Hernández*

RESUMEN

Se efectuaron estudios de madurez, índice gonadal y fecundidad en abulón azul, *Haliotis fulgens* y amarillo, *H. corrugata*, a partir del material colectado en la Isla de Cedros, Baja California, durante junio de 1982, junio de 1985 y septiembre de 1984.

Se analizaron 101 muestras de góndala de abulón hembra dentro de las tallas de 76 a 200 mm. de longitud de concha y de 63 a 1,300 gramos de peso total.

La madurez sexual fue evidente dentro de los intervalos 130-139 y 150-159 mm. en abulón azul, con un porcentaje máximo de abulón sexualmente maduro en el 43 por ciento durante septiembre, y en abulón amarillo la madurez fue evidente desde 120-129 mm. y el 70 por ciento del abulón muestreado en septiembre se encontró sexualmente maduro.

El índice gonadal varió de 4.2 a 77.6 por ciento. La fecundidad mínima y máxima en abulón azul fue de 0.08 a 21.72×10^6 ovocitos, ambas durante septiembre y de 0.20 en septiembre, a 19.38×10^6 ovocitos en junio para el amarillo.

Se relaciona la fecundidad al peso gonadal y diámetro de ovocitos.

ABSTRACT

Maturity gonad index and fecundity studies on the blue abalone, *Haliotis fulgens* and yellow, *H. corrugata* were realized from samples collected at Isla de Cedros, Baja California during June 1982, June 1985 and September 1984.

One hundred and one abalone female gonad samples between 76 to 200 mm. shell lenght classes, and from 63 to 1,300 gr. total weight were analized.

Sexual maturity between 130-139 mm. and 150-159 mm. for blue abalone with a maximum sexual maturity per cent in 43 per cent were evident during September, and 120-129 mm. lenght class with 70 per cent of sexual maturity during September for yellow abalone.

The gonad index varied from 4.2 to 77.6 per cent. The lowest and highest fecundity values for blue abalone were 0.08 to 21.72×10^6 ovocytes, both during September, and 0.20 in September to 19.38×10^6 ovocytes in June for the yellow abalone.

The relationship fecundity, gonad weight and ovocytes diameter were analized.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento biológico de la reproducción del abulón en los aspectos de madurez, índice gonadal y fecundidad de las especies explotadas comercialmente. El estudio comprende una serie de análisis para la determinación de la fecundidad absoluta a partir de góndadas obtenidas de la captura comercial principalmente y en conjunto con las reunidas durante trabajos de evaluación cuantitativa de bancos abuloneros efectuados durante septiembre de 1984 en la Isla de Cedros, Baja California (Figura 1).

Se presentan resultados de madurez sexual, índice gonadal, fecundidad y la relación fecundidad, peso gonadal y diámetro de ovocitos.

El trabajo forma parte de una serie de contribuciones sobre el tema, la primera presentada por Ortiz *et al.* en 1976; Molina (1983); González y Ortiz (1986) y Ortiz y González (1986).

MATERIAL Y METODOS

A partir de 829 organismos muestreados, 570 de la especie azul, *H. fulgens*, 247 de amarillo, *H. corrugata* y 12 de negro, *H. cracherodii*, se colectó un total de 101 vísceras de abulón hembra: 59 de abulón azul, 40 de amarillo y dos de negro. Los meses considerados fueron junio de 1982, junio de 1985 y septiembre de 1984.

De cada organismo se registró: sexo, longitud de concha, peso total, peso de masa muscular o "callo", peso visceral, peso de la concha y madurez sexual, por apreciación visual de la glándula reproductiva conforme a una escala numérica del 1 al 4, donde: 1 = inmaduro, 2 = madurando, 3 = maduro y 4 = desovado o llácido, registrándose el grado de madurez tal como lo describen Guzmán *et al.* (1976), González y Ortiz (*op. cit.*) y Ortiz y González (*op. cit.*). El material colectado fue preservado en solución de formol salino al 10 por ciento, colocado en forma independiente dentro de bolsas de plástico con doble identificación.

El índice gonadal fue determinado utilizando la formulación propuesta por Ito y Harada (1961), utilizando para el propósito un compás de puntas secas, llevando la determinación a una escala graduada en milímetros, registrándose cada determinación en un formato específico.

En el análisis de fecundidad se abarcaron tallas entre 111 a 200 mm. de longitud de concha en abulón azul; de 120 a 186 mm. en amarillo y sólo de 134 mm. en abulón negro.

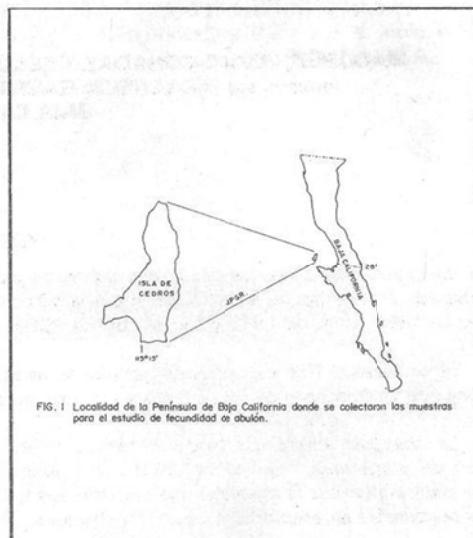


FIG. 1 Localidad de la Península de Baja California donde se colectaron los muestras para el estudio de fecundidad de abulón.

La estimación de la fecundidad absoluta se determinó mediante el método gravimétrico, secionando la góndada en tal forma que se pudieran establecer tres secciones: anterior, media y posterior (Fig. 2), determinando para cada una el índice gonadal. Se disectó el tejido germinativo de cada sección obteniéndose el peso en una balanza analítica, acumulando los resultados por sección para obtener el peso total aproximado de cada góndada. De cada sección se separó y pesó una muestra cuyo peso osciló dentro de un rango de 0.007 hasta 0.069 gr. Para el conteo de ovocitos se utilizaron cajas reticuladas, gotero, agujas de disección y contadores manuales, observándose con un microscopio estereoscópico.

Para la medición de ovocitos, se colectó una sub-muestra por sección, registrándose la medición de 35 ovocitos por cada uno en un microscopio compuesto con ocular micrométrico. Al conocerse el total aproximado de ovocitos en la muestra, se extrapoló el resultado a un gramo para estimar el total de éstos, y de acuerdo al peso conocido de la sección correspondiente se determinó el número aproximado de ovocitos; al

acumular los resultados se obtuvo el total de ovocitos presentes en cada gónada, así como el diámetro promedio de éstos por sección.

Para la relación de los valores de fecundidad, peso gonadal y diámetro de ovocitos se utilizó la ecuación: $Y = a + bW$ utilizando una calculadora CASIO FX-602P.

Indice gonadal. Máximo 65.4, mínimo 35.8, promedio 47.6 por ciento.

Fecundidad. La fecundidad mínima y máxima fue 2.05 a 7.7×10^6 ovocitos de 206 micras de diámetro promedio. El promedio de ovocitos por gramo fue 0.155×10^6 (Tabla 1).

Abulón azul, H. fulgens (septiembre de 1984).

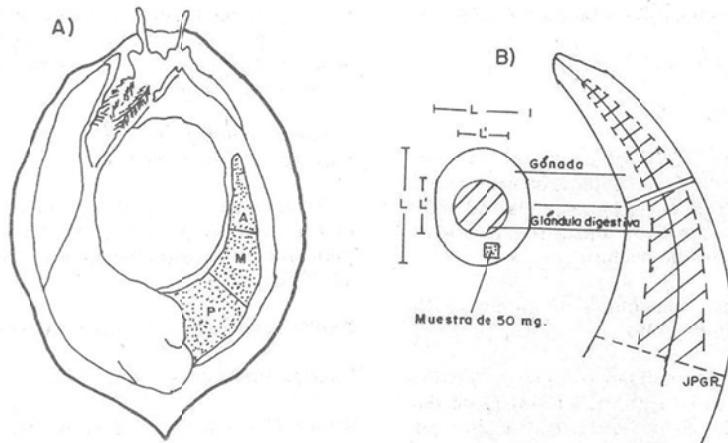


FIG. 2 A) ESQUEMA DE ABULON DESCONCHADO MOSTRANDO LAS SECCIONES DE LOS CORTES ANTERIOR, MEDIO Y POSTERIOR (A, M, P) DE LA GONADA

B) PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL INDICE GONADAL Y OBTENCION DE LA MUESTRA PARA FECUNDIDAD.

RESULTADOS

Abulón azul, H. fulgens (junio de 1982).

Total de organismos muestreados: 225

Hembras: 134, Machos: 74, Sexo no definido: 17

Proporción de sexo: 1:1.8 hembra

Muestras colectadas: 7

Madurez sexual. No se abarcaron tallas menores puesto que el muestreo procede de la captura comercial. En el intervalo 130-139 mm. se inicia la determinación del grado de maduración respecto a la escala empleada y donde la madurez resulta evidente en el intervalo 150-159 mm. Del resultado se desprende que el 19.2 por ciento es abulón sexualmente maduro.

Total de organismos muestreados: 200

Hembras: 104, Machos: 87, Sexo no definido: 9

Proporción de sexo: 1 : 1.2 hembra

Muestras colectadas: 41.

Madurez sexual. En este caso los organismos proceden de muestreos realizados durante los trabajos de prospección y evaluación cuantitativa de bancos abuloneros de Isla de Cedros, B.C., abarcándose tallas desde 65 a 203 mm., pero desde el intervalo 110-119 mm. se inicia la determinación del grado de maduración. En 130-139 mm. la madurez sexual resulta evidente y el 43 por ciento correspondió a abulón sexualmente maduro.

Indice gonadal. Máximo 76.3, mínimo 4.2, promedio 50.1 por ciento.

Fecundidad. La fecundidad mínima y máxima fue 0.08 a 21.7×10^6 ovocitos de 209 micras de diámetro promedio y el promedio de ovocitos por gramo fue 0.187×10^6 (Tabla 1).

Abulón azul, *H. fulgens* (junio de 1985).

Total de organismos muestreados: 145

Hembras: 93 Machos: 42 Sexo no definido: 10

Proporción de sexo: 1:2.7 hembra

Muestras colectadas: 11.

Madurez sexual. En el intervalo 140-149 mm. se empiezan a definir los estadios de maduración y donde es evidente se inicia desde los 150-159 a 180-189 mm. Se considera que el 18.5 por ciento es abulón sexualmente maduro.

Indice gonadal. Máximo 77.6, mínimo 41.6 promedio 64.6 por ciento.

Fecundidad. Fecundidad mínima y máxima 1.38 a 5.84×10^6 ovocitos de 219 micras de diámetro promedio. El promedio de ovocitos por gramo fue 0.133×10^6 (Tabla 1).

Abulón amarillo, *H. corrugata* (junio de 1982).

Total de organismos muestreados: 144

Hembras: 68, Machos: 74, Sexo no definido: 2

Proporción de sexo: 1:1.09 machos

Muestras colectadas: 24

Madurez sexual. Desde la talla 110-119 mm. se definen estadios de madurez y a partir de 120-129 mm. se evidencian abulones maduros. Aproximadamente el 70.3 por ciento fue abulón sexualmente maduro.

Indice gonadal. Máximo 76.9, mínimo 43.8, promedio 59.6 por ciento.

Fecundidad. Fecundidad mínima y máxima 2.16 a 19.39×10^6 ovocitos de 215 micras de diámetro promedio. El promedio de ovocitos por gramo fue 0.197×10^6 (Tabla 1).

Abulón amarillo, *H. corrugata* (septiembre de 1984).

Total de organismos muestreados: 92

Hembras: 44, Machos: 35, Sexo no definido: 13

Proporción de sexo: 1:1.2 hembra

Muestras colectadas: 15

Madurez sexual. Desde el intervalo 100-109 mm. se definen estadios de madurez y a partir de 120-129 mm. se evidencian abulones maduros. Aproximadamente el 27.2 por ciento es abulón sexualmente maduro.

Indice gonadal. Máximo 73.1, mínimo 4.9, promedio 48.2 por ciento.

Fecundidad. Fecundidad mínima y máxima: 0.20 a 11.56×10^6 ovocitos de 218 micras. El promedio de ovocitos por gramo fue de 0.172×10^6 (Tabla 1).

Abulón amarillo, *H. corrugata* (junio de 1985).

Total de organismos muestreados: 11.

Hembras: 6, Machos: 3, Sexo no definido: 2

Proporción de sexo: 1:2 hembras

Muestras colectadas: 1

Madurez sexual. Desde el intervalo 140-149 mm. se definen estadios de maduración y en este mismo la madurez resulta evidente. Aproximadamente el 18.2 por ciento fue abulón sexualmente maduro.

Indice gonadal. Organismo único con 56.5 por ciento.

Fecundidad. 1.34×10^6 ovocitos de 220 micras de diámetro promedio y 0.115×10^6 como el promedio de ovocitos por gramo (Tabla 1).

La relación fecundidad, peso gonadal y diámetro de ovocitos se presenta en la tabla 2 y en las figuras de la 3 a la 7 para ambas especies, encontrándose una relación directamente proporcional entre el peso gonadal y la fecundidad.

CONCLUSIONES

A partir de un total de 829 organismos muestreados

**TABLA 1. MADUREZ SEXUAL, INDICE GONADAL Y FECUNDIDAD EN ABULON *Haliotis* spp
DE ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA**

MADUREZ SEXUAL				INDICE GONADAL					
Abulón Especie	Fecha de colección	Total del muestreo	Hembras y Machos sexualmente maduros (%)	Total de muestras	Talla (mm) Máx.	Talla (mm) Mín.	Indice gonadal % Máx.	Indice gonadal % Mín.	Indice gonadal % Prom.
Azul	Jun 1982	225	19.2	7	182	152	65.4	35.8	47.6
Azul	Jun 1985	145	18.5	11	172	153	77.6	41.6	64.6
Azul	Sep 1984	200	43.0	41	200	91	76.3	4.2	50.1
Amarillo	Jun 1982	144	70.3	24	186	134	76.9	43.8	59.6
Amarillo	Jun 1985	11	18.2	1	142				56.5
Amarillo	Sep 1984	92	27.2	15	167	76	73.1	4.9	48.2
Negro	Jun 1985	12	41.6	2	134		70.3	59.4	64.9
Total:		829		101					

FECUNDIDAD							
Abulón Especie	Mes Año	Total de muestras	Talla (mm) Máx.	Talla (mm) Mín.	Diámetro promedio ovocitos (Micra)	Promedio de ovocitos por gramo (n)	Fecundidad ($\times 10^6$) Máx. Mín. Prom.
Azul	Jun 82	7	182	166	208	0.155	7.70 2.05 5.16
Azul	Jun 85	11	172	153	219	0.133	5.84 1.38 3.34
Azul	Sep 84	36	200	111	209	0.187	21.72 0.08 7.24
Amarillo	Jun 82	24	186	134	215	0.197	19.39 2.16 10.40
Amarillo	Jun 85	1	142		220	0.115	
Amarillo	Sep 84	11	167	120	218	0.172	11.56 0.20 3.75
Negro	Jun 85	2	134		220	0.122	4.48 1.73 3.10
Total:		92					

dos en la Isla de Cedros, B. C., se obtuvo un total de 101 vísceras de abulón hembra; los meses considerados fueron junio de 1982, junio de 1985 y septiembre de 1984.

Madurez sexual. El porcentaje de abulón sexualmente maduro más elevado se encontró en junio de 1982 en abulón amarillo (70.3), último mes de la temporada de captura comercial; en

TABLA 2. RELACION FECUNDIDAD, PESO GONADAL $F = a + bW$

Especie	Fecha	a	b	r	n
Azul	Junio 1982	- 0.21	0.16	0.89	7
Azul	Sept 1984	- 0.50	0.21	0.97	36
Azul	Junio 1985	- 0.60	0.16	0.90	11
Amarillo	Junio 1982	- 0.43	0.20	0.94	24
Amarillo	Sept 1984	- 0.38	0.22	0.98	10

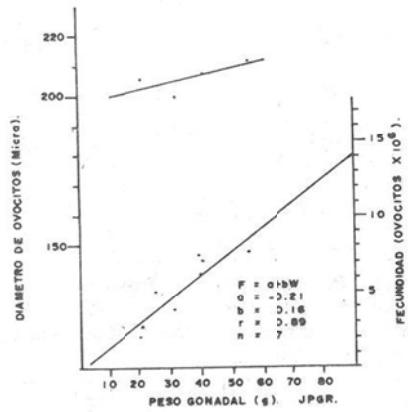


FIG. 3 RELACION FECUNDIDAD, PESO GONADAL Y DIAMETRO DE OVOCITOS EN ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* DE ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA, DURANTE JUNIO DE 1982.

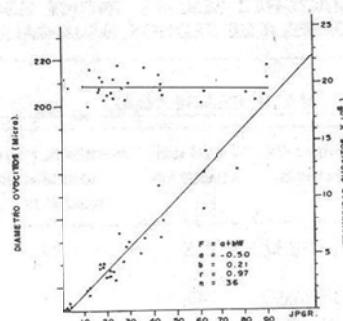
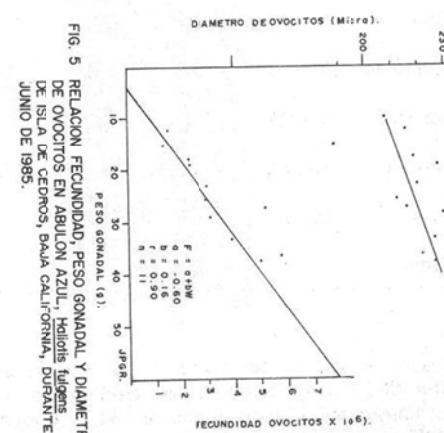


FIG. 4 RELACION FECUNDIDAD, PESO GONADAL Y DIAMETRO DE OVOCITOS EN ABULON AZUL, *Haliotis fulgens* DE ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA, DURANTE SEPTIEMBRE DE 1984.



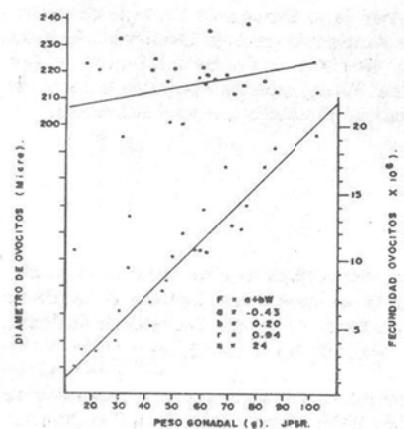


FIG. 6 RELACION FECUNDIDAD, PESO GONADAL Y DIAMETRO DE OVOCITOS EN ABULON AMARILLO, *Haliotis corrugata* DE ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA DURANTE JUNIO DE 1982.

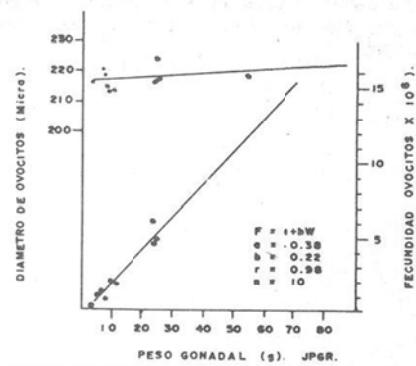


FIG. 7 RELACION FECUNDIDAD, PESO GONADAL Y DIAMETRO DE OVOCITOS EN ABULON AMARILLO, *Haliotis corrugata* DE ISLA DE CEDROS, B.C. DURANTE SEPTIEMBRE DE 1984.

tanto que para abulón azul para ese mismo mes y año, el 19.2 por ciento fue abulón sexualmente maduro. Durante septiembre de 1984, el abu-

lón azul superó en 43 por ciento al amarillo (27.2).

Indice gonadal. Tanto en abulón azul como en el amarillo los valores máximos del índice gonadal se encuentran en junio de 1982 y en junio de 1985 (77.6 y 76.9 por ciento).

Fecundidad. La fecundidad mínima y máxima para el abulón azul fue de 0.08 a 21.7×10^6 ovocitos de 209 micras de diámetro promedio durante septiembre de 1984 y para el amarillo fue 0.20 a 19.4×10^6 ovocitos de 218 y 215 micras promedio en septiembre de 1984 y junio de 1982, respectivamente.

En abulón azul, el promedio de ovocitos por gramo más elevado se encontró en septiembre: 0.187×10^6 ovocitos y en el amarillo: 0.197×10^6 ovocitos durante junio de 1982.

Aunque los meses considerados en el trabajo corresponden a diferentes años de colecta, ya que no fue posible abarcar como sería lo recomendable aquellos meses de mayor desarrollo gonadal dentro de un mismo año, es posible por lo pronto señalar que durante junio de 1982 las estimaciones tanto del índice gonadal como de fecundidad máxima, las tiene el abulón amarillo y, para septiembre de 1984, es el abulón azul el que presenta los valores más altos (IG = 76.3 por ciento; fecundidad = 21.7×10^6) con relación al amarillo (IG = 73.1 por ciento; fecundidad = 11.5×10^6).

Todo parece indicar que el abulón amarillo madura más pronto que el azul. Al comparar los resultados obtenidos de junio 1982, septiembre 1984 y noviembre 1975 (este último señalado por Ortiz *et al.*, *op. cit.*), se observa que las estimaciones máximas de fecundidad para abulón amarillo disminuyen de junio a noviembre (19.4 , 11.5 y 10.9×10^6 ovocitos). En cambio para el abulón azul, la fecundidad máxima aumenta de junio 1982 a septiembre 1984 (7.7 a 21.7×10^6 ovocitos). Esta última estimación resulta ser el valor de fecundidad más alto registrado para las especies de abulón de la Isla de Cedros, Baja California.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los compañeros del Proyecto Abulón-Langosta del Centro Regional de

Investigación Pesquera que participaron en la colecta del material utilizado en este trabajo y de igual manera al Biól. René Luis Aguilar Vázquez por su apoyo en el muestreo y colectas de material en Isla de Cedros; a Fernando López Salas por el dibujo de figuras que ilustran el texto y a

las pasantes de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Baja California: Angélica Bastidas, María de Jesús Santos Pizarro y Ana Elsi Ulloa Pérez, quienes apoyaron durante su servicio social el trabajo que aquí se presenta.

LITERATURA CITADA

- González, A. J.G. y M. Ortiz Q. 1986. Estudios sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en abulón negro, *Haliotis cracherodii* (Mollusca: Gasterópoda) a partir de muestras colectadas en la Isla de Cedros, Baja California, en junio de 1982. Secretaría de Pesca; Instituto Nacional de la Pesca; Cent. Reg. de Inv. Pes. Contrib. Biol. y Tecnol. Pes. Doc. Téc. Inf. No. 1:54-72.
- Guzmán del Proo, S.A.; V. Marín A. y C. Castro A. 1976. Estructura y abundancia de la población de abulón (*Haliotis spp.*) de Baja California en los años 1968, 1970. Mem. Simp. Recs. Pes. Mas. de México Ensenada; SIC; Subsría. Pesca; Inst. Nal. de Pesca: 219-278.
- Ino, T. and K. Harada. 1961. On the spawning of abalone in the vicinity of Ibaragi Prefecture. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.; Bull. 31: 275-281.
- Molina, M.J. 1983. Estimaciones de fecundidad en *Haliotis rufescens* de El Bajo, Bahía Rosario, Baja California. Ciencia Pesquera; Inst. Nal. Pesca; Sría. Pesca. México (4): 77-95.
- Ortiz, Q.M., J. Camacho A. y T. Muñoz L. 1976. Notas sobre fecundidad en abulón amarillo, *Haliotis corrugata*. Mem. 1er. Simp. Recs. Pes. Mas. de México. Ensenada, SIC; Subsría Pesca; Inst. Nal. de Pesca.
- Ortiz, Q.M. y J.G. González A. 1986. Notas sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en tres especies de abulón *Haliotis spp.* (Mollusca: Gasterópoda) a partir de colectas en El Rosario, Islotes Benitos y Bahía Asunción, Baja California. Sría. Pesca; Ins. Nal. de la Pesca; Cent. Reg. de Invest. Pes. Contrib. Biol. y Tecnol. Pes. Doc. Téc. Inf. No. 1:17-41.

CARACTERISTICAS DEL ZOOPLANCTON DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA

Luis Clemente Jiménez Pérez*

RESUMEN

Se analiza la estructura del zooplancton de los sistemas costeros de la Bahía de Todos Santos, Baja California. La estructura del zooplancton de la Bahía es dominada por *Acartia tonsa* durante las estaciones de primavera y verano, pero durante el otoño e invierno son desplazados por otras poblaciones de copépodos. En el Estero de Punta Banda el zooplancton es dominado por *Acartia californiensis*. El problema del mantenimiento de las poblaciones de *A. californiensis* dentro del estero es analizado.

La estructura y niveles de abundancia de zooplancton en la dársena portuaria fue similar al detectado en la bahía, aunque ocasionalmente se registran cambios estructurales que parecen estar relacionados con la contaminación del agua y fondo.

ABSTRACT

The zooplankton structure of the coastal system in Todos Santos Bay, Baja California is analized. The zooplankton structure of the bay is dominated by *Acartia tonsa* in the spring and summer seasons, but during autumn and winter conditions, other populations increases their abundances. In the Estero of Punta Banda, the zooplankton structure is characterized by the dominance of *Acartia californiensis*. The maintenance of *A. californiensis* populations within the Estero is analized.

The zooplankton structure and abundance of the dock's area was similar with the zooplankton structure and abundance of the Bay although occasionally, structural changes that seems to be related with water and bottom population are registered.

* Estación de Investigación Oceanográfica de la Secretaría de Marina, Ensenada, B.C.

INTRODUCCION

Desde principios de 1982 se ha venido estudiando el zooplancton regional con el objetivo de describir sus principales características estructurales, así como determinar sus posibles relaciones con las variables ambientales. Durante este período se han investigado las variaciones mensuales del zooplancton de la Bahía de Todos Santos y del Estero de Punta Banda y se ha analizado la variabilidad de corto período del zooplancton en el estero. En la dársena del puerto de Ensenada, se han investigado los posibles efectos de la contaminación de sus aguas y fondo sobre las comunidades del zooplancton. En este estudio se hace un análisis general de los resultados más sobresalientes obtenidos en los diferentes estudios.

ZOPLANCTON DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS

Se realizó un estudio anual-mensual a lo largo de una línea hidrográfica de cinco estaciones (Fig. 1), durante marzo de 1986 a marzo de 1987.

Para determinar los cambios espacio-temporales de la densidad del zooplancton, en cada estación se recolectaron muestras de éste mediante lances verticales desde 10 m. de profundidad a la superficie, utilizando una red cónico-cilíndrica de 40 cm. de diámetro de boca y 300 micras de luz de malla y, para terminar los rangos de variación temporal de la biomasa del zooplancton, se hizo un arrastre mensual superficial en la estación 5. Además se realizaron mediciones de los valores de salinidad y temperatura de las aguas de 10 m. de profundidad.

Se detectaron 21 taxas de copépodos de los cuales 16 fueron identificados a nivel de especies, tres a nivel de género y dos a nivel de sub-orden (organismos meio-bentónicos).

La composición taxonómica del zooplancton presentó dos agrupaciones faunísticas a lo largo del año, la primera durante primavera y verano, que se vio dominada por *Acartia tonsa* y la segunda, durante otoño e invierno, la cual se caracterizó por el incremento de las poblaciones de *Paracalanus parvus* y *Corycaeus anglicus* (Fig. 2), así como por la presencia de organismos de tendencia oceánica, característica de hábitat tropicales (*Mecynocera clausi* y *Pleuromamma gracilis*).

Los valores de biomasa y densidad total del

zooplancton mostraron un patrón similar, a pesar de representar dos estrategias de muestreo diferentes, indicando que las variaciones mensuales detectadas fueron reales y no producto del tipo de distribución espacial del mismo zooplancton (Figs. 2a y 2b). El zooplancton aumentó durante los meses de primavera y verano y disminuyó durante los meses de otoño-invierno con un ligero incremento en el mes de noviembre. El valor alto de la biomasa de zooplancton de febrero representó la detección de un parche superficial diurno, que fue reportado por Jiménez Pérez *et al.* (en revisión).

Las fluctuaciones de la salinidad del agua fueron mínimas, mientras que la temperatura registró un incremento gradual durante los meses de primavera y verano y una disminución ligeramente más rápida durante los meses de otoño e invierno (Fig. 2c). Ambos parámetros mostraron poca relación con las fluctuaciones de la abundancia del zooplancton.

ZOPLANCTON DEL ESTERO DE PUNTA BANDA

Se investigaron las variaciones mensuales del zooplancton del Estero de Punta Banda bajo condiciones de primavera y verano de 1985, haciendo arrastres superficiales con una red de 300 micras de luz de malla y se determinaron los rangos de la variación espacio-temporal de la salinidad y temperatura del agua superficial.

Los valores de abundancia casi siempre fueron menores de 10,000 ind/m³ con excepción del mes de junio cuando se detectó una densidad promedio de 16,000 ind/m³ (Fig. 3a). Los valores de salinidad y temperatura aumentaron hacia el interior del estero en todos los muestreos, alcanzando sus valores máximos durante los meses de verano (Figs. 3b y 3c).

Durante los seis meses muestreados se registró una clara dominancia del copépodo calanoide *Acartia californiensis*, contrastando con la dominancia de *A. tonsa* en el resto de la Bahía. Estos resultados sugieren que las poblaciones de *A. californiensis* se mantienen dentro del Estero de Punta Banda, a pesar de las altas tasas de renovación de sus aguas por los cambios de las mareas.

Entre los mecanismos que se han planteado para explicar el mantenimiento de poblaciones en sistemas estuarinos, se han incluido las migra-

ciones verticales y laterales (Cronin *et al.*, 1962), así como el desarrollo de tasas reproductivas adecuadas que permitan sustituir las fracciones de las poblaciones que son expulsadas por el flujo de mareas (Barlow, 1955).

Para determinar las posibles relaciones entre las variaciones de abundancia de *A. californiensis*, salinidad y temperatura del agua y los cambios de marea, se hizo una serie de tiempo de dos días en la cual se tomaron muestras de zooplancton mediante arrastres verticales desde el fondo hasta la superficie. En la figura 4 se observa que las variables salinidad y temperatura del agua no mostraron ninguna relación clara con la abundancia de *A. californiensis* a pesar de que los valores más altos de la abundancia ocurrieron durante los períodos de bajamar o alta mar y los valores más bajos se detectaron durante los cambios de marea.

Esta señal podría ser de gran significancia en el mantenimiento de las poblaciones de *Acartia californiensis* dentro del estero, dependiendo del tipo de circulación de las aguas, pues si el tipo de circulación es estuarino y las poblaciones de *A. californiensis* migran hacia el fondo durante los cambios de marea, podrían evitar ser sacados del estero por el flujo de las mareas aunque también es posible que las poblaciones de *A. californiensis* puedan utilizar la estrategia reproductiva citada por Barlow (*op. cit.*). En el estado actual del conocimiento de la ecología del zooplancton local, no ha sido posible determinar cuál de estos mecanismos es utilizado por las poblaciones del estero, aunque podría ser que ambos co-ocurran.

ZOOPLANCTON DE LA DÁRSENA PORTUARIA

En muestreos preliminares realizados en 10 estaciones ubicadas dentro de la dársena portuaria se han identificado 21 especies de copépodos holoplánctonicos y nueve géneros de copépodos harpacticoides meiobentónicos.

Los resultados de los análisis indican que la composición faunística del zooplancton es similar a la detectada en el resto de la Bahía de Todos Santos, por presentar una clara dominancia de *Acartia tonsa* y *Labidocera trispinosa* así como *Corycaeus anglicus*, pero se ha caracterizado por la presencia ocasional de los copépodos harpacticoides meiobentónicos *Phyllopodopsyllus* sp., *Thalestris* sp. y *Zaus* sp. que han mostrado tenden-

cias a aumentar sus poblaciones hacia el interior de la dársena (Fig. 5a). Estos resultados hicieron pensar en un posible efecto a la contaminación de la dársena sobre las comunidades de zooplancton, pues Peres (1980) señala que en zonas portuarias contaminadas por materia orgánica, especies típicamente bentónicas escapan de los fondos pobres en oxígeno y se mantienen formando parte del plancton; sin embargo, en el estado actual de nuestras investigaciones, no ha sido posible determinar con certeza la magnitud del impacto de la contaminación de la dársena sobre las comunidades zooplánctonicas, ya que muestreos posteriores han mostrado que estos patrones de distribución espacial no son permanentes.

También se ha encontrado que las especies de tamaño relativamente grande como *C. pacificus* y las del género *Labidocera* tienden a estar ausentes o a disminuir su abundancia hacia la parte interna de la dársena (Fig. 5b), indicando otro posible efecto de la contaminación debido a que la tendencia común más importante en ambientes moderadamente contaminados es la dominancia de poblaciones de pequeño tamaño como los géneros *Acartia*, *Oithona*, *Temora* y *Pseudocalanus*. La explicación a este fenómeno parece estar relacionada a los ciclos de vida y los procesos de competencia, pues se han propuesto que las especies de tamaño pequeño tienen ciclos de vida característicos que les permiten aumentar sus poblaciones durante el tiempo en que ocurren las perturbaciones y se debe a que son liberadas de interacciones competitivas con las especies más grandes (Gray, 1982).

CONCLUSIONES

La Bahía de Todos Santos está habitada por un número relativamente pequeño de especies que pueden ser caracterizadas como abundantes.

La constante presencia de *Acartia tonsa* y *Paracalanus parvus* en las aguas de la bahía, indica la naturaleza transicional costera de la fauna planctónica de la zona.

Los cambios estacionales de temperatura del agua, principal factor del régimen hidrológico de la bahía no ejercen una marcada influencia en la abundancia y biomasa del zooplancton.

La abundancia diurna del zooplancton superficial de la Bahía de Todos Santos aumentó ligeramente con el inicio de la primavera y en un factor de ocho veces a finales de esta estación y durante los meses de verano, posiblemente debido

a los eventos de surgencia, los efectos de estos fenómenos persistieron hasta el mes de septiembre.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación del Ocean. Guillermo Martínez y del Biól. Fernando Molina en el desarrollo de las campañas de muestreo, así como a los Maestros en Ciencias Eduardo Millán y Manuel Mancilla por las facilidades otorgadas en la utilización de los datos de los parámetros físico-químicos generados en las áreas a su cargo.

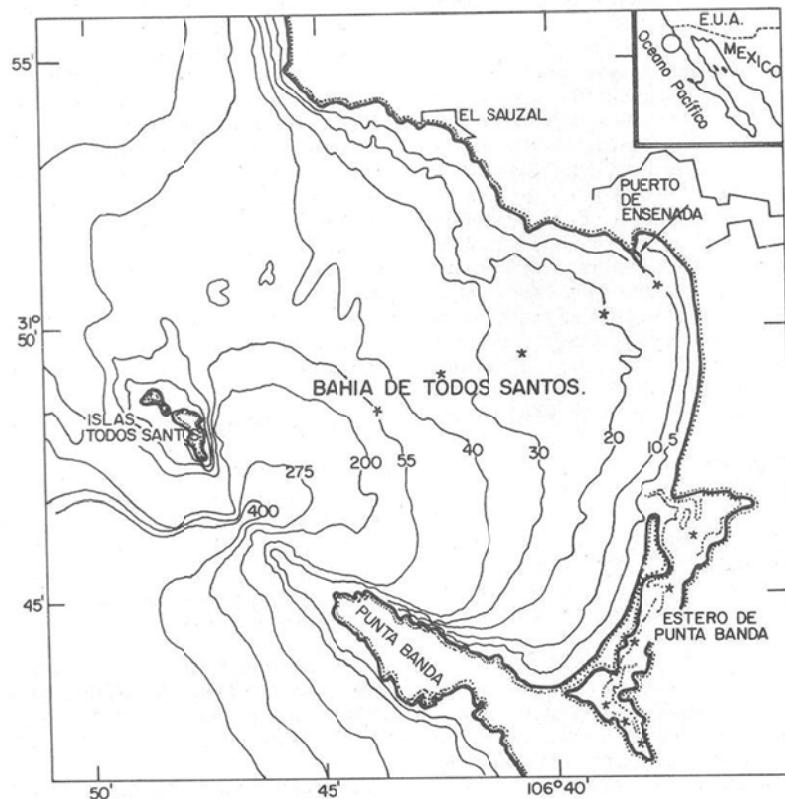


FIG. I LOCALIZACION DE LA BAHIA TODOS SANTOS Y EL PUERTO DE ENSENADA, B.C.

* Estaciones muestreadas

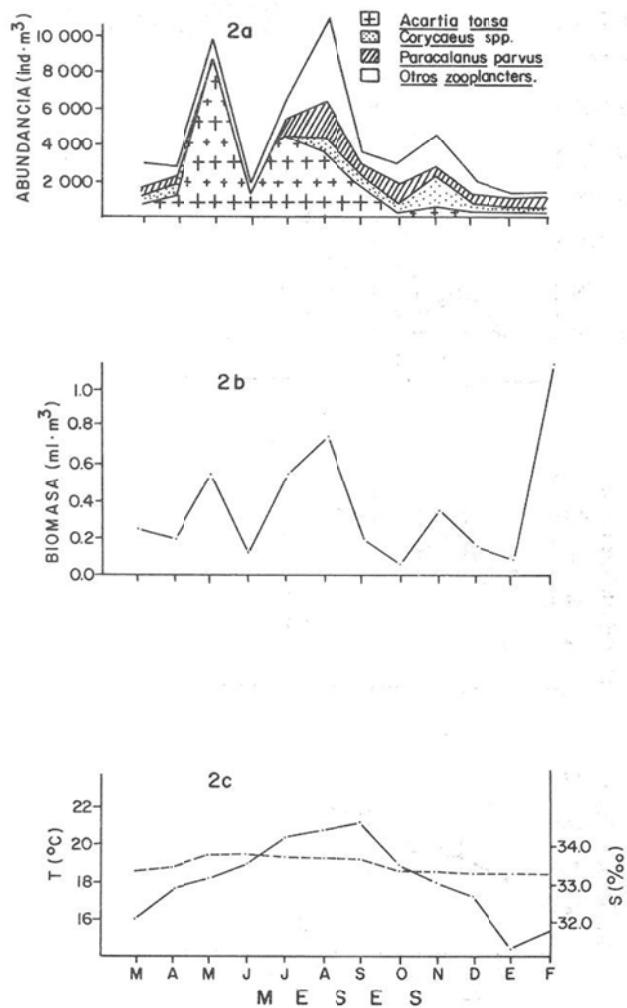


FIG. 2 VARIACIONES MENSUALES DE LA DENSIDAD (2a), BIOMASA DE ZOOPLANCTON (2b), TEMPERATURA Y SALINIDAD DE AGUA (2c) DE LA BAHÍA DE TODOS SANTOS.

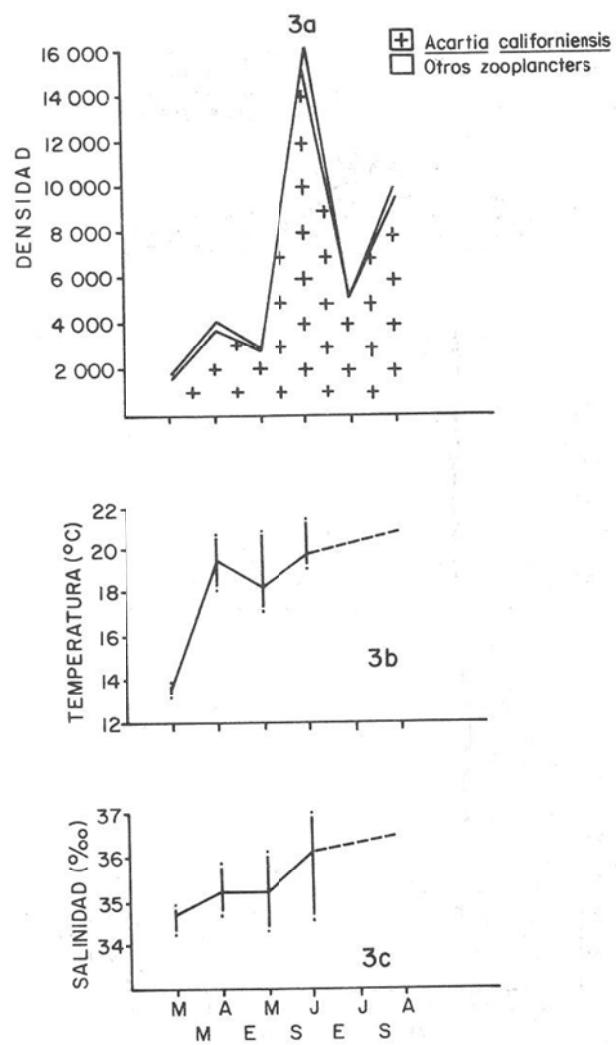


FIG. 3 VARIACIONES MENSUALES DE LA DENSIDAD DE ZOOPLANCTON (3a), TEMPERATURA (3b) Y SALINIDAD (3c) DEL AGUA SUPERFICIAL EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA.

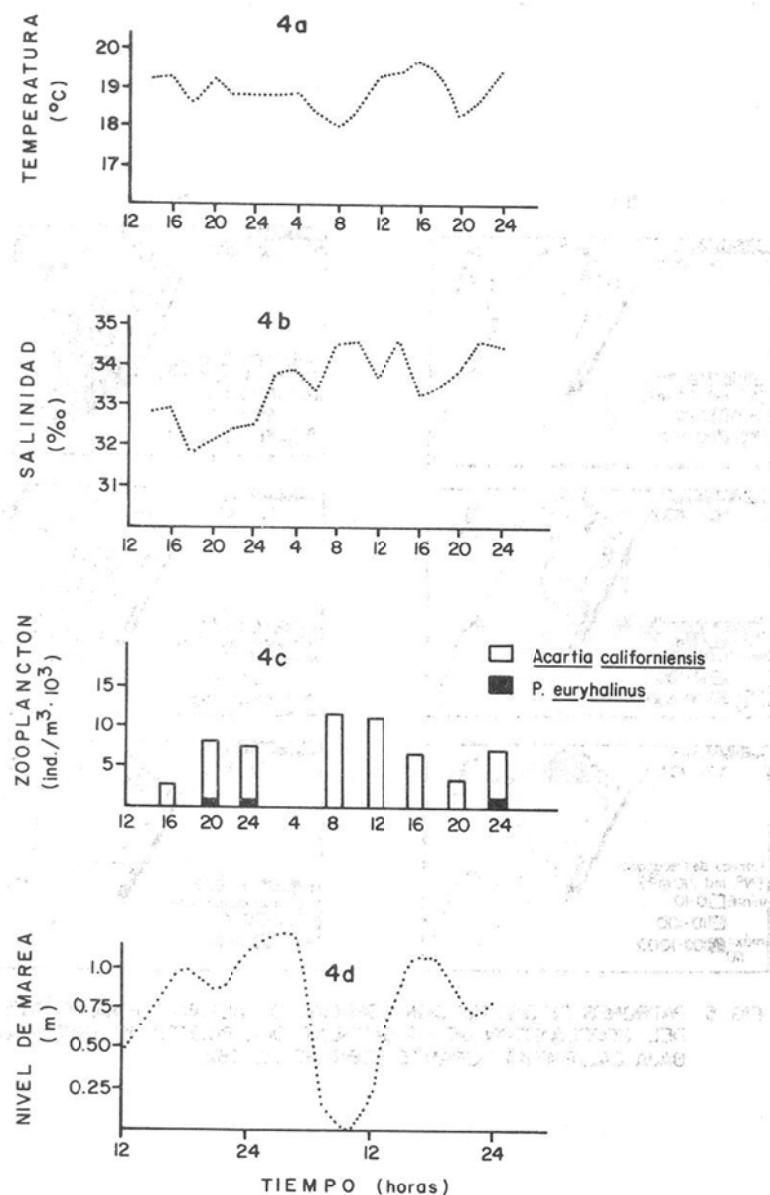


FIG. 4 VARIABILIDAD DE CORTO PERIODO DE LA TEMPERATURA (4a), SALINIDAD (4b) DEL AGUA, DE LA ABUNDANCIA DE ZOOPLANCTON (4c) Y NIVEL DE MAREA EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA

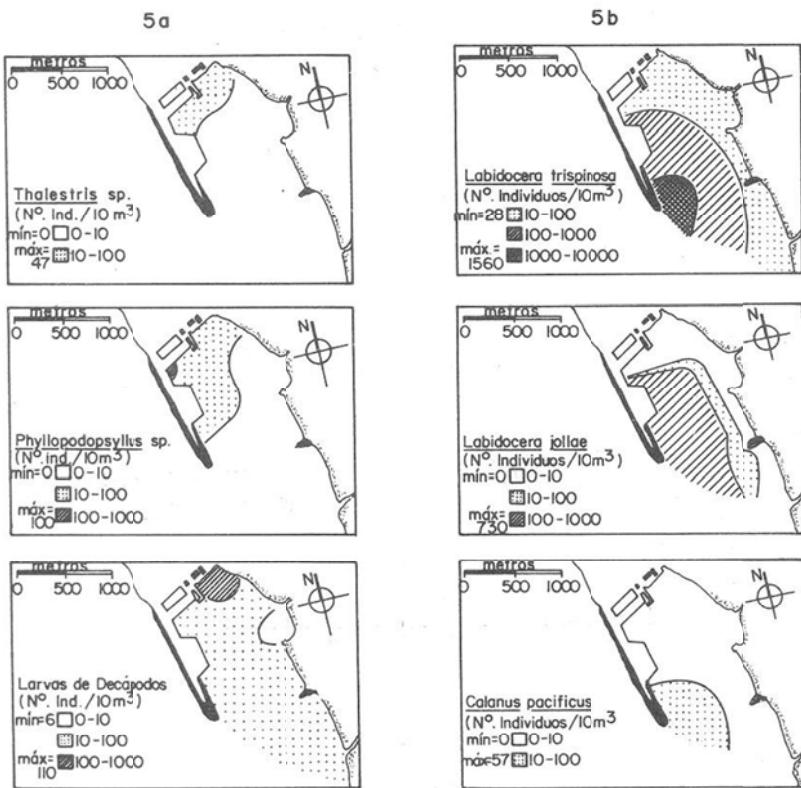


FIG. 5 PATRONES DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE ALGUNAS POBLACIONES DEL ZOOPLANCTON DE LA DARSENA DEL PUERTO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA DURANTE FEBRERO DE 1982.

LITERATURA CITADA

- Barlow, J.P. 1955. Physical and biological processes determining the distribution of zooplankton in a tidal estuary. Biol. Bull. 109: 211-225.
- Cronin, L.E., J.C. Daiber y E.M. Hulbert. 1962. Quantitative seasonal aspects of zooplankton in the Delaware River Estuary. Chesapeake SCI. 3: 63-93.
- Gray, S. 1982. Effects of pollutants on marine ecosystems. Neth. Jour. Sea Res. 16: 424-443.
- Jiménez Pérez, L.C., M. Mancilla Peraza y M.G. Martínez García. Agrupación superficial diurna de zooplancton en la Bahía de Todos Santos, B.C. Ciencias Marinas. 20 pp. (en revisión).
- Peres, J.M. 1980. Acción de los factores de polución sobre las comunidades pelágicas; polución y eutrofificación. En: La polución de las aguas marinas. Ed. Omega, Barcelona, 142-152 pp.

PATRONES DE VARIACION ESTACIONAL DEL VIENTO ALREDEDOR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Ricardo Troncoso Gaytán*

RESUMEN

Se presentan vectores del viento estacionales normales basados en siete años (1974 a 1980) de observaciones de viento en seis bases de radiosondeo a tres niveles de altura. También se presentan algunas series de tiempo formadas por promedios estacionales sucesivos de la rapidez del viento a cinco niveles. Las normales estacionales muestran que los vientos de altura son del oeste, excepto en verano, cuando vientos del este invaden la región del sur del golfo, enfrentándose a los vientos del oeste provenientes del Pacífico. En el nivel de superficie, para las bases costeras, el viento medio se dirige tierra adentro durante las cuatro estaciones del año; Isla Guadalupe presenta la mínima variación en la dirección, del NO y la máxima intensidad, mientras que la Isla Socorro presenta la mayor variabilidad en la dirección. Las series de tiempo estacionales muestran una alta periodicidad en los tres niveles superiores y una menor regularidad en los niveles inferiores, notándose además que la señal se presenta claramente modulada en la amplitud, sobre todo en los niveles más altos.

Se detectaron anomalías en la dirección y rapidez del viento en la Isla Socorro para la primavera y verano de los años de 1979 y 1980 observándose que los vientos del norte penetraron hasta Isla Socorro al menos en los niveles de superficie y 1,000 milibares (mb).

ABSTRACT

Normal seasonal wind vectors based on seven years (1974-1980) of observations in six upper air sounding stations at three height levels are presented. Also are presented some times series formed by successive wind speed seasonal averages at five levels. The seasonal normals shows that the upper level winds comes from the West, except in summer when East winds invade the southern region of the gulf facing to the west winds from the Pacific. For the coastal stations at the surface level, the mean wind is directed inland during the four seasons; Guadalupe Island shows the minimum variation in direction, from the NW and the maximum intensity, while Socorro Island shows the greatest direction variability. The seasonal time series shows great periodicity at the three upper levels and less regularity at lower levels, moreover is noted that the signal is clearly amplitude modulated first at all at the higher levels.

Anomalies in the wind direction and speed in Socorro Island at the lower levels during the springs and summers of the 1979 and 1980 years was detected. The northerly winds penetrated until here at the surface and 1,000 mb levels at least.

* Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada, B.C. Secretaría de Marina.

INTRODUCCION

La circulación atmosférica en el Golfo de California y sus cambios estacionales han sido poco tratados, ya que las mediciones directas sobre el Golfo son escasas. No obstante, ya Roden (1958) presenta a los vientos fluyendo a lo largo del eje del Golfo, hacia el sur en marzo y hacia el norte en julio, estando este patrón controlado por la posición de un sistema migratorio de baja presión localizado sobre el continente. Por otro lado, la extensión meridional del golfo permite que éste sea afectado por fenómenos de medias y bajas latitudes en el transcurso del año (Reyes *et al.*, 1984). Las masas de aire marítimo que arriban en invierno con los frentes polares a las costas del Pacífico de Baja California, se modifican al cruzar la cordillera de la Península llevando al Golfo alguna humedad (Reyes y Voguel, 1984). Las influencias tropicales de verano penetran desde el sur por la boca del Golfo hacia el norte y pueden llevar lluvias hasta los desiertos de Arizona y California (Hales, 1972).

AREA DE ESTUDIO

Se seleccionaron las bases de radiosondeo más cercanas al Golfo de California a fin de tener una secuencia de datos lo más completa y continua posible. Tres de las bases se encuentran al oeste del Golfo de la región del Océano Pacífico, una de ellas costera: San Diego (E.U.A.) y dos insulares: Isla Guadalupe e Isla Socorro. En el interior del Golfo se tienen dos bases en la costa continental del Golfo (Empalme y Mazatlán) y una al norte ya dentro del continente, en Tucson (E.U.A.).

MATERIAL Y METODOS

De los datos de radiosondeo se seleccionaron los de viento a cinco niveles de altura barométrica: nivel de superficie de 1,000, 850, 500 y 200 mb, obteniéndose 30 series de tiempo en total. Luego se procedió a dividir a las series en segmentos de tres meses cada uno de acuerdo al inicio y fin astronómico de las estaciones. Para cada segmento estacional se obtuvieron la rapidez media y las componentes 'u' y 'v' medias con las cuales se calculó la dirección media estacional.

Las desviaciones estándar de la rapidez variaron alrededor de un 50 por ciento de los valores medios. Después se promediaron entre sí los siete valores medios de cada estación, tanto para la

rapidez como para la dirección, obteniéndose así las medias estacionales normales para los siete años analizados. En este trabajo sólo se presentan parte de estos resultados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las normales estacionales del viento no son siempre realistas, ya que cuando la distribución de frecuencias de dirección del vector viento (rosas de los vientos, no mostradas) es bimodal, la media puede o no caer en una región de alta densidad, esto es, ser representativa en algún sentido. En nuestro caso, para Tucson al nivel de superficie (Figura 1) sólo la normal otoñal es representativa de la distribución real, el resto de las normales resultan localizadas entre dos modas más o menos opuestas en menos de 180 grados a lo largo del eje NO-SE aproximadamente, es decir, que hay vientos que soplan transversalmente a las normales en ambos sentidos. Este es el caso también para la normal primaveral en Isla Socorro para el nivel de superficie (Figura 1). Sólo en Isla Guadalupe las normales estacionales son completamente representativas de las distribuciones reales. Para el resto de las bases a este nivel, las normales suelen caer en medio de dos modas, muy cercanas, por lo que se aceptan como representativas.

Las normales de Empalme para invierno y verano apoya a la idea de la alternancia en la dirección de los vientos en el Golfo señalado por Roden (1958), ya que en invierno la normal se dirige hacia el SSE y en verano hacia el NE. Si bien estos vectores normales no apuntan en un sentido paralelo el eje del Golfo sí se encuentran dirigidos más al S en invierno y más al N en verano. Este comportamiento es más claro en el nivel de 1,000 mb (no mostrado). Para la Isla Guadalupe (Figura 1) las normales representan claramente una rama de retorno de la circulación de Hadley presente durante todo el año.

En Isla Socorro (Figura 1) durante invierno y otoño, los vientos del N penetran hasta aquí, si bien la dirección se muestra deflectada hacia el E con respecto a Isla Guadalupe, por lo que estos vientos pueden considerarse como alisios. Después durante primavera y verano, la circulación tropical desplaza a los alisios. El nivel de 850 mb (Figura 2) es el que presenta mayor variabilidad en la dirección entre estaciones y es más similar al comportamiento del nivel de 200 mb que al de superficie.

En los niveles de 850 y 200 mb, las medias estacionales son bastante realistas. En estos dos niveles (Figuras 2 y 3) se observa una invasión de vientos del E durante verano en las bases más australes. Además, para esta misma estación y las restantes bases, la normal se presenta deflectada hacia el N, aunque su dirección es del cuadrante O, lo cual ilustra el choque de dos corrientes opuestas, una del E que invade la región S del Golfo y otra del O desde el Pacífico que es desviada hacia el N.

Las series de promedios estacionales de la rapidez del viento muestran claramente el aumento de la misma con la altura (Figuras 4 y 5). Se observa que para los dos niveles inferiores, la regularidad en la ocurrencia de máximos y mínimos no es muy buena, mientras que para los tres niveles más altos se observa que la regularidad es más clara, y de hecho el comportamiento es periódico y modulado.

En los dos niveles inferiores, los valores máximos se presentan en primavera o verano generalmente y los mínimos presentan una ocurrencia más azarosa. Para los niveles superiores los máximos ocurren en invierno y los mínimos en verano. Para el nivel de superficie y 1,000 mb, San Diego (no mostrado) muestra la mayor regularidad, seguido de Tucson (no mostrado), Empalme y Mazatlán (no mostrado), siendo las más irregulares Isla Socorro y luego Isla Guadalupe (no mostrado).

Sólo hemos presentado dos series de promedios estacionales (Isla Socorro y Empalme), ya que para los niveles superiores el comportamiento es similar en todas las bases. Empalme (Figura 4) presenta cierta regularidad en los dos niveles inferiores y la modulación que muestra en los tres niveles más altos es similar para el resto de las bases, excepto Isla Socorro (Figura 5), en donde para los primeros dos años aparecen fuertemente amortiguados los promedios de invierno, prima-

vera y verano. Se hace notar que para Mazatlán en el nivel de 200 mb, la modulación parece ser la mínima.

Durante las primaveras y veranos de los años de 1979 a 1980 los vientos del N penetraron hasta Isla Socorro en los niveles de superficie y 1,000 mb, desplazando a la circulación tropical típica de estas estaciones (Figura 1). Además, la rapidez en las series estacionales fueron las menores para estos años (Figura 5). El número de sistemas tropicales (depresiones, tormentas y huracanes) disminuyó durante estos años con respecto a los anteriores (vide Baum, 1976, Gunter, 1977, 1978, 1979, 1980 y 1981).

CONCLUSIONES

Las normales estacionales muestran de una manera realista en la mayoría de los casos considerados, a los vientos dominantes para cada estación del año e ilustran diferentes condiciones dentro y fuera del Golfo, así como las influencias que puede recibir. Por otro lado, las series de promedios estacionales muestran una fuerte modulación en la amplitud de la señal estacional, más clara en los niveles superiores pero no ausente en los inferiores aunque de otra naturaleza. Las anomalías detectadas en Isla Socorro no concuerdan con una intensificación de los vientos del N sino con un menor número de sistemas tropicales para los años de 1979 y 1980 en el Pacífico Tropical Nor-oriental.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la excelente disposición y apoyo del M.C. Sergio Reyes Coca en la elaboración y crítica del presente trabajo. Así también a la secretaria Gabriela Cuéllar Ramírez por haber mecanografiado el presente trabajo.

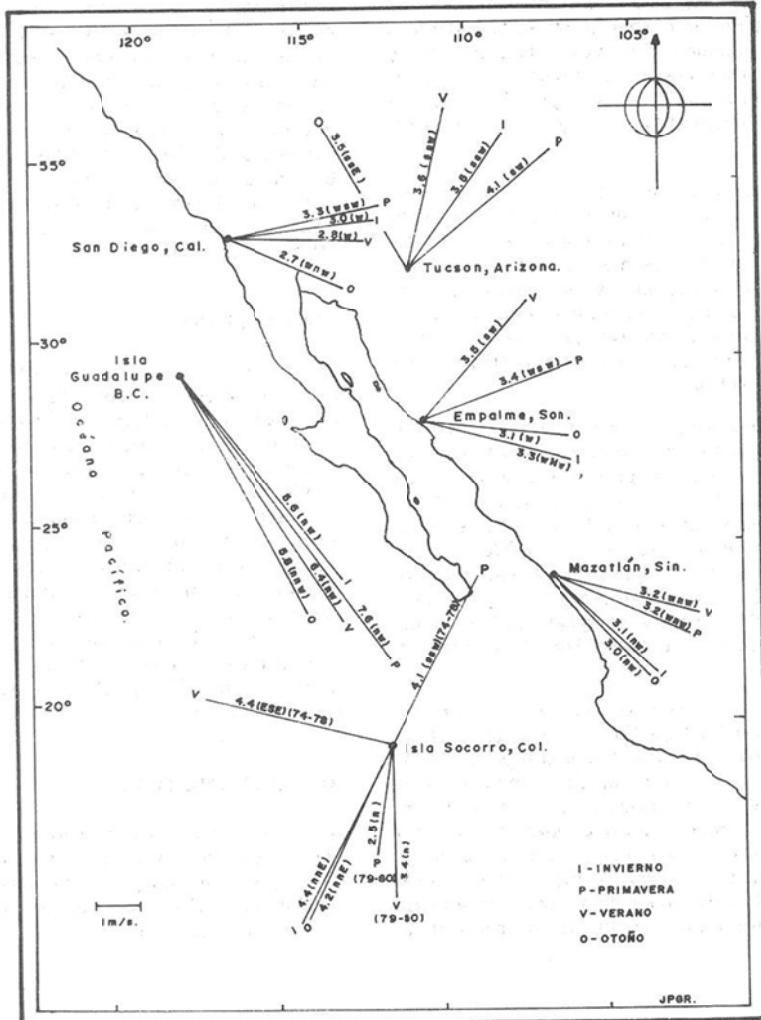


FIG. I PROMEDIOS ESTACIONALES NORMALES DEL VIENTO (1974-1980).

NIVEL DE SUPERFICIE

El número cerca al vector velocidad indica su magnitud en m/s y se da junto, también, la dirección de donde viene el viento.

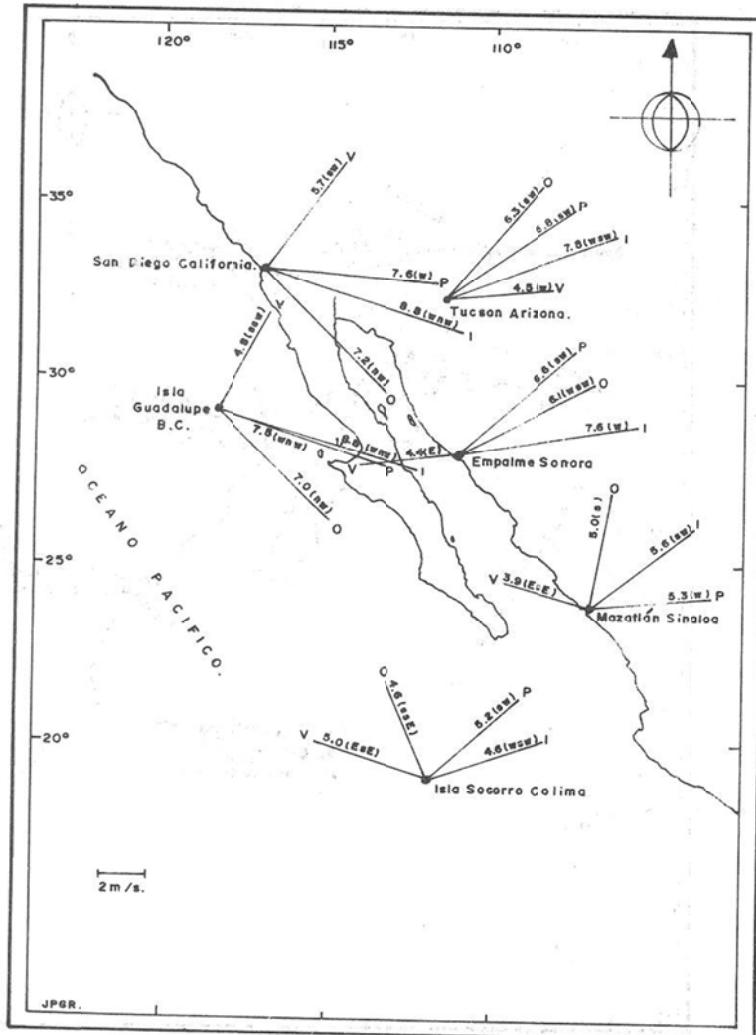


FIG. 2 PROMEDIOS ESTACIONALES NORMALES DEL VIENTO.
NIVEL DE 850 MB

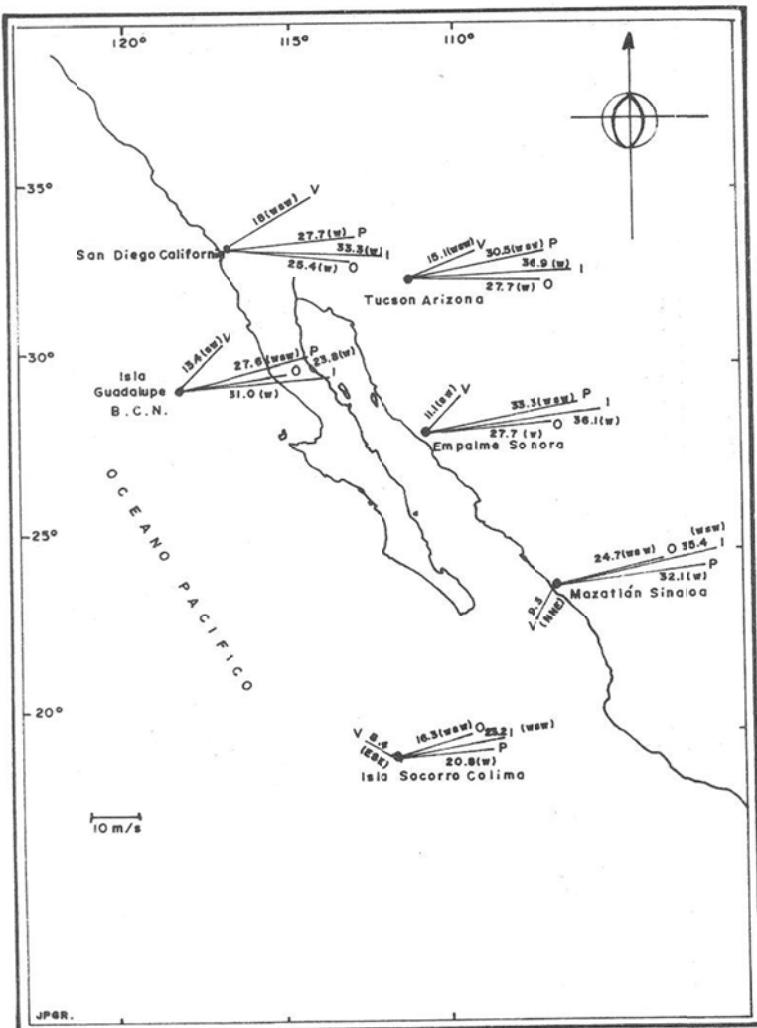


FIG. 3 PROMEDIOS ESTACIONALES NORMALES DEL VIENTO.
NIVEL DE 200 MB.

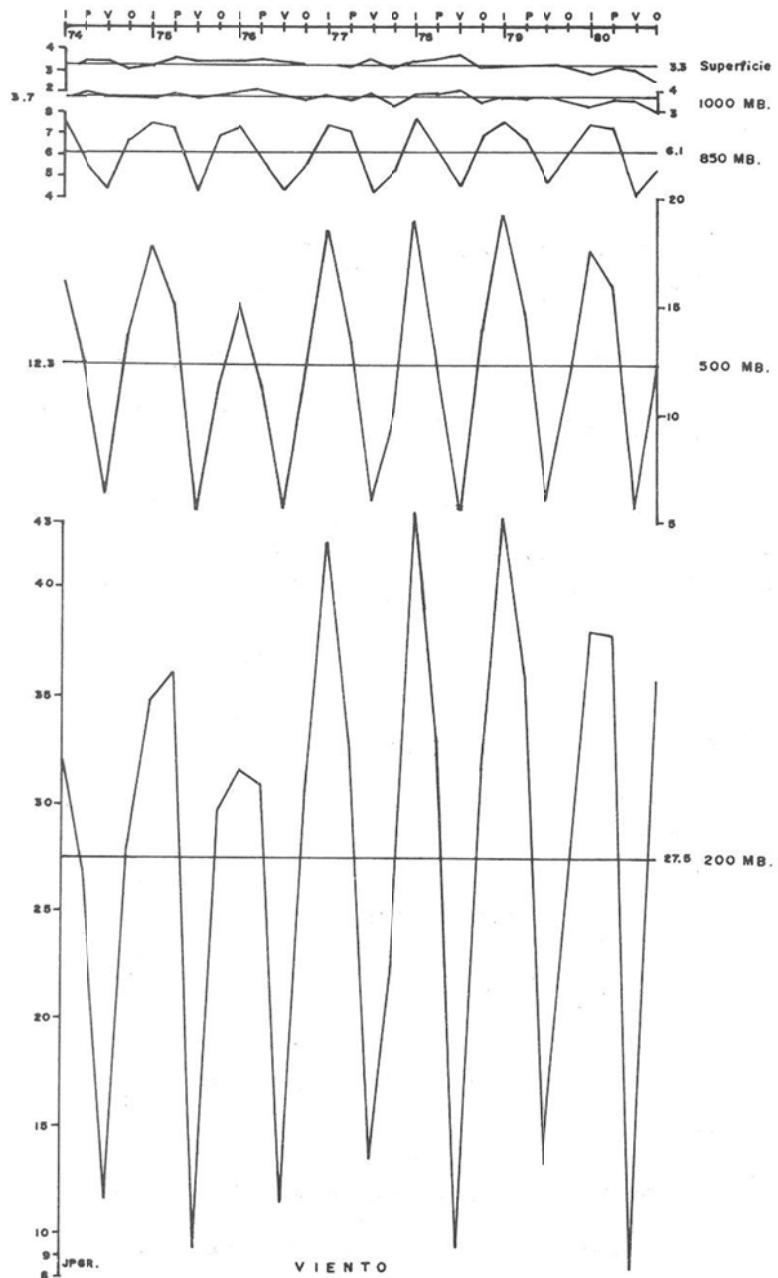


FIG. 4 RAPIDEZ ESTACIONAL PROMEDIO PARA 7 AÑOS
EMPALME
(Rapidez en m/s, la linea horizontal corresponde a la media total)

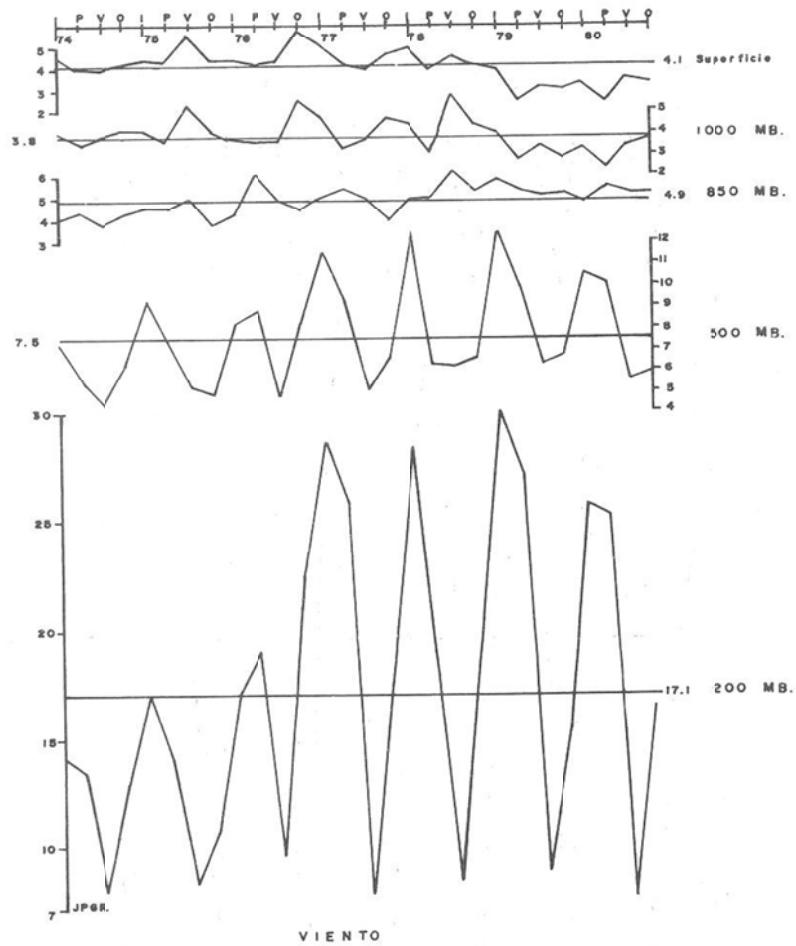


FIG. 5 RAPIDEZ ESTACIONAL PROMEDIO PARA 7 AÑOS

I. SOCORRO

(Rapidez en m/s, la línea horizontal corresponde a la media total)

LITERATURA CITADA

- Baum, R.A. 1976. **Eastern north Pacific Tropical cyclones of 1975.** Mon Weath. Rev., vol. 104 (4).
- Gunther, E.B. 1977. **Eastern north Pacific Tropical cyclones of 1976.** Mon Weath. Rev. vol. 105 april.
- Gunther, E.B. 1978. **Eastern north Pacific Tropical cyclones of 1977.** Mon Weath. Rev., vol. 106 (4).
- Gunther, E.B. 1979. **Eastern north Pacific Tropical cyclones of 1978.** Mon Weath. Rev., vol. 107 (7).
- Gunther, E.B. 1980. **Eastern north Pacific Tropical cyclones of 1979.** Mon. Weath. Rev., vol. 108 (5).
- Gunther, E.B. 1981. **Eastern north Pacific Tropical cyclones of 1980.** Mon Weath. Rev., vol. 109 (8).
- Hales, J.E. 1972. **Surges of maritime tropical air northward over the Gulf of California.** Mon. Weath. Rev., Vol. 100 (4).
- Reyes, C.S., Pavía, L.E. Candelas P.J. y Troncoso G.R. 1984. **Estudio preliminar de las condiciones meteorológicas y climatológicas alrededor del Golfo de California. 1a. parte.** Análisis del viento. Ciencias Marinas, vol. 10 (2).
- Reyes, C.S. y Voguel, G. 1984. **Estudio preliminar de las condiciones meteorológicas y climatológicas alrededor del Golfo de California. 2a. parte.** Análisis de los Parámetros Termodinámicos. Ciencias Marinas, vol. 10 (2).
- Roden, G.I. 1958. **Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California.** Pacific Science, vol. 12 (1).

VARIACION ESTACIONAL DE PERFILES DE PLAYA AL SUR DEL PUERTO DE ENSENADA, B.C.

M.C. Arturo Cruz Falcón*
Oc. Manuel Mancilla Peraza*

RESUMEN

Se midieron cuatro series de perfiles sobre la cara de la playa en forma casi simultánea a levantamientos batimétricos atrás de la zona de rompiente en la localidad de Playa Hermosa, al sur del puerto de Ensenada, B.C. Se cubrió un ciclo anual con levantamientos mensuales de enero de 1986 a enero de 1987. Los perfiles de playa se continuaron hasta los 10 m. de profundidad, traslapándolos con la bathimetría (modificada de Gable, 1985).

Se encontraron dos cambios estacionales marcados: un período de erosión sobre la cara de la playa y depositación atrás de la zona de rompiente durante invierno y primavera (enero a junio), y un período de depositación sobre la cara de la playa; erosión atrás de la zona de rompiente durante verano y otoño (julio a diciembre). Los niveles de erosión-depositación sobre la cara de la playa alcanzaron un rango de variación de 0 a 1.80 m., y de 2.20 m. atrás de la zona de rompientes; es importante considerar esta parte, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos, las variaciones de nivel sobrepasaron ligeramente en algunos casos a las variaciones sobre la cara de la playa.

ABSTRACT

Four series of profiles were measure on the foreshore (beach face) simultaneously to bathimetric surveys offshore in the locality or Playa Hermosa, south of Ensenada Port, B.C. An annual cicle was covered with surveys every mon:h, from January 1986 to January 1987. The profiles obtained on the foreshore were extended to the depth of 10 m. overlapped to the bathimetric contours (after Gable, 1985).

The were found two seasonal changes. a period of erosion on the foreshore and deposition offshore during winter and spring (January to June); and a period of deposition foreshore and erosion offshore during summer and fall (July to December). The erosion-deposition levels on the foreshore reached a variation range of 0-1.80 m. and 0-0.20 m. foreshore.

It becomes important to consider the foreshore accoding to the obtained results, because the variation range lightly exceeded in some cases the variations foreshore.

* Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada, B.C. Secretaría de Marina.

INTRODUCCION

Si se desea realizar una obra de ingeniería como construcción de algún espigón, escollera, muelle, o instalación de equipo submarino, se hace necesario conocer los niveles de erosión y depositación que ocurren en la costa, así como los parámetros y régimen de oleaje, corrientes, marea, deriva litoral, sedimentología, materiales del subfondo etc. Realizando estudios al respecto se puede conocer por qué la costa adquiere cierto perfil transversal y determinada configuración y cómo proceder para efectuar alguna obra. El conocimiento de las condiciones dinámicas de la zona litoral, en especial en la zona comprendida de la zona de rompiente a la cara de la playa, es de notable importancia en la evaluación de los procesos sedimentarios. Además, el estudio de la morfología de esta zona es requerido para una óptima planeación de los diferentes asentamientos costeros (Komar, 1978).

Para conocer las variaciones en la configuración de una playa, comúnmente se realizan levantamientos de perfiles de playa, lo cual permite estimar los niveles de erosión y depositación. La mayoría de estos levantamientos se realizan sobre la cara de la misma y generalmente no se extienden más allá de los 2 m. bajo el nivel medio del mar (N.M.M.) Lizárraga Arciniega (1977) realizó un levantamiento de perfiles de playa en la misma zona donde se desarrolló este estudio, encontrando que la máxima erosión ocurre en la temporada invernal, y de manera similar el período deposicional se lleva a cabo en condiciones de verano.

El presente estudio trata de abarcar no sólo los cambios que ocurren sobre la cara de la playa, sino además, en la zona de rompiente y atrás de la misma.

El objetivo principal es la estimación de las variaciones estacionales del nivel de los perfiles de playa continuados hasta los 10 m. de profundidad para determinar los niveles de máxima erosión y de esta manera poder estimar a qué profundidad podría quedar enterrado un emisor submarino para que no sea descubierto por efecto de la misma y posteriormente ser dañado por el oleaje.

Este trabajo forma parte del proyecto "Estudio Oceanográfico para la Instalación de Emisores Submarinos de Aguas Fesiduales en las Zonas Costeras de Tijuana y Ensenada, B.C.", que está

siendo desarrollado por la Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada.

AREA DE ESTUDIO

Debido esencialmente a las características geológicas y morfológicas costeras de la bahía de Ensenada (Figura 1) como tipo de roca, pendiente de la playa, escarpes, dunas, sedimentos, etc., se escogió la parte sur del puerto de Ensenada para realizar los estudios que forman parte del proyecto antes mencionado.

El área de estudio que comprende el proyecto es la que se muestra en la Figura 2, pero el levantamiento de perfiles de playa y batimetría se restringe a la zona que comprende desde la salida de aguas negras del Arroyo El Gallo hasta la parte conocida como la Cueva de los Tigres (Figuras 2 y 3), que se localiza aproximadamente en las coordenadas: 31°50'30" latitud norte y 116°36'30" longitud oeste.

METODOLOGIA

Se utilizó la metodología modificada descrita por Gable (1985), donde el método consiste en realizar un levantamiento de perfiles a pie sobre la cara de la playa durante marea baja, luego durante marea alta sondear en lancha con ecosonda fuera de la playa para después juntar los datos y prolongar el perfil inicial hacia fuera de la playa.

El trabajo consistió en levantamientos mensuales de perfiles sobre la cara de la playa (durante marea baja) simultáneos a levantamientos batimétricos atrás de la zona de rompiente (durante marea alta) de enero de 1986 a enero de 1987. Posteriormente se traslaparon los perfiles realizados sobre la cara de la playa con los contornos batimétricos y se obtuvieron los perfiles continuados hasta atrás de la zona de rompiente.

Levantamiento de Perfiles Sobre la Cara de la Playa

Inicialmente se trazó una poligonal abierta en el área de los perfiles que incluye a cuatro mojones principales (P_n) y a cuatro mojones de inicio de perfiles (M_n) instaladas por la Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada (E.I.O.E.). Se midió la distancia entre ellas utilizando tránsito, la barra subtensa y telurómetros. Se

orientaron acimutalmente al norte geográfico (Figura 3). Se transportó una banca de nivel a cada una de las mojoneras para fijar su cota respecto al N.M.M. La banca de nivel utilizada con cota de 8.771 m. sobre el N.M.M. es la que se localiza en el monumento a Hidalgo en la esquina que forman las calles Uribe, Ruiz y Rayerson. Se utilizó el método de nivelación topográfica diferencial (Toscano, 1956), llegándose con un error de ± 0.01 m.

Se levantaron cuatro perfiles perpendiculares a la línea de playa separados de 250 a 500 m. (Figura 3) empleando el método de nivelación topográfica diferencial, midiendo alturas sobre el perfil cada 10 m. o donde se denotara un cambio brusco a considerar. Los perfiles partieron de las MNn sobre la berma, hasta antes de la zona de rompiente durante marea baja.

Levantamiento Batimétrico

La batimetría se realizó en larcha, utilizando la ecosonda RAYTHEON mod. DE-7193. Se colocaron tránsitos en las mojoneras P1 y P4 (Figura 3), para visar simultáneamente cada minuto el recorrido de la lancha se midieron los ángulos, para posteriormente situar en un plano los puntos tomados, calcular la profundidad medida en el papel de la ecosonda, corregir por marea y referir las profundidades al N.M.M., para luego interpolar y obtener los contornos batimétricos.

Obtención de Perfiles Sobre la Cara de la Playa

Se calculó la cota real para cada punto de los perfiles y se graficaron linealmente en computadora. Los perfiles más representativos de cada estación del año fueron los de los meses de marzo, mayo, septiembre y diciembre (Figura 4), en los cuales se observa la erosión y cedimentación máximas.

Correcciones y Obtención de Batimetrías

Después de realizado el sondeo batimétrico, se midieron las profundidades registradas en el ecoagrama, se corrigieron linealmente por el cambio de marea con el tiempo, utilizando las tablas de predicción de marea (U.N.A.M., 1986-1987) y se ajustaron refiriéndolas al N.M.M. Posteriormente se elaboró un programa al cual se introducen los

valores de los ángulos medidos en los tránsitos que fueron colocados sobre las mojoneras P1 y P4, y se obtiene en coordenadas X y Y los puntos del registro de la ecosonda tomados cada minuto, refiriendo el origen a una posición arbitraria. Luego se graficó para conocer la trayectoria que siguió la embarcación. El levantamiento batimétrico mensual típico y la trayectoria seguida por la embarcación que portaba la ecosonda fue como la que se muestra en la figura 5. De esta manera se cubrió toda el área durante marea alta, desde la zona de rompiente hasta aproximadamente la isobata de los 12 m. a partir del espigón del Arroyo El Gallo hasta el restaurante de La Cueva de los Tigres (Figuras 3 y 5). Finalmente se obtuvieron los contornos batimétricos para cada sondeo mensual (Figura 6), introduciendo las coordenadas X, Y, y la profundidad corregida al programa CONTORNOS el cual genera internamente una rejilla de acuerdo a una matriz dada y obtiene los contornos. Se utilizó la misma matriz para obtener los contornos batimétricos de todos los meses.

Obtención de los Perfiles Continuados

Con los perfiles sobre la cara de la playa y batimetrías mensuales, se procedió a traslapar los perfiles con los contornos batimétricos y continuarlos hasta los 10 m. de profundidad bajo el N.M.M. La figura 7 muestra las variaciones estacionales de los perfiles de playa continuados hasta atrás de la zona de rompiente. Se utilizaron los meses más representativos de cada estación, que fueron marzo, mayo, septiembre y diciembre, en los que se puede observar claramente las variaciones estacionales.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

- 1) En forma general, durante invierno-primavera existe erosión sobre la cara de la playa y deposición atrás de la zona de rompiente; durante verano-otoño ocurre lo contrario, es decir, deposición sobre la cara de la playa y erosión atrás de la zona de rompiente. Lo anterior indica que existe un notable transporte perpendicular a la línea de playa, lo cual no discrimina que exista transporte paralelo a la misma.
- 2) El cambio de nivel de los perfiles es provocado esencialmente por el movimiento de material perpendicular a la línea de playa, lo cual es observable debido al cambio en la configuración de los perfiles obtenidos.

- 3) Las variaciones estacionales de nivel de los perfiles muestran un rango de 0 a 1.80 m. sobre la cara de la playa y de 0 a 2.20 m. atrás de la zona de rompiente.
- 4) La topografía de los perfiles es bastante uniforme, excepto en la parte superior de la cara de la playa donde existen dunas y escarpes sedimentarios, y los contornos batimétricos son aproximadamente paralelos a la línea de playa. La pendiente es mayor (3.5 por ciento promedio) en los primeros 200 m. a partir de las mojoneras (Pn) y disminuye (2.1 por ciento promedio) más allá de los 200 m.

CONCLUSIONES

Se hace importante considerar como inestable el área de atrás de la zona de rompiente, ya que su rango de variabilidad a lo largo del año es ligeramente mayor y su área de variabilidad mayor aun que sobre la cara de la playa.

En caso de que se decidiera la instalación de un emisor como una solución al problema de las aguas residuales de la ciudad, se recomienda que de enterrado de 1.5 a 2 m. abajo del nivel de máxima erosión (como se muestra en la figura 7) y aflore sobre el lecho marino al alcanzar la isobata de los 15 m. bajo el N.M.M., o de 1,500 a 1,700 m. de distancia a partir de las mojoneras (Pn).

Durante verano-otoño existe formación de playa sobre la costa, principalmente en la zona adyacente al espigón del Arroyo El Gallo donde aparentemente se continúa formando playa; sin embargo, se observa que el material depositado en verano-otoño es erosionado durante el invierno-primavera resolviéndose en un dragado natural.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Oceanografía Naval por el apoyo a este estudio que forma parte del proyecto DGO-04/86. Al Of. René Navarro Palacios por su colaboración en el levantamiento de perfiles de playa y graficado, cálculo de cotas en las mojoneras y toma de ángulos en los tránsitos. Al P.O. Ricardo Troncoso Gaytán por su participación en el levantamiento batimétrico con el manejo de la ecosonda y ayuda en la elaboración de programas para corrección y ajuste de datos. A Ramón Velázquez Márquez, Antonio Verdugo Domínguez y Antonio Sánchez Mena por su participación en el levantamiento de perfiles de playa, lectura de ángulos de los tránsitos, manejo de la ecosonda y embarcación, así como corrección de las profundidades obtenidas de los ecogramas. Al P.O. Guillermo Martínez García, por su ayuda en los levantamientos batimétricos, y por la elaboración de figuras y gráficas al P.O. Gabriel López Castillo.

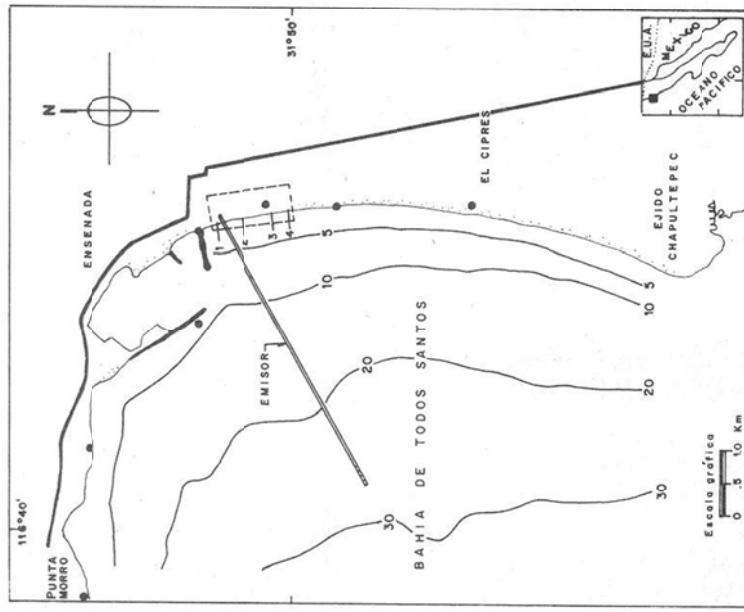


FIG. 2. AREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO "ESTUDIO OCEANOGRÁFICO PARA LA INSTALACIÓN DE EMISORES SUBMARINOS...". SE MUESTRAN EL ÁREA DE LEVANTAMIENTO DE PERFILES DE PLAYA (1, 2, 3, 4), LOS VERTICES DE LA POLIGONAL EN LA BAHÍA Y LA PROBABLE UBICACIÓN DEL EMISOR.

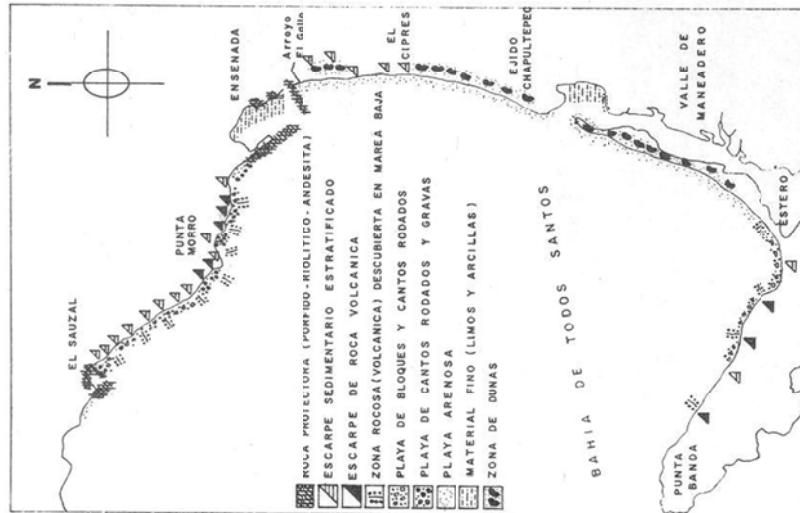


FIG. 1. DESCRIPCION GEOLÓGICA COSTERA DE LA BAHÍA DE ENSENADA.

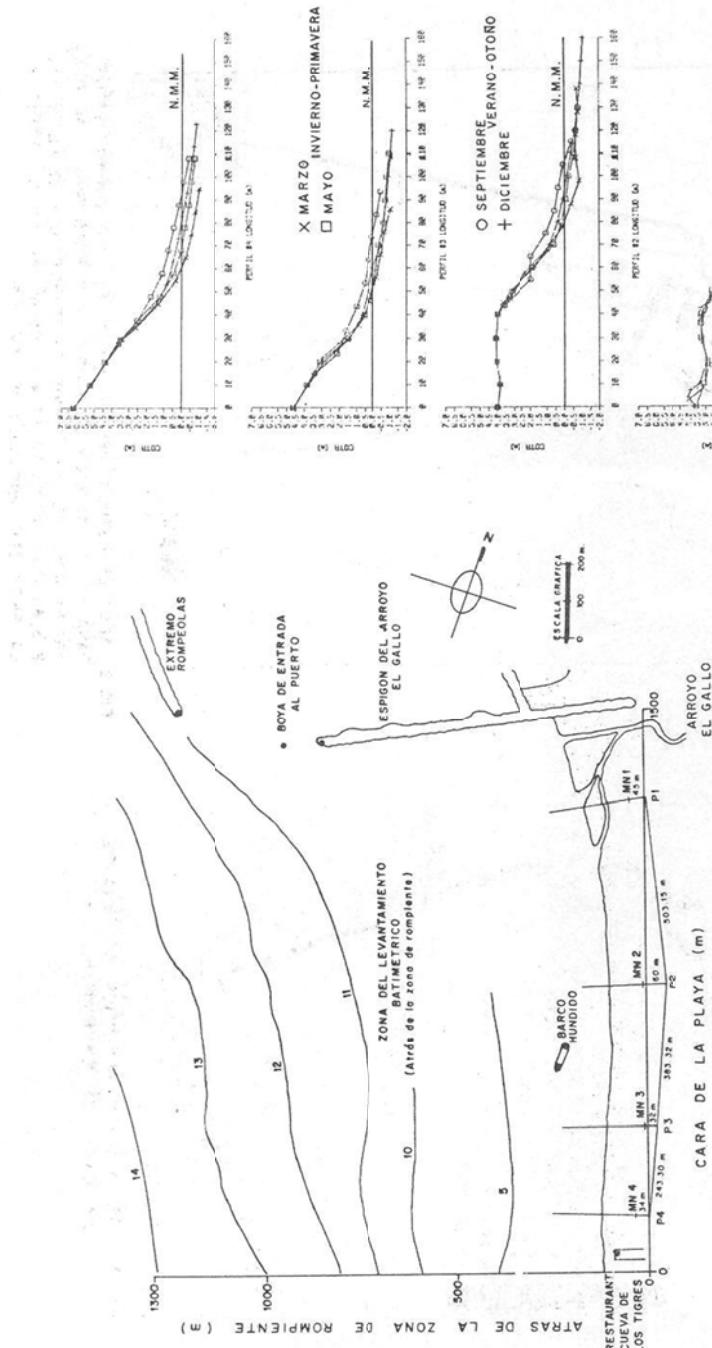
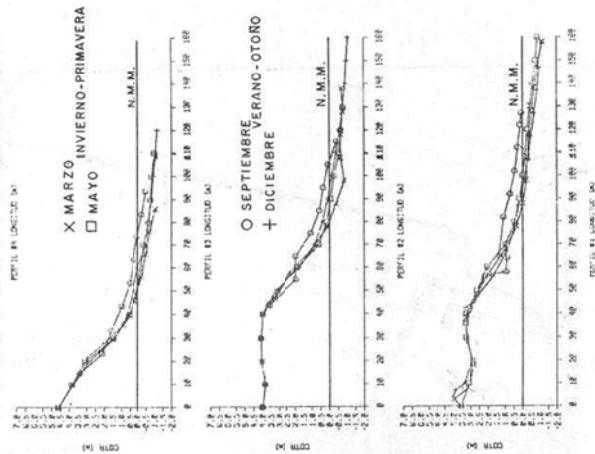


FIG. 3. ZONA DE LEVANTAMIENTO DE PERFILES SOBRE LA CARA DE LA PLAYA Y BATIMETRÍAS. SE MUESTRA LA POLIGONAL DE REFERENCIA CIA. P_n SON LAS MOUNERAS PRINCIPALES. M_N SON LAS MOJONES DE INICIO DE PERFILES.



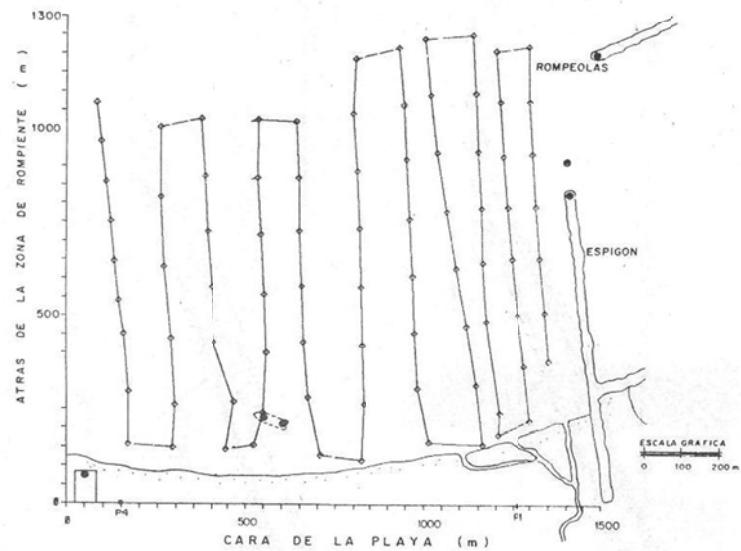


FIG. 5. TRAYECTORIA TIPICA SEGUITA POR LA EMBARCACION PARA REALIZAR EL SONDEO BATIMETRICO.

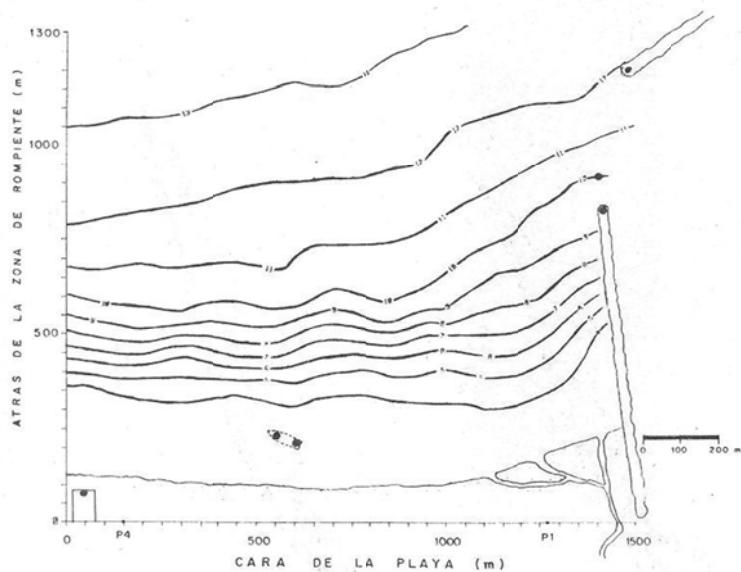


FIG. 6. BATIMETRIA DEL MES DE MAYO (1986), ENTRE ARROYO EL GALLO Y CUEVA DE LOS TIGRES. CONTORNOS EN METROS.

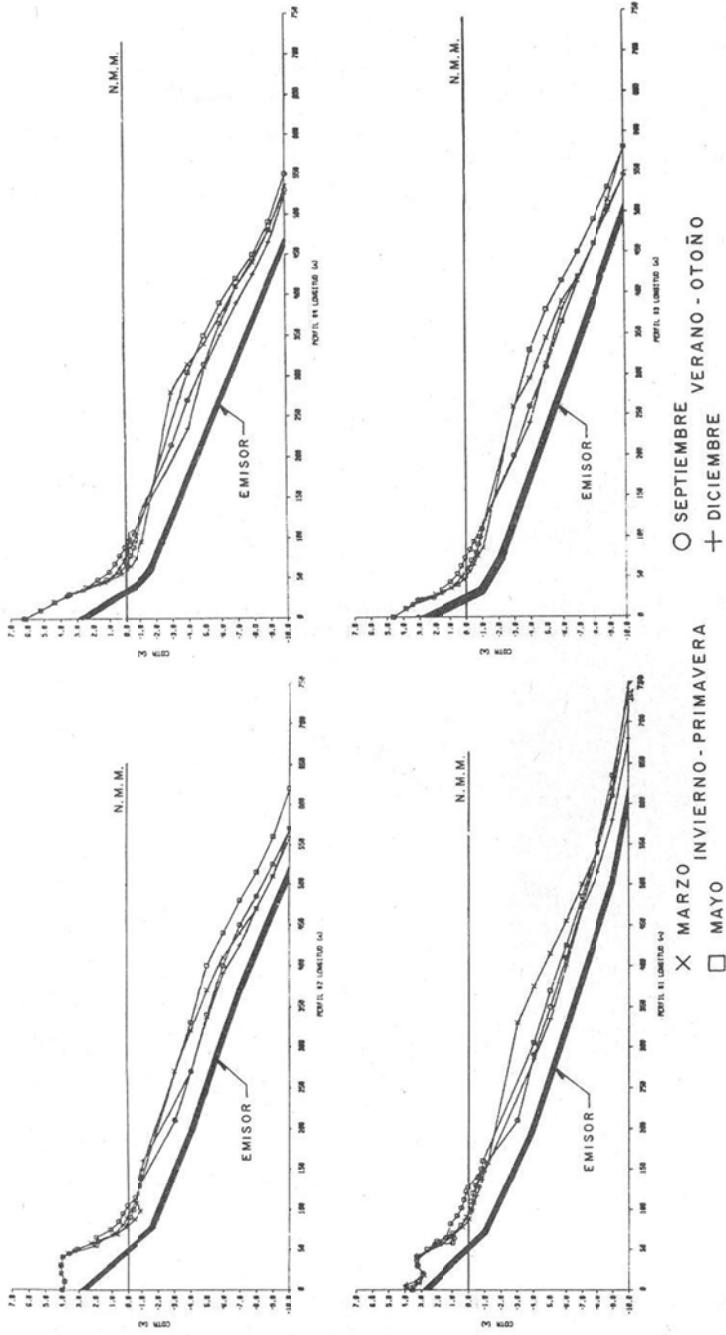


FIG. 7. VARIACION ESTACIONAL DE PERFILES DE PLAYA AL SUR DEL ESPIGON DEL ARROYO EL GALLO.
SE MUESTRAN LOS PERFILES 1, 2, 3, 4, LOS CUALES SE EXTIENDEN DESDE LA BERMA HASTA LOS 10 m.
DE PROFUNDIDAD RESPECTO AL N.M.M.

LITERATURA CITADA

- Gable Christopher G. and Jerome R. Wanetick. 1985. **Survey techniques Used to Measure Nearshore Profiles.** 11a. Conferencia de Ingeniería Costera, 1984. Coastal Engineering, 1985; proceedings edited by Billy L. Edge.
- Komar Paul D. 1978. **Beach Profiles on the Oregon and Washington coasts obtained with amphibious dukw.** Impreso previo: The Ore Bin V. 39 n. 11, Nov. 1977. Oregon State University.
- Lizárraga Arciniega Román. 1977. **Variación de perfiles de playa en la Bahía Todos Santos, B.C.** Tesis de Licenciatura. Esc. Superior de Ciencias Marinas U.A.B.C. 55 pp.
- Tablas de Predicción de Mareas.** 1986-87. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Toscano Ricardo. 1956. **Métodos Topográficos.** 2o. tiro de la decimotercera edición. Imprenta ALENAMI, México, D.F.

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION MARINA EN LA ZONA DE PLAYAS DE TIJUANA, B.C.

Oc. Rafael Morales Chávez*
Oc. Carlos Romero Manzano*
P.Oc. Rubí R. Encalada Fleites*
Oc. René A. Navarro Palacios*

RESUMEN

Se realizó un estudio químico-biológico en la zona adyacente a las descargas de aguas negras procedentes de la ciudad de Tijuana y Fracc. Playas de Tijuana, B.C., para evaluar su efecto en la zona litoral. Se presentan los resultados obtenidos de enero a junio de 1986. La zona más afectada fue la región comprendida entre Punta Banderas y Punta Los Buenos, ya que los valores de $T^{\circ}\text{C}$, OD y CF rebasaron los límites permitidos por la Legislación Ambiental Mexicana (1977), y los análisis de flora y fauna del intermareal rocoso (similaridad, diversidad, dominancia...) indican una influencia de la descarga principal hacia el sur de esta zona.

ABSTRACT

A chemical and biological study in the vicinity of the main sewage discharge from Tijuana and Fracc. Playas de Tijuana, B.C. was realized, in order to evaluate the effects of this practice in the littoral zone. Results from January to June of 1986 are presented. The most affected zone, was the area between Punta Banderas and Punta Los Buenos. All the values in temperature ($T^{\circ}\text{C}$), dissolved oxygen (DO) and fecal coliforms (FC) were above the limits permitted by the environmental law (1977); analysis from fauna and flora obtained from the rocky shores (similarity, diversity, dominance...) indicated a clear influence of the discharge specially in the southern area.

*Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada, Secretaría de Marina, Ensenada, B.C.

INTRODUCCION

La ciudad de Tijuana se ha venido consolidando como un centro urbano con actividad económica propia, sus actividades comerciales, industriales y sobre todo la turística, sumadas al fenómeno de la migración interna han provocado un crecimiento urbano anual del orden de 7.5 por ciento que es más del doble de la media nacional (Comisión Internacional de Aguas y Límites [CIAL], 1985). Este crecimiento agotó rápidamente la escasa planicie generada por la cauce del Río Tijuana, causando que los asentamientos humanos fueran irregulares y con ello se registró un aumento en el costo de un sistema adecuado para el tratamiento de aguas negras (AN).

El volumen generado de AN en la ciudad de Tijuana variaba de 800 l/seg. a 1,200 l/seg. en la temporada de lluvias. Durante unas horas al día este volumen era enviado por el emisor de alejamiento hacia el sur, para ser vertidos al mar a una distancia de 9 km. de la frontera. El resto del día una parte del total del volumen era enviado a San Diego para su tratamiento, aproximadamente 500 l/seg. El caudal de AN generado por el Fracc. de Playas de Tijuana variaba de 25 l/seg. a 42 l/seg.

En general, las AN vertidas al mar recibían hasta hace un año un pretratamiento consistente en un cribado, sedimentación de sólidos y, en el caso de las AN enviadas al sur a 9 km. de la frontera, una aereación causada por las condiciones naturales de su recorrido a cielo abierto durante los últimos 10 km. de su trayectoria. Estos gastos correspondían únicamente al 50 por ciento de la población, hasta 1986, conectada al sistema de drenaje de la ciudad; el resto de los desechos (aprox. 2 millones de l/día) se vertían a cielo abierto en la zona, poniendo en peligro la salud de la población y del ecosistema costero en general.

Esta situación ha creado desde hace ya varias décadas cierta tensión entre las poblaciones de Tijuana y San Diego, al grado que funcionarios de la Oficina de Protección Ambiental (OPA) expusieron que en el verano de 1983 las playas de San Diego fueron cerradas en una extensión de 7 km. por la contaminación proveniente de la ciudad de Tijuana, B.C. El presente estudio se planteó con la finalidad de:

- Detectar los niveles alcanzados por algunos de los materiales contaminantes en el mar que son vertidos por las descargas de aguas

residuales de la ciudad de Tijuana, B.C.

- Realizar un inventario de la fauna y flora bentónica del intermareal rocoso y caracterizar la estructura de dicha comunidad en la zona comprendida entre playas de Tijuana y Punta Los Buenos, B.C.
- Determinar los parámetros texturales de los sedimentos para inferir su posible derivación sobre la cara de la playa.



FIG. I LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO INCLUYENDO LAS ESTACIONES DE MUESTREO QUÍMICO Y SEDIMENTOLÓGICO (Km. A LA FRONTERA), ÁREAS DE MUESTREO BIOLÓGICO (■) Y DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS PROVENIENTES DEL FRACC. PLAYAS DE TIJUANA (a) Y DE LA CIUDAD DE TIJUANA (b).

AREA DE ESTUDIO

En la figura 1, se localiza el área de estudio (14 km. de costa), delimitada al norte por la frontera México-EUA y al sur por San Antonio del Mar, así como por las estaciones de muestreo (la numeración corresponde a su distancia en km. de la frontera). En los primeros 6 km. de la costa (Fracc. Playas de Tijuana) se localizan playas de arena donde se practican la pesca deportiva y la recreación con contacto primario, asimismo, se registran vertimientos de aguas negras en tres zonas (Est. 1.5, 2.5 y 3.6). A la altura de la estación 6.2 se observa un cambio en la morfología del litoral, destacando salientes rocosas basálticas y playas con material grueso. La zona vecina a Punta Banderas está compuesta de playas angostas y cantiles, algunos de hasta de más de 50 m. de altura. En la zona de entre mareas son abundantes las plataformas basálticas. Entre Punta Ban-

TABLA 1. SUMATORIA DE LOS VALORES DE CF/100 ml DE TODAS LAS ESTACIONES POR MES, EN AGUA DE MAR

Mes	Σ de CF	Log CF	% por mes
Enero	73'105,182	7.86	16.67
Febrero	350'995,952	8.54	18.11
Marzo	170'675,952	8.23	17.45
Abril	3'670,950	6.56	13.91
Mayo	55'508,001	7.74	16.41
Junio	163'965,202	8.21	17.41
Promedios	$\bar{X} = 136'320,206$	$\bar{X} = 7.85$	$\bar{X} = 16.66 \%$

TABLA 2. PORCENTAJES DE DILUCION BACTERIANA EN LA ZONA DE ROMPIENTES CON APORTE DIRECTO DE AGUAS NEGRAS (AN)

ESTACIONES							
AN	A de Mar	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	1.5	98 %	90 %	98 %	99.99 %	99.51 %	99.61 %
2	2.5	---	2.4°	57 %	68 %	+	+
3	3.6	89 %	97 %	96 %	---	+	+
4	9.0	56 %	14.5°	1.8°	---	1.54°	54.28 %

--- Sin Dato
+ Descargas canceladas
o Acumulación bacteriana

deras y Punta Los Buenos (Est. 7.8 a 10.7) se practica la pesca ribereña, la recreación con contacto primario y la recolección de moluscos bivalvos, a pesar del vertimiento de AN de la ciudad de Tijuana. En San Antonio del Mar, localizado a 4 km. al sur de dicha descarga se ubican importantes asentamientos turísticos, existiendo también playas de arena con uso recreativo.

MATERIALES Y METODOS

Los parámetros utilizados en el estudio fueron los siguientes: oxígeno disuelto (OD), potencial hidrógeno (pH), temperatura ($T^{\circ}\text{C}$), coliformes fecales (CF) y los parámetros texturales de los sedimentos. Los métodos empleados fueron los

Health Association, APHA, 1975). La temperatura fue medida con un termómetro marca Weston, con una precisión de ± 1 por ciento; el pH se determinó con una precisión de ± 0.02 utilizando un potenciómetro Corning 3D. El análisis granulométrico se realizó tamizando las muestras en intervalos de Ø (phi) unidades y se trabajaron según la técnica descrita por Royce (1970). Los parámetros de los sedimentos fueron obtenidos usando las medidas dadas por Folk (1974) y Friedman (1978).

Para los muestreos de la biota se escogieron cuatro zonas similares en pendiente, grado de exposición al oleaje, composición, textura del sustrato y su cercanía a la descarga de AN (Est. 9.0). Se escogieron dos transectos perpendiculares a la línea de costa en cada zona, en los que se realizaron cinco muestreos durante las mareas bajas (de diciembre de 1985 a abril de 1986). Se utilizó muestreo directo con una unidad de PVC de 50 x 30 cm., colocada cada 5 m. por transecto. En cada nivel muestreado se registraron los datos de cobertura, frecuencia y densidad de la macroepibicta presente.

En el laboratorio se procedió a la identificación de cada ejemplar, utilizando principalmente las claves de Abbott A.I. y A.I. y G. Hollenberg (1976) y Allen K.R. (1977), así como microscopios estereoscópico y compuesto. Se utilizaron dos criterios para determinar las especies representativas de la comunidad del intermareal rocoso en cada zona de muestreo: la cobertura total y el Índice de valor Biológico (IVB). Se agruparon diferentes muestras utilizando una medida de similitud (índice de Sanders), de diversidad ($H'J'$ y DA) y dominancia, con fines clasificatorios y como una ayuda en la explicación de las características de las asociaciones entre muestras (Brower y Zar, 1977); Sanders, 1988; Field, Clarke y Warwick, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los siguientes resultados corresponden al período de estudio comprendido de enero a junio de 1986.

Las descargas de aguas negras (AN) aportaron al mar diferentes cantidades de coliformes fecales (CF), como puede apreciarse en la Tabla 1. El porcentaje más alto por mes correspondió a febrero con un valor de 18.11 por ciento y el más bajo al mes de abril 13.91 por ciento. Estas colimetrías pudieron llegar a disminuir al mezclarse las descargas de AN con el mar (Carlucci, 1959).

Sin embargo, debido al carácter permanente de los vertimientos urbanos, éstos lograron mantener un nivel de infección potencial para los usuarios de algunas porciones de litoral.

En la Tabla 2, se observa en qué medida se acerca la disminución de CF a un 100 por ciento causada por un efecto inicial rápido de dilución, sedimentación o agregación de las concentraciones de estas bacterias vertidas al mar (ZoBell, 1946). La estación 9.0 presentó en febrero, marzo y mayo, colimetrías que sugieren cierta acumulación bacteriana en la zona de rompientes, correspondiendo el valor máximo al mes de febrero. En el resto de las estaciones que recibieron AN en menor volumen (1.5, 2.5 y 3.6), las cargas bacterianas fueron diluidas de un 57 por ciento (marzo) hasta un 99.99 por ciento (abril).

En la Figura 2, se puede apreciar el log.CF/100 ml. Durante enero, febrero y marzo se obtuvieron tres estaciones (1.5, 3.6 y 9.0) con valores máximos de bacterias. Las dos primeras de éstas correspondieron al Fracc. Playas de Tijuana y mantuvieron 2 km. de litoral (de la 1.5 a la 3.6) con colimetrías que excedieron el límite de la zona de bañistas (200 CF/100 ml.) estipulado por la LAM (1977). A partir del trimestre siguiente, se encontró que la descarga de AN correspondiente a la estación 3.6 fue desviada y conectada a la que se vierte en la estación 9.0. Por esta razón, a partir de este trimestre sólo las estaciones 1.5 y 9.0 presentaron las colimetrías más altas. Debido a este desvío se provocó un incremento de las colimetrías evaluadas principalmente al sur de la estación 9.0, ya que en la estación 14.0, en donde se había obtenido un promedio de 0.3 CF/100 ml. durante el primer trimestre, ya para el segundo, el valor promedio se elevó hasta 2.34 CF/100 ml.

En la Figura 3 se muestra la frecuencia de ocurrencia de conteos de CF que excedieron el límite de 200 NMP/100 ml. en la zona de rompiente. Se observa que de un total de 72 muestras, el 65 por ciento rebasó el citado límite y sólo el 35 por ciento de éstas tuvo valores aceptables. Las dos estaciones ubicadas al norte de la descarga de AN de la ciudad de Tijuana (Est. 9.0), solamente rebasaron este límite durante tres meses, y las dos estaciones ubicadas al sur, la primera de ellas lo rebasó seis meses y la segunda durante cinco meses.

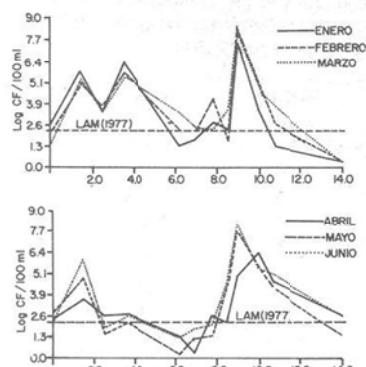


FIG. 2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOGARITMO DE CF/100ml EN LA ZONA DE ROMPIENTE PARA EL PERÍODO DE ENERO A JUNIO DE 1986.

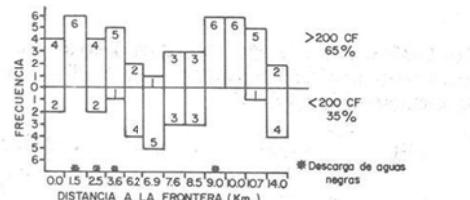


FIG. 3 FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE CONTEOS DE CF QUE EXCEDIERON EL LÍMITE DE 200 CF/100 ml EN LA ZONA DE ROMPIENTE.

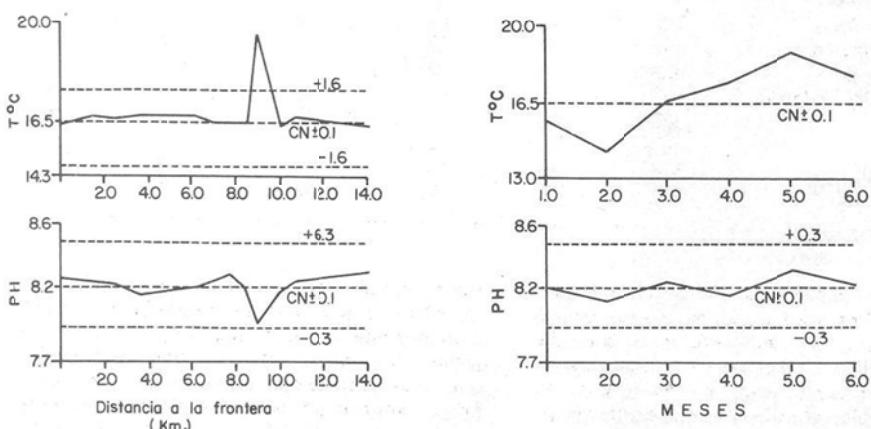


FIG. 4 PROMEDIOS DE ESTACIONES DE MUESTREO Y MESES, COMPARADOS CON LOS RANGOS PERMITIDOS POR LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL MEXICANA, 1977 (CN Significa Condiciones Naturales).

En la Figura 4, se muestran los promedios mensuales de temperatura, obteniéndose un promedio semestral de 16.5°C y valores extremos (exceptuando la Est. 9.0) de 14.3°C en febrero y 18.8°C en mayo. En la distribución espacial se pudo apreciar la influencia de la descarga de AN vertida en la estación 9.0, con un valor máximo de 19.7°C , que excedió el rango de 10 por ciento del valor de temperatura en condiciones naturales (CN) para aguas costeras recomendadas por la LAM (*op. cit.*).

En esta misma figura se observa que el promedio semestral de pH fue 8.2 y los valores extremos (exceptuando la estación 9.0) coincidieron paralelamente con la temperatura mínima de febrero y la máxima de mayo. En la distribución espacial se pudo apreciar la influencia de la descarga de AN vertida en la estación 9.0 con un valor mínimo de 7.96, el cual se encontró en el límite inferior del rango permitido por la LAM (*op. cit.*) para aguas costeras.

El máximo valor de OD se encontró en la estación 6.2 siendo de 5.6 ml./l. y el mínimo en la estación 9.0 con 0.0 ml./l. Al comparar los valores de OD con el límite permitido por la LAM (*op. cit.*) para aguas costeras, el cual es de 2.8 ml./l., se pudo saber que la mayoría de estos resultados estuvieron favorablemente por arriba de este límite, excepto para la estación 9.0.

TABLA 3. COMPARACION DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COMUNIDAD DEL
INTERMAREAL ROCOSO DE PLAYAS DE TIJUANA (24/I/86) SEGUN LOS CRITERIOS
DE COBERTURA (TOTAL) E INDICE DEL VALOR BIOLOGICO

Species	Cober. Total	Rango (a)	IVB	Rango (b)	a-b	Grupo Taxa
<i>Ulva californica</i>	18.5	1	14	2	- 1	C
<i>Grateloupia prolungata</i>	16.0	2	8	3	- 1	H
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	12.5	3	15	1	+ 2	C
<i>Chthamalus fissus</i>	8.0	4	4	6	- 2	Inv.
<i>Corallina vancouveriensis</i>	6.0	5	5	5	0	R
<i>Endarachne binghamiae</i>	5.5	6	4	6	0	P
<i>Oracilaria andersonii</i>	2.5	7	7	4	+ 3	R

TABLA 4. COMPARACION DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COMUNIDAD DEL
INTERMAREAL ROCOSO DE PUNTA BANDERAS (27/I/86) SEGUN LOS CRITERIOS
DE COBERTURA (TOTAL) E INDICE DE VALOR BIOLOGICO

Species	Cober. Total	Rango (a)	IVB	Rango (b)	a-b	Grupo Taxa
<i>Polysiphonia scopulorum</i>	19.5	1	44	2	- 1	R
<i>Corallina vancouveriensis</i>	18.0	2	44	3	- 1	R
<i>Ulva californica</i>	17.0	3	55	1	+ 2	C
<i>Ceramium sinicola</i>	13.5	4	26	5	- 1	R
<i>Anthopleura elegantissima</i>	12.0	5	22	6	- 1	Inv.
<i>Ceramium clariense</i>	11.0	6	16	8	- 2	R
<i>Phyllospadix torreyi</i>	9.5	7	18	7	0	F
<i>Chaetomorpha linus</i>	7.5	8	15	10	- 2	C
<i>Gigartina canaliculata</i>	6.0	9	29	4	+ 5	R
<i>Chthamalus fissus</i>	5.0	10	15	9	+ 1	Inv.
<i>Phraeumotopoma californica</i>	4.0	11	7	12	- 1	Inv.
<i>Balaanus</i> sp.	3.0	12	7	13	- 1	Inv.
<i>Ulva inctuca</i>	2.0	13	5			C
<i>Porphyra perforata</i>	1.4	14	10	11	+ 3	R
<i>Lithotamnium</i> sp.	1.2	15	6	15	0	R

El comportamiento de la media y de la dispersión de los sedimentos indican, en general, que el tamaño de éstos fue catalogado en el rango de las arenas medias a finas para los muestreos de invierno y primavera, respectivamente. Esto es debido principalmente a la gran energía del oleaje en invierno que remueve los sedimentos más ligeros y finos y que por equivalencia hidráulica sólo

deja el tamaño más grande y el grano más pesado, mientras que en verano se produce un oleaje de menor energía, gran longitud y una altura pequeña. Los valores de dispersión encontrados son en general, de moderadamente a bien clasificados, siendo importante observar que las regiones de descarga de AN marcan una agrupación pobre (km. 3.6 y 9.0). Esto es debido principal-

mente al gran aporte de material incorporado en forma violenta a la zona, reduciendo la buena clasificación y aumentando el tamaño de grano promedio en el área.

Los resultados obtenidos del análisis de la representatividad de la comunidad se presentan en las Tablas de la 3 a la 7. En Playas de Tijuana (Tabla 3) se observó que un total de siete especies constituyen el 95 por ciento de la abundancia total de la macroepíbiota en esta zona, siendo *Ulva californica* y *Grateloupia prolungata* las especies más importantes según los dos criterios utilizados. En el caso de *Enteromorpha flexuosa* se observó que obtuvo el tercer lugar de importancia por cobertura y el primero por IVB, lo cual se debe a que posee una mayor homogeneidad en su distribución espacial (zonación), lo que se confirma al calcular su coeficiente de dispersión (CD) y compararlo con las dos especies antes citadas que poseen una distribución por parches. En los dos muestreos realizados en la zona de Punta Bandera (Tablas 4 y 5), no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la composición de especies.

En el mes de enero, 15 especies constituyeron el 95 por ciento de la abundancia total mientras que en el mes de abril este porcentaje estuvo representado por 13 especies. En ambos casos se

obtiene a *Ulva californica* como especie importante, pero principalmente por el criterio de IVB, además de *Corallina vancouverensis* y *Gigartina canaliculata*. El pasto marino, *Phyllospadix torreyi*, presentó en abril una discrepancia negativa pues concentró su biomasa en una zona específica del gradiente del intermareal ($CD=3.6$). En el primer muestreo se registró a *Polysiphonia scopolorum* (epífita sobre *C. vancouverensis*) como la especie más importante por ambos criterios, aunque durante el muestreo del mes de abril no se colectó.

El grupo de invertebrados, formado por el poliqueto *Phragmatopoma californica*, el celenterado *Anthopleura elegantissima* y el crustáceo *Chthamalus fissus*, ocupó los primeros lugares en los rangos de importancia para el mes de abril, lo cual pudiera constituir simplemente un fenómeno de índole estacional debido a la dinámica intrínseca de cada población.

En la Tabla 6 se presentan los resultados para la zona donde se localiza la descarga principal de AN (Est. 9.0). El grupo que dominó esta zona estuvo constituido por 13 especies, 10 de algas rojas (77 por ciento), una alga verde (7.7 por ciento), una fanerógama y un invertebrado. A diferencia de la zona restante, dominó el pasto marino *Phyllospadix torreyi*, el alga roja *Gigartina canaliculata* y especies exclusivas de este lugar,

TABLA 5. COMPARACION DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COMUNIDAD DEL INTERMAREAL ROCOSO DE PUNTA BANDERAS (28/IV/86) SEGUN LOS CRITERIOS DE COBERTURA (TOTAL) E INDICE DE VALOR BIOLOGICO

Species	Cober. Total	Rango (a)	IVB	Rango (b)	a - b	Grupo Taxa
<i>Phragmatopoma californica</i>	30.0	1	34	3	-2	Inv.
<i>Anthopleura elegantissima</i>	22.0	2	31	4	-2	Inv.
<i>Chthamalus fissus</i>	16.0	3	28	5	-2	Inv.
<i>Gigartina canaliculata</i>	14.0	4	44	2	+2	R
<i>Ulva californica</i>	13.5	5	49	1	+4	C
<i>Corallina vancouverensis</i>	10.5	6	26	6	0	R
<i>Coramini sinicola</i>	6.5	7	24	7	0	R
<i>Porphyra perforata</i>	5.0	8	14	9	-1	R
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	4.0	9	12	11	-1	C
<i>Phyllospadix torreyi</i>	4.0	10	8	14	-4	F
<i>Gigartina leptorhynchos</i>	3.0	11	8	12	-1	R
<i>Bossiella orbigniana</i>	2.0	12	13	10	+2	R
<i>Corallina frondescens</i>	1.5	13	8	13	0	R

TABLA 6. COMPARACION DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES DE LA COMUNIDAD DEL INTERMAREAL ROCOSO LOCALIZADO EN LA DESCARGA PRINCIPAL DE AGUAS NEGRAS DE LA CIUDAD DE TIJUANA (11/XII/85) SEGUN LOS CRITERIOS DE COBERTURA (TOTAL) E INDICE DE VALOR BIOLOGICO

Species	Cober. Total	Rango (a)	IVB	Rango (b)	a - b	Grupo Taxa
<i>Phyllospadix torreyi</i>	26.0	1	29	2	-1	F
<i>Gigartina canaliculata</i>	25.0	2	36	1	+1	R
<i>Pterosiphonia pennoi</i>	11.0	3	17	3	0	R
<i>Plocamium oregonum</i>	6.3	4	12	4	0	R
<i>Centroceras clavulatum</i>	6.0	5	12	4	+1	R
<i>Chondria arcuata</i>	5.0	6	6	9	-3	R
<i>Lithothrix aspergillum</i>	5.0	7	6	9	-3	R
<i>Anthopleura elegantissima</i>	4.0	8	6	9	-1	Inv.
<i>Ulva californica</i>	3.5	9	11	6	+3	C
<i>Cryotopleura</i> sp.	2.5	10	10	7	+3	R
<i>Gigartina volans</i>	2.5	11	5	12	-1	R
<i>Gigartina papillata</i>	2.5	12	9	8	+2	R
<i>Corallina vancouveriensis</i>	1.5	13	4	14	-1	R

TABLA 7. COMPARACION DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES DE LA COMUNIDAD DEL INTERMAREAL ROCOSO DE PUNTA LOS BUENOS (24/III/86) SEGUN LOS CRITERIOS DE COBERTURA (TOTAL) E INDICE DE VALOR BIOLOGICO

Species	Cober. Total	Rango (a)	IVB	Rango (b)	a - b	Grupo Taxa
<i>Gigartina canaliculata</i>	30.0	1	65	2	+1	R
<i>Haliptylon gracile</i>	35.5	2	59	3	-1	R
<i>Gratelouphia setchellii</i>	34.5	3	74	1	+2	R
<i>Phyllospadix torreyi</i>	19.0	4	35	5	-1	F
<i>Ulva californica</i>	6.0	5	39	4	+1	C
<i>Polysiphonia hendryii</i>	5.0	6	8	9	-3	R
<i>Corallina vancouveriensis</i>	4.0	7	14	7	0	R
<i>Gelidium coulterii</i>	2.5	8	25	6	+2	R

como *Plocamium oregonum*, *Lithothrix aspergillum* y *Chondria arcuata*. *Ulva californica* y *Corallina vancouveriensis* fueron de menor importancia que en la zona anterior, así como también el grupo de invertebrados.

Punta Los Buenos (Tabla 7) presentó en general características similares a la zona de descarga

de AN, es decir una marcada dominancia de algas rojas (75 por ciento) entre las que destacan principalmente *Gigartina canaliculata*, *Halyptylon gracile* y *Gratelouphia setchelli*, y una de menor importancia, de alga verde *Ulva californica* y la faverógama marina *P. torreyi*. Tanto en la zona donde se localiza la descarga principal de aguas negras de la ciudad de Tijuana como en Punta



FIG. 5 DENDOGRAMA SEGUN EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DE SANDERS. LOS NUMEROS (1-5) CORRESPONDEN A LAS DIFERENTES FECHAS Y ZONA DE MUESTREO. (Ver texto)

lef (DA), existiendo relación en la variación de los índices en las distintas zonas, excepto para la zona de Playas de Tijuana.

Los valores más altos de diversidad y riqueza de especies correspondieron al área de Punta Banderas, mientras que los más bajos se asociaron a Playas de Tijuana y Punta Los Buenos. Considerando que el arreglo de las zonas de muestreo correspondió a un gradiente geográfico norte-sur que parte de Playas de Tijuana hasta Punta Los Buenos, respectivamente, se observó una dismi-

RIQUEZA DE ESPECIES (---) DA

PLAYAS DE TIJUANA (24-II-86)

PUNTA BANDERAS (27-I-86)
 DESCARGA PPAL. TIJ. (II-XII-86)
 PUNTA LOS BUENOS (28-IV-86)

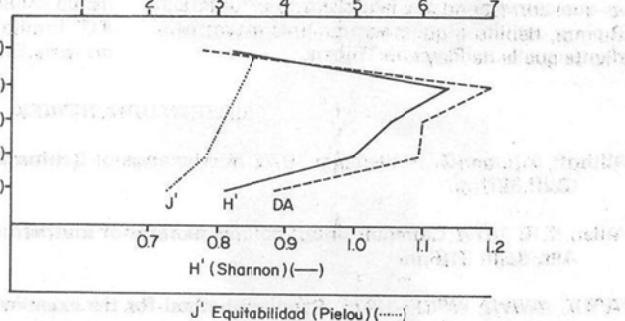


FIG. 6 CAMBIOS EN LA DIVERSIDAD (H' de Shannon), VALORES DE EQUITABILIDAD (J' de Pielou) Y RIQUEZA DE ESPECIES (DA de Margalef) DE LA COMUNIDAD BENTONICA DEL INTERMAREAL ROCOSO EN LA ZONA DE PLAYAS DE TIJUANA A PUNTA LOS BUENOS, B.C.

Los Buenos no se registraron discrepancias considerables en el ordenamiento de las especies. En la figura 5 se muestra el dendograma construido para analizar el agrupamiento existente entre las distintas zonas donde se realizaron los muestreos, según el criterio de Sanders. El dendrograma da un esquema clasificatorio formado por dos grupos:

Playas de Tijuana (1) — Punta Banderas (2-5) y Descarga de AN (3) — Punta Los Buenos (4). El agrupamiento de Playas de Tijuana (1) con Punta Banderas (2 y 5), ocurre a un nivel de similitud bastante más bajo que el nivel del otro grupo. La Figura 6 señala los cambios entre las distintas zonas de muestreo en la diversidad de Shannon Wiever (H'), equitabilidad de Pielou (J') y la riqueza de especies medida por el índice de Marg-

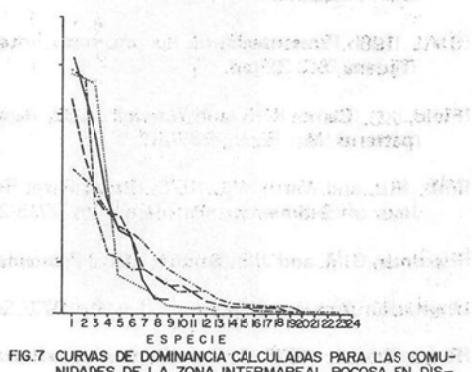


FIG. 7 CURVAS DE DOMINANCIA CALCULADAS PARA LAS COMUNIDADES DE LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA EN DISTINTAS ZONAS DE MUESTREO: Playas de Tijuana (—); Punta Banderas (27/I/86, -----) y (28/IV/86, - - -); Descarga principal (—) y Punta los Buenos (—).

(Ver figura 1).

nución de los valores en los tres índices a partir de Punta Banderas en ambos sentidos, norte y sur, excepto para el índice de equitatividad (J') que aumenta de sur a norte.

En la Figura 7 se muestran las curvas de dominancia construidas para cada una de las zonas de muestreo. Se observó un grupo de curvas de mayor pendiente (mayor dominancia) y que correspondió a Playas de Tijuana (-), Descarga de AN (-—-) y Punta Los Buenos (- · -). Asimismo, las curvas de menor pendiente (menor dominancia) correspondieron a los dos muestreos realizados en Punta Banderas, al norte de la descarga principal de aguas negras de la ciudad de Tijuana. Del primer grupo de curvas es posible diferenciar las que corresponden a la descarga y a Punta Los Buenos, debido a que presentan una mayor pendiente que la de Playas de Tijuana.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos determinan que la porción del litoral influenciada por la descarga de aguas negras de la ciudad de Tijuana, fue del orden de un kilómetro al norte del vertimiento (hasta Punta Banderas) y de cinco kilómetros al sur.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó gracias al financiamiento otorgado por la Dirección General de Oceanografía de la Secretaría de Marina (DGO-03/85). Se agradece la colaboración del P.O. Guillermo Martínez G., del M.C. Arturo Cruz F., del P.B. Fernando Molina P., del P.O. Gabriel López C., del P.O. Emilio Palacios H. y de todos los compañeros de la EIOE por sus comentarios y tiempo.

LITERATURA CITADA

- Abbott, A.I. and G. Hollenberg. 1976. *Marine algae of California*. Standford University Press. Stand. Calif. 827 pp.
- Allen, K.R. 1977. *Common intertidal invertebrates of southern California*. 2nd. print Peek Publ. Palo Alto Calif. 316 pp.
- APHA, AWWA, WPCF. 1975. *Standard method for the examination of water and wastewater*. 14 th ed., Washington D.C. 1193 pp.
- Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. *Field and laboratory methods for general ecology*. WMC Brown Co. Pub. 194 pp.
- Carlucci, A.F. and D. Pramer. 1959. *Factors affecting the survival of bacteria in seawater*. Appl. Microbiol. 7:388-392.
- CIAL. 1985. *Presentación de los proyectos integrales de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Tijuana*, B.C. 22 pp.
- Field, J.G. Clarke, K.R. and Warwick. 1982. *A practical strategy for analising multispecies distribution patterns*. Mar. Ecol., 8:37-52.
- Folk, R.L. and Ward, W.C. 1975. *Brazos River Bar, a study in the significance of grain size parameters*. Jour. of Sedimentary Petrology. Vol. 27:3-26.
- Friedman, G.M. and J.E. Sanders. 1978. *Principles of sedimentology*. John Wiley and Sons. 792 pp.
- Legislación Ambiental Mexicana (LAM); 1977. Subsecretaría del Mejoramiento Ambiental: 91 pp.
- Royce Chester. 1970. *An introduction to sediment analysis*. Arizona State University, U.S.A.
- Sanders, H.L. 1968. *Marine benthic diversity: a comparative study*. Amer. Natur. 102: 243-282.
- ZoBell, C.E. 1946. *Marine Microbiology*. Chronica Botanica. Co. Waltham, Mass: 240 pp.

**ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C.,
UNA APLICACION A LA INSTALACION DE UN EMISOR-DIFUSOR DE
AGUAS RESIDUALES URBANAS**

Oc. Manuel Mancilla Peraza*
Oc. Guillermo M. Martínez García*

RESUMEN

Se analizan las características hidrológicas de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México, que son relevantes a la planeación de un emisor de aguas residuales urbanas. A partir de campañas mensuales de medición de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes y transparencia del agua, se observa una estructura vertical de tres capas bien diferenciadas durante primavera y verano. El agua profunda es de Masa de Agua Californiana del Sur, de bajo contenido de oxígeno, baja temperatura y rica en nutrientes, una capa superficial isothermal de alta temperatura y una capa termoclinal con un mínimo relativo de salinidad, máximo de oxígeno disuelto y de alta estabilidad, que reduce la mezcla vertical.

El evento de surgencia, que alcanza su máximo desarrollo en mayo y el calentamiento estacional son los procesos que afectan las características del agua de mar y producen un desfase en la redistribución otoñal de calor desde la superficie. En cambio, en la época invernal el agua es altamente homogénea y menos salina.

Se calcularon las cantidades de agua ambiente requerida para dilución inicial del eflujo de agua residual urbana (110 litros por segundo), que debería ser una mínima de 1,250 litros en verano y una máxima de 55,000 litros en invierno.

ABSTRACT

The outstanding hidrographic characteristics of sea water were analyzed for planning a marine outfall system in Todos Santos Bay, Baja California, Mexico. From monthly observations during an annual cycle of sea water temperature, salinity, dissolved oxygen, chemical nutrients and transparency, it is noticed a hydrographic structure of three layers very different, during spring and summer. The deepest layer is composed of South Californian Water Mass characterized by low temperature and rich in nutrients, an isothermal top layer of high temperature and an intermediate layer or seasonal thermocline, with a minimum salinity, maximum oxygen and high stability, which reduces the vertical mixing process.

The upwelling which has a maximum strength in May and the seasonal warming are the dominant modifying processes of sea water characteristics; they produce a delay in the fall redistribution of heat from the surface layer. In the winter the water becomes less saline and homogeneous in vertical and horizontal direction.

From data of sigma-t, we compute the required amount of ambient water necessary for the initial dilution of the effluent (110 liters per second), it would be a minimum of 1,250 liters in summer and maximum of 55,000 liters in winter.

*Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada. Dirección General de Oceanografía Naval. Secretaría de Marina.

INTRODUCCION

El problema de control de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Ensenada, B.C. tiene como alternativa de solución el uso de la capacidad asimilativa del océano, siempre que sean pre-tratadas y vertidas a través de un medio apropiado que permita la difusión del eflujo y evite el deterioro ecológico de las aguas receptoras, para lograr un uso más eficiente de la zona costera. Por lo anterior, cualquiera que sea el plan sanitario regional, se requiere del conocimiento oceanográfico detallado del mar adyacente.

En el presente trabajo se considera sólo la parte hidrológica y se hace una propuesta de un modelo de dilución inicial del eflujo.

AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Todos Santos se localiza en la costa noroeste del estado de Baja California entre las latitudes $31^{\circ}33'N$ a $31^{\circ}43'N$ y longitudes, $116^{\circ}45'O$ a $116^{\circ}37'O$. Tiene un área de 180 km^2 , el 80 por ciento presenta profundidades menores de 50 m. y el 20 por ciento restante forma parte del Cañón Submarino de Todos Santos (Argote *et al.*, 1975). Posee dos entradas limitadas por las islas de Todos Santos, la entrada NO es de 12 km. de ancho con profundidades de hasta 50 m. y bajos de 6 m.; la entrada SO tiene 6 km. de ancho, con una fuerte pendiente de hasta 400 m. de profundidad en el Cañón Submarino (Fig. 1).

En el margen de la bahía se encuentra el puerto y ciudad de Ensenada con cerca de 250,000 habitantes. Frente al puerto, la plataforma es ancha, de suave pendiente, sin afloramientos rocosos, de fondo arenoso y próxima al Cañón Submarino de aguas profundas.

MATERIAL Y METODOS

Se hicieron campañas mensuales de medición de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, plancton, transparencia y color del agua en transectos con rumbo S $50^{\circ}O$ frente al puerto de Ensenada, hasta la profundidad de 40 m. y en niveles a 1, 10, 20, 30 y 35 m. de profundidad cubriendose un ciclo anual. Se usaron termómetros de inversión, de sensor remoto, salinómetro de inducción y se comparó la razón de conductividad contra la del agua de mar normal, el oxígeno disuelto se determinó por el método de Macro-Winkler.

A partir de los datos originales se computó la densidad, la estabilidad, diagramas T-S, histogramas de distribución de frecuencias y la penetración de la luz.

RESULTADOS Y DISCUSION

La época invernal está caracterizada por condiciones casi homogéneas con escasa estabilidad y reducida dispersión de los datos, lo que revela una mezcla vertical intensa que alcanza hasta el fondo ($> 40 \text{ m.}$) (Fig. 2). El contenido de oxígeno disuelto es relativamente alto (6.3 ml./l) pero la salinidad es relativamente baja (33.380 ppm.), las temperaturas superficiales son las más bajas del año debido al enfriamiento estacional.

En la época de primavera, cuando las aguas reciben más calor del sol, la temperatura superficial se incrementa en un grado centígrado por mes y alcanza el máximo hasta el final del verano, se inicia así la formación de una termoclina estacional que incrementa la estabilidad de las aguas y por consiguiente reduce el transporte vertical a través de la picnoclina, se inicia un proceso de retroalimentación positiva, pues al ser forzada el agua a permanecer en la superficie recibirá más calor, lo que a su vez aumentará la estabilidad para que continúe en la superficie. Mientras esto sucede, las isopicas e isoterma aumentan su pendiente por la intrusión o surgencia de agua fría (11°C) de relativamente alta salinidad (33.600 ppm.) de bajo contenido de oxígeno disuelto (3-4 ml./l) y según Martínez (en proceso), rica en nutrientes. El evento de surgencia alcanza el máximo desarrollo en mayo en la Bahía Todos Santos, lo que corresponde al máximo esfuerzo del viento en Baja California Norte (Reid, Roden y Wyllie, 1958) y a medida que este evento se propaga hacia el norte (Bureau of Land Management, 1980), en la bahía se produce el hundimiento progresivo de las isopicas.

Durante el verano ocurren en la columna de agua tres capas bien definidas al igual que en la zona del sur de California (Winant y Bratckovich, 1981): a) una capa superficial homogénea de seis a ocho m. de espesor de alta temperatura, relativamente alta salinidad y alto contenido de oxígeno disuelto; la profundidad de esta capa refleja la efectividad de la mezcla vertical, b) una capa profunda homogénea de baja temperatura ($11-12^{\circ}\text{C}$) de relativamente alta salinidad (33.6 ppm.), bajo contenido de oxígeno disuelto (3-4 ml./l) y rica en nutrientes, que se mantiene prácticamente

inalterada por la alta estabilidad de la capa intermedia; aunque el contenido de oxígeno disuelto es bajo, es suficiente para mantener la continuidad de la vida marina, c) una capa intermedia con un gradiente vertical de temperatura pronunciado (termoclina estacional) con una alta estabilidad, que reduce el transporte vertical y puede confinar contaminantes en la capa superior; tiene alto contenido de oxígeno disuelto (máximo subsuperficial) y relativamente baja salinidad (mínimo subsuperficial). De esta estructura se puede inferir una dinámica muy compleja.

La estabilidad de la columna del agua se incrementa notablemente durante el verano y decrece, durante el invierno. La frecuencia de flotación decrece de 600 a 150 cpd de verano a invierno. Asociado a la alta estratificación pueden ocurrir ondas internas que alteran la representación sinóptica del campo de densidad, pueden producir fuerte mezcla de sustancias contaminantes en la columna de agua y facilitan el transporte de contaminantes hacia la costa.

Los datos analizados nos permiten identificar la presencia de la Masa de Agua Californiana del Sur, que subyace en la termodina estacional durante primavera y verano (Fig. 3). Esta masa de agua fue identificada en la porción SE del Remolino del Sur de California (Kir'dyushev, 1968); puede considerarse, apoyándose en Gómez (1984), que el agua asciende desde 200 m. de profundidad, por lo que no se espera que esté tan modificada por mezcla vertical y evaporación.

Después de octubre y a medida que pasa el otoño, aumenta el enfriamiento superficial, se reduce la magnitud de la estratificación, se facilita la mezcla vertical, la termoclina profundiza y se produce un retardamiento en la propagación de la onda térmica desde la superficie, así que mientras el agua de la superficie está sujeta al calentamiento del verano y enfriamiento del invierno, el agua subsuperficial presenta un ciclo desfasado con enfriamiento primaveral (mayo) y calentamiento otoñal (diciembre). Este desfasamiento es una característica común de zonas de surgencias (Emilsson, no publicado) y ocurre a lo largo de la plataforma continental oeste de E.U.A. (Huyer, 1977; Winant y Bratkovich, 1981).

Aunque la variación estacional de temperatura es relativamente alta, el cambio neto en la columna de agua es muy reducido, lo que pone en evidencia un fenómeno de redistribución otoñal de calor en ella. Los rangos de temperatura en la

superficie y en el fondo son de 7.5 y 5.5°C, respectivamente.

La temperatura muestra una distribución bimodal durante primavera, verano y otoño con gran dispersión de los datos que pone en evidencia los efectos de surgencia y calentamiento estacional y cambia en el invierno a una distribución unimodal con escasa dispersión de los datos, figura 4. Puede considerarse que los cambios locales en temperatura son causados por calentamiento o enfriamiento superficiales y por advección horizontal y vertical del agua.

En general, la salinidad varía poco y se mantiene dentro de un rango de 0.5‰ en un ciclo anual. La evaporación presenta valores máximos en agosto, mientras que el máximo salino ocurre en mayo, por ello puede considerarse que los cambios locales en la salinidad son causados más por advección que por evaporación y predominan así aguas más saladas en el fondo, y en la superficie con un mínimo salino intermedio durante primavera y verano cuando la surgencia es más intensa. La alta salinidad de la superficie durante primavera y verano se explica por la advección de agua desde zonas de surgencia. Cabrera (1971), Argote *et al.* (1975) y Morales (1977) detectaron dos áreas de surgencia en la proximidad de Punta San Miguel y Punta Banda. El agua advectada, durante el proceso gana calor sin perder sal, pues la difusión de temperatura es 100 veces mayor que aquella de sal, (Pond y Pickard, 1978).

Las variaciones estacionales de oxígeno disuelto en la capa superficial no responden al cambio estacional de temperatura pues debiera esperarse que en meses fríos el agua tuviera más oxígeno disuelto que en los meses calientes; esto pudiera ser debido a enmascaramientos por diversos factores como la producción por fitoplancton, a la agitación de la capa superficial por viento y oleaje y a la reducción local de la presión al paso de ondas internas.

Durante la primavera y el verano destaca la ocurrencia de valores máximos subsuperficiales de oxígeno disuelto que pueden ser asociados a la actividad de fitoplancton (fotosíntesis). Los análisis de fitoplancton (Millán, en preparación) muestran incrementos subsuperficiales durante este mismo período. La distribución vertical de partículas, incluyendo una parte del plancton, obedece a la velocidad de asentamiento, que

según la Ley de Stokes es directamente proporcional a la diferencia de densidad entre el agua y la partícula, por ello en el sitio de máximo relativo de estabilidad, la velocidad de asentamiento se reduce, lo que causaría una concentración de partículas en esas profundidades.

La época de surgencia está asociada con mínimos de penetración de la luz y los máximos ocurren en la época invernal. Estos resultados concuerdan con los de Grijalva *et al.* (1985).

Las pesquerías de la región dependen en gran medida del efecto bioestimulante de la surgencia, lo cual se manifiesta dentro de la bahía, aun cuando las aguas de surgencia no alcancen la superficie, siendo suficiente con que alcancen la zona eufótica (limitada por el uno por ciento de la penetración de la luz), pero puede ocurrir que una gran cantidad de nutrientes queden fuera del alcance de la zona eufótica, y cabe la posibilidad de que sólo pueda disponerse de ellos hasta el final del otoño, cuando se rompe la estabilidad de la columna de agua.

La intención fundamental en el vertimiento de aguas residuales al mar es la de mezclar totalmente el eflujo con grandes volúmenes de agua ambiental (Grace, 1978). La estratificación de las aguas puede aprovecharse en este sentido para lograr un diseño apropiado del emisor-difusor, para lo cual puede aplicarse la ecuación siguiente:

$$V_a > \frac{V_d (P_s - P_d)}{P_a - P_s}$$

donde p es la densidad, V el volumen y los subíndices a , d y s significan agua ambiente, agua de desecho y agua superficial, respectivamente, de tal manera que se puede computar la cantidad de agua ambiente requerida para diluir el agua del eflujo. La tabla 1 presenta la cantidad de agua ambiente requerida para diluir un promedio de 110 litros/segundo de agua residual (Segovia *et al.*, 1982) y resultan una mínima de 1,250 litros/seg. al final del verano y una máxima de 55,000 litros/seg. al principio del invierno.

TABLA 1. VOLUMEN DE AGUA AMBIENTE REQUERIDA CADA SEGUNDO PARA DILUIR UN EFLUVIO DE 110 LITROS/SEG. CALCULADOS PARA CADA MES. SE ASUME QUE EL EFLUVIO ES TODO FASE LIQUIDA Y TIENE UNA DENSIDAD CERCANA A LA UNIDAD

Mes	Va (1)	Mes	Va (1)
Enero	55,169	Julio	1,468
Febrero	14,395	Agosto	1,505
Marzo	5,035	Septiembre	1,255
Abril	2,202	Octubre	2,279
Mayo	1,989	Noviembre	4,054
Junio	1,790	Diciembre	20,647

CONCLUSIONES

1) La ocurrencia de una estructura en primavera y verano de tres capas bien diferenciadas: a) la superficial homogénea de seis a ocho metros de espesor, alta temperatura, relativamente elevada salinidad y gran contenido de oxígeno disuelto, b) una capa profunda, homogénea, de baja temperatura, relativamente alta salinidad y bajo contenido de oxígeno disuelto, c) una capa intermedia con un fuerte gradiente vertical de temperatura, de alta estabilidad, con mayor oxígeno disuelto y menor salinidad que las otras dos.

2) El agua de surgencia se identifica como Masa de Agua Californiana del Sur.

3) El evento de surgencia alcanza su máximo desarrollo en mayo y es seguido por un hundimiento progresivo hasta el final de otoño.

4) Retardo en la propagación de la onda térmica, la superficie sigue al ciclo estacional y en niveles subsuperficiales ocurre enfriamiento en la primavera y calentamiento en el otoño. La propagación térmica otoñal puede considerarse como una redistribución del calor en la columna de agua, pues no existe un cambio neto notable de temperatura.

RECONOCIMIENTO

Este estudio forma parte del proyecto DGO-04/86 del Programa de Desarrollo de la Investigación Oceanográfica Nacional de la Dirección General de Oceanografía Naval de la Secretaría de Marina.

Se agradece la colaboración de: M. en C. Clemente Jiménez Pérez, Téc. Antonio Sánchez y Téc. Ramón Velázquez Márquez por el apoyo en las

campañas de muestreo, al Oc. Gabriel López Castillo por la elaboración de figuras y a la señorita Elba L. Salazar S. por la mecanografía.

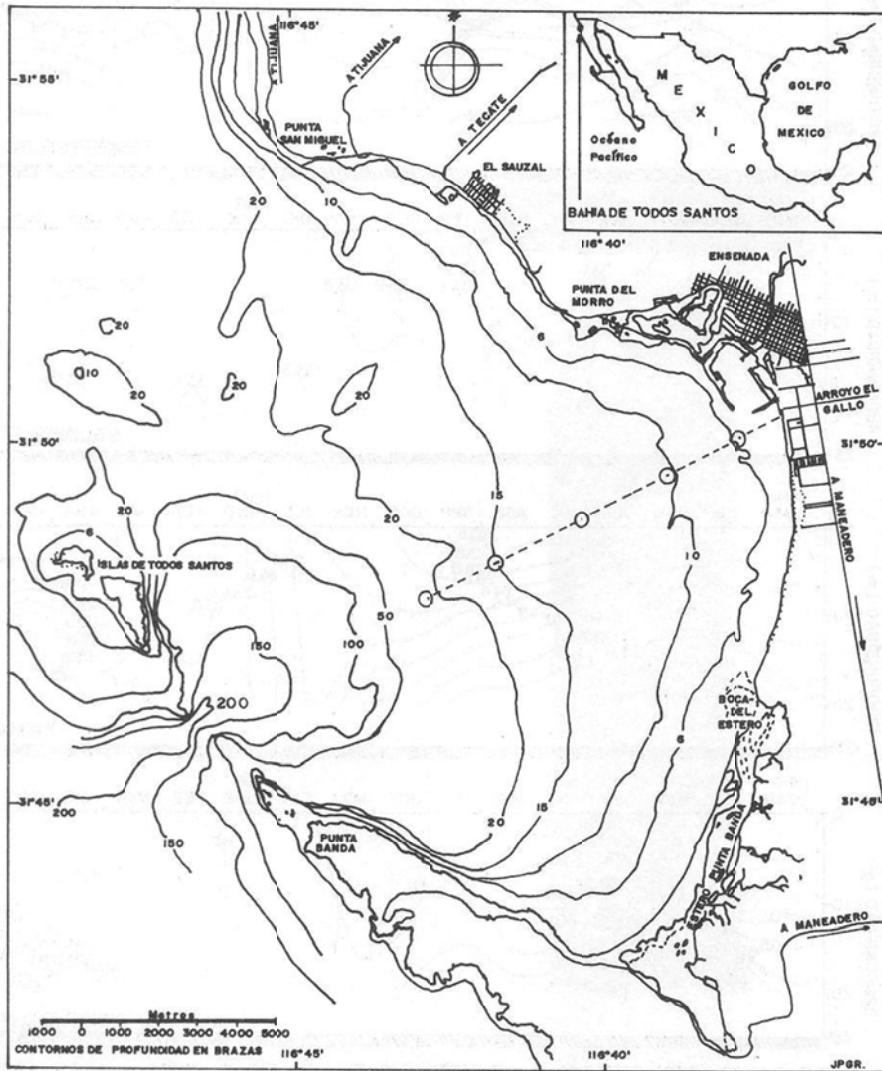


FIG. I LOCALIZACION DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MEXICO
Y DEL TRANSECTO DE ESTUDIO CON LOS SITIOS DEL MUESTREO REGULAR.

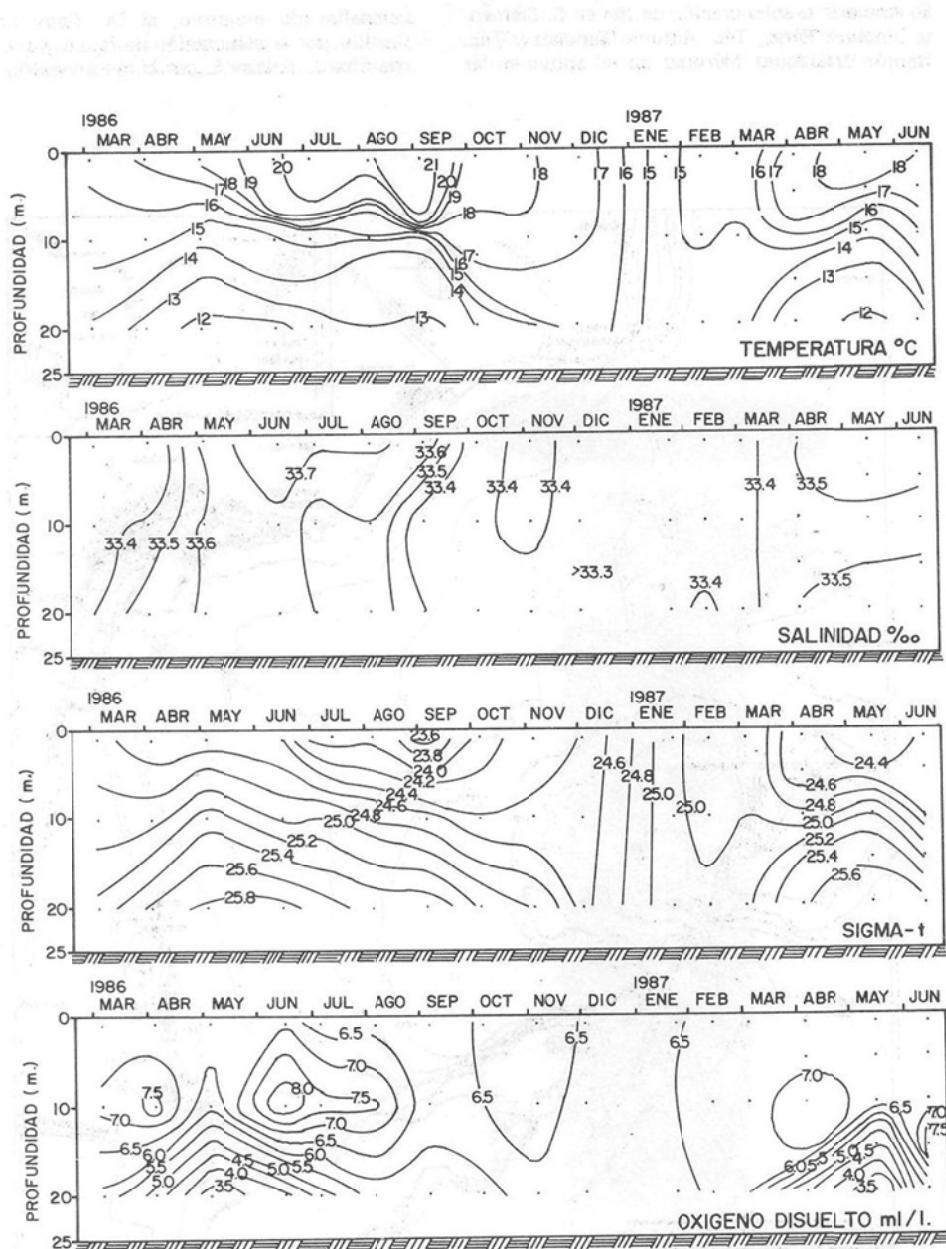


FIG. 2 VARIACION ESTACIONAL DE TEMPERATURA, SALINIDAD, SIGMA- τ Y OXIGENO DISUELTO EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C., MEXICO, EN LA LATITUD 31°49'N Y LONGITUD 116°40'W.

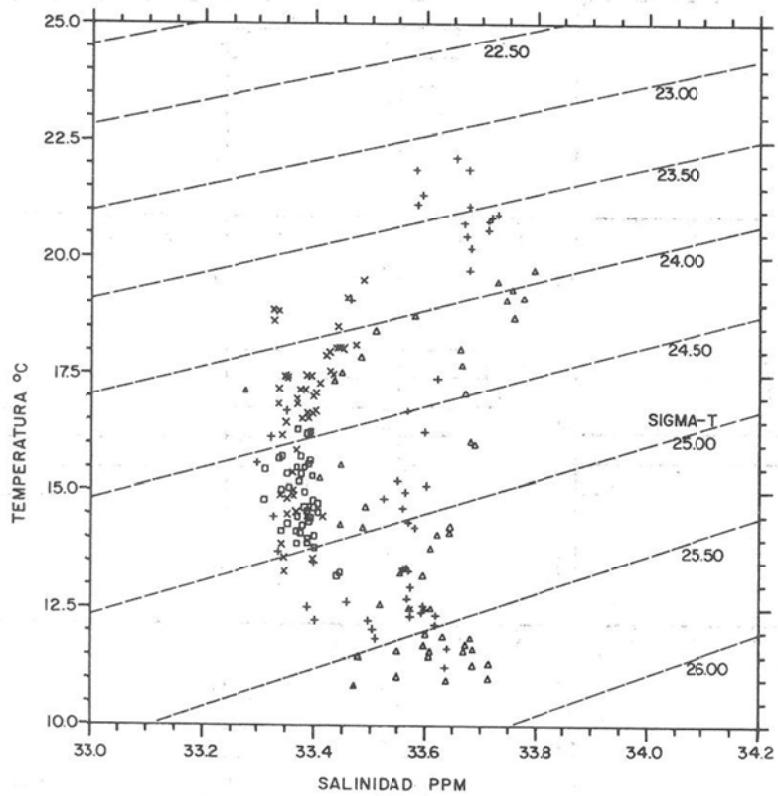


FIG. 3 DIAGRAMA T-S CORRESPONDIENTE A UN CICLO ANUAL DE AGUA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C., MEXICO. INVIERNO (\square), PRIMAVERA (Δ), VERANO (+) Y OTOÑO (x).

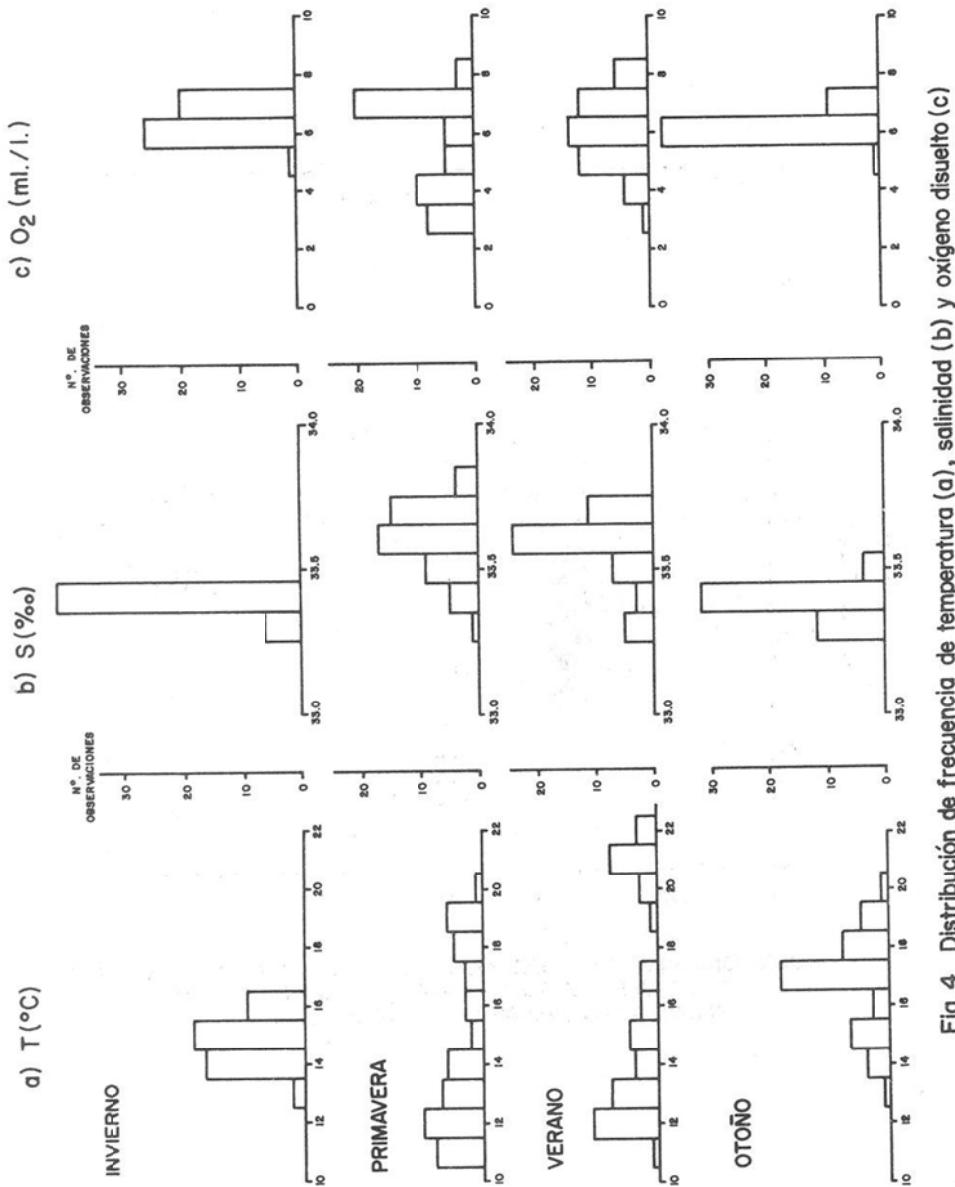


Fig. 4 Distribución de frecuencia de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c) en el agua de la Bahía de Todos Santos, B.C., México.

LITERATURA CITADA

- Argote E.M.L., Amador B.A., Morales Z.C. 1975. Distribución de los parámetros de salinidad y temperatura y tendencia de la circulación en la Bahía de Todos Santos, B.C. Memoria de la 1a. Reunión de CIBCASIO, pp: 3-30.
- Bureau of Land Management. 1980. A climatology and oceanographic analysis of the California Pacific Outer Continental Shelf Region. U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, D.C.
- Cabrera Muro H. 1971. Distribución de temperatura en la Bahía de Todos Santos. Tesis de Licenciatura, ESCM, UABC.
- Grijalva Ch. J.M., Castro L.R., Hamman G.M. 1985. Temperatura y visibilidad en la Bahía de Todos Santos, B.C. México, octubre de 1982 a septiembre de 1983. Revista Ciencias Marinas, Vol. 7, Núm. 1, 1985, pp: 39-48.
- Gómez V.J. 1984. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California, Rev. Ciencias Marinas, Vol. 9 Núm. 2, 1984, pp:75-86.
- Grace Robert A. 1978. Marine outfall systems. Planning, design and construction. Prentice-Hall, Inc.
- Huyer A. 1977. Seasonal variation in temperature, salinity and density over the Continental shelf off Oregon. Limnology and Oceanography. May 1977, Vol. 22, Núm. 3, pp: 442-453.
- Ingvar Emilsson. (No publicado.) Elementos de Oceanografía Física. Apuntes de clase. ICML, UNAM.
- Kin'dyushev V.I. 1968. Seasonal variations of water mass in the California region of the Pacific Ocean. Oceanology, Vol. 10, Núm. 4, pp: 456-464.
- Millán Núñez E. (En proceso.) Distribución y composición del fitoplancton durante un ciclo anual (1986-1987) en la Bahía de Todos Santos. EIOE, DGON. Secretaría de Marina.
- Martínez García G.M. (En proceso.) Estudio oceanológico para la instalación de un emisor de aguas residuales. Tesis de licenciatura, ESCM, UABC.
- Morales Zúñiga C. 1977. Variaciones estacionales de la temperatura en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura, ESCM, UABC.
- Pond S. y Pickard G.L. 1978. Introductory dynamic oceanography. Pergamon Press.
- Reid, J.L., Jr., G.I. Roden and J.G. Wyllie, 1958. Studies of the California current system, California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Progress. Report. 7-1-56 a 1-1-58. Marine Resources Committee, California Department of Fish and Game, Sacramento, Calif., pp: 27-56.
- Segovia Z.J.A., Galindo B.S., Rivera D.I. y Peña J.L. 1982. Estudio general de la contaminación costera en el estado de Baja California. Informe Anual 1982, UABC-110-SEP, pp: 42-64.
- Winant C.D. and Bratkovich A.W. 1981. Temperature and currents on the southern California shelf: a description of the variability. Journal of Phys. Ocean. Vol. 2, Núm. 1, pp: 71-86.

En el presente trabajo se estima la consistencia estadística de tres modelos del espectro direccional de dos parámetros ajustables. Se analizan los resultados de 120 mediciones de 8.5 minutos cada cuatro horas. Los resultados muestran una falta de consistencia, lo que indica una estructura complicada del espectro direccional.

CRITERIO DE CONSISTENCIA ESTADÍSTICA DE UNA ESTIMACIÓN DEL ESPECTRO DIRECCIONAL

José Luis Ochoa De la Torre*
Oscar Eduardo Delgado González**

RESUMEN

Con la información de las fluctuaciones en la velocidad horizontal y la presión, se estiman cuatro restricciones integrales del espectro direccional. Se analiza la consistencia estadística de tres modelos del espectro direccional de dos parámetros ajustables. El criterio de consistencia determina si el desajuste puede deberse a la variabilidad intrínseca en los espectros cruzados con los que se estiman las restricciones. Cuando la variabilidad estadística indica que la medida del desajuste es poco probable, el modelo se considera inválido y es rechazado por inconsistencia. Los datos disponibles, 120 registros de 8.5 minutos de mediciones cada cuatro horas, siempre muestran falta de consistencia, evidencia de una complicada estructura del espectro direccional.

ABSTRACT

Horizontal component of velocity and pressure fluctuations provide four estimates of integral restrictions on the directional spectra. The statistical consistency of three directional spectrum models with two adjustable parameters is analyzed. The consistency criterion considers if the lack of fit can be a result of the statistical variability of the auto and cross spectra on which the restrictions are estimated. When the statistical variability indicates a very unlikely lack of fit, the model is rejected for inconsistency. The available data, 120 records of 8.5 min. length, each every four hours, always show a lack of consistency. This result is evidence of a complicated directional spectra.

* Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.

** Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California.

INTRODUCCION

Existen diferentes intereses o motivos para estudiar la direccionalidad del oleaje. Algunos de ellos están relacionados con la generación, la propagación, evolución o su interacción dinámica con la capa de mezcla. Otros están relacionados con procesos costeros como el transporte de sedimentos o con ingeniería para analizar movimientos y esfuerzos en estructuras flotantes o fijas.

En este trabajo, se denomina espectro direccional a la función $D_f = D_f(\theta)$, donde: θ es el ángulo y f es la frecuencia circular, que caracteriza la distribución angular de la propagación de energía disponible en cierta banda de frecuencia. Esta notación no es convencional, simplemente añade a la información usual del espectro de energía $S=S(f)$ la direccionalidad del flujo de energía correspondiente. El espectro direccional reúne todas las propiedades que cualquier densidad de probabilidad debe cumplir: es no negativa, su integral en todo el dominio de dirección es la unidad y es adimensional.

$$D_f(\theta) \geq 0 \quad \forall \theta \in (-\pi, \pi), \int_{-\pi}^{\pi} D_f(\theta) d\theta = 1$$

En la sección de métodos se describe cómo este espectro debe cumplir otras restricciones representadas por integrales pesadas con funciones angulares que son iguales a ciertos espectros cruzados normalizados (coherencia). Estos espectros cruzados son estimables a partir de series de tiempo de las variables pertinentes. Para el caso de los datos disponibles, las fluctuaciones de presión de la columna de agua, medidas a cierta profundidad, y las componentes horizontales de la velocidad en algún otro punto de la misma vertical, las restricciones son solamente cuatro, provienen de seis espectros cruzados aparte de las dos intrínsecas como densidad de probabilidad.

Estas cuatro restricciones son satisfechas por un sinnúmero de espectros direccionales y se requiere de condiciones adicionales para escoger uno sobre todos los de la familia que satisfacen las restricciones. La utilización de alguna condición o restricción adicional es un elemento primordial en este tipo de discriminación de soluciones y este procedimiento queda englobado en Teoría Inversa.

Por otro lado, un procedimiento que admite pruebas de consistencia estadística es el de elegir el 'mejor' D_f perteneciente a una familia de espectros direccionales.:

$$D_f(\theta) = D_f(\theta; \alpha, \mu)$$

2.

dependientes de dos parámetros. En este procedimiento se ajustan el par, α y μ , que mejor reproducen las restricciones, según un criterio de mínimos cuadrados.

Dado que las estimaciones espectrales obtenidas de las series de tiempo, están sujetas a cierta variabilidad estadística, cuyo comportamiento es conocido (Jenkins y Watts, 1968), Long (1980) propone este método para calificar la consistencia del espectro direccional resultante. El espectro direccional ajustado, es consistente, si su desajuste se puede considerar debido a la variabilidad estadística esperada, la cual depende primordialmente de: el espectro direccional mismo (el ajustado), el número de grados de libertad en los espectros cruzados y de la forma que éstos producen las relaciones normalizadas de las restricciones. En la sección del método se describe detalladamente esta prueba de consistencia, así como una formalización más acertada que la presentada por Long (1980).

Descripción del área de la estación de registro

La zona de estudio se encuentra en el Golfo de California, en una de las puntas rocosas que protegen la parte norte del puerto de San Felipe, B. C., conocida como Punta el Machorro, con coordenadas $31^{\circ}04'$ de latitud y $114^{\circ}48'$ de longitud (Figura 1). Las características geomorfológicas que esta área presenta fueron determinantes para su elección, ya que las olas que arriban a esta Punta, presumiblemente no tienen deformaciones causadas por interacciones con islas o zonas someras.

Descripción del instrumento

El aparato modelo 635-12, fabricado por la compañía Sea Data, está compuesto por tres sensores principales: un sensor de presión, un correntímetro de inducción electromagnética y una brújula. Una descripción detallada de cada uno de estos sensores puede ser obtenida en Larios (1987).

METODO

Implicaciones por teoría lineal

En el presente trabajo se aplican algunos de los

resultados de la teoría lineal de ondas de pequeña amplitud. A continuación se presentan algunos aspectos de la teoría lineal pertinentes al tema.

Dado un tren de ondas cuyo perfil superficial es:

$$\eta = a \cos(\underline{k} \cdot \underline{x} - \omega t + \lambda) \quad 3.$$

donde: a es la amplitud, \underline{k} es el vector número de onda, \underline{x} es el vector de posición horizontal, ω es la frecuencia angular ($\omega = 2\pi f$), t es el tiempo y λ un ángulo de fase arbitrario pero constante, para cumplir las ecuaciones de movimiento linearizadas, en un medio de fondo horizontal con profundidad h , se satisface la siguiente ecuación, conocida como relación de dispersión:

$$\omega^2 = g k \tanh(kh) \quad 4.$$

donde: g es la aceleración de la gravedad y k es la magnitud del número de onda ($k = |\underline{k}|$).

El campo de presión de tal solución es:

$$p = \rho a \frac{\omega^2 \cosh(k(z+h))}{k \sinh(kh)} \cos(\underline{k} \cdot \underline{x} - \omega t + \lambda) \quad 5.$$

donde: ρ es la densidad del agua y z es la coordenada vertical, positiva hacia arriba y nula en la superficie promedio del mar. El número de onda define la dirección de propagación $\theta \in (-\pi, \pi)$ por la relación $\underline{k} = (\cos \theta, \sin \theta)$, donde θ es medido respecto al eje x positivo, y aumenta en el sentido contrario a las manecillas del reloj (Figura 1).

El campo de velocidad horizontal está dado por:

$$u = a \omega \frac{\cosh(k(z+h))}{\sinh(kh)} \cos \theta \cos(\underline{k} \cdot \underline{x} - \omega t + \lambda) \quad 6a.$$

$$v = a \omega \frac{\cosh(k(z+h))}{\sinh(kh)} \sin \theta \sin(\underline{k} \cdot \underline{x} - \omega t + \lambda) \quad 6b.$$

donde: (u, v) , son las componentes del vector velocidad en la dirección x , y respectivamente. La energía de esta ola es:

$$\sigma E = \rho g \frac{a^2}{2} \quad 7.$$

Estas relaciones analíticas reproducen aproximadamente los aspectos más importantes de la dinámica y propagación del oleaje. Sin embargo, para hacer un estudio más acertado del comportamiento de este fenómeno es necesario tratarlo desde un punto de vista estadístico, pues la configuración de la superficie oceánica varía irregularmente en el espacio y el tiempo.

La superficie del mar se puede tratar como una superficie que consiste de la suma de un gran número de componentes, cada una con una determinada longitud de onda ($2\pi/k$), que está relacionada con la frecuencia mediante la relación de dispersión (4), amplitud infinitesimal, una dirección particular y una cierta fase λ , al azar. Cada una de estas componentes cumplen por separado con las ecuaciones 3, 4, 5 y 6.

De acuerdo a lo indicado en la introducción la función:

$$S(f, \theta) = S(f) D_f(\theta) \quad 8.$$

para $f > 0$ y $0 \leq \theta \leq 2\pi$, caracteriza la energía ΔE , contenida en todas las ondas que viajan con dirección θ entre $\theta - \Delta\theta/2$ y $\theta + \Delta\theta/2$, y con frecuencia entre $f - \Delta f/2$ y $f + \Delta f/2$, por medio de:

$$\Delta E = \int_{\theta - \Delta\theta/2}^{\theta + \Delta\theta/2} \int_{f - \Delta f/2}^{f + \Delta f/2} 2\rho g S(f, \theta) df d\theta \cong 2\rho g S(f, \theta) \Delta f \Delta \theta \quad 9.$$

Asimismo, una expresión del nivel superficial acorde con una $S(f, \theta)$ sería:

$$\eta = \sum_i \sum_j \sqrt{S(f_i, \theta_j)} \Delta f \Delta \theta \cos(\underline{k}_i \cdot \underline{x} - 2\pi f_i t + \lambda_{ij})$$

donde λ_{ij} , es una fase al azar con distribución uniforme en $(-\pi, \pi)$.

La información que relaciona $S(f, \theta)$ con los datos, son todas las estimaciones posibles de los autoespectros (S_{pp} , S_{uu} , S_{vv}) y espectros cruzados (S_{uv} , S_{pu} , S_{pv}) de u , v , y p . De las ecuaciones 5, 6, 7 y 9 se puede deducir que estos espectros quedan relacionados con $S(f, \theta)$, por seis

expresiones dadas por Longuet-Higgins *et al.* (1963).

La información que aportan éstas provee redundancia y pueden ser reducidas a sólo cuatro restricciones independientes entre sí, sobre la función $D f(\theta)$.

$$\int_{\theta} \cos \theta D(\theta) d\theta = \frac{S_{pu}}{\sqrt{S_{pp}(S_{uu} + S_{vv})}} = d_1$$

$$\int_{\theta} \sin \theta D(\theta) d\theta = \frac{S_{pv}}{\sqrt{S_{pp}(S_{uu} + S_{vv})}} = d_2 \quad 10.$$

$$\int_{\theta} \cos 2\theta D(\theta) d\theta = \frac{S_{uu} - S_{vv}}{S_{uu} + S_{vv}} = d_3$$

$$\int_{\theta} \sin 2\theta D(\theta) d\theta = \frac{2S_{uv}}{S_{uu} + S_{vv}} = d_4$$

donde, tanto en las densidades espectrales como en el espectro direccional, se ha suprimido la variable f , acarriando que el sistema 10, está dado en función de la frecuencia.

Bajo este contexto las ecuaciones son explícitamente independientes del amortiguamiento de las fluctuaciones con la profundidad y la ganancia o atenuación instrumental, puesto que la información direccional es la misma en toda la columna de agua.

Variabilidad estadística

Las propiedades estadísticas de una variable al azar no pueden ser determinadas precisamente de un conjunto de observaciones, sólo es posible obtener estimaciones de los parámetros de interés. Las cuatro cantidades que constituyen las restricciones, etc. 10, son sólo una estimación de d , y como tales presentan errores estadísticos que en forma general pueden ser representados por:

$$\tilde{d} = d + \epsilon \quad 11.$$

donde \tilde{d} es el valor numérico conocido (estimador de d) y ϵ una diferencia al azar o variabilidad estadística. En este trabajo sólo la variabilidad estadística es tomada en consideración, ya que presumiblemente los errores asociados con la adquisición de datos son de menor orden.

Dado un modelo espectral $D(\theta)$, existe una matriz de covarianza:

$$V_{ij} = \langle \epsilon_i \epsilon_j \rangle \quad 12.$$

determinada por el comportamiento estadístico de las estimaciones espectrales y sus grados de libertad. Una medida utilizada para determinar la magnitud de esta variabilidad, es:

$$\tau^2 = e^T V^{-1} e$$

cuyo comportamiento es similar al de una variable χ^2 , en este caso con cuatro grados de libertad.

Esta variable τ^2 es entonces la medida con la que hay que ajustar los modelos del tipo mostrado en la ecuación 2. Para un modelo $D(\theta)$ de cierto tipo, el criterio para seleccionar \tilde{D} o $\tilde{\alpha}$ y $\tilde{\mu}$ es entonces el minimizar la variable, τ^2 :

$$\tilde{\tau}^2 = e^T \tilde{V}_{a,\mu}^{-1} e \quad 14.$$

$$\int_{\theta} D(\theta; \tilde{\alpha}, \tilde{\mu}) d\theta \cos \theta = \tilde{d}_1 - e_1$$

$$\int_{\theta} D(\theta; \tilde{\alpha}, \tilde{\mu}) d\theta \sin \theta = \tilde{d}_2 - e_2 \quad 15.$$

$$\int_{\theta} D(\theta; \tilde{\alpha}, \tilde{\mu}) d\theta \cos 2\theta = \tilde{d}_3 - e_3$$

$$\int_{\theta} D(\theta; \tilde{\alpha}, \tilde{\mu}) d\theta \sin 2\theta = \tilde{d}_4 - e_4$$

El problema de encontrar la solución $\tilde{\alpha}$ y $\tilde{\mu}$ ($\tilde{\tau}^2$ min), es un problema no lineal, pues la matriz \tilde{V} depende de la relación misma, el cual fue resuelto por un proceso iterativo.

Eligiendo el modelo de von Mises para describir el espectro $D(\theta)$:

$$D(\theta) = \frac{e^{\alpha \cos(\theta - \mu)}}{2 \pi I_0(\alpha)} \quad 16.$$

las integrales se pueden efectuar analíticamente y el sistema 15 se reduce a:

$$\tilde{d}_1 = \frac{I_1}{I_0} \cos \tilde{\mu} + e_1 \quad 17.$$

$$\tilde{d}_2 = \frac{I_1}{I_0} \sin \tilde{\mu} + e_2$$

$$\begin{aligned} \tilde{d}_3 &= \frac{I_2}{I_0} \cos 2\mu + e_3 \\ \tilde{d}_4 &= \frac{I_2}{I_0} \sin 2\tilde{\mu} + e_4 \end{aligned} \quad 17.$$

donde: I_0 , I_1 , y I_2 son evaluados en $\tilde{\alpha}$.

Producido casos sintéticos, se analizó el proceso de ajuste. Con una α y una μ dados, se formó el vector d y la matriz V . La variabilidad e , acorde con 13, definían la d y se encontraban la $\tilde{\alpha}$ y $\tilde{\mu}$ que por medio de la ecuación 17 minimizaban $\tilde{\chi}^2$ (ec. 14). Con este procedimiento y una multitud de casos se encontró que la $\tilde{\chi}^2$ se comporta como una x^2 pero con dos grados de libertad. Este resultado es idéntico al caso análogo lineal (V definida positiva, constante).

Un valor utilizable como valor límite de $\tilde{\chi}^2$ es 3.3 con un valor de confianza del 80 por ciento. Todos los ajustes tales que $\tilde{\chi}^2 \leq 3.3$ serán aceptados, pues es altamente probable (> 80 por ciento) que el desajuste sea debido a variabilidad estadística. Cualquier ajuste tal que $\tilde{\chi}^2 > 3.3$ implica que si el espectro direccional $D(\theta; \tilde{\alpha}, \tilde{\mu})$ es el real, la probabilidad de obtener tanta variabilidad es muy poca (< 20 por ciento), en este caso, el espectro direccional es rechazado. Long (1980) argumentando al mismo nivel de confianza (80 por ciento), utilizó 6.2 como $\tilde{\chi}^2$ límite, lo cual, según el análisis aquí aplicado, representa un rechazo.

RESULTADOS

Al ajustar los modelos: coseno cuadrado generalizado

$$D(\theta; \alpha, \mu) = A \cos^2 \alpha (\theta - \mu)$$

donde: A es una constante que permite una normalización, el modelo gaussiano:

$$D(\theta; \alpha, \mu) = A e^{\alpha^2 (\theta - \mu) \pi}$$

y el de von Mises (expresión 16), se encontró que de los 120 registros de p , u y v , obtenidos a una profundidad promedio de nueve metros, los valores de $\tilde{\chi}^2$ son siempre mayores que 10 y con comportamiento similar, independientemente de cuál de los tres modelos se tratase.

En la figura 2, se muestra un ejemplo del valor del espectro de energía y los valores correspondientes que adquieren los parámetros $\tilde{\alpha}$ y $\tilde{\mu}$ para cada banda de frecuencia, utilizando el modelo de von Mises.

Si se elige un par de valores $\tilde{\alpha}$, $\tilde{\mu}$ para una cierta banda de frecuencia y se sustituye en el modelo utilizado, el comportamiento será similar al presentado en la figura 3, en la que además se grafica el resultado obtenido al ajustar un modelo de cuatro parámetros, el cual no permite efectuar pruebas estadísticas por no tener ni un grado de libertad, es decir, su ajuste debe ser exacto y el valor teórico de $\tilde{\chi}^2$ debe ser cero.

DISCUSIONES

Existe similitud en el comportamiento que mostraron los modelos utilizados, lo cual es una indicación de que cualquier modelo de dos parámetros que se deseé ajustar a la información, arrojará resultados similares: a) ángulo de aproximación del oleaje, b) medida de la concentración de la energía alrededor de la dirección promedio y c) el rechazo a las pruebas estadísticas. Esto puede ser interpretado como una evidencia de que la estructura que presenta el oleaje en la zona de estudio es complicada y no puede ser representado con los modelos direccionales de dos parámetros.

Aunque en todos los casos hubo rechazo estadístico, las bandas de frecuencia con mayor energía presentaron los valores menores de la variable $\tilde{\chi}^2$, mejor medida de la concentración de la energía alrededor de la dirección promedio y correspondencia entre los ángulos de aproximación calculados y los que se observan en la zona de estudio.

CONCLUSIONES

La técnica empleada analiza adecuadamente la variabilidad estadística a través de la matriz de covarianza, encontrándose que con la información disponible no es posible representar la dirección del oleaje por un modelo con dos parámetros. Sin embargo, los ángulos de aproximación calculados concuerdan con lo que se esperaría encontrar en la zona de estudio, oleaje arribando de la parte sur-este.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que de alguna manera colaboraron en la obtención de la información utilizada en este trabajo, en especial al M. en C. Adolfo González Calvillo, quien diseñó el experimento y estuvo como responsable en el desarrollo del mismo.

El apoyo económico para este proyecto fue gentilmente proporcionado por la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

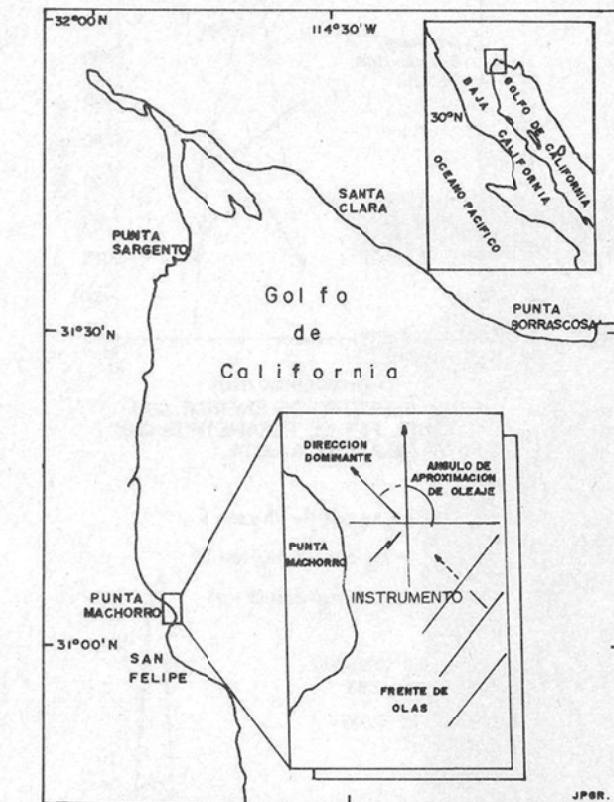


FIG. I LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO Y POSICION RELATIVA DEL INSTRUMENTO.

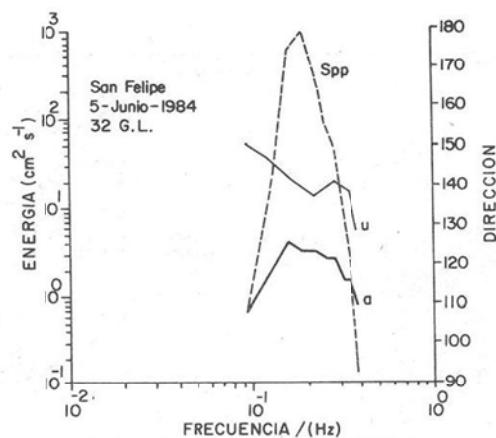


FIG. 2 ESPECTRO DE ENERGIA CON EL PAR DE PARAMETROS QUE MEJOR SE AJUSTA.

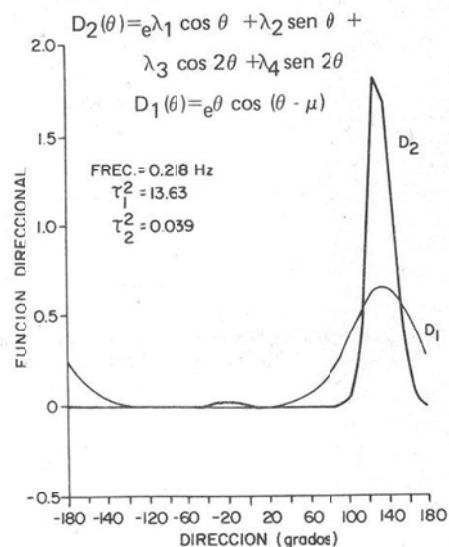


FIG. 3 ESPECTRO DIRECCIONAL DE VON MISES PARA UNA FRECUENCIA DE .218 Hz Y UN ESPECTRO CON AJUSTE EXACTO.

LITERATURA CITADA

- Jenkins, G.M. y D.G. Watts. 1968. *Spectral analysis and its applications*. Holden Day, 525 pp.
- Larios Castillo, S.I. 1987. Análisis de la relación entre registros del viento y el oleaje en San Felipe, Baja California. Tesis de licenciatura. (En prensa.)
- Long, R.B. 1980. *The Statistical Evaluation of Directional Spectrum Estimates Derived from Pitch/Roll Buoy Data*. J. Phys. Oceanography, 10, 944-952.
- Longuet-Higgins, M.S., D.E. Cartwright y N.D. Smith. 1963. *Observations of the directional spectrum of the sea waves using the motions of a floating buoy*. Ocean Wave Spectra, Prentice-Hall, 111-136.

MANEJO DE LA ZONA COSTERA

Salvador F. Farreras*

Uno de los aspectos relevantes en el manejo de la zona costera es la prevención de desastres naturales o provocados por el hombre, que muchas veces están asociadas a una utilización conflictiva y desordenada de usuarios múltiples en áreas de riesgo.

Hay un principio básico: aun cuando la mayoría de los fenómenos naturales destructivos no se pueden controlar en su origen, ocurrencia o desarrollo, la susceptibilidad del riesgo se puede reducir o eliminar mediante: a) el conocimiento científico de las características del fenómeno y b) el control de las actividades de la población en las zonas expuestas a riesgo, regulando la extensión y naturaleza de su uso.

En caso de desastres, esto permite disminuir la destrucción material y las pérdidas de vidas.

En el caso de conflictos de usuarios múltiples que comparten una zona con intereses excluyentes y con amenaza de destrucción del medio ambiente natural por impacto ecológico, el conocimiento científico de la dinámica de los sistemas biótico y abiótico y su interacción, junto con el control de las actividades humanas antes mencionado, permiten: a) el desarrollo armónico y simultáneo de: la explotación de recursos (acuacultura), la utilización de áreas de recreación (playas), la implementación de servicios (actividad portuaria) y el establecimiento de comunidades habitacionales y b) la preservación del medio ambiente natural (hábitat de las especies silvestres) libre de contaminación indeseable. En esto consiste el éxito de una buena política de administración y manejo óptimo de la zona costera.

Pero no basta con que las políticas mencionadas queden muy bien expresadas en reglamentos y leyes escritas, debe existir también una voluntad firme y decidida de las instituciones, organismos y autoridades a quienes corresponda, para cuidar de su ejecución y cumplimiento a cabalidad.

La cantidad y calidad de trabajos presentados en este Congreso Nacional de Oceanografía cubriendo aspectos físicos, químicos, geológicos y biológicos de los fenómenos costeros, son una evidencia de la madurez de la comunidad científica de todo el país al respecto.

* Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.

Sin embargo, no es a los científicos sino a las autoridades municipales, estatales y federales a quienes corresponde impartir mandato para ejecutar las políticas de administración y manejo de la zona costera. Su decisión deberá necesariamente basarse en un análisis estudioso de los resultados de las investigaciones que la comunidad científica haya efectuado al respecto, o de su asesoría directa.

Se formula por lo tanto la siguiente propuesta: adoptar como norma una mejor comunicación y una mayor coordinación entre las autoridades administrativas federales, estatales y municipales encargadas del manejo de la zona costera, y las instituciones de investigación en la especialidad, a fin de garantizar que las decisiones al respecto, y su ejecución sean acertadas y exitosas.

Dentro del aspecto b) sobre el control de las actividades de la población, juega un papel importante la planeación urbana de las zonas costeras con usuarios múltiples y/o expuestas a riesgos.

El criterio para establecer la distribución de usuarios debe fundamentarse en la necesidad y dependencia de la costa con el tipo de uso, el potencial para pérdida de vidas y obras materiales y la densidad de población que ocupan.

Este criterio consiste explícitamente en clasificar las actividades en: 1) Aquellas que imprescindible y necesariamente deben estar a la orilla del mar o usufructuando la costa. 2) Aquellas que aunque no sea necesario, puede ser deseable que se ubiquen en la zona costera, y 3) Aquellas que para cumplir sus fines es inmaterial e innecesario que estén a orillas de la costa, y más aún que presenten inconvenientes por su vulnerabilidad en caso de desastres debido a su concentración alta de población que haga difícil su evacuación (especialmente en horas de la noche) o correspondan a servicios de utilidad pública.

A cada uno de estos usuarios potenciales debe asignársele primera, segunda o tercera prioridad, respectivamente, en el uso de la costa, según al

grupo al que pertenezcan. Ejemplos que obviamente deben estar en el grupo uno son, entre otros: instalaciones portuarias y astilleros, marineras para embarcaciones turísticas, playas habilitadas para recreación y cultivos de especies marinas.

Corresponden al grupo dos los siguientes casos: hoteles y restaurantes para turistas, empacadoras de pescado y mariscos, plantas de tratamiento de aguas residuales y tanques sépticos, estacionamientos de automóviles, parques de recreación y tierras de cultivo agrícola. Forman parte del grupo tres, entre otras razones por ser innecesarias en la zona, inconvenientes y vulnerables: industrias no relacionadas con el mar, escuelas, hospitales, teatros, cines, mercados y tiendas, grupos habitacionales, oficinas públicas, plantas de generación o distribución de energía eléctrica, centrales de comunicación telefónica o telegráfica, correos, estaciones de transporte público (camiones, ferrocarriles), cárceles, museos y archivos de documentos públicos (catastro, registros de tránsito, policía, currícula educacionales).

Aunado al plan anterior de prioridades de distribución urbana, debe establecerse para aquellas zonas costeras que son susceptibles de riesgo de desastres: a) posibles obras de protección, b) rutas de evacuación expedita del área, c) lugares de refugio en edificios altos o cerros cercanos y d) un plan operativo de respuesta para antes, durante y después de la ocurrencia del desastre.

Concretamente, se formula por lo tanto como segunda propuesta: que se incorporen los aspectos de distribución poblacional, de servicios, y de obras en la zona costera, ya mencionados, al Plan Nacional y a los Planes Regionales o Locales de Desarrollo Urbano de todos los puertos y comunidades costeras de la República y se implementen en forma efectiva. Simultáneamente, además, que se establezca un plan operativo de respuesta a cada tipo de desastre para cada comunidad costera que se encuentre expuesta, educando e informando sobre su contenido a las poblaciones afectadas.

SISTEMA REGIONAL DE ALARMA DE TSUNAMIS PARA BAJA CALIFORNIA

Salvador F. Farreras*

RESUMEN

El Sistema Regional de Alarma de Tsunamis para la costa oeste de la península de Baja California está en etapa inicial de modernización y establecimiento. Ya opera en conexión permanente vía telex con el Sistema Internacional de Alarma para el Pacífico (Hawai) y por observación visual de estaciones con comunicación telefónica en las costas de la península. Se pretende instalar y operar tres estaciones detectoras de nivel del mar con transmisión/recepción automática y en tiempo real vía satélite Morelos a una central de operación en Ensenada, en coordinación con las autoridades locales y estatales de protección civil contra desastres. Se dan detalles de la organización del sistema, operación actual y futura, así como selección de instrumentos y equipos para comunicación por satélite.

ABSTRACT

The Regional Tsunami Warning System for the West Coast of the Baja California Peninsula is now on the initial stage of improvement and implementation. It already operates in a permanent connection via telex with the Pacific Tsunami Warning System (Hawaii) and through observers via telephone of sea level stations sited along the peninsula coasts. It is intended to install and operate three sea level stations equipped with automatic real time connection through the Morelos Satellite to an operative command in Ensenada, in coordination with the disaster prevention local and state authorities. Details are given on the organization of the system, present and future operation, and equipment selection for the satellite communication.

* Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.

INTRODUCCION

Un tsunami o maremoto es una perturbación en el océano representable como una secuencia o tren de olas largas (300 a 800 km.) de poca altura en mar profundo (orden de 2 m.) que viajan a gran velocidad (orden de 700 km/hora) y se apllan y trepan al incidir en las costas bajas (hasta 30 m. de altura en casos extremos). En mar profundo su propagación se asemeja a la de olas superficiales, y en primera aproximación supuestas lineales, su velocidad sólo depende de la profundidad, lo que permite conocer sus tiempos de arribo a las costas.

Mayoritariamente su origen se debe a desplazamientos verticales extensos del fondo marino causados por hundimientos de bordes de placas tectónicas en zonas de subsidencia (con ocurrencia simultánea de sismos), produciéndose generalmente cuando el sismo es de magnitud mayor que 7.0 y su foco está a poca profundidad bajo el fondo del océano (menos de 50 km.).

Estas zonas de bordes de placas de subsidencia están mayoritariamente en las costas del contorno del Océano Pacífico. Si se conocen parámetros tectónicos y geométricos de la zona de origen y la batimetría del océano, es posible simular por modelación numérica en computadora la propagación y conocer aproximadamente las alturas de ola en función del tiempo para distintos lugares del océano. Este conocimiento aproximado de velocidades de propagación y la modelación permite confeccionar cartas de tiempo de arribo para tsunamis de origen lejano conocido y detectados, a diferentes lugares, y en esto se basan los Sistemas de Alarma de Tsunamis.

En México se han generado 16 tsunamis destructivos desde 1732 a la fecha (Soloviev y Go, 1984). Sin embargo, los medios en mareógrafos (no necesariamente destructivos), entre 1957 y 1979, fueron 11 (uno cada dos años) (Sánchez y Farreras, 1983) mayoritariamente de origen lejano; entre éstos, cuatro de ellos muy notorios fueron registrados en Ensenada de hasta 1.4 m. de altura de ola, que no causaron destrucción por haber arribado en marea baja (Sánchez y Farreras, 1987).

A raíz de los sismos de septiembre de 1985, el Comité de Programas de Investigación sobre Naturaleza y Sociedades Nacionales de CONACYT, complementó y amplió el contenido del

Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (PRONDETyC), estableciendo las bases para un Sistema Nacional de Prevención de Desastres que sugiere líneas de investigación en origen, propagación, riesgo de daños por tsunamis y su mitigación (Comités de los Programas Indicativos de CONACYT, 1986). Siguiendo estas directivas, CICESE desarrolla entre otros proyectos de tsunamis, el de "Conexión al Sistema Internacional de Alarma y creación del Sistema Regional de Alarma para Baja California".

AREA DE ESTUDIO

En México, sólo es zona de origen de tsunamis la fosa Mesoamericana en que la placa de Cocos se mete bajo la placa Continental, y por ende las costas de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Chiapas están afectas a tsunamis muy destructivos de origen local; las costas de Baja California, Sonora y Sinaloa no son zona de origen, pero sí de llegada de tsunamis lejanos o cercanos, porque el borde de la placa del Pacífico está en el Golfo de California y no es de subsidencia sino de deslizamiento horizontal. Un ejemplo de tsunami local para México fue el de septiembre 19 de 1985 con zona de ruptura frente a Lázaro Cárdenas (Michoacán); a los pocos segundos de iniciado el sismo arribaron olas de 2.5 m. de altura a esa localidad, y minutos después se registraron olas de poco más de un metro en el mareógrafo de Acapulco, 200 km. al sur (Farreras y Sánchez, 1987).

El Sistema de Alarma que se explica en esta publicación, se refiere exclusivamente a la zona costera occidental de la Península de Baja California.

MATERIAL Y METODOS

El objetivo es contar con un Sistema de Alarma confiable y permanente (24 horas en tiempo real) para tsunamis de origen cercano (regional) y lejano (internacional), integrado al esquema operativo de Protección Civil del Estado de Baja California, usando tecnología de satélite. El organigrama de operación del Sistema Regional que se ha propuesto al estado a través del Comité Estatal de Prevención y Seguridad Civil, y que operaría en conjunto con autoridades civiles, militares y navales, es el que se muestra en la figura 1.

El Sistema Internacional de Alarma de Tsuna-

mis del Pacífico es una red interconectada por radio, telex y teléfono (y, en proyecto, vía satélite) de estaciones de sismógrafos y mareógrafos en puertos del Pacífico con sede central en Hawái (U.S.A.) e instituciones colaboradoras en los países participantes para detección inmediata de sismos y tsunamis generados, monitoreo de su propagación y envío de mensajes de alerta con tiempos de arribo y altura de ola esperable.

México incorporó al Sistema Internacional la estación de Manzanillo en 1971 y la de Isla Socorro en febrero de 1975 (Burton y Mazey, 1984); sin embargo, en septiembre de 1985 estas estaciones fueron interrogadas y no respondieron por estar fuera de funcionamiento (Pararas-Carayannis, 1985) y no operar su método de comunicación por radio y teléfono al Distrito Federal y de ahí a Hawái, en caso de desastres por sismos locales. Dada esta eventual vulnerabilidad y desprotección, CICESE propuso su incorporación al Sistema Internacional con una red de mareógrafos que conformaría el Sistema Regional de Baja California: Ensenada, Isla de Cedros o Guadalupe, y Cabo San Lucas, interconectadas vía satélite, radio o teléfono para detectar y transmitir en tiempo real sismos y alturas de nivel de mar anómalas, y emitir mensajes de alerta. Simultáneamente, y desde noviembre de 1986, CICESE está conectado por telex 24 horas todos los días del año con el Sistema Internacional (Hawái) habiéndose recibido ya siete mensajes de alerta (información, observación o cancelación).

Se propone la conexión inteligente (con capacidad de transmisión de datos y modalidad interrogativa) a través del satélite Morelos de las estaciones de Cabo San Lucas e Isla de Cedros o Guadalupe con Ensenada y la conexión directa con la red sísmica ya existente en la División de Ciencias de la Tierra de CICESE.

En caso de eventos, el modo operacional del Sistema consta de las siguientes etapas:

1. Inicio por interrogación del centro de comando (al ocurrir sismo sospechoso u ola anómala esperable).
2. (Alternativa a 1.) Inicio automático por detección de un umbral anómalo en la variación de nivel del mar en una de las estaciones sensoras, obtenido por comparación con la preicción armónica.

3. Transmisión de datos al centro de comando: 1 altura de mar/minuto en tiempo real desde el inicio y hasta 60 minutos después de haber terminado el evento (en el centro de comando se listan digitalmente y grafican análogamente los datos).

Haya o no haya eventos, una vez al día se activa un modo de prueba para verificar el funcionamiento de los equipos. Mientras no hay eventos el sistema permanece en modo de espera almacenando en memoria de las estaciones, lecturas de nivel del mar a razón de una cada 15 minutos, que son transmitidas al centro de comando y borradas una vez al día.

Los mensajes de alerta a las autoridades y población indicarán posibles alturas de ola esperable y horas de arribo a las costas de Baja California. Los equipos del centro de comando y estaciones detectoras incluyen: sensores de presión y aceleración, transmisor receptor a satélite, antenas, fuentes de poder (con batería recargable y panel solar en las estaciones), interfaces, microcomputadora, impresora, etc. Su detalle puede verse en Kinematics (1986) y Synergetics (1982). Estos equipos están en etapa de estudio y proceso de selección para las frecuencias de la banda KU del satélite Morelos en proyecto conjunto con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Farreras, 1986).

En estado de avance por modelación numérica en computadora (Bernard y Vastano, 1977) se está desarrollando el estudio de la respuesta de amplitud y fase a la incidencia de dirección y períodos variables de olas de tsunamis por parte de las estaciones en islas (Cedros y Guadalupe). Determinar esta respuesta es necesario para conocer la relación entre los parámetros de ola detectados en el sensor y los correspondientes en mar abierto en zona de propagación (Reyes-Rodríguez de la Gala, 1987).

En etapa posterior se proyecta la instalación de sensores con transmisor en mar profundo para conocer directamente los parámetros no alterados de la ola propagándose antes de incidir en la costa y calibrar los modelos numéricos, así como para servir en tiempo real de auxilio directo al pronóstico de hora y lugar de llegada de las olas (González *et al.* 1987).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El sistema está en etapa de desarrollo preliminar,

siendo su operación actual solamente por telex y teléfono y mediante observación visual directa de los sensores de nivel del mar. La selección de equipos de comunicación por satélite, las modalidades de uso de las bandas de frecuencia y la autorización de uso por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se encuentran en estado avanzado. La modelación de la interacción de las islas-estaciones con los tsunamis incidentes se está implementando. Se espera que una vez que el sistema esté en operación plena, provea de un método rápido, eficiente y

operativo las 24 horas del día durante los 365 días del año, para entregar en tiempo real, horas de llegada de tsunamis ya generados y altura de olas probables en las localidades costeras de Baja California. Esto permitirá, en colaboración con las autoridades locales y estatales de protección civil, la evacuación oportuna y ordenada de la población en zonas de riesgo de inundación, evitando pérdida de vidas y destrucción material, o en caso contrario, impidiendo que se produzcan situaciones de pánico injustificadas.

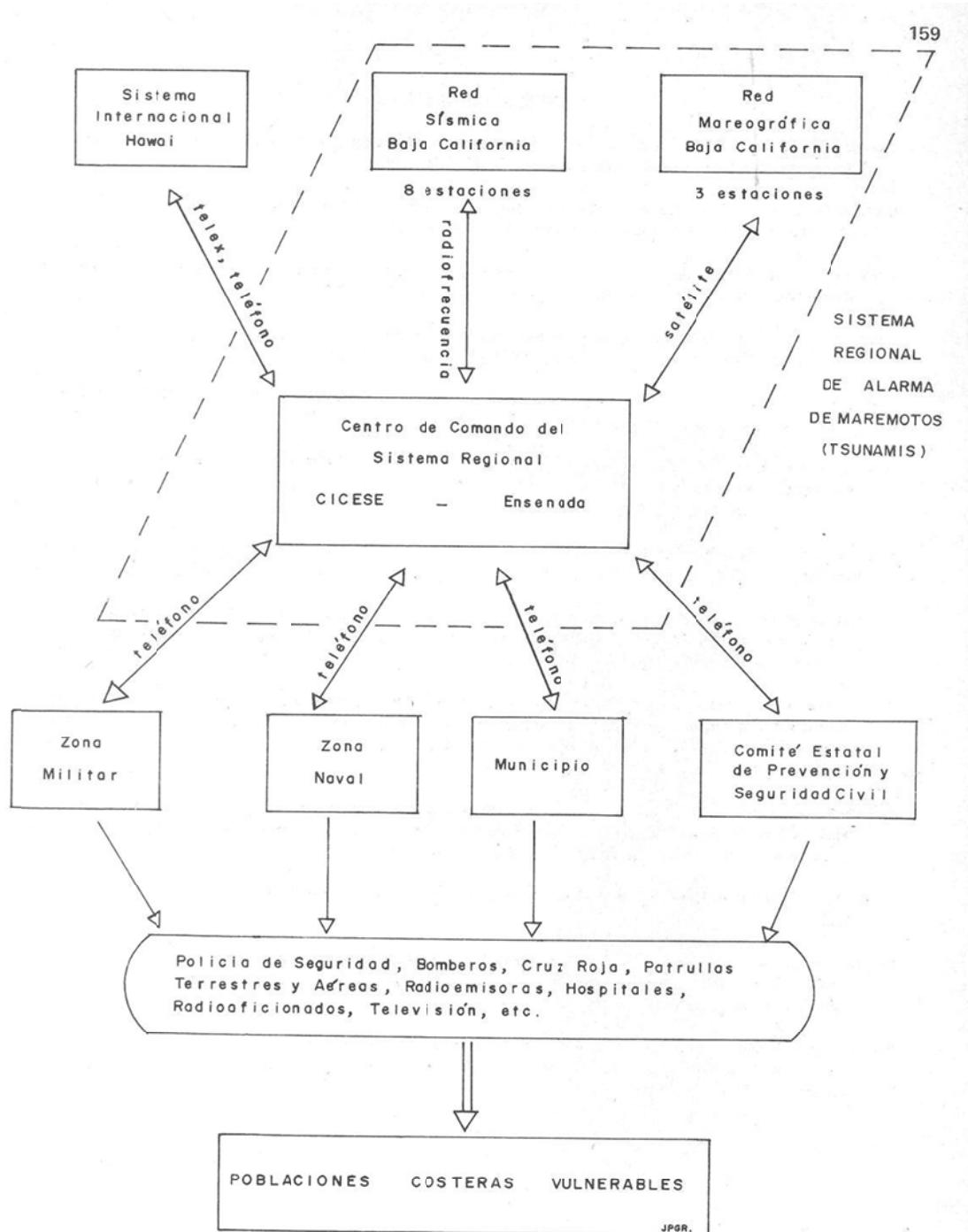


Fig. 1. Esquema operativo de protección civil contra maremotos sugerido para el Estado de Baja California.

LITERATURA CITADA

- Bernard E. N. and A. C. Vastano, 1977. Numerical computation of tsunami response for island systems. *Journal of Physical Oceanography*, 7 (3): 389-395.
- Burton G. D. and W. W. Mazey. 1984. *Communication Plan for the Tsunami Warning System*. NOAA, U.S. Department of Commerce, Ewa Beach, Hawaii. 167 p.
- Comités de los Programas Indicativos de CONACYT. 1986. *Investigación para prevención y atención de desastres en México. Ciencia y Desarrollo*, XI (66): 118-123.
- Farreras S.F. 1986. Sistema regional de alarma de maremotos para Baja California. Reporte Técnico Misceláneo. División de Oceanología, CICESE, Ensenada, Baja California. 19 p.
- Farreras, S.F. and A.J. Sánchez. 1987. Generation, wave form and local impact of the September 19, 1985 Mexican Tsunami. *Science of Tsunami Hazards*, 5 (1): 3-13.
- González F.I., E.N. Bernard and H.B. Milburn. 1987. A program to acquire deep ocean tsunami measurements in the North Pacific. *Proceedings of Coastal Zone 87 Conference*. American Society of Civil Engineers, Seattle, Washington. 3373-3381.
- Kinematics. 1986. *Operating and service manual: model 468-DC Satellite Synchronized clock and model RS-232 trutime receiver*. Kinematics True Time, Santa Rosa, California. 72 p.
- Pararas-Carayannis G. 1985. A summary of findings of the ITIC Mission in Mexico sponsored by the Intergovernmental Oceanographic Commission (UNESCO). Manuscript. International Tsunami Information Center, Honolulu, Hawaii. 6 p.
- Reyes Rodríguez de la Gala J. 1987. *Respuesta en amplitud y fase de islas del Pacífico de México a oídas de tsunamis de período y dirección de incidencia variables*. Propuesta de Tesis de Oceanólogo a la Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. División de Oceanología, CICESE, Ensenada, Baja California. 3 p.
- Sánchez A.J., and S.F. Farreras. 1983. Maximum entropy spectral analysis of tsunamis along the Mexican coast, 1957-1979. In: *Tsunamis, their Science and Engineering*, edited by K. Iida and T. Iwasaki, Terra Scientific Publication Co., Tokyo. 157-159.
- _____. 1987. Tsunami flooding extension for coastal zones of Mexico. *Marine Geodesy*, 11 (2, 3): 127-135.
- Soloviev, S.L. and Ch. N. Go. 1984. *A catalogue of tsunamis on the eastern shore of the Pacific Ocean (1513-1968)*. Institute of Ocean Sciences, Department of Fisheries and Oceans, Sydney, British Columbia. 285 p.
- Synergetics. 1982. Data sheets: 3400 remote computer series, 3421A GOES Module Transmitter, and 3452A general purpose interface module end device. Synergetics International, Boulder, Colorado. 10 p.

**ASPECTOS DE LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LOS PECES DE LA FAMILIA
Scorpaenidae DE ISLA GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

Humberto León Castro*
 Gorgonio Ruiz Campos*
 Óscar Alberto Pedrín Osuna**

RESUMEN

Se analizó la distribución y abundancia en tiempo y espacio de la comunidad de peces escorpénidos de Isla Guadalupe. Durante el período de diciembre de 1985 a diciembre de 1986. Se realizaron cuatro expediciones de colecta donde se muestrearon un total de 13 estaciones, de las cuales siete presentaron resultados positivos. Se reconocieron taxonómicamente dos géneros y 17 especies de escorpénidos de un total de 141 ejemplares colectados, de las cuales las más representativas de la comunidad, tanto en continuidad como en abundancia, fueron *Sebastes rosenblatti*, *S. miniatus* y *S. constellatus*.

La amplia distribución geográfica que presentan estas especies comunes en el este del Océano Pacífico es concomitante con la continuidad y abundancia de estas especies en Isla Guadalupe.

ABSTRACT

Data on the distribution and abundance in time and space of scorpenid fishes, were obtained in the vicinity of Isla Guadalupe. Four collecting expeditions were made between december 1985 to december 1986. Seven of 13 collecting sites showed positive results. Two genera and 17 species were recognized from the total of 141 collected specimens. *Sebastes rosenblatti*, *S. miniatus* and *S. constellatus* were the most representative in the community in terms of continuity and abundance.

The wide geographical ranges of this three common species in the east Pacific Ocean is concomitant with the continuity and abundance of these species at Isla Guadalupe.

* Escuela Superior de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C.

**Centro Regional de Investigación Pescuera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

El estudio de los peces escorpénidos de Isla Guadalupe forma parte del Programa "Inventario y Evaluación de los Recursos Bióticos de Isla Guadalupe, B.C., México", propuesto por egresados de la Escuela Superior de Cencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, con el objeto de contribuir al conocimiento de los factores causales del origen y el estado actual de las comunidades establecidas y su problemática, a partir de estudios ecológicos, biogeográficos y evolutivos que permitan un mejor conocimiento del ecosistema y del manejo de sus recursos.

Se analizó la distribución y abundancia en tiempo y espacio de la comunidad de peces escorpénidos de Isla Guadalupe por ser un problema regional de importancia económica y ecológica.

Los peces escorpénidos del género *Sebastodes* son de distribución boreal en los Océanos Atlántico y Pacífico. Por área zoogeográfica, hay cuatro especies en el noroeste del Atlántico, 30 especies en el noroeste del Pacífico (de las cuales cuatro o cinco son transoceánicas), 70 especies en el noreste del Pacífico (el área de mayor diversidad) y una especie reconocida en el sur del hemisferio, *S. capensis* (Lea, 1983).

En el noreste del Pacífico el género *Sebastodes* se distribuye desde el Mar de Bering hasta la Punta de Baja California y parte alta del Golfo de California (Chen, 1971). De acuerdo con Briggs (1974) esta área zoogeográfica corresponde a la región boreal del este del Pacífico y a la región de California (Fig. 1); la primera está formada por la Provincia Aleutiana y la Provincia Oregoniana.

La Provincia Oregoniana se extiende desde el norte de Punta Concepción hasta la "Entrada con Dixon" y la frontera norte de la Provincia Aleutiana hasta la Isla Nunivak, alrededor de 60°N (Valentine, 1966).

La riqueza de especies de la fauna íctica costera que se presenta al norte de Punta Concepción se extiende hasta Columbia Británica, pero rápidamente cambia este carácter conforme alcanza el sur de Alaska (Briggs, 1974).

En el norte de California, el género *Sebastodes*

forma un gran complejo de más de 50 especies (Briggs, *op. cit.*). Cabe citar que más de dos tercios de las especies no se extienden al norte de Columbia Británica o sur de Alaska (Chen, 1971). Por otra parte, las especies de *Sebastodes* que ocurren en Columbia Británica, la mayoría no se extienden más al norte del Golfo de Alaska (Clemens y Wilby, 1961).

Con respecto a los peces demersales de importancia económica, Alverson *et al.*, (1964) enfatizaron que el gran cambio en el complejo de especies se presenta entre Columbia Británica y sur de Alaska, así como en áreas del Golfo de Alaska.

La región de California establecida por Briggs (1974) está formada por la Provincia de San Diego y la Provincia de Cortés, en el Golfo de California. En la Provincia de San Diego al sur de Punta Concepción, la línea de costa forma una abrupta curva hacia el este; el flujo de la corriente de California no sigue la línea de costa, ésta continúa hacia el sur por el oeste de la Cordillera Santa Rosa Cortés. (Península sumergida que se extiende desde Punta Concepción hasta el Banco Cortés) e incluye las Islas de Santa Rosa y San Nicolás (Reid *et al.*, 1958). Esto probablemente brinda alguna protección a las aguas costeras de esta área de la influencia fría de la corriente de California, permitiendo así la existencia relativa de un área de aguas templadas a lo largo de la costa del sur de California (Briggs, *op. cit.*). Aguas de similar temperatura se extienden con algunas interrupciones locales causadas por las surgencias en toda la ruta sur hasta la frontera templada-tropical en Bahía Magdalena, Baja California.

En el sur de California los elementos de la fauna del norte se vuelven más pronunciadas debido a la aparente adición de especies de temperaturas frías de amplio rango y a la desaparición de formas tropicales; estos cambios no son graduales a través de toda la provincia, debido a que las zonas de surgencias comúnmente tienen temperaturas superficiales de 3 a 9°C más bajas que las aguas circundantes (Hubbs, 1960). En tales lugares los peces del norte de California, invertebrados y algas están adaptados para reaparecer.

La Isla Guadalupe, área de estudio de 32 km. de largo (norte y sur) y una anchura máxima de 11 km. con una superficie de 264 km.² (Fig. 3), está localizada a 162 millas al suroeste de Ensenada y está considerada como parte de la Provincia de San Diego (Briggs, *op. cit.*).

MATERIAL Y METODOS

Se muestreó durante diciembre de 1985 a diciembre de 1986 la comunidad de escorpénidos de Isla Guadalupe en cuatro expediciones de colecta, los muestreos consistieron en transectos verticales en la columna de agua dentro de las zonas nerítica y mesopelágica (Lagler, 1977), a una profundidad de 300 m., utilizando como arte de pesca palangres formados por una línea madre de 350 m. de longitud y 1/4 de pulgada de diámetro. Esta línea fue marcada en brazas para conocer la profundidad del lance y la distribución batinétrica de las especies colectadas.

Para la ubicación de las estaciones de muestreo, se consideraron las salientes más conspicuas de la línea de costa, auxiliados con una carta batinétrica (Fig. 3).

Los muestreos fueron de 10 lances por estación de colecta, las muestras obtenidas fueron separadas de la fauna de acompañamiento y transportadas al campo pesquero para la obtención de los caracteres merísticos y morfométricos empleados por Phillips (1957) y Chen (1971), para la identificación de estas especies. Posteriormente, los ejemplares fueron medidos con un vernier (.01 mm. de precisión) y pesados en una balanza (.01 gr. de precisión). Por último, los ejemplares fueron fijados en formaldehído (10 por ciento) y transferidos en alcohol isoprílico (50 por ciento) en el laboratorio de Vertebrados de la Escuela Superior de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Para determinar los atributos ecológicos de la comunidad de escorpénidos se utilizaron los siguientes índices: riquezas de especies de Margalef (D_a), diversidad de especies de Shannon-Weaver (H') y dominancia de especies utilizando H' (I_J); similitud de especies de Jaccard (CCJ), todos descritos en Brover y Zar (1977), así como el Índice de Valor Biológico (IVB) descrito por Sanders (1960).

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el período de diciembre de 1985 a diciembre de 1986 se realizaron cuatro expediciones de colecta donde se muestrearon un total de 13 estaciones, de las cuales siete presentaron resultados positivos. Se reconocieron taxonómicamente dos géneros y 17 especies de escorpénidos de un total de 141 ejemplares colectados.

El análisis de la distribución y los atributos ecológicos de la comunidad de escorpénidos se realizaron en las estaciones (1, 3 y 4), por ser éstas las únicas estaciones muestreadas en las cuatro expediciones de colecta (Fig. 3).

La riqueza de especie presentó los valores más altos en la estación 3 ($D_a = 5.32$). La diversidad de especies de Shannon H' fue concomitante con la riqueza de especies, la cual presentó sus valores más altos de ($H' = 0.77$) en la estación 3. En contrastes con los valores de riqueza y diversidad de especies, la dominancia registró el valor mayor ($I_J = 0.23$) en la estación 3 (Fig. 4). Los valores más altos de riqueza y diversidad de especies en la estación 3 se debieron al incremento del número de especies y de individuos por especie, ya que en la estación 3 se colectaron 10 especies y un total de 50 ejemplares que corresponden a un 35.4 por ciento de la colecta. El incremento del valor de dominancia en la estación 3 se debe a la mayor dominancia de *S. miniatus* y *S. rosenblatti* dentro de la comunidad (Tabla 1).

La continuidad geográfica y la similitud del fondo entre las estaciones 3 y 4 permitieron una similitud faunística de especies del 41 por ciento, lo contrario se observó entre las estaciones 1 y 4 que presentaron un 27 por ciento de similitud (Fig. 5). En estas últimas estaciones, la diferencia pudo ser debido a la heterogeneidad del hábitat por la presencia de la playa arenosa más grande (Campo Norte), continua a la estación 1 (Fig. 3).

De acuerdo con el índice del valor biológico de las especies en la comunidad de escorpénidos, durante diciembre de 1985 a diciembre de 1986, tres especies: *Sebastodes rosenblatti*, *S. miniatus* y *S. constellatus*, son consideradas las más representativas de la comunidad, dichas especies corresponden a especies bastante frecuentes y abundantes en la Isla (Tabla 2); esto es concomitante con la opinión de Chen (1971), quien registró una gran abundancia de *S. rosenblatti* en Isla Guadalupe, B.C.

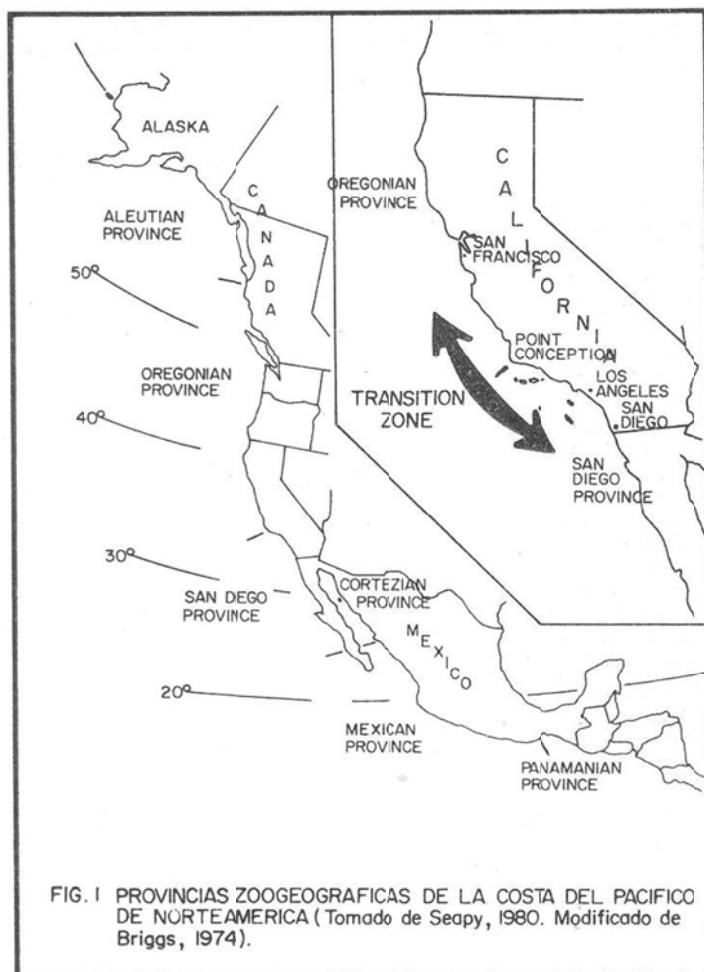
CONCLUSIONES

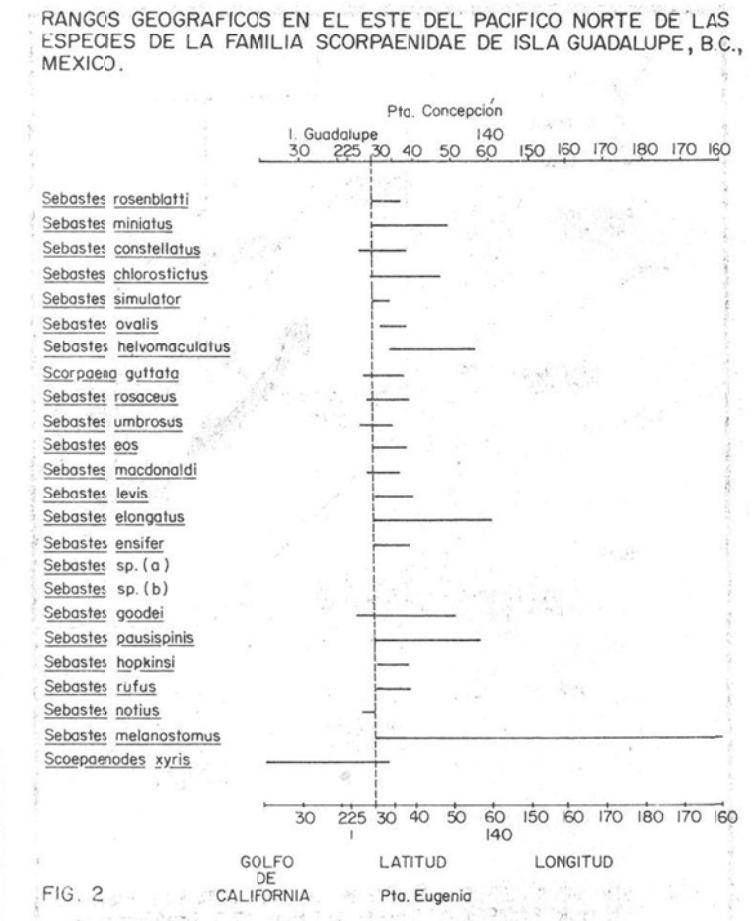
Briggs (1974) sugirió que los peces del género *Sebastodes* pertenecen a la Provincia Oregoniana. La mayoría de las especies de *Sebastodes* (alrede-

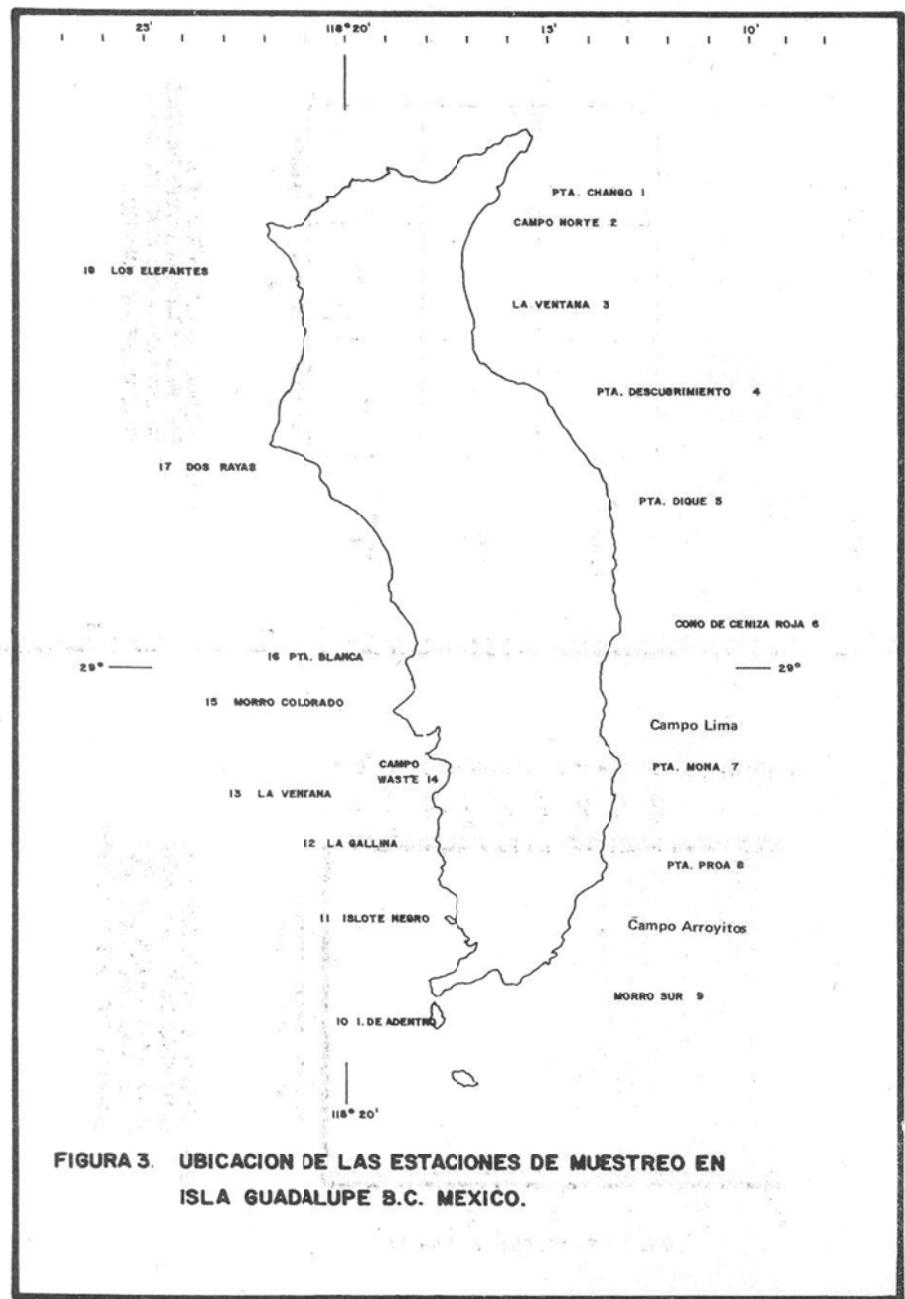
dor de 50 especies) se presentan entre los 34 y 38°N, sin embargo, seis grados hacia el sur (28°N), el número de especies registradas disminuye de 50 a 8 especies. Lo anterior demuestra que estas especies están limitadas en su distribución hacia las aguas templadas de latitudes al norte de Bahía Magdalena, B.C. (25°N) (Chen, 1971). El número total de especies (20) de *Sebastodes* registradas para Isla Guadalupe (29°N), es menor en comparación a la del centro de dispersión (34° y 38°N) al norte de California (ver: Jordan y Evermann, 1896-1900; Chen, 1971; Miller y Lea, 1972; Hart, 1973).

Boehlert (1977) reconoció la posible importancia de remolinos al sur de California en el reclutamiento de especies de *Sebastodes*.

La amplia distribución que presentan en el este del Pacífico Norte, *Sebastodes rosenblatti*, *S. miniatus* y *S. constellatus*, es concomitante con la continuidad y abundancia de estas especies en Isla Guadalupe, lo opuesto se observa con las especies cuyos rangos de distribución suelen coincidir con la latitud de Isla Guadalupe (Fig. 2).







**FIGURA 3. UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN
ISLA GUADALUPE B.C. MEXICO.**

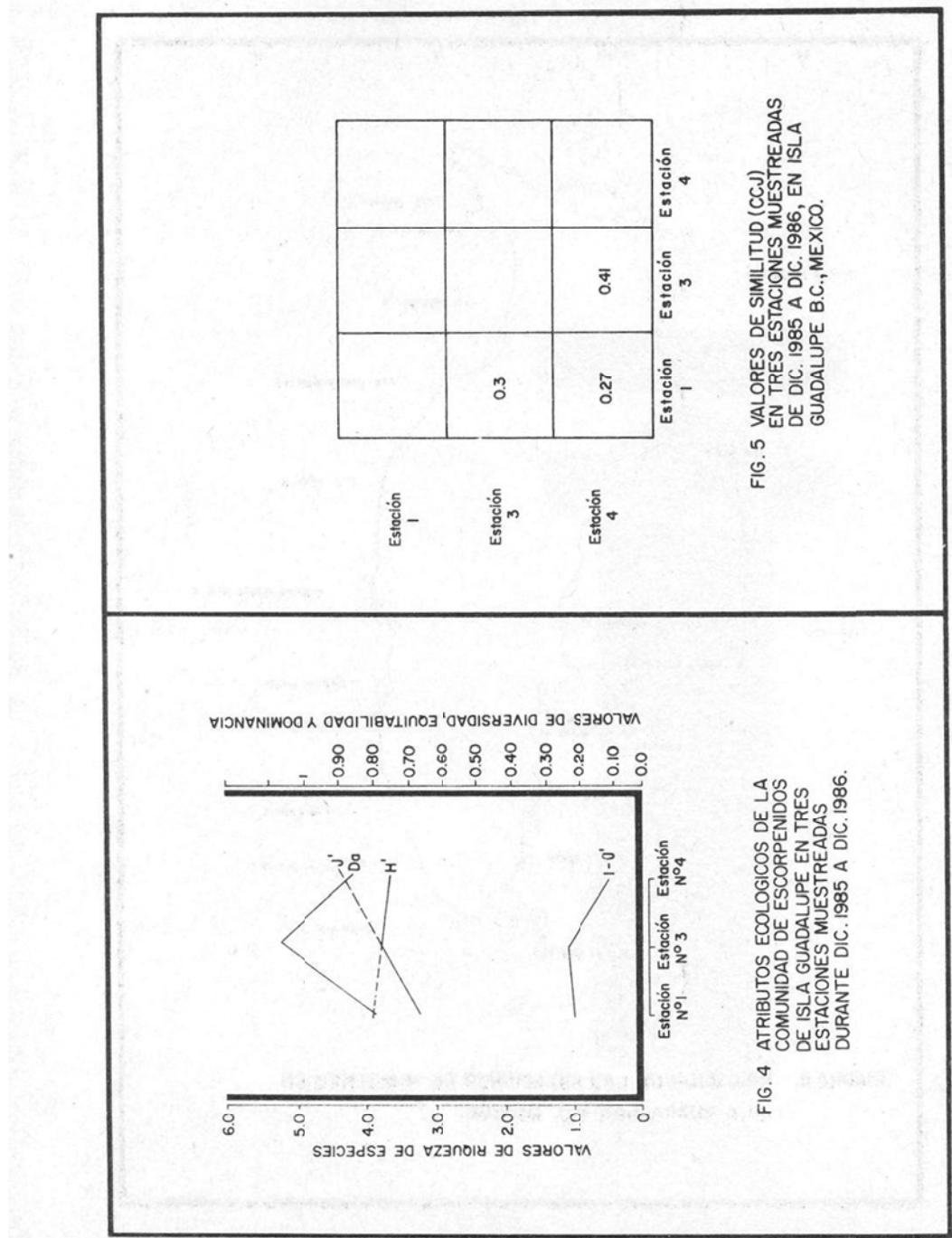


FIG. 4 ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD DE ESCORPÉNIDOS DE ISLA GUADALUPE EN TRES ESTACIONES MUESTREADAS DURANTE DIC. 1985 A DIC. 1986.

FIG. 5 VALORES DE SIMILITUD (CCJ)
EN TRES ESTACIONES MUESTREADAS
DE DIC. 1985 A DIC. 1986, EN ISLA
GUADALUPE B.C., MÉXICO.

TABLA 1. ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD DE ESCORPENIDOS EN ISLA GUADALUPE A NIVEL DE ESTACIONES DE MUESTREO (DIC. 1985 A DIC. 1986)

Especies	ESTACIONES DE MUESTREO						No. Especie
	Pta. Chango Estación No. 1	La Ventana Estación No. 3	Pta. Descubrimiento Estación No. 4	Pta. Dique Estación No. 5	Cono de Caniza Rojo Estación No. 6	Pta. Mona Estación No. 7	
<i>S. rosenbatti</i>	12	10	6	2	2	8	4
<i>S. miniatu</i> s	5	17	6	4			36
<i>S. consteratus</i>	11	3	7			1	44
<i>S. chlorostictus</i>		5	2			2	32
<i>S. simulator</i>	1	8					9
<i>S. ovalis</i>		2	2				11
<i>S. helvomaculatus</i>		2					5
<i>S. guttata</i>	1						3
<i>S. rosaceus</i>		3					3
<i>S. umbrosus</i>			2				3
<i>S. eos</i>							2
<i>S. macdonaldi</i>						1	1
<i>S. levis</i>			1				1
<i>S. elongatus</i>		1					1
<i>S. ensifer</i>			1				1
<i>S. sp (a)</i>	1						1
<i>S. sp (b)</i>		1					1
TOTAL	34	50	26	6	4	11	141
Riqueza spp Margalef (DA) = $(S - 1)/\log N$	3.9	5.32	4.26	1.29	1.66	2.88	4
Indice de Diversidad Shannon-Weaver $H' = (N \log N - n \log n)/N$	0.67	0.77	0.75	0.27	0.3	0.38	0.64
Indice Equitabilidad $J' = H'/H_{max}$	0.79	0.77	0.89	0.35	0.5	0.36	0.92

TABLA 2. VALORES DE ABUNDANCIA E INDICE DE VALOR BIOLOGICO POR COLECTA DE LAS ESPECIES DE ESCORPENIDOS EN ISLA GUADALUPE (DIC. 1985 A DIC. 1986)

Especies	F E C H A S D E C O L E C T A			No. Total Individuos	Abundancia Relativa %	Abundancia Acumulativa	I.V.B.	% I.V.B.
	Nov.-Dic. 1985	Mar.-Abr. 1986-1	Ago.-Sep. 1986-2					
<i>S. rosenblatti</i>	11	10	9	6	36	27.2	27.2	21
<i>S. miniatus</i>	13	18	5	4	40	30.3	57.5	20
<i>S. constellatus</i>	3	2	11	6	22	16.6	74.1	18
<i>S. chlorostictus</i>	4	1	1	3	9	6.8	80.9	11
<i>S. similetor</i>	3	7	1		11	8.3	89.2	11
<i>S. ovalis</i>	2	1	2		5	3.7	92.9	7
<i>S. heiomaculatus</i>	1	1		1	3	2.2	95.1	5
<i>S. guttata</i>	2			1	3	2.2	97.3	4
<i>S. rosaceus</i>			3		3	2.2	99.5	3
<i>S. umbrinus</i>		2		2				
<i>S. eos</i>	1				1			
<i>S. macdonaldi</i>	1				1			
<i>S. levius</i>		1			1			
<i>S. elongatus</i>			1		1			
<i>S. ensifer</i>	1				1			
<i>S. sp (a)</i>		1			1			
<i>S. sp (b)</i>					1			
TOTAL	42	45	32	22	141			

LITERATURA CITADA

- Alverson, D.L., A.T. Pruter and L.L. Ronholt. 1964. A study of demersal fishes and fisheries of the northeastern Pacific Ocean. Inst. Fish Univ. Brit. Col., pp. 1-190.
- Boehlert W.G. 1977. Physiological and morphological adaptation in the surface-to-benthic migration of *Sebastodes diploproa* (Pisces Scorpænidæ). 1960 Ph. D. Dissertation. Scripps Institution of Oceanography Univ. California. San Diego.
- Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. WM.C. Brow Company Publischers, Dubuque (Iowa).
- Briggs, J.C. 1974. Marine Zoogeography. McGraw-Hill, 475 pp.
- Clemens, W.A. and G.V. Wilby. 1961. Fishes of the Pacific coast of Canada Bull Fisheries Res. Board Can. (68, Sd. edition), 1-443 p.
- Chen, L. 1971. Systematics, variation, distribution, and biology of rock-fishes of the subgenus *Sebastomus* (Pisces, Scorpænidæ, Sebastidae). Bull, Scripps Inst. Oceanog. 18:1-107.
- Hart, J.L. 1973. Pacific Fishes of Canada, Fish. Res. Bd., Canada, Bull, 180-740 p.
- Hubbs, Carl, L. 1960. The marine vertebrate of the outer coast. Symposium. The Biogeography of Baja California and adyacent seas. Syst. Zool. 9; 134-147.
- Jordan, D.S., y B.W. Everman. 1896-1900. The fishes of north and middle America. U.S. Nat. Mus. Bull (47): 4 Vol.
- Lagler, K.F.; J.E. Barcadh, R.R. Miller y D.R.M. Passino, 1977. Ichthyology. 2a. Edition. John Wiley & Sons, New York. 499 pp.
- Lea, R.N. 1983. Current approaches to and problems with rock fishes systematics. Proc. of the 1983 Western Ground Fish Workshop.
- Miller, D.J., and R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Cal. Dep. Fish and Game, Fish Bull. 1-157: 235 p.
- Phillips, J.B. 1957. A review of the rockfishes of California (Family: Scorpænidæ) Fish. Bull., 104: 158 p.
- Reid, J.L., Jr. G.I. Roden and J.G. Wyllie. 1958. Studies of the California Current System, California. Marine Res. Comm., CalCDFI Rep. 1o. July 1956-1o. July 1958: 27-56.
- Sanders, H.L. 1960. Benthic studies in Buzzards Bay. III the structure of the soft-bottom community. Limnol Oceanogr. 5: 138-153.
- Valentine J.W. 1966. Numerical analysis of marine molluscan ranges on the extratropical northeastern Pacific shelf. Limnol Oceanogr. 11(2): 198-211.

DDT EN MEJILLÓN *Mytilus edulis*: CONSIDERACIONES ESTADISTICAS Y VARIABILIDAD INHERENTE

Bernardo P. Flores Báez,*
Manuel Salvador Galindo Bect*

RESUMEN

Muestras de mejillón *Mytilus edulis* del Estero de Punta Banda, Baja California, México fueron colectadas en el invierno de 1984. Se determinó la concentración de DDT total por medio de cromatografía de gases en muestras compuestas con diferente número de individuos (5, 10, 15, 20 y 30) para encontrar cuál de los grupos muestra la menor variabilidad analítica. Se encontró que 20 mejillones es el número óptimo de individuos a homogeneizar en una muestra simple para encontrar la menor variabilidad.

ABSTRACT

Samples of mussels *Mytilus edulis* were collected from Estero de Punta Banda, Baja California, Mexico, during winter 1984, and analyzed for total DDT by gas chromatography in order to determine the "inherent variability" considering the analytical variability of samples pooled with different number of organism. 20 mussels were found to be the optimum number due the lesser variability.

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, U.A.B.C.

INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte de los estudios llevados a cabo por el proyecto "Inventario y Evaluación de los Recursos Bióticos de Isla Guadalupe, Baja California, México", desarrollado en la Escuela Superior de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) contribuyendo con los objetivos del "Plan de Desarrollo Integral para Isla Guadalupe" con la participación de la Secretaría de Marina y diversas dependencias federales y estatales.

En Isla Guadalupe se encuentran especies de gran potencial comercial y deportivo como los peces rocosos y escorpiones, de los cuales varios son capturados en aguas cercanas al continente.

El propósito de estudiar los peces de la familia Scorpidae en la isla es que una vez conocidos sus parámetros poblacionales más importantes, pueden ser sometidos racionalmente a una explotación comercial y deportiva que rendirá mayores beneficios para los habitantes de esta isla, además de contribuir a la diversificación de la pesquería en esta zona y evitar que la explotación sea demasiado intensiva y extensa sobre determinadas especies, permitiendo el restablecimiento de poblaciones tan importantes como la del abulón.

Los peces del género *Sebastodes*, comúnmente llamados pez roca, rocko o rocotes, son peces estrictamente marinos con temperatura y distribución boreal en los Océanos Atlántico y Pacífico. Batimétricamente se encuentran desde el intermareal hasta los límites más bajos de la plataforma continental y sobre la pendiente. El número de especies incluidas en el género son más de 100. Dentro de los primeros trabajos realizados para el conocimiento de los peces del género *Sebastodes*, encontramos los realizados por Perlmuter y Clarke (1949) y el de Kelly y Wolf (1959), quienes determinaron edad y crecimiento en *Sebastodes marinus* en el Atlántico norte.

Los peces roca del género *Sebastodes* son ovovíparos, es decir, su fertilización y desarrollo del embrión se llevan a cabo en el interior de la hembra. Cuando el embrión está completo, la hembra pone las larvas y el estímulo que resulta de la exposición con el agua de mar las activa. En la mayoría de las especies, el desarrollo de los ovarios parcialmente es amarillo, pero puede ser gris claro en algunos casos. En el intento de ovoposición los ovarios llegan a ser gris oscuro debido a los melanóforos de los embriones (Morris, 1956).

Phillips (1964) efectuó estudios de edad, crecimiento, madurez gonadal y fecundidad en 10 especies del género *Sebastodes* más comunes de California. Moser (1967) publica un estudio sobre la reproducción y desarrollo de *Sebastodes paucispinis* comparándolo con otros congéneres del sur de California. Chen (1971) realizó un trabajo bastante completo que incluye distribución sistemática, variación geográfica y morfométrica y aspectos biológicos como reproducción y parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para 15 especies de *Sebastodes*.

El género *Sebastodes* está caracterizado por especies con gran rango de longevidad, desde edades máximas de alrededor de cuatro a cinco años (Moulton, 1975) a edades de 80 años en especies de hábitat profundo (Breamish, 1979). Phillips (*op. cit.*) registra una edad máxima de 22 años para *S. miniatus* y Chen (*op. cit.*) menciona que especies de gran tamaño como *S. chlorostictus*, *S. rosenbatti* y *S. constellatus* pueden vivir 25 años.

La estación de desove para este género se determina cuando los huevos desarrollados están dispersos; esto sucede, aproximadamente, desde la mitad de noviembre a la de marzo para *S. miniatus* (Phillips, *op. cit.*); de marzo a junio para *S. rosenbatti*, y marzo y mayo para *S. constellatus* (Chen, *op. cit.*).

La abundancia relativa de larvas de peces de la familia Scorpidae, en las aguas de la corriente de California, está reflejada en las colecciones de ictioplancton de los cruceros de CalCOFI, de 1950 a 1975; las larvas de *Sebastodes* se encuentran entre las más comunes capturadas durante los cruceros y sólo está sobrepasada por las larvas de anchoveta norteña *Engraulis mordax* y la merluza del Pacífico *Merluccius productus*. Como un grupo fértil, ocupa el tercer y cuarto lugar (usualmente en abundancia) en las colecciones de ictioplancton (Ahlstrom, 1965; Moser y Ahlstrom, 1978).

Aunque la cantidad de larvas de peces roca basadas en los reconocimientos de CalCOFI se ha incrementado en los últimos años, existen evidencias de sobreexplotación o al menos de una fuerte presión de la pesquería. Si bien 40 especies son capturadas por la pesca comercial y deportiva, un número muy pequeño de especies comprenden la gran porción de las capturas (Horn, 1980). Los peces roca son vulnerables a

la sobreexplotación, debido a su lento crecimiento (*S. paucispinis*, es una excepción), maduran después de algunos años y por lo regular tienen movimientos limitados (Miller y Geibel, 1973).

METODOLOGIA

Se efectuaron muestreos de peces escorpénidos en Isla Guadalupe, en octubre y noviembre de 1985 y marzo, agosto, septiembre, noviembre y diciembre de 1986. El arte de pesca empleado fue el palangre colocado verticalmente en la columna de agua. El tipo de muestreo fue el Estratificado al Azar, tomando en cuenta las profundidades en las que se distribuyen estas especies y desarrollando un muestreo al azar en cada localidad.

Los ejemplares capturados se identificaron por medio de las claves de Miller y Lea (1972); las medidas para la longitud total, estándar y fúrcal, fueron tomadas en un ictímetro en milímetros y para las morfométricas con un vernier de 0.1 mm. de precisión. Las medidas fueron tomadas a partir de la boca y del opérculo cerrado y aleta anal erecta. El peso de cada pez fue tomado con una balanza de 20 kg. de capacidad y 1.0 g. de precisión.

Se tomaron muestras de escamas de cada ejemplar de la región central del cuerpo, entre la aleta pectoral y el dorso por debajo de la línea lateral (FAO, 1982) y fueron colocadas en una bolsa de plástico con sus respectivos datos. Las gónadas fueron extraídas para observar su condición reproductiva y también se guardaron en bolsas de plástico con su etiqueta correspondiente y fijadas con formol al 10 por ciento. En el laboratorio, las escamas fueron limpiadas con una solución jabonosa, a final se lavaron con agua destilada y se montaron entre dos portaobjetos sellados a los lados y etiquetados.

La determinación de edad y crecimiento se realizó solamente para *S. miniatus*, porque se tenía un lote de escamas más grande que de *S. rosenblatti* y *S. constellatus*. Los otolitos y las escamas han sido las estructuras curas más comúnmente utilizadas como un método directo para determinar la edad en los peces del género *Sebastodes*. Las escamas fueron seleccionadas esencialmente por la facilidad para su medición y

lectura. La lectura de las escamas se realizó con un microproyector y un objetivo 4X; la distancia del foco a cada marca anual y el radio total, fueron anotados en una tarjeta junto con los datos de cada ejemplar; posteriormente estas marcas fueron medidas con la escala de un micrómetro de 10 mm.

El crecimiento de *S. miniatus* se determinó con base en el modelo de von Bertalanffy; los parámetros del modelo fueron determinados por los métodos de Ford-Walford y Gulland para L_∞ y K , y Beverton-Holt para T_0 y K (Ehrhardt, 1981).

Para el retrocálculo de longitudes a edades preteritas, se trabajó con el método propuesto por Rosa Lee (1920, citada por Bagena, 1978); el cual consiste en una relación lineal, pero con intercepto diferente del origen; esto es debido a que las escamas no se desarrollan desde el nacimiento del pez, sino posteriormente.

La relación longitud-peso es una función de tipo exponencial. Los parámetros de la relación se estiman normalmente mediante el ajuste de una línea de regresión a los datos previamente transformados logarítmicamente para lograr una uniformidad de la información.

Los estadios gonadales en las hembras (ovarios) asignados de acuerdo al criterio de Chen (1971) son:

- I. Inactivo: ovario pequeño, disperso, color blanco o rosado.
- II. Desarrollo incipiente: ovarios pequeños, óvulos pequeños claramente visibles, color amarillo.
- III. En maduración: ovarios de buen tamaño, óvulos grandes amarillos.
- IV. Maduros: ovarios muy grandes, óvulos grandes y algunos transparentes.
- V. En desove: ovarios con óvulos conteniendo embriones oculados.

RESULTADOS

Durante los reconocimientos con palangre en Isla Guadalupe, las tres especies de peces roca más abundantes fueron: *Sebastodes miniatus* (445-650 LT) *S. rosenblatti* (277-495 LT) y *S. constellatus* (225-397 LT).

Como resultado de la lectura de anillos anuales en 36 preparaciones de escamas, se encontró que las muestras estuvieron compuestas de individuos de los 9 a los 21 años, no estando representados los de 1 a 8 años y de 22 en adelante. En este estudio de edad y crecimiento, el número total de años cumplidos para el pez, es obtenido adicionando un año al número total de marcas anuales leídas en las escamas, aplicando el criterio de Perlmuter y Clarke (1949).

Con los grupos de edades determinadas y el promedio de longitud total para cada grupo, se obtuvieron los parámetros para la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, siendo éstos: $L_{\infty}=715.93$, $K = 0.084$ y $T_0 = -1.55$. Con estos valores estimados fue calculada la longitud teórica a diferentes edades (Fig. 1). La curva de los valores ajustados han sido extrapoladas a tallas que no son representadas por el muestreo, estimando así las edades máximas.

Para el retrocálculo de longitudes a edades preteritas, que es una línea recta con intercepto diferente al origen, graficando el radio de la escama con la longitud total la ecuación $L = a + bR$ queda resuelta como: $L = 94.19 + 5.97 R$ (Fig. 2); el coeficiente de correlación lineal simple $r = 0.78$ es significativo (7.26) para los niveles 0.05 (1.70) y 0.01 (2.46) en el ensayo de la hipótesis $p = 0$.

Se realizó una correlación entre la longitud observada y la retrocalculada, siendo el factor de correlación $r = 0.85$ significativo (5.32) para los niveles 0.05 (1.70) y 0.01 (2.46) en el ensayo de la hipótesis $p = 0$.

Con el cálculo de la longitud teórica por medio de la ecuación de von Bertalanffy y la derivación de la relación longitud-peso ($L-W$), el crecimiento teórico en peso fue estimado. Con los datos de la longitud teórica y peso teórico se calculó el incremento de la longitud anual y el incremento del peso anual (Tabla 1).

En la determinación de las relaciones longitud-peso, no se efectuaron ajustes en los pesos totales obtenidos debido a la condición gonadal y a la posible cantidad de alimento que pudo estar contenido en el tracto digestivo. Las curvas longitud-peso se ajustaron a la ecuación exponencial $W = q L^n$, que expresada en forma lo-

garítmica queda como: $\log W = \log q + n \log L$. Los valores de las constantes q y n , los coeficientes de correlación y sus respectivos niveles significativos, se observan en la tabla 2.

Los estadios gonadales para las hembras de las tres especies de peces roca, fueron determinados principalmente en forma macroscópica y confirmados por medio de cortes histológicos en parafina y con la técnica de coloración H-E.

Para *Sebastes miniatus*, se encontraron los estadios III, IV y V durante los meses de muestreo, siendo: estadio III: marzo y octubre; estadio IV: octubre y noviembre; estadio V: noviembre y marzo.

Para *Sebastes roseobranchii* se encontraron los estadios II, IV y V durante los meses de muestreo, siendo: estadio II: marzo y agosto; estadio IV: marzo, noviembre y diciembre; estadio V: agosto y octubre.

Para *Sebastes constellatus* se encontraron los estadios I, II, III, IV y V durante los meses de muestreo, siendo: estadio I: diciembre; estadio II: agosto y noviembre; estadio III: noviembre; estadio IV: septiembre; estadio V: marzo, agosto; septiembre, octubre y noviembre.

No hubo disposición de datos de estadio gonadal de estas especies para los meses de enero, febrero, abril, mayo, junio y julio.

DISCUSIÓN

La lectura de la escama del pez, en el caso del género *Sebastes*, no presenta información sobre el período inicial de vida del organismo debido a que la escama se forma varios meses después de que la larva ha sido liberada, por lo que investigadores como Perlmuter y Clarke (1949) agregan un año de edad al número total de marcas anuales registradas con la escama. Para *S. miniatus* no se encuentra reportado a qué edad aparecen exactamente las primeras escamas, por lo que se utiliza el criterio propuesto por Perlmuter y Clarke. Por lo anterior, es importante efectuar observaciones de larvas y juveniles de *S. miniatus* en el área de Isla Guadalupe, para poder confirmar este criterio.

La aparición de individuos de edad de 9 a 21 años puede deberse a la existencia de una segregación batimétrica, una segregación por tallas,

atracción al tipo de carnada o por el tipo de arte de pesca empleado durante los muestreos, ya que esta arte (palangre) es considerada bastante selectiva.

En la comparación de crecimiento de *S. miniatus* (Fig. 1), los datos observados no concuerdan totalmente con los ajustados por medio de la curva de crecimiento de von Bertalanffy, esto puede deberse a un crecimiento alométrico causado por diferentes individuos en la tasa de crecimiento, coincidiendo con Miller y Geibel (1973), o a que el número de muestras con el que se contó por grupos de edad no es representativo de un verdadero promedio para cada grupo.

Los datos de la longitud teórica, el peso teórico, el incremento anual de la longitud y peso (observados en la tabla 1) indican que el incremento de la longitud anual decrece año tras año hasta edades grandes cuando el crecimiento es menor de 10 mm. por año. En contraste el incremento de la longitud, el aumento del peso se registra cada año y a los 11 años comienza un período decreciente.

La correspondencia entre la longitud observada y la longitud retrocalculada se analizó mediante la prueba de significación del coeficiente de correlación, resultando significativas para 0.05 y 0.01; sin embargo, la mayoría de las longitudes observadas son más grandes que la retrocalculada. Esta, en edad N es el promedio de las longitudes de los peces al tiempo que "n" anillos son formados; la observada en edad N, es el promedio de la longitud de los individuos con "n" anillos formados más el último anillo parcialmente definido. Así, la longitud observada tendrá que ser siempre más grande que la correspondiente longitud retrocalculada.

Para Phillips (1964), el peso total de un pez roca se incrementa aproximadamente al cubo de la longitud total, variando de 2.92 a 3.95 para diferentes especies. Estos coeficientes no sólo difieren entre especies, sino también en el stock de la misma especie. Durante su desarrollo el pez pasa por varias etapas, en las cuales puede tener su propia interrelación longitud-peso.

De los resultados obtenidos (Tabla 2), para *S. miniatus* se tiene un coeficiente igual a 2.67 que es bajo en relación al coeficiente de 2.91 que presenta Phillips (*op. cit.*), observándose que en Isla Guadalupe el peso es menor en función de la

longitud total, en comparación con esta misma especie en el norte de California. Aunque ambas estimaciones se realizaron para la longitud total y sexos combinados, el número de ejemplares en la estimación de Phillips fue de 617 contra 33 de la estimación hecha para Isla Guadalupe, lo cual puede tener alguna influencia en la estimación del coeficiente.

Para *S. rosenblatti* y *S. constellatus* no se tienen antecedentes de coeficientes de relación longitud-peso, pero fueron notablemente mayores en comparación con el de *S. miniatus*, y están dentro del rango presentado por Phillips para 10 especies de peces roca comunes en California.

Chen (1971) señala que *S. miniatus* es maduro sexualmente a la edad de tres años, con una talla de 187 mm. de longitud total. En cuanto a *S. rosenblatti* y *S. constellatus* maduran a una edad de 10 años con una longitud de 200 mm. Para estas tres especies de peces roca, las hembras observadas se encontraban sexualmente maduras, pues todas estaban por encima de la talla mencionada y particularmente *S. miniatus* fue también superior a los tres años de edad.

Hembras de *S. miniatus* en estadio V, fueron encontradas en los meses de noviembre y marzo, coincidiendo con los trabajos de Moser (1967) y Chen (*op. cit.*); las hembras colectadas en marzo presentaron ovarios contenido crías y una segunda serie de crías tenían óvulos madurando, Moser (*op. cit.*) menciona que algunas especies de *Sebastodes* producen más de una cría por estación de liberación de crías.

Es posible que las hembras con ovarios en estadio IV encontradas en los meses de octubre y noviembre sí liberen sus larvas dentro de la época determinada para este evento, si el tiempo de paso del estadio IV al V es como lo menciona Moser (*op. cit.*), para *S. paucispinis*, de un mes aproximadamente.

En *S. rosenblatti*, se observaron hembras en estadio V en los meses de agosto y octubre, estando dicho período muy desfasado al propuesto por Chen (*op. cit.*) de marzo a junio. Sólo las hembras con ovarios en estadio IV encontradas en marzo podrían coincidir con el período marcado.

Con *S. constellatus* se encontró una desincronización de la época para el estadio V, encontrando hembras en estadio V durante marzo, agosto, septiembre, octubre y noviembre, coincidiendo sólo en el mes de marzo con un ejemplar. Phillips (1964) considera que los peces roca pueden tener desoves durante diferentes meses del año, tomando en cuenta su amplia distribución en el norte del Pacífico.

Isla Guadalupe se encuentra dentro de la zona de transición para las especies norteñas y sureñas de diferentes taxas, esta zona de transición coincide con un giro anticiclónico, remolino que se forma a la altura de Punta Eugenia; se estima que esta zona afectada por el remolino puede separar regímenes biológicos de California y Baja California (Loeb, 1975).

Hewitt (1981) menciona que existen discontinuidades en las poblaciones de anchoveta del norte, sardina y merluza del Pacífico, en la zona de Punta Eugenia; remolinos ciclónicos semipermanentes son evidentes al norte de Punta Concepción y al sur de Punta Eugenia, y se ha sugerido que éstos juegan un papel importante en el reclutamiento de larvas pelágicas. Boehlert (1977, citado por Hewitt, *op. cit.*) reconoce la posible importancia del remolino sureño de California para el reclutamiento de individuos de especies de *Sebastodes*. De esta manera es posible esperar que bajo estas condiciones las especies

de *Sebastodes* de Isla Guadalupe presenten variaciones en cuanto a las épocas de sus estadios reproductivos, así como en las tasas de crecimiento.

CONCLUSIONES

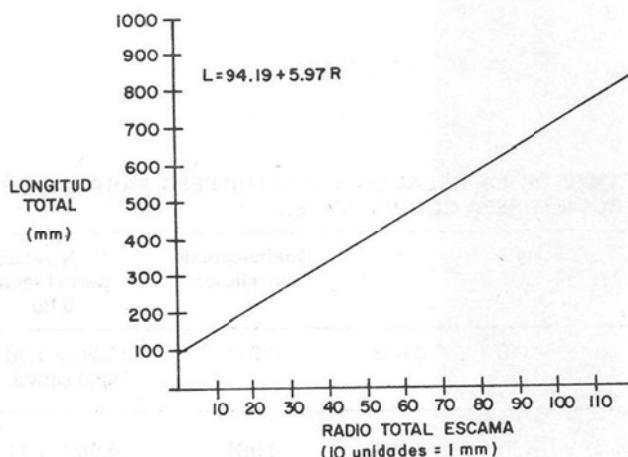
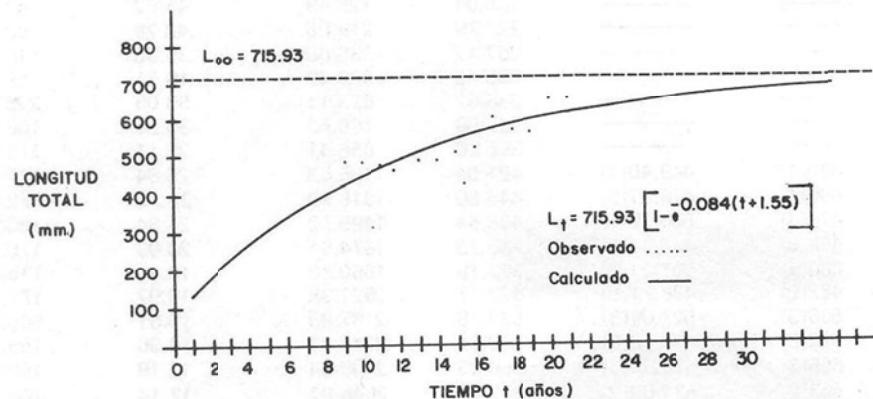
1. El arte de pesca empleado en el muestreo fue selectivo para ejemplares de *Sebastodes miniatus* de 9 a 21 años, los cuales están maduros sexualmente.
2. La población de *Sebastodes miniatus* puede no sufrir alteraciones importantes con la extracción por medio del palangre de individuos que ya se han reproducido durante varios años, puesto que esta especie es considerada madura sexualmente a los tres años.
3. El incremento anual en longitud para *Sebastodes miniatus* decrece a la edad de 11 años.
4. La época de liberación de larvas para *Sebastodes miniatus* sí coincide con la presentada por otros autores para aguas de California.
5. La época de liberación de larvas para *Sebastodes rosenblatti* y *Sebastodes constellatus* es diferente a la mencionada por otros autores, por lo que estas especies pueden estar sujetas a distintas condiciones medio ambientales que las mismas especies de aguas más al norte.

TABLA 1. CRECIMIENTO DE *Sebastes miniatus* EN ISLA GUADALUPE, B.C.

Edad	Longitud total (mm)			Peso teórico (g)	Incremento anual	
	Observada	Retrocalculada	Teórica		Longitud (mm)	Peso (g)
1	—	—	138.49	57.77	138.49	57.77
2	—	—	185.01	125.49	46.52	67.72
3	—	—	227.79	219.08	42.78	93.59
4	—	—	267.12	335.65	39.33	116.57
5	—	—	283.43	393.40	16.31	57.75
6	—	—	336.52	623.11	53.09	229.71
7	—	—	367.09	786.53	30.57	163.42
8	—	—	395.20	958.41	28.11	171.88
9	480(1)	449.40(1)	421.04	1135.63	25.84	177.22
10	480(4)	476.27(3)	444.80	1315.50	23.75	179.87
11	470(1)	530.00(1)	466.64	1495.72	21.84	180.22
12	461(3)	434.48(2)	486.73	1674.51	20.09	178.79
13	480(5)	507.31(5)	505.19	1850.29	18.46	175.78
14	482(5)	488.21(5)	522.17	2021.38	16.97	171.08
15	505(3)	527.01(3)	537.78	2187.33	15.61	165.95
16	512(3)	475.43(3)	552.14	2347.31	14.36	159.98
17	605(3)	555.35(3)	656.33	2400.54	13.19	153.23
18	563(2)	524.03(2)	577.47	2646.97	12.14	146.43
19	558(4)	525.52(4)	588.62	2786.10	11.15	139.13
20	650(1)	577.76(1)	598.88	2918.10	10.26	132.00
21	650(1)	619.35(1)	608.31	3042.81	9.43	124.71
22	—	—	616.98	3160.37	8.67	117.56

TABLA 2. CONSTANTE DE LA RELACION LONGITUD-PESO PARA LAS TRES ESPECIES DE PECES ROCA EN ISLA GUADALUPE, B.C.

Especie	log q	n	Coeficiente de correlación r	Nivel de significación para el factor de correlación	
				0.05	0.01
<i>Sebastes miniatus</i>	-3.974	2.678	0.911	12.20 > 1.76 Significativo	12.20 > 2.46 Significativo
<i>Sebastes rosentblatti</i>	-5.374	3.206	0.981	24.95 > 1.71 Significativo	24.95 > 2.45 Significativo
<i>Sebastes constellatus</i>	-5.502	3.271	0.940	12.14 > 1.72 Significativo	12.14 > 2.53 Significativo



LITERATURA CITADA

- Alstrom, E.H. 1965. Kinds and abundance of fishes in the California current region based on egg and larval surveys. CalCOFI Rep. 10:31-52.
- Bagenal, T.B. 1978. Methods for assessments of fish production in fresh water. Third edition. IBP Handbook No. 3, Blackwell Scientific Publication, Oxford. 365 pp.
- Breamish, R.J. 1979. New information on the longevity of the Pacific Ocean perch (*Sebastodes alutus*). Can. Fish Res. Bd. J. 36:1395-1400.
- Chen, L. 1971. Systematic, variation, distribution, and biology of rock fishes of the subgenus *Sebastodes* (Pisces, Scorpaenidae, *Sebastodes*) Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Univ. Calif. 18, 107 pp.
- Ehrhardt, N.M. 1981. Parámetros poblacionales. Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. Tercera parte. FAO-CICIMAR. La Paz, B.C.S. 136 pp.
- FAO, 1982. Método de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. Circular de Pesca No. 736 100 pp.
- Hewitt, R. 1981. Eddies and speciation in the California current. CalCOFI Rep. 22:96-98.
- Horn, M.H. 1980. Diversity and ecological roles of noncommercial fishes. CalCOFI Rep. 21:37-47.
- Kelly, G.F., and R.S. Wolf. 1959. Age and growth of redfish (*Sebastodes marinus*) in the Gulf of Maine. Fish Bull. U.S. 60 (156)31 pp.
- Loeb, M. 1975. Geographical and seasonal patterns of larval fish species structure in the California area. CalCOFI Rep. 24.
- Miller, D.J. and R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Dep. Fish Game. Fish Bull. 157:235 pp.
- Miller, D.J. and J.J. Geibel. 1973. Summary of blue rockfish and lingcod life histories; a roe ecology study; and giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, experiments in Monterey Bay, California. Calif. Dep. Fish Game. Fish Bull. 158;137 pp.
- Morris, R.W. 1956. Early larvae of four species of rockfish. *Sebastodes*. Calif. Fish and Game. 42: 149-153.

DDT EN MEJILLÓN *Mytilus edulis*: CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS Y VARIABILIDAD INHERENTE

Bernardo P. Flores Báez*

Manuel Salvador Galindo Bect*

RESUMEN

Muestras de mejillón *Mytilus edulis* del Estero de Punta Banda, Baja California, México fueron colectadas en el invierno de 1984. Se determinó la concentración de DDT total por medio de cromatografía de gases en muestras compuestas con diferente número de individuos (5, 10, 15, 20 y 30) para encontrar cuál de los grupos muestra la menor variabilidad analítica. Se encontró que 20 mejillones es el número óptimo de individuos a homogeneizar en una muestra simple para encontrar la menor variabilidad.

ABSTRACT

Samples of mussels *Mytilus edulis* were collected from Estero de Punta Banda, Baja California, Mexico, during winter 1984, and analyzed for total DDT by gas chromatography in order to determine the "inherent variability" considering the analytical variability of samples pooled with different number of organism. 20 mussels were found to be the optimum number due the lesser variability.

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, I.I.A.R.C.

INTRODUCCION

Es ampliamente conocida la utilización de moluscos filtralimentadores como indicadores biológicos de contaminación costera (Goldberg, 1975; Risebrough *et al.*, 1976). Actualmente se realizan programas de monitoreo a nivel internacional mediante los cuales se utiliza el mejillón *Mytilus edulis*, *M. californianus* y especies similares debido a su habilidad para concentrar contaminantes del medio ambiente marino (Goldberg *et al.*, 1978).

La literatura disponible señala inconsistencia en el número de organismos homogeneizados para el análisis de elementos traza en mejillones. Los investigadores dedicados a esta especialidad, han efectuado estudios con muestras compuestas de distinto número de organismos para la obtención de sus extractos:

- a) Organismos individuales: Roesjadi *et al.* (1984)
- b) 5 individuos: Martíncié *et al.* (1984)
- c) 10 individuos: Latouche and Mix (1982)
- Satsradjis and Boutsinou (1983)
- d) 15 individuos: Gutiérrez Galindo *et al.* (1983)
- Borchardz (1985)
- Martin and Castle (1984)
- e) 20 individuos: Wharfe and Van Den Brock (1978)
- f) 25 individuos: Phillips (1985)

Estudios efectuados en 1971 por el Bodega Marine Laboratory en los Estados Unidos de Norteamérica con cinco mejillones, sirvieron para el análisis de compuestos orgánicos sintéticos en *Mytilus*. Posteriormente, durante el primer año del National Mussel Watch Program (1976-1977), este mismo laboratorio utilizó 15 mejillones en cada muestra simple para sus análisis (Risebrough *et al.*, 1980).

Sin embargo, se ha encontrado que la concentración de los contaminantes en estos organismos varía de acuerdo a factores tales como sexo, edad, condición gonadal, lugar de muestreo, estación del año, etc. (Gordon *et al.*, 1980; Latouche and Mix, 1982). Independientemente de estos factores de variación, Lin *et al.* (1982) mencionan que estos organismos tienen una "variabilidad inherente" a la población, la cual no puede ser atribuida a otro parámetro. Esta variabilidad puede ser minimizada, utilizando la técnica analítica en grupos, misma que consiste en homogeneizar varios organismos individuales en una sola muestra, de esta forma se procurará una mejor estimación de la concentración media y la varianza ponderada del contaminante.

El conocimiento de esta variabilidad es una herramienta útil en los programas de vigilancia, de tal forma que marcan la metodología necesaria para la adopción de consistencia en las técnicas analíticas e indicadores biológicos que se usen. Solamente mediante estos esfuerzos se podrá realizar intercalibración y comparación de resultados de una región a otra.

Por tal motivo, este trabajo tiene como objetivo determinar el número óptimo de *Mytilus edulis* necesarios en el análisis de DDT.

MATERIAL Y METODOS

Se colectaron 160 mejillones *Mytilus edulis* de entre dos y seis centímetros en el mes de febrero de 1984 en el Estero de Punta Banda California, México (Fig. 1). Se seleccionaron cinco submuestras al azar de 5, 10, 15, 20 y 30 organismos con réplica. Los organismos se envolvieron en papel aluminio y se congelaron a -20°C hasta su posterior análisis.

La concentración de los metabolitos fue determinado por cromatografía de gases. Se tomaron 10 gr. del homogeneizador húmedo para el procedimiento de extracción. Para el análisis de los hidrocarburos clorinados se utilizó el procedimiento de extracción acetonitrilo/hexano, seguido de la limpieza con fluorisil (Young *et al.*, 1976), y se inyectó a un cromatógrafo de gases Varian 3,700, equipado con un detector de captura de electrones 63Ni y una columna de vidrio de 2 m. de largo con 6 mm. D.E. x 2 mm. D.I., empacada con 1.5 por ciento OV-17-1.95 por ciento QF-1, mesh 80/100 gas Chrom Q. Las condiciones de temperatura fueron 290°C detector, 230°C inyector y 200°C columna; el flujo del gas de arrastre 30 ml/min. de una mezcla de 95 por ciento argón, 5 por ciento metano.

La identificación de los hidrocarburos se hizo mediante la comparación del tiempo de retención de los estándares (U.S. Environmental Protection Agency, Analytical Chemistry Branch, 1980) con el tiempo de retención de la muestra. La

cuantificación está basada sobre la diferencia entre la altura del pico del estándar y la muestra. Cada muestra fue analizada para obtener el porcentaje de peso seco por evaporación. El DDT total incluye los isómeros o-*to* y para DDT, DDE y DDD.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Concentraciones de DDT en muestras de *Mytilus edulis* del Estero de Punta Banda, Baja California se muestran en la tabla 1, la cual incluye valores de concentración media, desviación estándar, coeficiente de variación e intervalo de confianza a nivel de 90 por ciento. Se determinó, de acuerdo a la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, que no existe diferencia significativa en la concentración media de los cinco grupos (5, 10, 15, 20 y 30 individuos), indicando que este método produce una excelente estimación de la media poblacional como lo sugerido por Gordon *et al.* (1980). Así también la varianza ponderada de las muestras es generalmente baja con el intervalo de confianza al 90 por ciento, fluctuando entre 3-15 por ciento del valor de la media con excepción del grupo con cinco individuos, donde la fluctuación es del 57 por ciento.

La varianza estimada dentro de cada grupo varía de acuerdo al tipo de compuesto estudiado, así como del número de individuos utilizados por muestra. Las figuras 2 y 3 muestran que este último tiene un efecto directo en la llamada "variabilidad inherente" de la población, observándose una marcada disminución en el coeficiente de variación en relación al aumento en el número de individuos utilizados por muestra. Sin embargo, esta relación no es válida después del número óptimo a utilizar, de tal forma que en este trabajo la menor variabilidad se encontró en muestras compuestas con 20 individuos. Mediante esta estrategia de muestreo se podrá diferenciar la concentración media de DDT en función de espacio y tiempo con un mínimo de esfuerzo.

Pocos han sido los esfuerzos dedicados a esta especialidad, trabajos efectuados con anterioridad en ostión por Boyden y Phillips (1981) y Lin *et al.* (1982) también muestran gran variabilidad en la concentración de metales traza al utilizar diferente tamaño de muestra. Bayne *et al.* (1980) consideran para mejillones un tamaño de muestra óptima entre 15 y 25 individuos de diferente tamaño como requisito para monitoreo de efectos biológicos.

TABLA 1. *Mytilus edulis*. EFECTO DEL TIPO DE MUESTRA EN COMPARACIONES ESTADÍSTICAS

Tamaño de Muestra	Media Σ DDT ng/g.	P E S O S E C O			
		Intervalo de confianza 90 %	% Variación Media	S	C.V. (%)
5	348.5	± 198	57.1	168.5	48.4
10	370.6	± 54	14.6	45.73	12.3
15	326.4	± 33	10.0	28.4	8.7
20	344.9	± 11	3.2	9.6	2.8
30	323.5	± 30	9.3	25.3	7.8

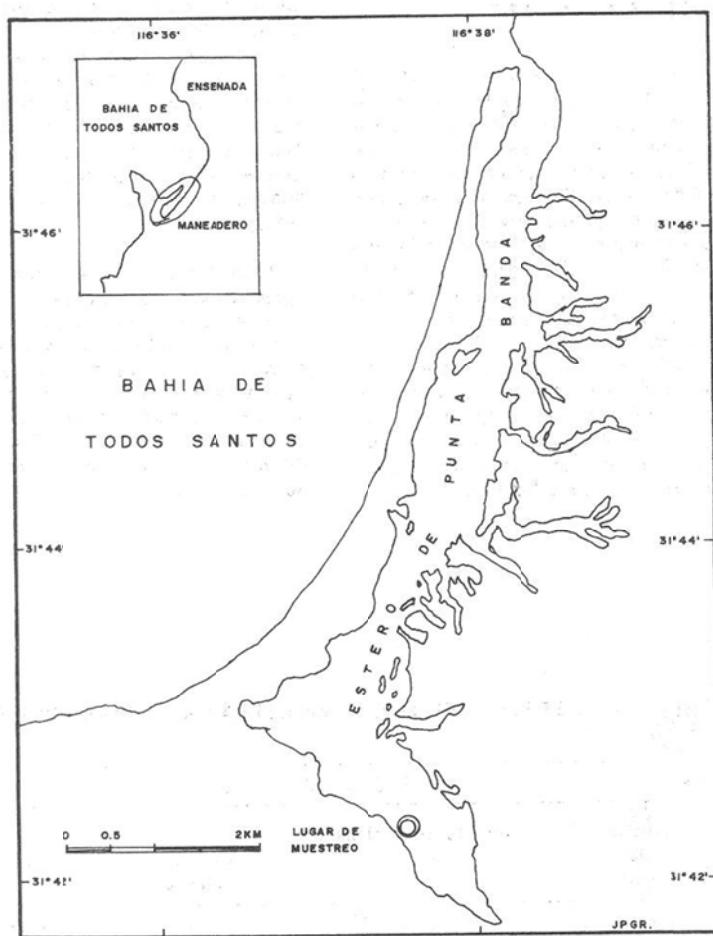


FIG.I LOCALIZACION DEL AREA PARA LA COLECTA DE *Mytilus edulis* EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

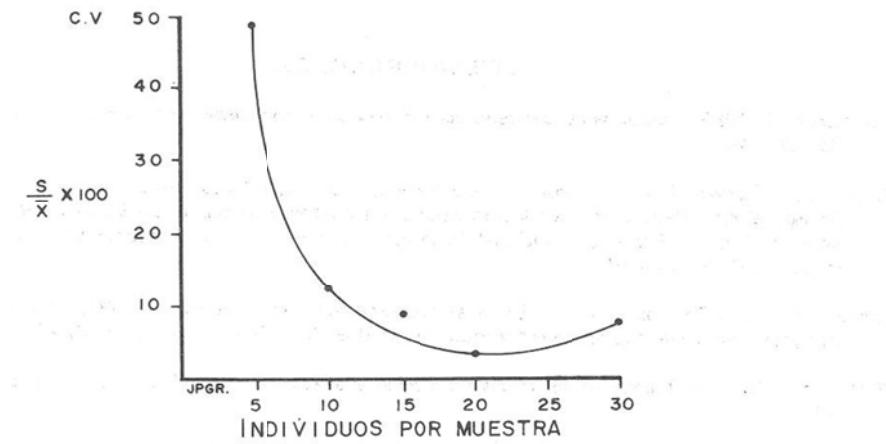


FIG. 2 RELACION ENTRE EL COEFICIENTE DE VARIACION Y EL NUMERO DE INDIVIDUOS POR MUESTRA SIMPLE.

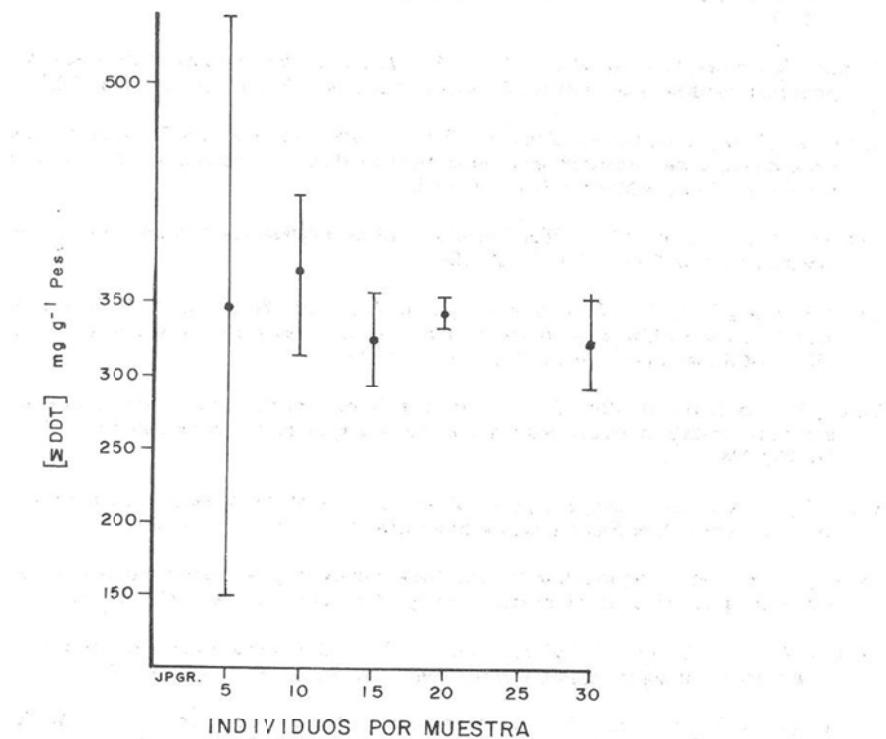


FIG. 3 RELACION ENTRE LA CONCENTRACION MEDIA DE DDT TOTAL Y DESVIACION ESTANDAR CON INTERVALO DE CONFIANZA AL 90 POR CIENTO EN MUESTRAS COMPUSTAS DE DIFERENTE NUMERO DE INDIVIDUOS.

LITERATURA CITADA

- Borchardt, T. 1985. Relationship between carbon and cadmium uptake in *Mytilus edulis*. Mar. Biol. 85, 233-244.
- Bayne, B.L., Brown, D.A., Harrison, F. and Yevich, P.D. 1980. Mussel Healt. In: The International · Mussel Watch. Report of a Workshop Sponsored by the Environmental Studies Board Commission on Natural Resources National Research Council, National Academy of Sciences. Washington, D.C. pp. 163-235.
- Boyden, C.R. and Phillips, D.J.H. 1981. Seasonal variation and inherent variability of trace elements in oysters and their implications for indicator studies. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5, 29-40.
- Butler, P.A. 1971. Influence of pesticides on marine ecosystems. Proc. Roy. Soc. Lond. B. 177, 321-329.
- Goldberg, E.D. 1975. The mussel watch. A firts step in global marine monitoring. Mar. Pollut. Bull. 6, 111.
- Goldberg, E.D., Bowen, V.T., Farrington, J.W., Harvey G., Martin J.H., Parker, P.L., Risebrough, R.W. Robertson, W., Schneider, E. and Gamble, E. 1978. The Mussel Watch. Envir. Conserv. 5, 101-125.
- Gordon, M., Knauer, G.A. and Martin, J.H. 1980. *Mytilus californianus* as a biondicator of trace metal pollution: variability and statistical considerations. Mar. Pollut. Bull. 11, 195-198.
- Gutiérrez-Galindo, E.A., Sañudo Wilhelmy, S.A. y Flores Báez, B.P. 1983. Variación espacial y temporal de pesticidas organoclorados en el mejillón *Mytilus californianus* (Conrad) de Baja California. Parte I. Ciencias Marinas (Méx.) 9, 7-18.
- Latouche, Y.D. and Mix, M.C. 1982. The effects of depuration size and sex on trace metal levels in bay mussels. Mar. Pollut. Bull. 13, 27-29.
- Lin, Y.S., Hung, T.C., Su, J.C., Chyne, P.C., Jeng, W.L., and Chen, Y.L. 1982. Mussel Watch in Taiwan, Republic of China. Assimilative capacity of the oceans for man's wastes. April 26-30, 1982. SCOPE/ICSU Academia Sinica, Taipei, Rep. of China.
- Martin, M. and Castle, W. 1984. Petrowatch: petroleum hydrocarbons, synthetic organic compounds, and heavy metals in mussels from the Monterey Bay Area of Central California. Mar. Pollut. Bull. 15, 259-266.
- Martincié, D., Nürnberg, H.W., Stoeppler, M. and Branica, M. 1984. Bioaccumulation of heavy metals by bivalves from Lim Fjord (North Adriatic Sea). Mar. Biol. 81, 177-188.
- Phillips, D.J.H. 1985. Organochlorines and trace metals in green-lipped mussels *Perna viridis* from Hong Kong waters: a test of indicator ability. Mar. Ecol. Prog. Ser., 21, 251-258.
- Risebrough, R.W., De Lappe, B.W. and Schmidt, T.T. 1976. Bioaccumulation factors of chlorinated hydrocarbons between mussels and sea water. Mar. Pollut. Bull., 7, 225-228.
- Risebrough, R.W., De Lappe, B.W., Letterman, E.F., Lane, J.L., Firestone-Gillis M. Springer, A.M. and Walker, W. II. 1980. California Mussel Watch; 1977-1978 Vol. III. Organic Pollutants in mussels, *Mytilus californianus* and *M. edulis*, along the California, coast. SWRCB. Water Quality Mon. Rep. No. 79-22.

- Roesijadi, G., Young, J.S., Drum, A.S. and Gurtisen J.M. 1984. Behavior of trace metals in *Mytilus edulis* during a reciprocal transplant field experiment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 18, 155-170.
- Satsmadjis, J. and Voutsinou-Talindouri, F. 1983. *Mytilus galloprovincialis* and *Parapenaeus longirostris* as bioindicators of heavy metal and organochlorine pollution. Mar. Biol. 76, 115-124.
- U.S.E.P.A. 1980. Analytical reference standards and supplemental data for pesticides and other organic compounds. Anal. Chem, Braunsch. Research Triangle Park, N.C. 27711.
- Wharfe, J.R. and Van Den Broek, W.L.F. 1978. Chlorinated hydrocarbons in macroinvertebrates and fish from the Lower Medway Estuary. Kent. Mar. Pollut. Bull. 9, 76-79.
- Young, D.R., Heesen, T.C. and McDermott, D.J. 1976. An offshore biomonitoring system for chlorinated hydrocarbons. Mar. Pollut. Bull. 7, 156-159.

ESTUDIO SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE *Artemia* ALIMENTADA CON *Porphyra perforata*

C. Gómez

En el presente trabajo se realizó un estudio sobre el crecimiento y supervivencia de *Artemia* alimentada con *Porphyra perforata*. Se aplicaron cuatro niveles de alimento: 0.074, 0.098, 0.123 y 0.148 mg/organismo/día. La duración del experimento fue de 11 días, formándose las primeras parejas al décimo día. El mejor crecimiento fue de 6.35 mm. y correspondió al nivel de alimento de 0.148 mg/organismo/día en densidad de tres nauplios/ml. En contraste, el menor crecimiento fue de 0.7 mm. y se presentó en el mismo nivel de alimento, pero en densidad de ocho nauplios/ml.

UTILIZACION DE *Porphyra perforata* (RHODOPHYTA) COMO ALIMENTO DE *Artemia* (CRUSTACEA: ANOSTRACA)

M.C. Herón A. Silva Loera*

RESUMEN

Se muestran resultados de crecimiento y sobrevivencia en *Artemia* obtenidos en condiciones de laboratorio. Se usó como alimento polvo de *Porphyra perforata* (macroalga rodofital). Los niveles de alimento aplicado fueron: 0.074, 0.098, 0.123 y 0.148 mg/artemia/día. La cantidad de siembra de organismos fueron tres, cinco y ocho nauplios/ml. La duración del experimento fue de 11 días, formándose las primeras parejas al décimo día. El máximo crecimiento fue de 6.35 mm. y correspondió al nivel de alimento de 0.148 mg/artemia/día en densidad de tres nauplios/ml. En contraste, el menor crecimiento fue de 0.7 mm. y se presentó en el mismo nivel de alimento, pero en densidad de ocho nauplios/ml. La sobrevivencia final de los cuatro niveles de alimento fluctuó entre 0 y 37 por ciento.

ABSTRACT

The results of an experiment in laboratory conditions on the growth and survival of *Artemia* are reported. *Porphyra perforata* (macralgae rhodophyta) in powdered form was used as nourishment. The quantity applied was: 0.074, 0.098, 0.123 and 0.148 mg/artemia/day. The initial density of organisms was three, five and eight nauplii per ml. This experiment was maintained during 11 days, the first pairs of *Artemia* appeared on the tenth day. The best growth was 6.35 mm. obtained at 0.148 mg/artemias/day (food amount) and density of three nauplii/ml. On the contrary the poorest growth was 0.7 mm. with the same amount of food but the nauplii density was 8/ml. The final survival fluctuated between 0 and 37 per cent.

* Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. Ensenada, B.C.

INTRODUCCION

Desde la década de 1930 se conocen ciertas ventajas sobre el uso de *Artemia* como alimento en el desarrollo de etapas larvarias de especies en cultivo. Entre estas ventajas se ha comprobado que por su contenido energético favorece el crecimiento. Por su tamaño es presa adecuada para estadios larvarios de otros organismos. Por su ciclo de vida, relativamente corto, es posible obtener biomasa en breve tiempo. Por su tipo de reproducción, mediante huevos enquistados, es fácil de almacenar y transportar, lo cual permite que esté disponible en cualquier momento. Finalmente, su capacidad de amplia tolerancia a variaciones de oxígeno disuelto, salinidades elevadas y variación de temperatura, permiten su manejo en cultivos.

Con estas consideraciones, la alimentación en el cultivo de *Artemia* es un punto de amplia importancia. En la alimentación de este crustáceo se han probado diversos tipos de alimentos: vivo y no vivo. Como alimento vivo se han probado microalgas y lavaduras (Johnson, 1980). Como alimento no vivo se han probado el uso de microalgas deshidratadas, harinas de cereales, cascarilla de arroz, suero de leche, pescado molido, yema de huevo (Sick, 1976; Person-Le Ruyet, 1976; Dobbeleir *et al.*, 1980 y Johnson, 1980).

Sorgeloos (1974) sugiere que la presentación del alimento tiene poco efecto sobre su asimilación. Al respecto, Dobbeleir *et al.* (1980) mencionan que lo importante es el tamaño de la partícula en función del estadio de desarrollo. Lo anterior debido a que *Artemia* es considerada como un organismo filtroalimentador no selectivo (Persoone y Sorgeloos, 1980). En el experimento realizado se probaron concentraciones distintas de la macroalgae *Porphyra perforata* aplicadas en tres densidades de siembra de organismos. Esta macroalgae no se conocía aplicada como alimento para *Artemia*.

MATERIAL Y METODO

Organismos

En este experimento se utilizaron quistes de *Artemia* de Yavaros (Sonora, México), variedad bisexual.

Se ensayaron cuatro concentraciones de alimento en polvo: 0.074, 0.098, 0.123 y 0.148

mg/*Artemia*/día. Asimismo, se probaron tres densidades de siembra de nauplios: 3, 5 y 8/ml.

Alimento

El alimento utilizado fue *P. perforata*, la cual se deshidrató, lavó y molvió hasta alcanzar un tamaño de grano de 44 μm y menores. Esto se hizo mediante un proceso de varias moliendas y tamizadas graduales. Se obtuvo el tamizado final a partir de una solución de polvo de *P. perforata* en la cual se determinó la cantidad de alimento en suspensión mediante centrifugado, secado y pesad. Los organismos se alimentaron diariamente distribuyéndose la ración en dos fracciones: mañana y tarde. Durante el ensayo se mantuvo la concentración inicial de alimento.

Siembra de organismos

Se colocaron quistes para su eclosión bajo condiciones de 28°C, agua de mar 35 ppm, filtrada y radiada con luz ultravioleta. Posterior a la eclosión se colocaron las densidades de siembra escogidas tres, cinco y ocho nauplios/ml en botellas con un volumen de un litro. Lo anterior se hizo por duplicado. Por cada densidad de siembra de nauplios se colocó una botella testigo con el mismo número de organismos, pero no se proporcionó alimento durante el experimento. Las botellas de cultivo se colocaron en baño María. Se utilizaron tres calentadores eléctricos automáticos. Las botellas carecían del fondo y se utilizaron invertidas, lo cual favoreció una distribución homogénea de organismos y alimento al colocarse la mangüera de aireación desde el fondo. Asimismo, se evitó la flotabilidad al sumergirse en el baño María. Se realizaron cambios de agua diariamente.

Datos

Para observar los efectos de las condiciones experimentales se tomaron muestras para la medición de longitud alcanzada (siete organismos cada tercer día) y conteo de sobrevivientes (cada tercero-cuarto día). Esto último mediante cinco conteos repetitivos de organismos por volumen. No fue posible realizar análisis de varianza al global de los datos debido a que los datos no reunieron los elementos para tal análisis estadístico. Se consideraron los promedios de los tratamientos por duplicado para la elaboración de las curvas de crecimiento y sobrevivencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento

En la figura 1 se presenta el graficado de crecimiento expresado en longitud (mm.) respecto al tiempo (días). Se muestran tres grupos de curvas, correspondientes a las densidades de siembra. Cada curva del grupo corresponde a una concentración de alimento (mg/l) proporcionado. Es sobresaliente que las concentraciones de alimento menores ofrecieron mayor crecimiento en densidad de siembra de cinco nauplios/ml. En contraste, en tres nauplios/ml, el mayor crecimiento correspondió a la mayor cantidad de alimento proporcionado. Sin embargo, es conveniente observar que aunque la concentración de alimento por organismo fue la misma (cuatro grupos) en las tres densidades de siembra, el factor de la cantidad de organismos tuvo efecto en el crecimiento y sobre todo en la sobrevivencia.

El crecimiento obtenido con *P. perforata* en función del tiempo, fue ligeramente mayor que el reportado con otros alimentos (4.5 mm/siete días: Sorgeloos; 1973; 4.5 mm/11 días: Sick, 1976; 1.2 a 4.0 mm/siete días: Johnson, 1980; 2.5 a 4.2 mm/seis días: Person-le Ruyet, 1976).

Al comparar lo obtenido en las botellas con densidad de siembra de tres y cinco nauplios/ml., el crecimiento es similar a lo observado en las curvas de menor concentración de alimento: 5.6 mm. (cinco nauplios/ml y 0.074 mg/nauplio/día); 5.3 mm. (cinco nauplios/ml y 0.098 mg/nauplio/día); 5.2 mm. (tres nauplios/ml, y 0.074 mg/nauplio/día) y 5.3 mm. (tres nauplios/ml. y 0.098 mg/nauplio/día). Esto se considera como evidencia de que se alcanzaron las fronteras que enmarcan la concentración de alimento y densidad de siembra de organismos más adecuados. En el experimento de menor densidad de siembra se presentó madurez sexual y a partir del décimo día aparecieron las primeras parejas de *Artemia*.

Sobrevivencia

En la figura 2 se muestran datos del porcentaje de sobrevivencia respecto al tiempo. También se presentan tres grupos de curvas y cada grupo con las concentraciones de alimento utilizadas.

Densidad de siembra ocho nauplios/ml.

En las botellas con densidad de siembra de ocho organismos/ml. es notable el efecto de la

densidad y concentración de alimento. En este experimento se presenta menor sobrevivencia que en la botella testigo a pesar de no haberse añadido alimento. Esto se explica como causado por la presencia del alimento, pues la consistencia del polvo de *P. perforata* después de estar un tiempo en solución se volvió gelatinoso, muy posiblemente por la alta concentración y temperatura. Estos grumos gelatinosos se adherían a los nauplios y se cree que fue uno de los motivos que causaron mayor mortalidad que en el testigo. Además, se estima que el efecto adverso fue múltiple.

Al quedar cubiertos por la sustancia gelatinosa, el intercambio gaseoso se debió de haber dificultado, muy posiblemente también, el intercambio iónico, así como los procesos de muda se debieron de haber entorpecido. Lo anterior se apoya en que el tiempo en que sucedió la mayor mortalidad fue precisamente en los primeros estadios. Anderson (1967) describe fases de desarrollo y menciona que las primeras tres mudas suceden antes de 40 horas. En este lapso fue cuando se registró la más alta mortalidad, sobre todo en las concentraciones de alimento mayores. En los primeros estadios de desarrollo el intercambio iónico y gaseoso sucede a través de las paredes corporales, por lo que al quedar cubiertos de geles es posible que este proceso se haya afectado, causando efectos muy intensos en la sobrevivencia y desarrollo.

Densidad de siembra cinco nauplios/ml.

En esta densidad, la curva obtenida a partir del testigo tiene una posición intermedia a las curvas obtenidas en las concentraciones utilizadas; está por encima de las de mayor concentración y por debajo de las de concentración menor. Esto es explicable si se atribuye a la concentración del alimento la causa principal, a mayor concentración de alimento la mortalidad es mayor y viceversa. Además, se puede pensar que de alguna manera las concentraciones de alimento que causaron menor mortalidad sean las más adecuadas, esto en función de la densidad de siembra. La sobrevivencia obtenida en esta densidad fue desde 0 a 40 por ciento.

Densidad de siembra tres nauplios/ml.

Se atribuye un mayor crecimiento y sobrevivencia respecto a lo encontrado en ocho nauplios/ml. debido a la disminución del alimento relacio-

nada con la menor densidad de siembra. El efecto de la densidad de siembra no se refleja claramente al presentarse niveles de sobrevivencia que se podrían relacionar más adecuadamente con la cantidad de alimento presente.

En las figuras 1 y 2 es posible observar que la mayor sobrevivencia y crecimiento se obtuvo al proporcionar alimento en el rango de 370 a 493 mg/l. Sin embargo, la densidad de siembra de cinco nauplios/ml. presenta menor sobrevivencia, puesto que en dos concentraciones de alimento la sobrevivencia es 0 por ciento. Lo anterior no se presenta cuando la densidad de siembra fue de tres nauplios/ml. Esto sugiere cuál puede ser la concentración de alimento y densidad de siembra más adecuada.

Del trabajo de Mason (1963), se puede entender que la densidad de siembra (organismos/volumen) es un factor que se refleja en el crecimiento cuando se mantiene una cantidad de alimento constante. Otra consideración importante sobre el efecto del alimento es que mortalidades elevadas y crecimiento reducido pueden tener como factor común el valor energético del alimento, o bien la baja asimilación por el animal. Sick (1976) encontró que *Chlorella conductrix* es un alimento que causa crecimiento lento y mortalidad elevada en *Artemia*.

En el presente trabajo se desecha la posibilidad de baja asimilación, ya que se considera que los resultados estuvieron influenciados por los factores de concentración de alimento y densidad de siembra, sobre todo en los primeros estadios de desarrollo.

Sin embargo, por los resultados obtenidos, se sugiere no utilizar este alimento durante los primeros estadios de desarrollo sino hasta que los organismos hayan alcanzado estructuras para el intercambio gaseoso, natación y captación de alimento (toracópodos) y especialmente cuando los procesos de muda fueran menos críticos.

CONCLUSIONES

Se considera que concentraciones de *P. perforata* como alimento de *Artemia* mayores de 500 mg/l. son el factor principal de la disminución de la sobrevivencia, así como densidades de siembra mayores de tres nauplios/ml.

La aplicación de polvo de *P. perforata* como alimento de *Artemia* produce un crecimiento ligeramente mayor que el debido a otras fuentes de alimento, sólo que su aplicación se recomienda a partir del tercero al cuarto día de desarrollo.

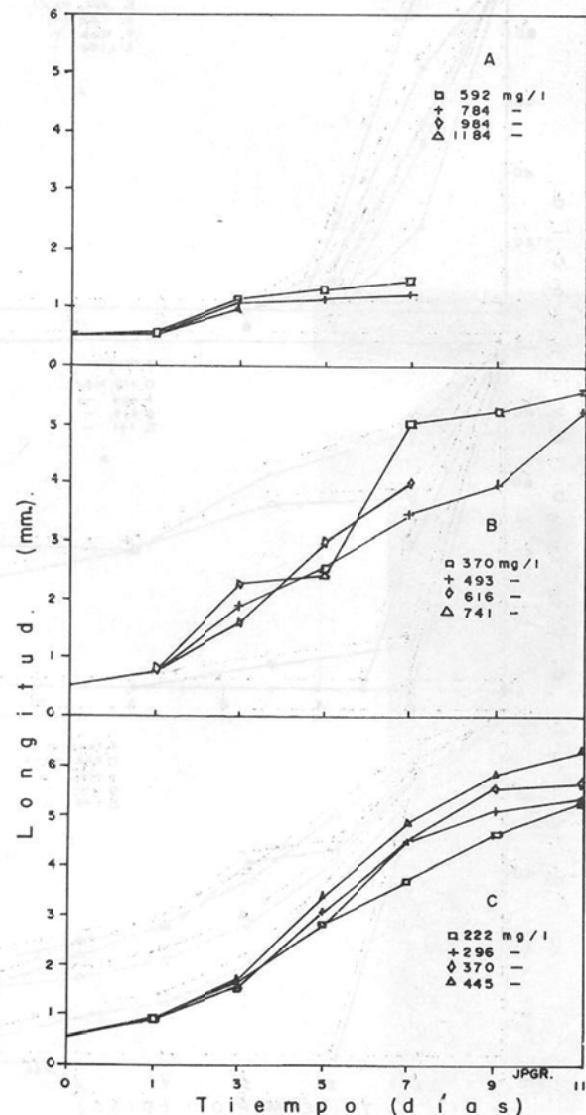


FIG. I. CRECIMIENTO DE *Artemia* EN FUNCION DE CUATRO CONCENTRACIONES DE ALIMENTO Y DENSIDAD DE SIEMBRA DISTINTAS.

A: 8 nauplios/ml; B: 5 nauplios/ml; C: 3 nauplios/ml.

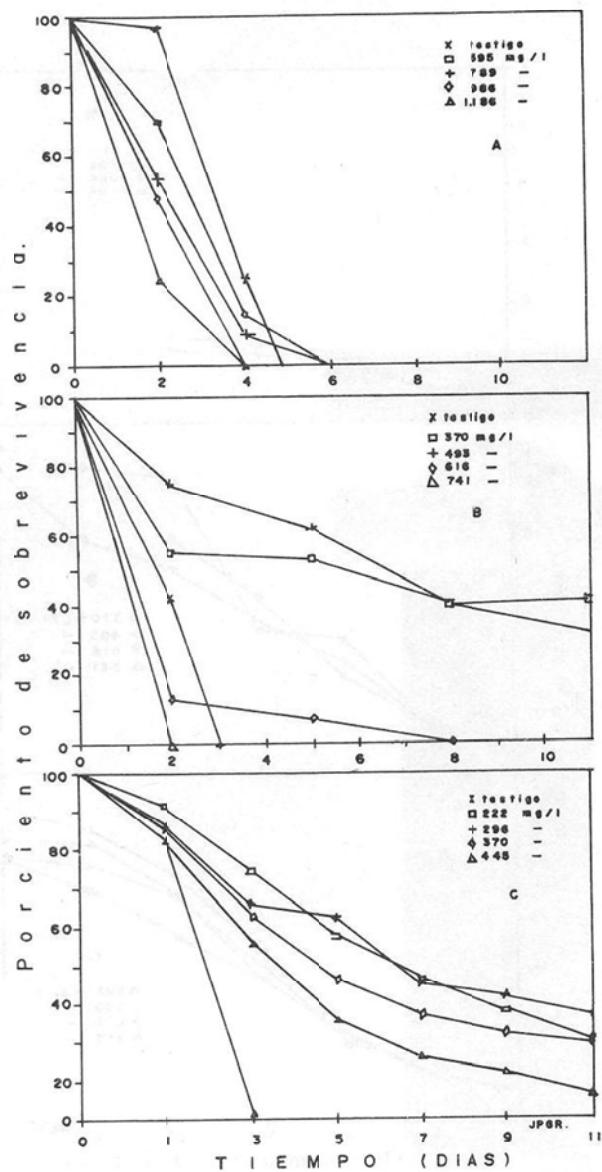


FIG. 2 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE *Artemia* EN FUNCION DE CUATRO CONCENTRACIONES DE ALIMENTO Y DENSIDAD DE SIEMBRA DISTINTAS.

A: 8 nauplios/ml; B: 5 nauplios/ml; C: 3 nauplios/ml.

LITERATURA CITADA

- Anderson, D. 1967. Larval development and pigment formation in the brachiopod crustaceans *Limnadia stanleyana* King (Conchostraca) and *Artemia salina* (L.) (Anostraca). Austr. J. Zool., 15: 47-91.
- Dobbeleir, J., N. Adam, E. Bossuyt, E. Bruggeman and P. Sorgeloos. 1980. New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp. pp. 165-174 In: The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3. Universa Press. Belgium. 456 pp.
- Johnson, D. 1980. Evaluation of various diets for optimal growth and survival of selected stages of *Artemia*. pp. 185-192 In: The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3. Universa Press. Belgium. 456 pp.
- Mason, D.T. 1963. The growth response of *Artemia salina* (L.) to varous feeding regimenes. Crustacea. 5: 138-150.
- Person-Le Ruyet, J. 1976. Elevage larvaire d'*Artemia salina* (Brachiopode) sur nourriture inerte: *Spirulina maxima* (Cyanophycee). Aquaculture. 8: 157-167.
- Persoone, G. and P. Sorgeloos. 1980. General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. pp. 3-22 In: The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3. Universa Press. Belgium. 456 pp.
- Sick, L.V. 1976. Nutritional effect of five species of marine algae on growth development and survival of brine shrimp *Artemia salina*. Mar. Biol., 35: 69-78.
- Sorgeloos, P. 1974. The influence of algal food preparation on its nutritional efficiency for *Artemia salina* L. larvae. *Thalassia jugoslavica*. 10 (1-2): 313-320.
- Sorgeloos, P., M. Baeza-Meza, E. Bossuyt, E. Bruggeman, J. Dobbeleir, D. Versichele, E. Laviña and A. Bernardino. 1980. Culture of Artemia on rice bran: The concersion of a waste-product into highly nutritive animal protein. Aquaculture. 21: 393-396.

**EFFECTO DEL TAMAÑO CORPORAL Y TEMPERATURA SOBRE LA TASA
DE CONSUMO DE OXIGENO EN *Argopecten circularis* (SOWERBY) (MOLLUSCA:
LAMELLIBRANCHIA).**

M.C. Herón A. Silva Loera*

RESUMEN

Se determinó el efecto del tamaño corporal sobre la tasa metabólica de la escalopa *Argopecten circularis* (Sowerby) en temperaturas de 20° y 30° C. Se obtuvo la ecuación que describe la relación tamaño corporal-tasa metabólica en 20°C:

$$QO_2 = 0.479 \text{ (peso)}^{-0.285}$$

El valor del coeficiente respiratorio es similar al encontrado en otros moluscos. En 30°C la expresión corresponde a:

$$QO_2 = 0.928 \text{ (peso)}^{-0.440}$$

mostrando un coeficiente respiratorio menor causado por el efecto de la temperatura. Se obtuvieron valores de Q_{10} a partir de la tasa de consumo de oxígeno calculada para escalopas de 1.0 g. de 1.9, en tanto que para escalopas de 0.1 g. fue de 2.8.

ABSTRACT

An experiment was made to calculate the effect of body size on the metabolic rate in the scallop *Argopecten circularis* (Sowerby) at 20° and 30°C. The equation between body size and metabolic rate at 20°C was:

$$QO_2 = 0.479 \text{ (weight)}^{-0.285}$$

The respiratory coefficient (-0.285) was similar to others molluscs. On the experiment at 30°C the equation obtained was:

$$QO_2 = 0.928 \text{ (weight)}^{-0.440}$$

the respiratory coefficient was smaller than at 20°C. This is due to temperature effect. The Q_{10} values from calculated oxygen consumption rate for scallops of 1.0 g. (dry weight) was 1.9 and 2.8 for scallops of 0.1 g.

INTRODUCCION

La tasa de muchos procesos fisiológicos está determinada por la temperatura, y la respuesta metabólica de poiquilotermos de aguas frías es muy similar a la de los de aguas tropicales (Vernverg y Vernverg, 1970; Dehnel, 1955; Fox, 1939 y Vahl, 1978).

La respuesta encontrada en algunos poiquilotermos no es de explicación sencilla, al parecer implica una serie de procesos que intervienen en los mecanismos de respuesta animal. Por ejemplo, los modelos de aclimatación descritos por Precht (1958), o bien, la esperada respuesta de aumento del metabolismo ante un incremento de temperatura dentro del rango soportable por el animal (Kinne, 1970).

Conocer y entender estos mecanismos de respuesta son de gran importancia, principalmente cuando el interés de la investigación está orientado hacia la acuicultura, puesto que los patrones de respuesta son de gran utilidad práctica. Por ejemplo, conocer límites termales, consecuencia de la cantidad de oxígeno disponible, efecto de la época del año, la concentración del medio y otros factores.

La importancia de los estudios de respiración tiene un principio bastante válido puesto que es una manera de medir el metabolismo animal. En el presente trabajo se determinó la tasa metabólica en la escalopa *Argopecten circularis* (Sowerby) en temperaturas de 20° y 30°C.

MATERIAL Y METODOS

Organismos

Durante el presente experimento se utilizaron escalopas *A. circularis*, cultivadas en canastas flotantes en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, campus Guaymas.

Las escalopas se limpian de organismos epibiontes y se colocaron en un acuario antes del experimento. Su permanencia en el acuario nunca fue mayor de tres días. Se usó agua de mar filtrada (10 µm), la cual era cambiada diariamente en el acuario.

Artefacto utilizado

Constaba de tres módulos: una columna difusora de gases, un baño María y la cámara respiratoria con el sensor de oxígeno. La columna difusora se utilizó en otro experimento con variación de la tensión de oxígeno. Esta era de un tubo de PVC de 1.3 m. de altura y 5 cm. de diámetro. La cámara respiratoria era un frasco de vidrio ámbar con capacidad de 0.91 l, contenía en su interior una pastilla magnética y una malla de plástico sobre la que se colocaba el animal. Tenía dos mangueras que permitían realizar cambios de agua sin molestar al organismo. Además del baño María con el que se pudo elevar la temperatura del agua utilizada, la cámara respiratoria estaba inmersa en baño María (Fig. 1).

Se utilizó un oxígenómetro Yellow Spring Instruments mod. 57. El tiempo de lectura de consumo de oxígeno fue de 45 a 65 minutos. Los organismos utilizados en 20°C fueron distintos a los utilizados en 30°C. El peso seco de las escalopas tuvo un rango de 0.04 gr. a 1.77 gr. (20°), y de 0.11 gr. a 1.37 gr. (30°C). Al final de cada medición de consumo de oxígeno se sacrificaba al animal y se obtenía peso seco del contenido intravalvas (90°C en 24 h).

La terminología utilizada respecto a la tasa de consumo de oxígeno es la establecida por Zeuthen (1953), referida en numerosos trabajos sobre respiración.

Tratamiento de datos

Las lecturas de consumo de oxígeno se obtuvieron en unidades de mg/l, que fueron transformadas a unidades de ml/l.

La expresión que describe la relación existente entre consumo de oxígeno (ml O₂/h) y tamaño corporal (peso seco gr.) es la siguiente:

$$Y = a X^b$$

la cual ha sido ampliamente utilizada para este tipo de trabajos (Van Dam, 1954; Loveland y Chou, 1969; Vahl, 1972; Mackay y Shumway, 1980 y otros). Para determinar el efecto del peso sobre el consumo de oxígeno, la ecuación anterior se divide entre el peso, de lo cual resulta:

$$\begin{aligned} Y/X &= (a X^b)/X, \\ \text{y si: } Y/X &= QO_2 \\ \text{resulta: } QO_2 &= a X^{(b-1)} \end{aligned}$$

la que mediante la función log-log se transforma a su correspondiente expresión lineal:

$$\log QO_2 = \log a + (b-1) \log X$$

donde: (QO_2) es la tasa metabólica (ml $O_2/h/g$)
(X) corresponde al peso

(a) es el valor del intercepto y ($b-1$) es el coeficiente respiratorio o pendiente.

Las rectas obtenidas se analizaron mediante análisis de covarianza (Sokal y Rohlf, 1981).

Se determinaron valores de D_{10} entre las tasas respiratorias calculadas para escalopas de 0.1 gr. y 1.0 gr.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas preliminares

El propósito de utilizar organismos distintos en cada prueba de temperatura fue evitar la influencia del stress térmico y por manipuleo, lo cual tendría efecto en la lectura de datos. Nunca se les alimentó ni se les sometió a aclimatación de ningún tipo. Habiéndose colocado de ocho a 10 escalopas en un acuario y mantenido por 25 días sin proporcionar alimento, no se registró mortalidad. Esto se repitió en condiciones de temperatura de 24° y 28°C. Por lo anterior se considera que los resultados en las lecturas de consumo de oxígeno no estuvieron influidos por efectos de falta de alimento. Gabbott y Bayne (1973) registraron disminución de la tasa respiratoria después de 15 días de ayuno en mejillones. Bayne (1973b) y Bayne y Thompson (1970), bajo condiciones de ayuno en *Mytilus edulis*, reportan efectos sobre la tasa respiratoria.

Las fluctuaciones de temperatura durante el experimento fueron: 20° ± 0.3°C y 30° ± 0.2°C. Durante el experimento de 20°C el acuario en donde se encontraban las escalopas tenía temperatura de 20°C. En el de 30°C la temperatura del acuario era de 26°C. Se observó secreción de boso antes y durante el experimento, lo que se considera como indicador de salud. Reish y Ayers (1968) y Carr y Reish (1978) utilizaron

este parámetro como un indicador del buen funcionamiento fisiológico de *Mytilus edulis* en bioensayos de toxicidad con petróleo y sus derivados.

No hubo condiciones de aclimatación. Para lograr una condición de aclimatación se requiere de varios días y cambios graduales de temperatura (Bullock, 1954). Bayne y Thompson (1970) consideran que 14 días son suficientes para lograr aclimatación en *M. edulis*.

Efecto del tamaño corporal sobre la QO_2

La influencia del tamaño corporal (peso seco) sobre la tasa de consumo de oxígeno, queda definida por el valor del coeficiente del peso ($b-1$). El valor de la pendiente obtenida fue distinto de -1, es decir, siendo negativa la pendiente la influencia del peso sobre la tasa de consumo de oxígeno es inversa sin ser proporcional. Los valores de "b-1" obtenidos fueron: -0.285 en 20°C y -0.440 en 30°C. Estos resultados se consideran debidos a las condiciones experimentales (Fig. 2).

Los valores encontrados tienen bastante similitud con los reportados en otros trabajos, por ejemplo: Vahl (1972), en *Cardium edule*, determinó 0.77 (-0.23); Read (1962), con *M. edulis*, encontró un valor entre 0.546 y 0.745 (-0.454 y -0.275); Mcclusky (1973) trabajó con *Aequipecten opercularis* y obtuvo un valor de 0.653 (-0.347); finalmente, Vahl (1978), con *Chlamys islandica*, reporta valores entre 0.93 a 0.75 (-0.07 a -0.25).

El coeficiente "b-1" expresa el grado en que la QO_2 es afectada principalmente por el peso. Es la cantidad que explica la rapidez del cambio de la QO_2 debida al peso, es decir, la magnitud en que el peso afecta la QO_2 . Siendo éste negativo y mayor que -1, indica que es una función decreciente no proporcional. Es decir, escalopas de tamaño corporal pequeño tienen una QO_2 mayor respecto a las más grandes.

Después de 0.3 g. (en 20°C) y de 0.6 g. (en 30°C) la QO_2 muestra independencia respecto al peso, pues disminuye lentamente conforme aumenta el mismo. Organismos de 0.1 gr. poseen una QO_2 de 0.923 (ml $O_2/h/g$) mientras que los de 1.0 gr. tienen QO_2 de 0.479 (ml $O_2/h/g$), esto se obtuvo en 20°C.

Cuando se eleva la temperatura, se modifica el valor de la rapidez del consumo de oxígeno debido al peso, obteniéndose los siguientes valores: escalopas de 0.1 gr. su QO_2 es de 2.556 (ml. $O_2/h/g$) y en 1.0 gr. de peso es de 0.928 (ml. $O_2/h/g$). Estos incrementos son debidos a un aumento de diez grados de temperatura. Sin embargo, se piensa que la influencia del peso es más intensa que la de la temperatura, pues el patrón general del comportamiento de ambas curvas es muy semejante (carencias de proporcionalidad entre QO_2 y el peso, además, pendiente negativa).

Efecto de la temperatura sobre la QO_2

Los valores de "a" y "b-1" son la medida del efecto del peso, así como otros factores sobre el metabolismo animal. La relación QO_2 -tamaño corporal no puede considerarse como una cantidad fija e invariable de la especie que no pueda ser modificada (Berg y Ockelman, 1959). Se considera que las condiciones ambientales o experimentales pueden influir fuertemente y modificar los valores antes enunciados.

Lo anterior parecen sugerirlo los resultados del presente experimento, por lo que se considera que lo observado en este trabajo es una respuesta normal de la escalopa ante las condiciones a que fue sometida, lo que está reflejado en los valores de las constantes de las ecuaciones obtenidas. "b-1" expresa el grado en que la QO_2 es afectada por el peso (principalmente), "a" es la expresión de la QO_2 independiente del peso, cuando éste tiene un valor de la unidad.

Sin embargo, considerando que la velocidad de difusión del oxígeno se ve favorecida cuando se eleva la temperatura y que el consumo de oxígeno es un proceso de difusión (Rahn, 1966), una explicación con más sentido fisiológico del valor de "a" sería entender este valor como una medida de la cuantiosidad de oxígeno utilizado durante el metabolismo, causado por el aumento de las reacciones bioquímicas debidas al incremento de temperatura.

Precisamente, el efecto más notable encontrado al elevar la temperatura de 20° a 30°C fue que la elevación de las curvas son significativamente distintas ($P<<0.01$). Aunque también se obtuvo que existe cierta influencia en las pen-

dientes, siendo éstas distintas significativamente ($0.01 < P < 0.05$).

Se considera que 20°C no es una temperatura que cause desajustes fisiológicos pues el valor de la pendiente obtenida (-0.285) es muy semejante al del valor interespecífico del reino animal (-0.25) (Kleiber, 1947; Hemmingsen, 1950; Zeuthen, 1953).

Por otra parte, esto tiene sentido si se considera que la temperatura promedio anual de las aguas donde habita *A. circularis* es entre 15 y 18°C. En cambio, 30°C se considera que presenta efectos adversos, ya que la elevación del intercepto se aumenta y el valor de la pendiente se modifica (de -0.285 a -0.44).

Esto se entiende como una respuesta de compensación de las escalopas para sobreponer el efecto de temperaturas mayores, consumiendo mayor volumen de oxígeno por la demanda de su metabolismo, en tanto que la velocidad de cambio de la QO_2 en función del peso al elevar la temperatura también se modifica, es decir, la respuesta metabólica es distinta en pesos distintos, lo cual ocasiona que la pendiente sufra una rotación. Esto es debido a que no responden igual organismos pequeños respecto a los grandes ante un aumento de temperatura. Entender que la pendiente en 30°C sea distinta refleja que organismos de peso menor no tienen la misma capacidad para enfrentar el rigor causado por esta temperatura. Esta diferencia de capacidades se refleja en el cambio de pendiente con una rotación en el sentido de las manecillas del reloj.

Q_{10}

El cálculo de Q_{10} para escalopas de 0.1 gr. y 1.0 gr. de peso seco en el rango de 20° a 30°C fue de 2.77 y 1.94, respectivamente. Este resultado apoya el criterio anterior en el sentido de que el efecto de un incremento de diez grados sobre la capacidad de respuesta de *A. circularis* es mucho más marcada para organismos pequeños, ya que su actividad metabólica se eleva casi tres veces mientras que escalopas mayores (1.0 gr.) es apenas del doble.

CONCLUSIONES

Las respuestas observadas no obedecen a patrones de aclimatación.

El efecto del peso sobre la QO_2 se refleja en la magnitud del coeficiente del peso. En consecuencia, organismos pequeños poseen una tasa de consumo de oxígeno mayor que organismos más grandes, y éstos muestran independencia de la QO_2 conforme se incrementa el peso.

El efecto de aumentar la temperatura desde 20° a 30°C induce una respuesta de compensa-

ción inmediata que se refleja en un incremento del volumen de oxígeno necesario. Asimismo, la variación del valor del coeficiente del peso se debe al aumento de temperatura.

El efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción es de mayor intensidad en escalopas de 0.1 gr respecto a las de 1.0 gr. Este efecto se midió sobre la tasa de consumo de oxígeno.

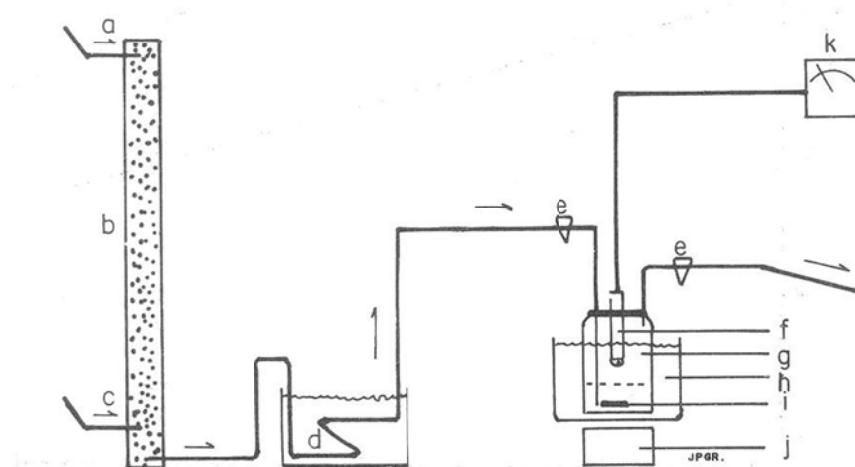


FIG. I ARTEFACTO USADO EN LA MEDICION DE CONSUMO DE OXIGENO EN *A. circularis*, CON TENSION DE OXIGENO VARIABLE.

(a. entrada de agua; b. columna que favorece la difusión de gases; c. inyección de aire o nitrógeno; d. serpentín en baño María; e. llaves de paso; f. electrodo de oxígeno; g. cámara respiratoria; h. baño María; i. pastilla magnética; j. agitador magnético; k. oxigenómetro.)

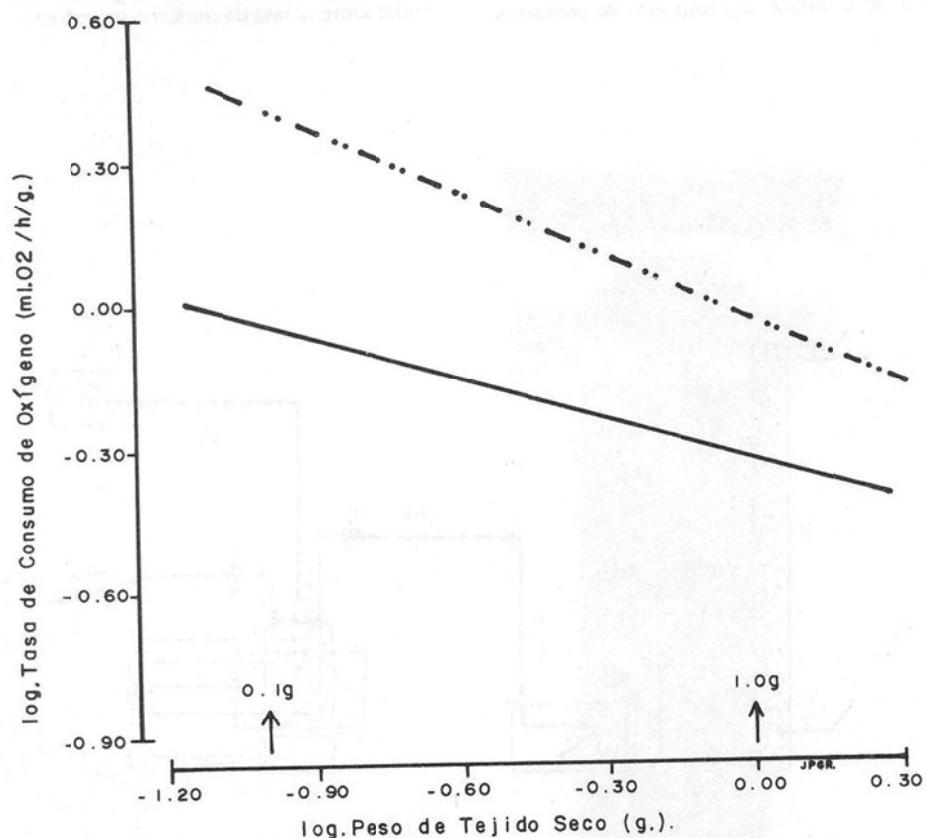


FIG. 2 GRAFICADO DE LAS ECUACIONES DE TASA DE CONSUMO DE OXÍGENO CONTRA PESO DE TEJIDO SECO DE *Argopecten circularis* OBTENIDAS EN 20° Y 30°C.

—	$\log Y = 0.479 - 0.285 \log X$ (20°C)
- - -	$\log Y = 0.928 - 0.440 \log X$ (30°C)
	QIO (20°-30°C) en escalopas de 0.1g: 2.77
	QIO (20°-30°C) en escalopas de 1.0g: 1.94

LITERATURA CITADA

- Bayne, B.L. 1973a. The responses of three species of bivalve mollusc to declining oxygen tension at reduced salinity. *Comp. Biochem. Physiol.*, 45A: 793-806.
- Bayne, B.L. 1971a. Oxygen consumption by three species lamellibranch mollusc in declining ambient oxygen tension. *Comp. Biochem. Physiol.*, 40A: 955-970.
- Bayne, B.L. and R.J. Thompson. 1970. Some physiological consequences of keeping *Mytilus edulis* in the laboratory. *Helgoländer wiss Meeresunters.* 20: 526-552.
- Berg, K. and K.W. Ockelman. 1959. The respiration of freshwater snails. *Quart. Rev. Biol.*, 32: 217-231.
- Bullock, T.H. 1954. Compensation for temperature in the metabolism and activity of poikilotherms. *Biol. Rev.*, 30: 311-342.
- Carr, R.S. and D.J. Reish. 1978. Studies on the *Mytilus edulis* community in Alamitos Bay, California: VII. The influence of water-soluble petroleum hydrocarbons on byssal thread formation. *The Veliger*. 21(2): 283-287.
- Dehnel, P.A. 1955. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of two intertidal crabs. *Biol. Bull.*, 118: 215-249.
- Fox, H.M. 1939. The activity and metabolism of poikilothermal animals in different latitudes. V. *Proc. Zool. Soc. Lond. (A)* 109: 141-156.
- Gabbott, P.A. and B.L. Bayne. 1973. Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis* (L.). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 53: 269-286.
- Hemmingsen, A.M. 1950. The relation of standard (basal) energy metabolism to total fresh weight of living organisms. *Rep. Steno. Memo. Hosp.*, 4: 7-58.
- Kinne, O. 1970. Temperature. In: *Marine Ecology I*. Wiley Interscience. London. pp. 321-346.
- Kleiber, M. 1947. Body size and metabolic rate. *Physiol. Rev.*, 27(4): 511-541.
- Loveland, R.E. and D.S.K. Chou. 1969. Oxygen consumption and water movement in *Mercenaria mercenaria*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 29: 173-184.
- Mackay, J. and S.E. Shumway. 1980. Factors affecting oxygen consumption in the scallop *Chlamys delicatula* (Hutton). *Ophelia*. 19(1): 19-26.
- Mclusky, D.S. 1973. The effect of temperature on the oxygen consumption and filtration rate of *Chlamys (Aequipecten) opercularis* (L.). (bivalvia). *Ophelia*. 10:141-154.
- Precht, H. 1958. Concepts of the temperature adaptation of unchanging reaction system of cold blooded animals. In: *Physiological Adaptations*. Prosser, C.L. (Ed.). Am. Physiol. Soc. Washington, D. C. pp. 50-77.
- Reish, D.J. and J.L. Ayers, Jr. 1968. Studies on the *Mytilus edulis* community in Alamitos Bay, California. III. The effect of reduced dissolved oxygen and chlorinity concentration on survival and byssal thread production. *The Veliger*. 10(4): 384-388.

- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1981. Biometry. 2nd. Ed. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 859 pp.
- Vahl, O. 1972. Porosity of the gill, oxygen consumption and pumping rate in *Cardium edule* (L.) bivalvia. *Ophelia*. 10: 109-118.
- Vahl, O. 1978. Seasonal changes in oxygen consumption of the ice land scallop (*Chlamys islandica*) (O.F. Müller) from 70° N. *Ophelia* 17(1): 143-154.
- Van Dam, K. 1954. On the respiration in scallops (Lamellibranchiata). *Biol. Bull. (Woods Hole)*, 107: 143-148.
- Vernberg, F.K. and W.B. Vernberg. 1970. The animal and the environment. Holt Rinehart and Winston, Inc. New York. 388 pp.
- Zeuthen, E. 1953. Oxygen uptake as related to body size in organisms. *Quart. Rev. Biol.*, 28(1): 1-12.

ARTIGO JOCO00178

Este trabajo evalúa el grado de aplicabilidad de dos de los modelos predictivos más usados en la costa norte mexicana. Se obtuvieron datos de presión de onda y velocidad de corriente litoral en la Bahía de Todos Santos con tres sensores de presión y tres correntímetros electromagnéticos. Los resultados indican que tanto el modelo Longuet-Higgins como el modelo Komar e Inman no predicen adecuadamente la corriente litoral por: a) una corriente debida probablemente a circulación en la Bahía; b) una corriente originada por el esfuerzo del viento paralelo a la playa, y c) errores propios de los modelos usados.

RESUMEN
Este trabajo evalúa el grado de aplicabilidad de dos de los modelos predictivos más usados en la costa norte mexicana. Se obtuvieron datos de presión de onda y velocidad de corriente litoral en la Bahía de Todos Santos con tres sensores de presión y tres correntímetros electromagnéticos. Los resultados indican que tanto el modelo Longuet-Higgins como el modelo Komar e Inman no predicen adecuadamente la corriente litoral por: a) una corriente debida probablemente a circulación en la Bahía; b) una corriente originada por el esfuerzo del viento paralelo a la playa, y c) errores propios de los modelos usados.

CORRIENTE LITORAL DENTRO DE LA ZONA DE ROMPIENTE EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C.

M.C. Adolfo González Calvillo*
Oc. Rafael Blanco Betancourt*

RESUMEN

Se evalúa el grado de aplicabilidad de dos de los modelos predictivos más usados, comparándolos con mediciones de campo en las playas de la Bahía de Todos Santos. Los parámetros de oleaje se obtienen de dos sensores de presión, mientras que la corriente litoral es medida con tres correntímetros de inducción electromagnética. Los modelos evaluados (Longuet-Higgins y Komar e Inman) no predicen adecuadamente la corriente litoral por: a) una corriente debida probablemente a circulación en la Bahía; b) una corriente originada por el esfuerzo del viento paralelo a la playa, y c) errores propios de los modelos usados.

ABSTRACT

Two of the most widely used longshore current predictive models are tested against measurements on the Todos Santos Bay beaches. Wave and longshore current data were obtained with two wave pressure sensors and three electromagnetic currentmeters. Neither one of the tested models (Longuet-Higgins and Komar and Inman) gave a reliable prediction due to: a) a longshore current part of a larger circulation system on the bay; b) a longshore current caused by wind stress, and c) errors and assumptions of the used models.

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California.

INTRODUCCION

La importancia de la corriente litoral dentro de la zona de rompiente estriba en la capacidad de acarreo de sedimentos que tiene dicha corriente y la consecuente modificación que sufre la costa.

En la actualidad existen en la literatura cerca de 30 fórmulas que intentan predecir dicha corriente. A pesar de ello son dos las que han sido más ampliamente usadas y citadas en la literatura occidental: la desarrollada por Longuet-Higgins (1970), teóricamente, y la semiempírica de Komar e Inman (1970).

Al parecer hasta la fecha no hay más de dos o tres conjuntos de datos de corrientes litorales precisos tomados en el campo bajo condiciones razonablemente ideales que permitan hacer una comparación con las formulaciones disponibles. El objetivo del presente trabajo es el probar con mediciones de campo los modelos de Longuet-Higgins y Komar e Inman:

Longuet-Higgins

$$V_{LH} = \frac{1}{c} \cdot U_m \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha) \cdot 1.96 \cdot \operatorname{Tg}(\beta) \quad (1)$$

Komar e Inman

$$V_{KI} = K \cdot U_m \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha) \quad (2)$$

donde: V_{LH} es la velocidad de la corriente litoral predicha por Longuet-Higgins, V_{KI} es la corriente predicha por Komar e Inman, U_m es la velocidad orbital media máxima evaluada en la rompiente, $\operatorname{Tg}(\beta)$ es la pendiente de la playa, c es un coeficiente de fricción, K una constante de proporcionalidad y α el ángulo de incidencia del oleaje en la rompiente.

AREA DE ESTUDIO

El experimento se llevó a cabo en la región sur de la Bahía de Todos Santos, como se indica en la figura 1. La costa consta de playas casi rectas con isobatas paralelas, y por estar semiprotegida en el interior de la bahía, restringe las direcciones de arribo del oleaje. La playa posee una pendiente suave ($\operatorname{Tg}(\beta) = 0.019$) y uniforme además de estar compuesta de arenas de 2 a 2.5 φ.

METODOLOGIA

Los registros de oleaje fueron obtenidos en abril de 1985 mediante dos sensores de presión SEA-DATA modelo 635-8 con resolución de 0.5 mm. Los instrumentos se colocaron justo antes de la rompiente del oleaje, orientados paralelos a la playa y separados 15 m. entre sí (Fig. 2). Tal disposición nos permite obtener de los registros tanto la energía del oleaje como el ángulo de incidencia con buena resolución para períodos de oleaje entre 4 y 22s. La separación entre los sensores nos permite corregir el modelo de Longuet-Higgins por corrientes producidas por gradientes horizontales de altura de oleaje, según Komar (1975):

$$V_{LHC} = V_{LH} - \left(\frac{1}{c} \right) \cdot 8.615 \cdot [3.4 + 0.16 \cdot \cos^2(\alpha)] \cdot U_m \cdot \delta H/\delta y \quad (3)$$

donde: H es la altura del oleaje en la rompiente; "y" es la coordenada a lo largo de la playa, positiva hacia la derecha viendo hacia el mar. Dependiendo del estado de la marea, la profundidad de los sensores varió entre 3 y 4 m.

Se obtuvieron registros de 2,048 datos con un intervalo de muestreo de 0.5s, cada 60 min. La altura del oleaje H_{rms} y de ahí U_m se obtuvieron del promedio de las dos series, compensando por la amortiguación por profundidad y refractando hasta el criterio de rompiente Altura/Profundidad = 0.8.

Los espectros de las dos series se estabilizaron con un promedio corrido de 19 puntos y se estimó el ángulo de incidencia mediante la diferencia en fase para cada banda de frecuencia, utilizando teoría lineal.

Se eliminaron frecuencias correspondientes a períodos mayores de 30 s y menores de 3.5s por las siguientes razones: a) la separación entre los sensores no resolvía adecuadamente fuera de ese rango, b) oscilaciones mayores de 30s que no mostraban energía significativa en el espectro, no participan en el proceso de rompimiento en la forma prevista por los modelos y c) se supuso que olas con período menor a los 3.5s no contribuían significativamente a la energía total.

CORRIENTES

A lo ancho de la zona de rompiente se colocaron tres correntímetros de inducción electro-

magnética Marsh Mc Birney modelo 527M con precisión de ± 0.5 cm/s. Los correntímetros se espaciaron equidistantes y se reubicaban periódicamente de acuerdo a la posición de la marea (Fig. 2).

Se obtuvieron registros de 4,096 datos separados cada 0.25s, cada 60 min. La velocidad de la corriente litoral V_m se obtuvo promediando las tres series, pesándolas en forma proporcional al área que les correspondió dentro del triángulo formado por la profundidad en la rompiente, la superficie y el fondo.

VIENTO

Se instaló una estación meteorológica autónoma AANDERAA con registros de rapidez y dirección del viento cada 15 min.

CORRELACIONES

Se efectuaron regresiones lineales para ver el grado de correlación entre las corrientes litorales medidas (V_m) y las características del oleaje (V_{LH} , V_{LHC} y V_{KI}) sin incluir los factores $1/\epsilon$ y K de las ecuaciones 1 y 2. Lo anterior fue con el propósito de que la regresión nos diera el coeficiente (pendiente de la recta ajustada) necesario para la mejor correlación entre los datos.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados de las comparaciones de V_m con V_{LH} , V_{LHC} y V_{KI} . En la

primera columna, se muestra la ecuación de la recta ajustada. En la segunda, está el valor de ϵ para V_{LH} y V_{LHC} , y K para V_{KI} . En la tercera columna aparece el coeficiente de correlación. En la cuarta se presenta el error estimado en la predicción. En la última columna se revela el nivel de confianza.

Suponiendo que el esfuerzo de la componente del viento paralela a la costa produce una corriente litoral y que dicho esfuerzo a su vez, responde a la ley cuadrática, podemos intentar ver entonces el efecto del viento con: $W = \frac{1}{2} [V_1 + V_1^2 + V_2 + V_2^2]$, donde: V_1 es la componente de la velocidad del viento paralela a la costa 15 min antes de la medición de V_m ; y V_2 durante la medición de V_m . Con esta fórmula se encontró la mejor correlación y es la que se muestra en el último renglón de la tabla 1.

DISCUSION

Ni la corriente litoral predicha por Komar e Inman (1970) (V_{KI}) ni la predicha por Longuet-Higgins (1970) (V_{LH}) presentan buena correlación con la corriente medida (V_m). Tampoco es claro el efecto de los gradientes horizontales de altura de oleaje (V_m contra V_{LHC}) ni del viento.

En la figura 3, tomada de Komar (1976), se grafica la ecuación (1) con datos obtenidos por diferentes autores. En la gráfica se han incluido nuestros resultados. Se anexan asimismo,

TABLA 1. RESULTADOS DE LAS COMPARACIONES ENTRE LA CORRIENTE LITORAL PREDICHA POR LAS ECUACIONES 1 (V_{LH}), 2 (V_{KI}) Y 3 (V_{LHC}), Y LA CORRIENTE MEDIDA (V_m)

Regresión lineal	Coef. corr.	Error ±	Nivel conf.
$V_m = -8 + 28 \cdot V_{LH}$	0.36	24	90
$V_m = 6 + 2 \cdot V_{LHC}$	0.44	1	95
$V_m = -8 + 1.1 \cdot V_{KI}$	0.37	1	90
$V_m = 4 + 0.4 \cdot W$	0.44	0.4	95

como comparación, datos nuestros de experimentos anteriores realizados en San Felipe, B.C., en la misma playa en que trabajaron Komar e Inman (1970) (Ocampo Torres, 1983). En la figura se han omitido las constantes y el coeficiente de fricción C.

En la figura 4, tomada también de Komar (1976), se muestra la ecuación (2), incluyendo también nuestros resultados y excluyendo la constante K.

De las figuras 3 y 4, se ve que nuestros datos no están más dispersos que cualquier otro juego de datos incluido. Tomando en cuenta lo anterior y analizando la tabla 1, podemos pensar que:

- a) La intersección con las ordenadas representa una corriente debida a factores tales como mareas o patrones de circulación de otra escala. Eliminamos la posibilidad de corrientes de retorno, ya que no se observaron al usar trazadores colorantes como rodamina. Durazo y Alvarez (1987) observan una corriente costera contraria a la observada por nosotros en la zona antes de la rompiente del oleaje para la misma época del año. La corriente que nosotros observamos dentro de la zona de rompiente pudiera ser un flujo compensatorio al observado por Durazo y Alvarez.
- b) Al corregir por el efecto del viento, el coeficiente de correlación aumenta de 0.36 a 0.45, de 0.44 a 0.52 y de 0.37 a 0.47, para V_{LH} , V_{LHI} y V_{KI} , respectivamente. Este

incremento, aunque pequeño, sugiere un efecto del viento.

- c) La correlación que deben tener todos los datos mostrados en las figuras 3 y 4 es tan baja como la encontrada para nuestros datos. Esto último indica, y es lo más probable, que existen otros agentes causantes de corrientes litorales dentro de la zona de rompiente cuya importancia no se puede ignorar y, por lo tanto, los modelos en la forma planteada no son confiables.

CONCLUSIONES

- a) Contrario a lo encontrado por Komar e Inman (1970), los modelos usados no son aplicables a las playas de "El Moreno" (San Felipe), ni tampoco a las playas de la Bahía de Todos Santos.
- b) Las corrientes generadas por el nivel de energía y ángulo de incidencia del oleaje no son mucho más importantes que las generadas por otros fenómenos, al menos en las dos playas estudiadas.
- c) Debe estudiarse aún más sobre la dinámica de los procesos de rompimiento del oleaje y su relación con la generación de corrientes a lo largo de la playa.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Educación Pública y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo financiero a este proyecto.

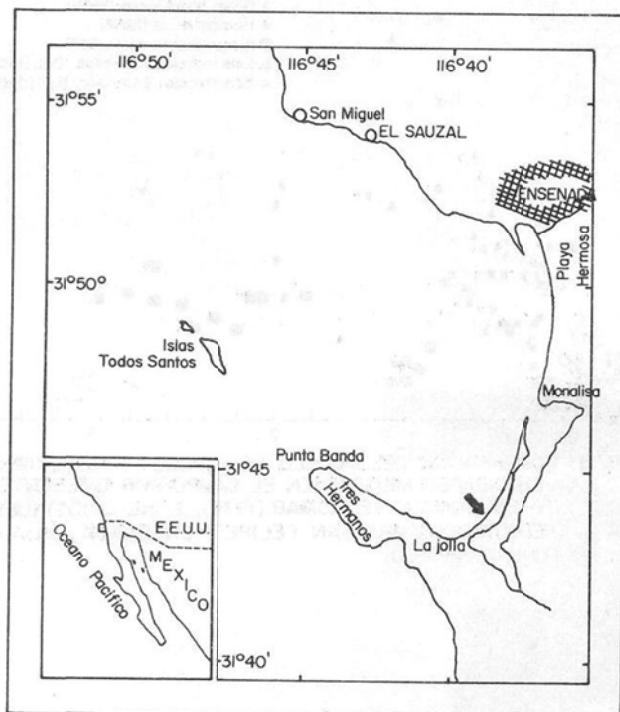


FIG. 1 MAPA DE LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

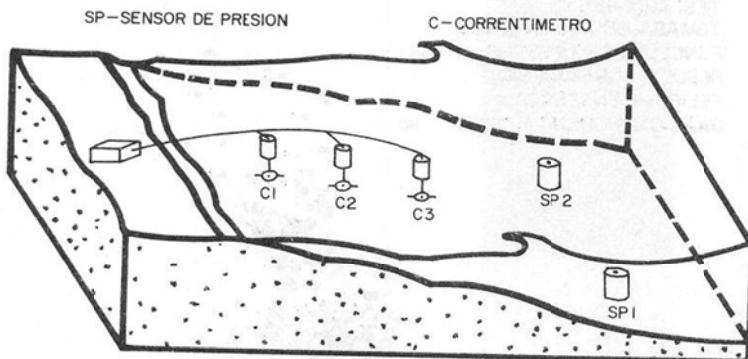


FIG. 2 COLOCACION DE LOS INSTRUMENTOS EN LA PLAYA.

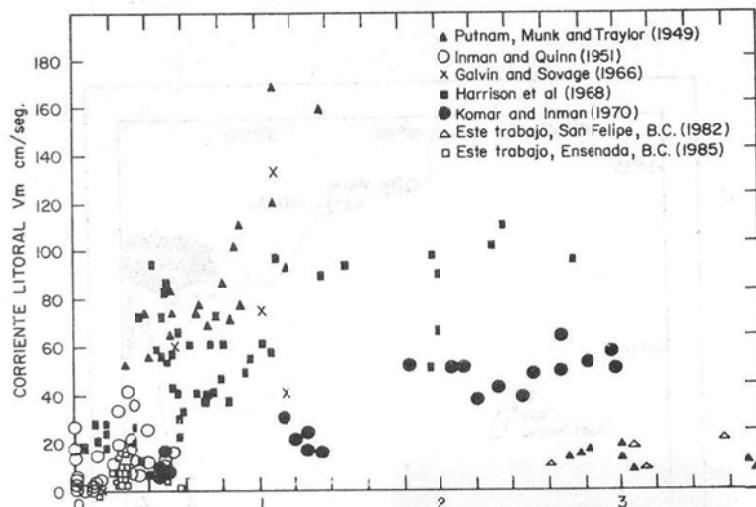
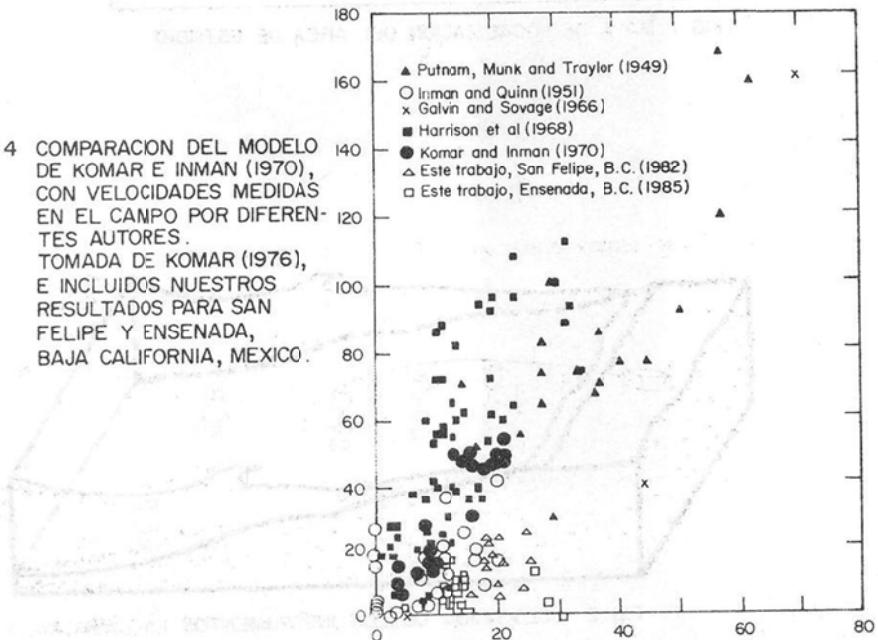


FIG. 3 COMPARACION DEL MODELO DE LONGUET-HIGGINS (1970) CON VELOCIDADES MEDIDAS EN EL CAMPO POR DIFERENTES AUTORES, TOMADO DE KOMAR (1976), E INCLUIDOS NUESTROS RESULTADOS PARA SAN FELIPE Y ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

FIG. 4 COMPARACION DEL MODELO DE KOMAR E INMAN (1970), CON VELOCIDADES MEDIDAS EN EL CAMPO POR DIFERENTES AUTORES, TOMADA DE KOMAR (1976), E INCLUIDOS NUESTROS RESULTADOS PARA SAN FELIPE Y ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.



LITERATURA CITADA

- Durazo, A.R. y L.G. Alvarez. 1987. Cinemática de la región sur de la Bahía de Todos Santos, B. C. Ciencias Marinas Vol. (13). (Aprobado.)
- Komar, P. D. 1975. Nearshore currents generation by obliquely incident waves and longshore variations in breaker height. Proceedings of the Symposium on Nearshore Sediment Dynamics. Ed. J.R. Hails and A. Carr. Wiley, London, 17-45 pp.
- Komar, P. D. 1976. Beach processes and sedimentation. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 429 pp.
- Komar, P.D. and D.L. Inman. 1970. Longshore sand transport on beaches. Journal of Geophysical Research, 75(30): 5914-27.
- Longuet-Higgins, M.S. 1970. Longshore currents generated by obliquely incident sea waves. 1. Journal of Geophysical Research, 75(33): 6,778-89.
- Ocampo Torres, F.J. 1983. El comportamiento del oleaje en las costas de Baja California y el Mar de Cortés. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, U.A.B.C. Informe Anual 1982, 52 pp.

concentraciones de DDT en el marco de la actividad pesquera en la costa de California. El resultado de la investigación es que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo están dentro del rango de contaminación de los organismos marinos en el sur de California. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento.

INTRODUCCIÓN Y METODOS

En el año anterior se hicieron mediciones de DDT en la carne de almeja pismo en la costa de California. Los resultados indicaron que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo eran más altas que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo en el sur de California. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento.

La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento.

DDT EN LA ALMEJA PISMO *Tivela stultorum* (MAWE) DE SAN QUINTIN, BAJA CALIFORNIA

En el año anterior se hicieron mediciones de DDT en la carne de almeja pismo en la costa de California. Los resultados indicaron que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo eran más altas que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo en el sur de California. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento.

RESUMEN

Concentraciones de DDT fueron determinadas en la almeja pismo *Tivela stultorum* durante febrero, abril, junio y agosto de 1983, para estimar la contaminación por organoclorados en Playa San Ramón y El Playón de la región de San Quintín. Los resultados indican valores de DDT significativamente mayores en Playa San Ramón. Las concentraciones de DDT presentaron tres órdenes de magnitud por debajo de aquel que causa daño como alimento humano.

ABSTRACT

In order to estimate organochlorine contamination of Playa San Ramón and El Playon from the San Quintin region, concentrations of DDT have been determined in the pismo clam *Tivela stultorum* during February, April, June and August of 1983. The results indicate DDT values significantly higher in Playa San Ramon. The concentrations of DDT are about three orders of magnitude below those which are regarded to present a hazard as human food.

Received: 10 January 1984; accepted: 10 March 1984.

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, (U.A.B.C.).

Editorial responsibility: J. A. Gutiérrez-Galindo, M. S. Galindo Bect.

INTRODUCCIÓN Y METODOS

En el año anterior se hicieron mediciones de DDT en la carne de almeja pismo en la costa de California. Los resultados indicaron que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo eran más altas que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo en el sur de California. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento.

CONCLUSIONES

En el año anterior se hicieron mediciones de DDT en la carne de almeja pismo en la costa de California. Los resultados indicaron que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo eran más altas que las concentraciones de DDT en la carne de almeja pismo en el sur de California. La carne de almeja pismo es una fuente segura de alimento.

Bernardo P. Flores Báez*
Sergio A. Sañudo-Wilhelmy*
Efraín A. Gutiérrez-Galindo*
Manuel S. Galindo Bect*

INTRODUCCION

Las evaluaciones regionales de contaminación por pesticidas organoclorados en la costa norte de Baja California han señalado concentraciones significativas de DDT en mejillones *Mytilus californianus* (Gutiérrez-Galindo *et al.*, 1983) y en ostiones *Crassostrea gigas* y *Ostrea edulis* (Cajal Medrano y Gutiérrez-Galindo, 1981). Estos hallazgos mostraron el interés de evaluar este insecticida sintético en la almeja *Tivela stultorum*, considerada como una de las principales especies comerciales extraídas del litoral de Baja California. Esta especie es explotada en la zona de San Quintín por la Sociedad Cooperativa Pesquera Col. Vicente Guerrero, S.R.L. Searcy Bernal (1981) señala para 1980 una cifra de extracción de 1.504,751 kg.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio se seleccionaron las dos principales localidades de explotación: Playa San Ramón y El Playón (Figura 1). La zona de San Ramón es una playa de 16 km. de longitud y la región denominada El Playón tiene una longitud de 8 km.

Se colectaron almejas con un rango de talla de 9.5 a 13.5 cm. en febrero, abril, junio y agosto de 1983. Los organismos muestreados fueron transportados al laboratorio, obteniéndose tres réplicas (M_1 , M_2 , M_3) de 15 almejas para cada localidad examinada. Posteriormente fueron enjuagadas con agua destilada y las partes blandas fueron colocadas en charolas de aluminio y congeladas a -20°C.

De los 15 organismos de cada réplica se hizo un homogeneizado del cual se tomaron de dos a cuatro alícuotas de 10 gr. para el análisis químico. La limpieza y extracción del insecticida se hizo de acuerdo a la metodología descrita por Young *et al.* (1976). La muestra fue inyectada a un cromatógrafo de gases Varian 3700 equipado con un detector de captura de electrones ^{63}Ni , con las siguientes condiciones de operación: temperatura de la columna, inyector y detector de 200°C, 230°C y 290°C, respectivamente; con un flujo de 30 ml/min. de una mezcla de gases 95 por ciento argón y 5 por ciento metano.

En una columna de vidrio de 2 m. de longitud con 6 mm. y 2 mm. de diámetro externo e inter-

no empacada con 1.5 OV-17, 1.5 por ciento QF-1 mesh 80/100 gas chrom Q. Se utilizaron estándares de la U.S. EPA, Analytical Chemistry Branch. Análisis de control fueron realizados para detectar la posible contaminación durante el análisis de las muestras. La cuantificación de los lípidos se realizó mediante la metodología señalada por Blight y Dyer (1959).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1. En adición del DDT y sus metabolitos, otros compuestos clorados (PCB1254) fueron detectados algunas veces, pero no fueron investigados en vista de su ocurrencia esporádica. Se observa para las dos localidades la presencia de op'DDE, pp'DDE, op'DDT y pp'DDT. Siendo el pp'DDE el metabolito que presentó una mayor frecuencia y concentración en ambas localidades.

Se realizó una prueba "U" de Mann-Whitney (Siegel, 1956) para conocer diferencias entre las dos localidades estudiadas, mostrándose que los valores de DDT detectados en San Ramón fueron significativamente mayores con una probabilidad de 0.05. La distribución de lípidos en los organismos muestreados indican que San Ramón presentó un mayor contenido lipídico (Tabla 1). Phillips (1980) menciona que los organoclorados exhiben elevada solubilidad en los tejidos grasos y que éstos son acumulados y almacenados en los organismos, lo que podría explicar las diferencias de concentración entre las localidades. Cabe señalar que San Ramón se encuentra adyacente al valle agrícola de San Quintín en donde se utilizan fertilizantes y plaguicidas, lo que podría ocasionar una disponibilidad biológica del contaminante distinta entre las dos localidades.

Una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel, 1956) a una probabilidad de 95 por ciento para detectar diferencias importantes de las concentraciones detectadas en dos distintos meses, mostró que los valores de DDT en abril (1.05 ppb) y agosto (1.02 ppb) en San Ramón, fueron significativamente mayores. En febrero y junio no se presentaron diferencias notables. En el Playón, el valor medido en agosto (0.20 ppb) fue esencialmente menor y mayor el detectado en febrero (0.83 ppb). Abril y junio no presentaron diferencias relevantes.

La presencia del DDE, en ambas localidades, indica que el DDT no es de reciente aplicación,

ya que el DDE es el último producto del proceso de degradación de este insecticida (Turk *et al.*, 1973).

Las concentraciones medidas de DDT en *T. stultorum* presentaron tres órdenes de magnitud por debajo de aquel que ocasiona un daño para el consumo humano (5000 ng g^{-1} peso húmedo F.N.I., 1969).

La falta de información pertinente a las dos localidades estudiadas hace imposible tener conclusiones de las causas de las diferencias significativas encontradas en la concentración de DDT para Playa San Ramón y El Playón, máxime que son zonas relativamente cercanas (10 km.) y eco-

lógicamente similares. Sin embargo, los valores reportados en este documento pueden servir como punto de referencia para trabajos futuros.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del programa Institucional "Estudio General de Contaminación Costera en Baja California", subsidiado por la Secretaría de Educación Pública bajo el Convenio 83-01-141. Agradecemos al dibujante Ramón Moreno Castillo la elaboración de la figura. A la señorita Rosa Isabel Trujillo Brambila la elaboración del manuscrito y a la señora Katarzyna Michejda la traducción al inglés de este artículo.

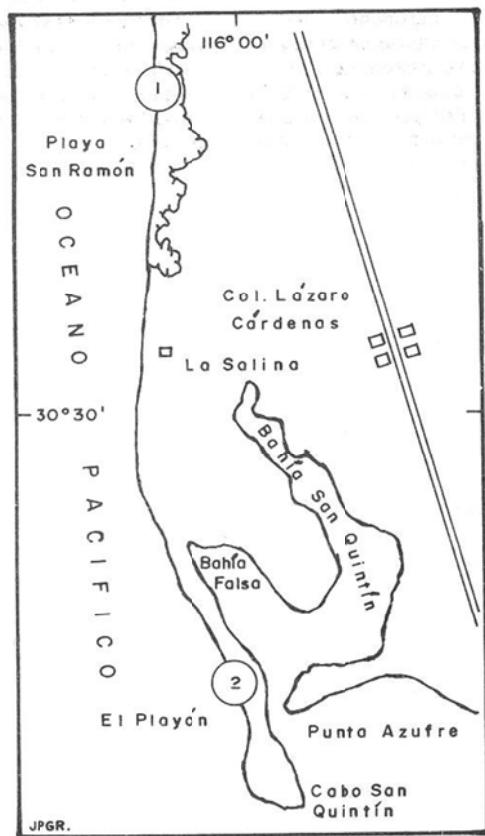


FIG. I ESTACIONES DE MUESTREO DE *Tivela stultorum* EN LA COSTA NORTE DE BAJA CALIFORNIA.

TABLA 1. CONCENTRACION DE DDT EN ALMEJA PISMO *Tivela stuitorum* COLECTADA EN LA REGION DE SAN QUINTIN, B.C.
VALORES EN ppb (10^{-9} gg^{-1}) EXPRESADOS EN PESO HUMEDO.

		Réplica	% Lipidos	op'DDE	pp'DDE	op'DDD	pp'DDD	op'DDT	pp'DDT	\bar{X}	S	Rango ΣDDT	C.V.
S A N	Feb.	M1	0.70	0.08	0.45	ND	ND	0.14	0.68*	0.64	0.06	0.52-0.74	10
		M2	0.70	0.06	0.44			0.10	0.60**				
	Abr.	M1	0.07	0.71	ND	ND	ND	0.18	0.96*				
R A M	Jun.	M2	1.05	0.16	0.85			0.09	1.10*	1.05	0.08	0.87-1.26	7
		M3	0.12	0.73				0.24	1.09*				
	Ago.	M1	1.18	0.05	0.67	ND	ND	0.15	0.87*	0.78	0.13	0.63-1.06	17
O N	Feb.	M2	0.08	0.45	ND	ND	ND	0.14	0.67*				
		M1	0.96	0.04	0.46								
	Abr.	M2	0.07	0.67									
E L P	Jun.	M1	0.87	0.05	0.53	ND	ND	0.10	ND	0.14	0.82***	0.83***	2
		M2	0.08	0.62	0.62			0.09	0.05				
	Ago.	M1	0.99	0.11	0.50	ND	ND	ND	ND	0.61**	0.56	0.37-0.84	13
L A Y	Jun.	M2	0.99	0.07	0.45								
		M3	0.06	0.46	ND	ND	ND	ND	ND	0.52**			
	Ago.	M1	0.97	0.06	0.47					0.53*	0.45	0.13	0.24-0.86
O N	Feb.	M2	0.05	0.25	0.25					0.30**			
		M3	0.77	0.02	0.14	ND	ND	ND	ND	0.16**	0.20	0.06	0.10-0.06
	Abr.	M1	0.02	0.14	0.22					0.16*			

S = Desviación estándar

ND = No detectado

CV = Coeficiente de variación en %

* \bar{X} 2 alícuotas** \bar{X} 3 alícuotas*** \bar{X} 4 alícuotas

LITERATURA CITADA

- Blight E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physcol., 37 911-917.
- Cajal-Medrano R. et Gutiérrez-Galindo E.A. 1981. Concentration et distribution du DDT dans les huîtres *Crassostrea gigas* et *Ostrea edulis* sur la côte de Basse Californie. Rev. Int. Oceanogr. Méd. Tome LXII: 39-45.
- Fishing New International. 1969. Pesticides. Ltd applied in U.S.A. (8): 85.
- Gutiérrez-Galindo E.A., S. Sañudo-Wilhelmy y B.P. Flores Báez. 1983. Variación espacial y temporal de pesticidas organoclorados en el mejillón *Mytilus californianus* (Conrad) de Baja California. Parte I. Ciencias Marinas 9(1): 7-18.
- Phillips, D.J. 1980. Quantitative Aquatic Biological Indicators. Their use to monitoring trace and organochlorine pollution. Ed. Applied Science Publishers LTD, London pp. 38-83.
- Searcy-Bernal R. 1981. Análisis preliminares de las capturas comerciales de almeja pismo de San Ramón, B.C. en el período de julio 1978-marzo 1980. Informe final bivalvos de Baja California. Sección Almeja Pismo. I.I.O. U.A.B.C. pp. 32-66.
- Siegel S. 1956. Non Parametric Statistics for the Behavioral Sciences. Mc. Graw-Hill, New York.
- Turk, A.J. Turk and J.T. Wittes. 1973. Ecología-Contaminación-Medio Ambiente. Ed. Interamericana. México pp. 45.
- Young D.R., T.C. Hessen and D.J. McDermott. 1976. An offshore biomonitoring system for chlorinated hydrocarbons. Mar. Pollut. Bull. 7(8): 156-159.

el efecto que una elevada humedad del suelo tiene en la velocidad de los vientos en las dunas y se observó que el efecto es menor que el efecto de la velocidad del viento. Los resultados de los experimentos fueron utilizados para evaluar la efectividad de tres modelos predictivos: Bagnold, Hsu y Kawamura. Se observó que los resultados obtenidos con los tres modelos fueron significativamente diferentes entre sí y respecto al transporte eólico medido con las trampas.

TRANSPORTE EOLICO EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS

Oc. Oscar E. González Yajimovich*
 M.C. Adolfo González Calvillo**
 Oc. Eduardo Gil Silva**

RESUMEN

El transporte eólico ha sido ampliamente estudiado y aún presenta dos problemas fundamentales, cuya solución es objeto de este trabajo: a) la calibración de los modelos con trampas eficientes y b) la inclusión en los modelos del factor humedad en los sedimentos. Se diseñó un tipo de trampa vertical con cinco niveles y se instalaron cinco de éstas en direcciones diferentes sobre la duna. También se instalaron dos trampas horizontales. Se realizaron tres experimentos con mediciones de viento en cuatro niveles cada media hora durante ocho días, midiendo el contenido de humedad del sedimento. Se evalúa la efectividad de retención de las trampas verticales y el efecto de la humedad en el transporte, usando los modelos de Bagnold, Hsu y Kawamura, encontrándose diferencias significativas entre sí y respecto al transporte eólico medido con las trampas.

ABSTRACT

Sand transport by wind has been widely studied, but two issues have not been solved yet which are the goal of this paper: a) reliable tests of the predictive models against sand traps and b) the effect of moisture on the transport processes. A five level vertical trap was designed and five of them were installed at five different directions. There were also two horizontal sand traps. Three experiments were conducted at a beach with wind measurements at four different levels, recorded every 30 mins for eight days. Sediment moisture was measured also. Bagnold, Hsu and Kawamura predictive models were tested against sediment retained in the traps, considering the moisture factor.

* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California (U.A.B.C.).

** Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California (U.A.B.C.).

INTRODUCCION

Uno de los procesos litorales que más afecta la actividad del hombre en las costas es el transporte de sedimentos por viento y la consecuente migración de dunas, los estudios que pretenden lograr modelos predictivos encaminados a resolver este tipo de problemas se han enfrentado tradicionalmente con dos grandes problemas que aún no se han podido resolver satisfactoriamente y que son: a) el diseño de trampas de sedimento eficientes para la adecuada calibración de los modelos y b) determinar formas de transporte, esfuerzos críticos y efectos de humedad, sobre todo cuando las dunas son formadas al margen de la costa.

El objetivo del presente trabajo es incursionar en los dos aspectos mencionados anteriormente, trabajando con dunas playa, ya que prácticamente los trabajos al respecto en México son nulos.

Los experimentos llevados a cabo son parte del programa de investigación "Modelos de Procesos Litorales del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C."

AREA DE ESTUDIO

Los experimentos se llevaron a cabo en la región sur de la Bahía de Todos Santos, sobre la barra arenosa que limita el Estero de Punta Banda, tal como se observa en la figura anexa. La costa presenta dunas que varían en altura de dos a seis metros y un ancho de la zona de dunas de 60 a 120 m. Los vientos son moderados y se advierte un régimen de brisas casi durante todo el año.

A unos tres kilómetros de la zona de estudio se encuentra en desarrollo un complejo turístico multimillonario cuya construcción se vio suspendida por cerca de 20 años. Durante este tiempo se hizo manifiesta la magnitud del transporte eólico, al grado de sepultar completamente algunos de los cuartos del hotel.

MATERIAL Y METODOS

Se realizaron tres experimentos en diferentes épocas del año, en abril, agosto y octubre de 1985. Cada experimento tuvo una duración de ocho días y consistió de mediciones de rapidez

y dirección de viento, instalación de trampas y mediciones de humedad en el sedimento.

Trampas. Se utilizó una modificación de la trampa usada por Wilets y Jones (Figura anexa), la cual está considerada en la literatura como una de las trampas de sedimento más eficientes según los experimentos en laboratorio. Las modificaciones consisten en dividirla en cinco niveles siguiendo el mismo diseño: poner una salida de aire fija y la salida de aire del primer nivel hacerla por encima del suelo (en el diseño original salía por abajo del túnel de viento).

Las cinco trampas se orientaron aproximadamente en direcciones paralelas, perpendicular y oblicua a la línea de costa, con la entrada de la trampa siguiendo los acimuts 45, 360, 315, 270 y 225.

Asimismo, se instalaron dos trampas horizontales sobre la duna en posiciones paralela y perpendicular a la línea de playa. Las dimensiones son: 80 cm. de ancho, 300 de largo y 20 de profundidad.

Viento. Los registros de rapidez y dirección del viento se hicieron a los niveles de 15, 75, 175 y 1000 cm. del piso cada media hora durante todo el experimento. Las mediciones en los primeros tres niveles se hicieron con un anemómetro manual y la del nivel superior por medio de una estación meteorológica autónoma AANDERAA.

Humedad. El contenido de humedad en el sedimento se obtuvo como porcentaje en peso. El muestreo se realizó sobre los primeros 5 mm. de la capa superficial de sedimento.

Modelos de transporte. De entre la literatura se escogieron los modelos de Bagnold, por ser el de más amplio uso; el de Kawamura, que incluye el factor de corrección por humedad y el de Hsu por ser el más novedoso.

BAGNOLD

$$q = C \cdot (d/D)^{1/2} \cdot (\delta_a/9) \cdot U_*^3 \quad (f1)$$

HSU

$$q = E \cdot \left| \frac{U_*}{(g \cdot d)^{1/2}} \right|^3 = 64 \cdot E \cdot \left| \frac{U_{m/s}}{(g \cdot d)^{1/2}} \right|^3 \quad (f2) \quad (f3)$$

KAWAMURA

$$q = K \cdot (\delta_a/g) \cdot (U_* - U_{*t}) \cdot (U_* - U_{*t})^2 \quad (f4)$$

donde:

$$U_* = \frac{U - U'}{k \cdot \log(z/z')} ; \quad U' = 20 \cdot d_{mm} ;$$

$$z' = 10 \cdot d_{mm}$$

$$U_{*t} = A \cdot (1.8 + 0.6 \cdot \log(w)) \cdot \left| \frac{\delta_s - \delta_a \cdot g \cdot d}{\delta_a} \right|^{1/2}$$

$$E = \exp [-0.47 + 4.97 \cdot d_{mm}] \cdot 10^{-4}$$

con:

q	= Sedimento transportado por unidad de tiempo y longitud.
d	= diámetro del sedimento.
d_{mm}	= diámetro sedimento en mm.
D	= diámetro de referencia.
z	= elevación.
δ_a	= densidad del aire.
δ_s	= densidad del sedimento.
g	= aceleración de la gravedad.
U_*	= velocidad cortante.
U_{*t}	= velocidad cortante crítica.
$U_{m/s}$	= velocidad medida en m/s.
U	= velocidad medida.
w	= % de humedad en el sedimento.
C	= 1.00
K	= 2.30
k	= 6.13
	$A = 0.10$

Para el modelo de Hsu se utilizaron ambas fórmulas, es decir, f2 y f3.

Para cada trampa se evaluó la cantidad de arena que debió haber retenido de acuerdo a cada uno de los tres modelos. Para ello se tomó en cuenta la proyección del área de la entrada de la trampa en el sentido del viento.

Las trampas horizontales únicamente se utilizaron en el experimento de octubre y se usaron todas las direcciones de viento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados, tanto de la evaluación de las fórmulas como de lo retenido por las trampas verticales y horizontales, se resumen en la tabla anexa. Para las trampas verticales el valor de q (en gramos) representa lo retenido en los cinco niveles.

(f1) Es la cantidad de sedimento que debieron retener las trampas utilizando el modelo de Bagnold.

(f2) y (f3) Es similar a lo anterior, pero para el modelo de Hsu.

(f4) Con $w = 0$ es para el modelo de Kawamura sin tomar en cuenta la humedad del sedimento.

La columna "Trampa" indica la cantidad de sedimento que retuvieron realmente las trampas.

Como se puede apreciar de los resultados, el sedimento retenido en las trampas verticales es muy diferente de lo predicho por los modelos de Bagnold y Hsu. Los valores no coinciden tampoco con el modelo de Kawamura, salvo en orden de magnitud. Para la mitad de los casos, la cantidad de arena retenida en la trampa tiene un valor intermedio entre tomar o no tomar en cuenta la humedad.

De los modelos estudiados se consideró el de Kawamura como el físicamente más completo, pues incluye esfuerzos críticos para el inicio del movimiento y el efecto de la humedad. Algunos autores han sugerido que el transporte de arena se inicia cuando el contenido de humedad es menor al 10 por ciento. Una de las fallas de este modelo es que no toma en cuenta esto. Para este caso el contenido de humedad varió entre cuatro y 12 por ciento, factor al cual se le pudieran atribuir algunas de las diferencias encontradas, por lo que consideramos interesante el continuar con estudios sobre el efecto de la humedad tanto en experimentos de laboratorio como de campo.

De los resultados se ve claramente que las trampas horizontales concuerdan muy bien con lo predicho por Kawamura para humedad cero.

También se encontró que en el 67 por ciento de los casos, más del 90 por ciento del sedimen-

to se retuvo en el primer nivel de la trampa, es decir, se transportó dentro de los 15 cm. cercanos al piso. Por otro lado, en el 80 por ciento de los casos más del 80 por ciento del sedimento se retuvo en los primeros dos niveles. Solamente en el 20 por ciento una pequeña cantidad (menos del 8 por ciento) se retuvo en el quinto nivel, lo que quiere decir que la cantidad de sedimento que se mueve por encima de los 60 primeros centímetros del piso es despreciable.

Quien haya estado alguna vez recostado en una playa en un día de mucho viento, podrá constatar que el transporte se lleva a cabo por impulsos que responden a ráfagas de viento que superan el esfuerzo crítico, aun cuando la velocidad promedio del viento no lo supere. Esto es lo que hace la diferencia entre trabajar en el campo y en el laboratorio, por lo que creemos que sería de gran utilidad incluir en los modelos una función de probabilidad de que los esfuerzos críticos sean superados, sobre todo al usar datos rutinarios de viento muestreados en forma discreta. Este problema se resolvería haciendo experimentos en el campo con intervalos de medición más cortos, mientras que en el laboratorio sería muy fácil simular las variaciones.

CONCLUSIONES

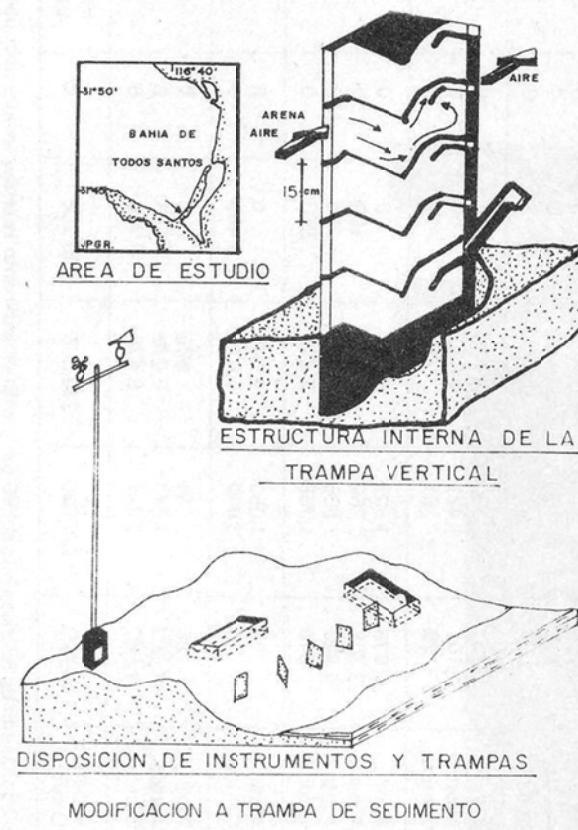
a) Para las playas de la Bahía de Todos San-

tos la mejor predicción es la del modelo de Kawamura.

- b) Las variaciones en el contenido de humedad en los sedimentos afectan sensiblemente los resultados, por lo que su estimación debe ser muy precisa.
- c) Existe mayor concordancia entre el modelo de Kawamura y lo retenido en las trampas horizontales que en las verticales.
- d) Al usar datos rutinarios de viento, debe estimarse la probabilidad de que los esfuerzos críticos sean superados.
- e) Los problemas de azolve por transporte eólico en la Bahía de Todos Santos, se pueden evitar estabilizando las dunas con cercos de no más de 30 cm. de altura.
- f) Se deben continuar las investigaciones sobre el efecto de la humedad en los sedimentos en el transporte.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Educación Pública y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo financiero a este proyecto.



RESULTADOS

Acimut de la trampa	q (gr)					Trampa
	(f1)	(f2)	(f3)	(f4). w = 0	(f4)	
45	Abril	102	143	700	3	0
	Agosto	85	109	445	0	0
	Octubre	26	72	264	3	0
360	Abril	777	1,084	4,700	4	0
	Agosto	1,107	1,421	4,623	59	0
	Octubre	29	81	234	12	0
315	Abril	1,078	1,503	6,463	3	0
	Agosto	2,306	2,960	9,947	109	0
	Octubre	2,869	7,606	14,473	5,771	150
270	Abril	1,078	1,503	6,463	3	0
	Agosto	2,306	2,960	9,947	109	0
	Octubre	2,869	7,606	14,473	5,771	150
225	Abril	754	1,052	4,504	0,1	0
	Agosto	1,112	3,070	5,670	1,485	0
	Octubre					10
	Abril	96	134	606	0	0
	Agosto	1,202	1,543	6,079	33	0
	Octubre	1,380	3,811	6,470	2,756	0
	Octubre	59,753	111,030	249,508	35,788	0
	Octubre					382
						30,940 T1 40,562 T2

En el 67 por ciento de los casos más del 90 por ciento de sedimento se retuvo en el primer nivel.

En el 80 por ciento de los casos más del 80 por ciento de sedimento se retuvo en los primeros dos niveles.

Sólo en el 20 por ciento de los casos menos del 8 por ciento de sedimento se retuvo en el quinto nivel.

LITERATURA CITADA

- Bagnold, R.A. 1954. **The physics of blown sand and desert dunes.** William Morrow and Co. New York.
265 pp.
- Horikawa, K., S. Hotta. and S. Kubota. 1982. **Experimental study of blown sand on a wetted sand surface.** Coastal Engineering in Japan. Vol. 25, 177-195 pp.
- Hsu, S.A. 1974. **Computing aeolian sand transport from routine weather data.** Coastal Engineering. Vol. 2. Copenhagen, Denmark.
- Jones, J.R. and B.B. Willetts. 1979. **Error in measuring uniform aeolian sand flow by means of an adjustable trap.** Dep. of Engineering. University of Aberdeen. Scotland. Sedimentology 26, 463-468 pp.
- Kawamura, R. 1951. **Study of sand movement by wind.** Report of the Institute of Sciences and Technology of Tokio. Vol. 5 No. 3/4.

NOTAS SOBRE EDAD DE PRIMERA MADUREZ GONADAL EN ABULON AZUL
Haliotis fulgens (MOLLUSCA-GASTEROPODA) PRODUCIDOS EN EL LABORATORIO
DE ACUACULTURA DEL EJIDO ERENDIRA, B.C. MEXICO

Abel S. Pérez Serrano*
Raúl Celis Ceseña*
Ricardo Castro Gálvez*
Antonio Espinoza M.*

RESUMEN

Se realizaron pruebas de inducción artificial al desove utilizando un lote de juveniles de abulón azul (*Haliotis fulgens*, Philippi, 1845), aparentemente maduros, con un rango de tallas de 44.7-79 mm. y edad entre 1.8 y 2 años. Un total de 169 organismos (83 H; 86 M) fueron sometidos al estímulo de agua de mar irradiada con luz ultravioleta, de los cuales el 53 por ciento (33 H; 57 M) respondieron positivamente, registrándose un porcentaje por sexos de 40 por ciento para las hembras y un 66 por ciento para los machos, la frecuencia de desove se observó dentro de un rango de tallas entre 55.2 y 62.8 mm. Los resultados sugieren los valores promedio de 58.2 mm. de longitud de concha y 1.9 años de edad para la relación talla edad de primera madurez para *H. fulgens*, producidos y mantenidos bajo condiciones de laboratorio.

ABSTRACT

Juveniles green abalones (*Haliotis fulgens*, Philippi, 1845) apparently mature and with a length range of 44.7 to 79.0 mm. (1.8-2 years), were used in artificial spawning induction trials. A total of 169 organisms (83 F; 86 M), were induced by ultraviolet irradiated seawater, obtaining 53 per cent of positive results (33 F; 57 M) representing to 40 per cent success for females and 66 per cent for males.

Spawning was observed in a length range between 55.2 and 62.8 mm. These results suggest an average length and age of 58.2 mm. and 1.9 years, respectively, as the first maturing characteristics of *H. fulgens* produced and maintained under laboratory conditions.

* Departamento de Acuacultura, Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera "Baja California", F.C.L.

INTRODUCCION

El abulón azul (*Haliotis fulgens*, Philippi, 1845) es una especie restringida a las aguas templadas de la costa del Pacífico de Norteamérica, distribuyéndose latitudinalmente desde el norte de Punta Concepción, California, E.U.A., aproximadamente a los 34° N hasta el sur de Bahía Magdalena, Baja California Sur a los 24° N, incluyendo las islas fuera de la costa (Talmadge, 1964).

Debido a que el abulón (*Haliotis fulgens*) representa el porcentaje de mayor importancia dentro de las capturas comerciales en México, en la actualidad es la especie de primera importancia dentro de la pesquería por: su relativa abundancia, valor comercial y por ser una especie nativa susceptible de cultivo, razones por las cuales se establecen a su alrededor mecanismos para su regulación pesquera; representa una preocupación real para el sector cooperativista de Baja California, así como para instituciones gubernamentales y de investigación, vinculadas a los recursos marinos.

Con relación a la pesquería del abulón (*Haliotis spp.*), Ortiz y González (1986) mencionan que un factor importante para el establecimiento de medidas regulatorias es el conocimiento de la biología reproductiva de las especies explotadas, particularmente en los aspectos de madurez y fecundidad, por ser estos parámetros necesarios para la estimación del crecimiento a nivel poblacional y para determinar el potencial reproductivo.

Nikolsky (1969) señala que dentro del ciclo de vida de las especies, la fecundidad representa el mecanismo de autorregulación del crecimiento de las poblaciones. Tustchulte y Connell (1981) indican que dentro del ciclo de vida, los factores de primera importancia son: la relación talla-edad de primera madurez gonadal, el número de descendencia producida en cada intervalo de edad (fecundidad) y extensión del período reproductivo.

Los estudios de madurez y fecundidad de las especies de *Haliotis* distribuidas en las costas de Baja California se han venido llevando a cabo utilizando diferentes métodos: observación directa (Andrade, 1971, 1980), análisis histológico (Sevilla *et al.*, 1965) y determinación de índices gonadales (Ortiz *et al.*, 1976; Molina,

1983; Ortiz y González, 1986; González y Ortiz, 1986).

Los datos de madurez y fecundidad para *Haliotis fulgens* obtenidos a partir de muestras provenientes de las capturas comerciales no permiten conocer la relación talla-edad de primera madurez gonadal ni su fecundidad para los primeros intervalos de edad, reportándose tallas donde se advierte madurez gonadal de 80-90 mm. (Andrade, *op. cit.*); 95-100 (Andrade, *op. cit.*) y 106 mm. (Ortiz y González, *op. cit.*), las cuales no son compatibles con tallas desde 61 mm. reportadas por Tustchulte y Connell (*op. cit.*) para *Haliotis fulgens* de la localidad de Isla Santa Catalina en Baja California (Tabla 1).

Como resultado de la implementación de la biotecnología de cultivo en diferentes especies de *Haliotis*, un número importante de trabajos han sido publicados, reportando la relación talla-edad de primera madurez, registrándose en lo general rangos de talla de 40-80 mm. (Kikuchi, 1964; Quayle, 1971; Girard, 1972; Parker, 1973; Paul *et al.*, 1976; Hayashi, 1982; Owen, *et al.*, 1984) (Tabla 1).

Considerando estos antecedentes, el objetivo central del presente estudio, fue realizar pruebas de inducción artificial al desove, utilizando un lote de juveniles con un rango de talla entre 44.7-79.0 mm. y edad de 1.8-2 años, con la finalidad de observar la frecuencia de desoves en hembras y machos, la viabilidad de productos sexuales expulsados y registrar la relación talla-edad de primera madurez en *Haliotis fulgens*, producidos y mantenidos a nivel de laboratorio.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo utilizando un lote remanente de 186 juveniles de abulón azul (*Haliotis fulgens*) obtenidos durante un desove artificial el 20 de noviembre de 1984, en el Laboratorio de Acuacultura del Ejido Eréndira, Baja California, localizado geográficamente a los 31°11' N y 116°20' O.

Los juveniles fueron mantenidos durante un período aproximado de dos años bajo un sistema de crecimiento-engorda en piletas exteriores de concreto-cemento acondicionadas con dobles fondos de malla de plástico y poly-vinilo de fabricación japonesa. Este sistema fue provisto de un flujo continuo de agua de mar sin filtrar a una

velocidad de 2-3 l/min. suministrándoles cada tercer día una dieta mixta de macroalgas (*Egregia laevigata* + *Macrocystis pyrifera*) y aereación las 24 horas.

La condición biológica del lote: talla, peso, diferenciación de sexos y evidencias de madurez gonadal fueron monitoreados mensualmente a partir de biometrías practicadas para estudios de crecimiento; la determinación de madurez sexual se realizó con base en el método de observación directa siguiendo los criterios señalados en Ebert y Houk (1984) y González y Ortiz (1986) (Tabla 2).

De septiembre a noviembre de 1986, 169 juveniles con evidencias de madurez gonadal fueron seleccionados, llevándose a cabo pruebas de inducción artificial al desove; el 18 de septiembre una muestra de 66 juveniles (25 H; 41 M) con un rango de tallas de 47.6-67.2 mm. y edad de 1.8 años; el 21 de octubre una muestra de 80 (45 H; 35 M), con un rango de tallas de 44.7-67.0 mm. y edad de 1.9 años y el 19 de noviembre, una muestra de 23 (13 H; 10 M) con un rango de 51.0-79.0 mm. de longitud de concha y edad de dos años (Tabla 3).

La inducción artificial al cesove se llevó a cabo mediante el método de agua de mar irradiada con luz ultravioleta (Kikuchi, 1974) utilizando una lámpara marca Refco, modelo SRS-ZU-95. El sistema de desove fue instalado con charolas de fibra de vidrio y bandas de plástico de 10 litros, que recibían un flujo de agua de mar filtrada a 10 micras e irradiada con luz ultravioleta con un flujo de 250 ml/min y una temperatura entre 17°-18°C (Tabla 4).

Las determinaciones de viabilidad de productos sexuales se llevó a cabo utilizando un microscopio estereoscópico marca Lietz, modelo Wild-Herrenbrugg a un aumento de 10X bajo el siguiente criterio: en los machos, observando el grado de motilidad de los gametos y en las hembras, la esfericidad de los óvulos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 169 juveniles probados (83 H; 86 M), 90 (33 H; 57 M) respondieron positivamente ante el estímulo de agua de mar irradiada con luz ultravioleta, representando un 53.2 por ciento de la muestra total. La proporción de sexos fue de

1:103 macho, siendo los porcentajes promedio de respuesta de 40 por ciento para hembras y 66 por ciento para machos, registrándose un rango de tallas promedio de 55.2-62.8 mm. dentro del lote de juveniles que desovaron (Tablas 3 y 4).

La distribución de frecuencias de tallas registradas durante las tres pruebas, concentró los valores más altos dentro del rango 50-63 mm. de longitud de concha (Tabla 5, Fig. 1).

El rango de tallas registrado para hembras que desovaron fue de 48.2-71.0 mm. y para los machos de 50.4-79.0 mm.; el rango de edad fue de 1.8-2 años.

Hooker y Morse (1986) mencionan que frecuentemente los acuicultores identifican el tiempo de desarrollo del primer poro como el fin del desarrollo poslarval y el inicio del estudio juvenil y, que éste generalmente termina al inicio de la madurez sexual, aproximadamente a los 1.5 años para especie del género *Haliotis*.

Los resultados son compatibles con los reportes de laboratorio para otras especies de *Haliotis*, los cuales registran tallas entre 40-80 mm. (Hayashi, op. cit.; Girard, op. cit.; Paul et al. op. cit.; Parker, op. cit.; Owen, op. cit.); no así con los reportes sobre madurez y fecundidad para *Haliotis iulgens* (Andrade, op. cit.; Ortiz y González, op. cit.).

Los resultados coinciden con Hooker y Morse (1986), cuando indican que la madurez se alcanza a los 1.5 años de edad, mas no con las de Tustchulte y Connell (1981), a la edad de cinco a siete años reportada para *Haliotis fulgens* en Isla Santa Catalina, California, E.U.A., y a la vez la talla de 61.0 mm. reportada en juveniles que desovaron se ajusta a los reportes de laboratorio para otras especies del género *Haliotis* (Tabla 2).

CONCLUSIONES

Los organismos que desovaron presentaron un rango de tallas promedio de 55.2-62.8 mm. de longitud de concha y edad de 1.8-2 años.

Los resultados sugieren los valores de 58.2 mm. de longitud de concha y 1.9 años de edad para la relación talla-edad de primera madurez

en *Haliotis iulgens* producido y mantenido bajo condiciones de laboratorio.

Lo anterior plantea la necesidad de intensificar los estudios sobre edad de primera madurez en cada una de las especies de *Haliotis* distribuidas en las costas de Baja California a partir del uso de diferentes métodos, incluyendo observaciones de laboratorio como una medida para

confirmar a nivel cualitativo y cuantitativo la madurez y la fecundidad.

Las observaciones de laboratorio nos permiten confirmar las evidencias de madurez gonadal, inducida al desove, estimando viabilidad de productos sexuales, fertilizando y criando larvas hasta la fijación, a diferencia de otros métodos descriptivos y analíticos utilizados en estudios de madurez y fecundidad.

TABLA 1. ANTECEDENTES SOBRE MADUREZ GONADAL Y EDAD DE PRIMERA MADURACION EN *Haliotis* spp.

Autor(es)	Año	Localidad	Especie	Rango Tallas (mm.)	Long. X 9 mm.	Edad
Kikuchi	(1964)	Japón	<i>H. discus</i>	—	40	2
Tutschulte y Connell	(1981)	California	<i>H. sorenseni</i>	29-48	43	4
Girard	(1972)	Francia	<i>H. tuberculata</i>	25-54	* 44	3
Hayashi	(1982)	Francia	<i>H. tuberculata</i>	61-73	* 67	—
Parker	(1973)	Alaska	<i>H. Kamchatkana</i>	—	* 65	—
Paul <i>et al.</i>	(1976)	Baja California	<i>H. Kamchatkana</i>	66-75	* 68	2
Andrade	(1971)	Baja California	<i>H. corrugata</i>	80-90	* 85	—
Andrade	(1980)	Baja California	<i>H. corrugata</i>	80-90	* 85	—
Tutschulte y Connell	(1981)	California	<i>H. corrugata</i>	39-49	* 44	3
Ortiz y González	(1986)	Baja California	<i>H. corrugata</i>	100-109	* 104	—
Cox	(1962)	California	<i>H. rufescens</i>	—	100	—
Andrade	(1971)	Baja California	<i>H. rufescens</i>	—	* 100	—
Giorgi y DeMartini	(1977)	California	<i>H. rufescens</i>	100-125	* 112	—
Owen <i>et al.</i>	(1984)	Chile	<i>H. rufescens</i>	60-80	* 70	3
Ortiz y González	(1986)	Baja California	<i>H. rufescens</i>	120-129	* 124	—
Andrade	(1971)	Baja California	<i>H. fulgens</i>	80-90	* 86	—
Andrade	(1980)	Baja California	<i>H. fulgens</i>	95-100	* 97	—
Tutschulte y Connell	(1981)	California	<i>H. fulgens</i>	61-128	* 94	5
Ortiz y González	(1986)	Baja California	<i>H. fulgens</i>	—	106	—
Este trabajo	(1986)	Baja California	<i>H. fulgens</i>	55-62	58	2
					Obs. laboratorio	
					Analisis histológico	
					Obs. laboratorio	
					Obs. laboratorio	
					Obs. laboratorio	
					Obs. Dir. Cap. Com.	
					Obs. Dir. Cap. Com.	
					Analisis histológico	
					Anal. madurez y fecundidad	
					Obs. directa	
					Obs. Dir. Cap. Com.	
					Anál.	

*Promedio calculado y redondeado por nosotros.

TABLA 2. INDICES GONADALES O GRADOS DE MADUREZ GONADAL EN *Hai/otis* spp, ADAPTADAS DE HEBERT Y HOUK (1984) Y GONZALEZ Y ORTIZ (1986).

Condición	Escala de madurez	Criterios de desarrollo gonadal
Incipiente	0	INMADURO, sexo indeterminado, la glándula digestiva se observa como una masa café-verdosa.
Inmaduro	1	INMADURO, sexo fácilmente determinable en machos, pero difícil en hembras, el desarrollo de gametas se ha iniciado apareciendo en patrones parchados.
Madurando	2	MADURANDO, sexo fácilmente diferenciable en hembras y machos, apéndice cónico conteniendo gametas completamente desarrolladas, la gónada no está gorda.
Maduro	3	MADURO, el sexo es evidente, gametas completamente desarrolladas, la gónada aparece gorda hasta los márgenes del periostraco.

TABLA 3. REGISTROS PRUEBAS DE INDUCCION ARTIFICIAL LOTE DE JUVENILES APARENTEMENTE MADUROS

Fecha Desove	No. Juveniles	Relación Sexos (H ; M)	Longitudes Rango (mm.)	Pesos Rango (mm.)	Longitud \bar{X} (mm.)	Peso \bar{X} (mm.)	Maduración Gonadal X (mm.)*	Edad
18/Sep./86	66	25H : 41M	47.0 – 67.2	12.5 – 31.1	57.2	23.3	1.3	1.8
21/Oct./86	80	45H : 35M	44.7 – 67.0	12.1 – 28.5	55.5	21.9	1.4	1.9
19/Nov./86	23	13H : 10M	51.0 – 79.0	17.4 – 37.6	61.7	27.0	1.7	2

*Madurez gonadal determinada por observación directa.

TABLA 4. REGISTROS RESULTADOS INDUCCION ARTIFICIAL LOTE DE JUVENILES APARENTEMENTE MADUROS

Fecha Desove	No. Juveniles	Relación Sexos (H ; M)	Proporción Sexos (H ; M)	No. Juveniles Desovados	Relación Sexos (H ; M)	Porcentaje Desove (%)	Porcentaje Sexos (H ; M)	Talla \bar{X} Sexos (H ; M)
18/Sep./86	66	25H : 41M	1; 1.6M	47	11H ; 36M	71.2	44H ; 87M	55.7H ; 59.0M
21/Oct./86	80	45H : 35M	1; 1.3H	29	15H ; 14M	36.2	33H ; 40M	55.2H ; 55.6M
19/Nov./86	23	13H : 10M	1; 1.3H	14	7H ; 7M	60.8	53H ; 70M	62.8H ; 60.2M
Total	169	83H ; 86M	1; 1.03M	90	33H ; 57M	53.2	40H ; 66M	57.9H ; 58.5M

TABLA 5. FRECUENCIA DE TALLAS DE JUVENILES *Haliotis fulgens* DURANTE LAS PRUEBAS DE INDUCCION ARTIFICIAL AL DESOVE

Intervalo Talla (mm.)	1ra. Prueba (No. Ind.) 18 Sept.	2da. Prueba (No. Ind.) 21 Oct.	3era. Prueba (No. Ind.) 19 Nov.	Total Juveniles
40 – 44.9	0	1	0	1
45 – 49.9	3	7	0	10
50 – 54.9	17	30	6	53
55 – 59.9	29	27	3	59
60 – 64.9	13	13	8	34
65 – 69.9	4	2	3	9
70 – 74.9	0	0	2	2
75 – 79.9	0	0	1	1
80 – 84.9	0	0	0	0
	66	80	23	169

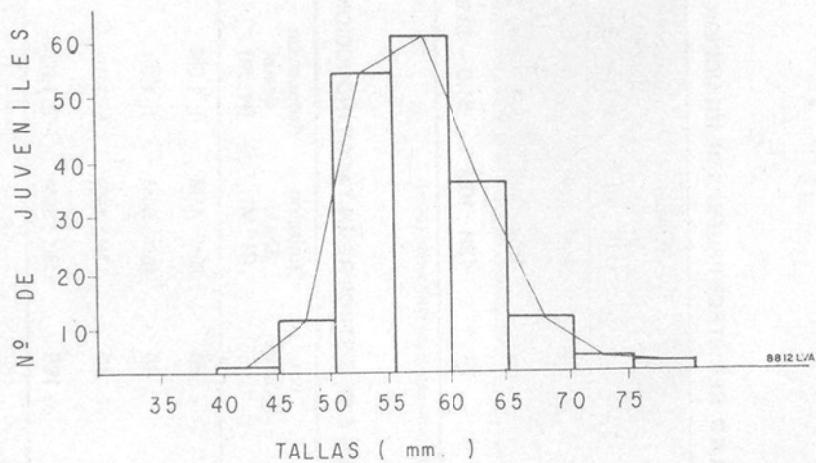


FIG. 1 HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TALLAS JUVENILES *Haliotis fulgens*. PRUEBAS DE INDUCCION ARTIFICIAL AL DESOVE.

LITERATURA CITADA

- Andrade, M.L. 1971. Algunos aspectos sobre madurez gonadal en *Haliotis fulgens* y *Haliotis corrugata* (Phylum-mollusca; clase Gasteropoda) por observación directa. Tesis profesional. ESCM-UABC. 52 pp.
- Andrade, M.L., Acosta, E.G.; Piñuelas, P.A.; González, A.B.; Ayala, M.R. 1980. Informe técnico de los estudios sobre biometrías de las especies de abulón enfocados a tallas y épocas de veda. Programa Abulón-langosta, INP. 96 pp.
- Cox, R. 1962. California abalones; family Haliotidae. Fish and game. Fish bull. 118; 113 pp.
- Ebert, E. and Houk. 1984. Elements and innovations in the cultivation of red abalone *Haliotis rufescens*. Aquaculture 39; 325-392.
- González, I.G. and Q.M. Ortiz. 1986. Estudios sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en abulón negro *Haliotis cracherodii* (Mollusca, Gasteropoda), a partir de muestras colectadas en la Isla de Cedros, Baja California, en junio de 1986. Contribuciones tecnológico-pesqueras. Doc. Téc. No. 1. CRIP. pp. 54-71.
- Hayashi, I. 1982. Small scale laboratory culture of the ormer *Haliotis tuberculata*. S. Mar. Biól. Ass. U.K. 62; 835-844.
- Hooker, N. and D.E. Morse. 1985. Abalone the emerging development of commercial cultivation in the United States. In: crustacean and mollusc aquaculture in United States. Ed. by S.V. Mauner and E.E. Brown Av. Westpoint 1985.
- Ino, T.K.K. Harada. 1961. On the spawning of the abalone in the vicinity of ibaragi prefecture. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.; Bull 31, 275-281.
- Kikuchi, S.N. and Uki. 1974. Technical study on artificial spawning of abalone genus *Haliotis*. II. Effect of irradiated sea water with ultraviolet rays on inducing to spaw. Bull. Tohoku Region. Fish. Res. Lab. 3:79-86.
1976. Informe técnico sobre el cultivo y pesquería de abulón en México. I.N.P./SI; 196: 1-21.
- Leighton, D.L. and R.A. Boolootian. 1963. Diet and growth in the black abalone *Haliotis cracherodii*. Ecology 44 (2): 227-238.
- Molina, M.J. 1983. Estimación de fecundidad en *H. rufescens* de El Bajo, Bahía Rosario, Baja California. Ciencia Pesquera, I.N.P. Sría. de Pesca, México, (4); 77-95.
- Newman, G.G. 1967. Reproduction of the South African abalone *Haliotis midae*. Invest. Rep. Div Sea Fish. S. Afr. 64: 1-24.
- Nikolsky, G.U. 1969. Theory of fish population dynamics as the biological background for ration; exploitation and management of fish resources, 3 fecundity, quality of sex products and cours of spawning. Oliver and Boyd Its. 33-67.
- Ortiz, Q.M., I.G. González, 1986. Notas sobre madurez, índice gonadal entre especies de abulón *Haliotis* spp. (Mollusca: Gasteropoda) a partir de colectas en el Rosario, Islotes Benitos y Bahía Asunción, Baja California. Contribuciones tecnológico-pesqueras. Doc. Téc. No. 1. CRIP. pp. 17-4
- Owen, B.L.H. Disalvo, E.E. Ebert and E. Fonck, 1984. Culture of the California red abalone *Haliotis rufescens* (Swainson, 1822) in Chile. The Veliger 27(2): 101-105.

- Parker, S.W. 1973. Abalone in Alaska, Alaska Depto. Fish and Game Wildlife Notebook Serie.
- Paul, A.S., I.M. Paul, A.W. Hodd and R.A. Neve. 1976. Observations on food preferences, daily, ration requirements and growth of *Haliotis kamtschatkana* Jonas in captivity. Veliger Vo. 19; No. 3 303-309.
- Poore, G.C. 1973. Ecology of New Zealand abalone, *Haliotis* species (Mollusca-gasteropoda) 4; reproduction. New Zeal. S. Mar Freshwat. Res. 7 (1, 2) 67-84.
- Quayle, D.B. 1971. Growth, morphometry and breeding in the British Columbia abalone (*Haliotis kamtschatkana*), Jonas Fish. Res. Bd. Canada. Tech. Rpri. No. 249: 418.
- Sheperd, S.A. and H.M. Laws. 1974. Studies on the south Australian abalone (Genus *Haliotis*) II. Reproduction of five species. Aust. S. Mar Freshwat. Res. 25(1): 49-62.
- Talmadge, R.R. 1969. The races of *Haliotis fulgens* Phillipi (Mollusca, gasteropoda) transactions. San Diego Natur. Hist. Vol. 13 No. 18 pp. 369-337.
- Tutschulte, T. and I.M. Connell. 1981. Reproductive biology of the three species of abalone (*Haliotis*) in the sowthern California. Veliger 23(3): 195-206.
- Young, I.S. and I.D. DeMartini. 1970. The reproductive cicle, gonadal histology and gametogenesis of the red abalone, *Haliotis rufescens*, Swainson. Cal. Fish and Game; 56(4): 298-309.

**OBSERVACIONES SOBRE CRECIMIENTO DE JUVENILES DE ABULON AZUL
(*Haliotis fulgens*, PHILLIPPI, 1845) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

Ricardo Castro Gálvez*
Raúl Celis Ceseña*
Antonio Espinoza Montes*
Abel Pérez Serrano*

RESUMEN

Se realizaron biometrías a un lote de juveniles de abulón azul (*Haliotis fulgens*) producidos en noviembre de 1984 y criados en las instalaciones del Laboratorio de Acuacultura del Ejido Eréndira, Baja California, México. Las biometrías se realizaron en un período de 914 días, de noviembre de 1984 a mayo de 1987. Se estimó una velocidad de crecimiento promedio de 72.01 micras/día en el período de septiembre de 1985 a mayo de 1987. La estimación de la relación longitud-peso se describe de la forma: $P = 0.1186 L^{2.999}$.

ABSTRACT

Juveniles of green abalone (*H. fulgens*) were measured in length and weight. Under indoor conditions, running sea water and feeding with micro and macroalgae, the seed of abalone produced and reared in a Lab-close to Ensenada, Mexico (Ejido Eréndira) growth to a rate of 72.01 microns/day.

The relationship between weight and length is determined by the next equation: $P = 01186 L^{2.999}$.

* Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera "Baja California", F.C.L., Departamento de Acuacultura.

INTRODUCCION

El creciente interés en el cultivo masivo de especies de importancia comercial en Japón y Estados Unidos ha exigido la realización de estudios más completos sobre crecimiento y nutrición de abulones (Leighthon, 1972).

La estimación del crecimiento de abulón (*Haliotis spp.*) destaca en importancia por ser de gran utilidad en la determinación de tallas óptimas para la cosecha de organismos cultivados bajo diferentes condiciones.

Existen diversos estudios sobre crecimiento de abulón y su dependencia en función de diversos factores, tales como: temperatura del agua de mar, calidad y cantidad del alimento suministrado, proceso de maduración gonadal (Kikuchi, 1964; Paul *et al.*, 1976; Koike, 1978; Koike *et al.*, 1979; Leighton, 1974 y 1979; Owen *et al.*, 1984; Ebert and Houk, 1984; Tenore, 1976).

Dentro del programa de cultivo de abulón azul (*Haliotis fulgens*) de la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera "Baja California", F.C.L., se contempla entre otros aspectos, la estimación del crecimiento de los abulones juveniles producidos en los laboratorios de acuacultura del Ejido Eréndira, B.C., México y Bahía Tortugas, B.C.S., México.

En el presente trabajo se estima la velocidad de crecimiento de poslarvas y juveniles de abulón azul producidos en el Laboratorio de Acuacultura del Ejido Eréndira, B.C., México. También se presenta la estimación de la relación longitud-peso.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron juveniles de abulón azul (*H. fulgens*) producidos en noviembre de 1984 en las instalaciones del Laboratorio de Acuacultura del Ejido Eréndira, B.C., México (31°11' latitud N, 116°20' longitud O).

Dichos juveniles de abulón fueron criados desde su fijación hasta la edad de 184 días en tanques interiores de fibra de vidrio, de fondo rectangular con dimensiones de 2.44 X 0.75 X 0.46 m.; provistos de flujo continuo de agua de mar filtrada hasta cinco micras y aereación. En

las paredes de dichos tanques se adherían diatomeas y microalgas bentónicas, las que servían como alimento para los juveniles.

A partir del 23 de mayo de 1985 y contando con una talla promedio de 1.55 cm., los organismos fueron transferidos a piletas exteriores de cultivo con sistemas de doble fondo. Las dimensiones de las piletas fueron de 2.18 X 1.64 X 0.96 m.; conteniendo suspendidas en la parte superior, un par de canastas de malla de plástico de 1.24 X 0.93 X 0.36 m. con luz de malla de 3.0 mm. dentro de las cuales se colocaron los abulones.

El sistema de cultivo en piletas exteriores constaba con un suministro continuo de agua de mar cruda (sin filtrar) y aereación. Los abulones, en este sistema fueron alimentados con las macroalgas *Macrocystis pyrifera* y *Egregia sp.*

A los organismos se les realizaron biometrías del 20 de noviembre de 1984 al 23 de mayo de 1987, sumando un total de 16 mediciones.

Del 20 de noviembre de 1984 al 27 de marzo de 1985, se midió la longitud de la concha de los organismos, utilizando para esto un microscopio estereoscópico marca Wild Heerbrugg con ocular graduado para medición.

Del 27 de abril al 23 de mayo de 1985 las mediciones de la longitud de la concha fueron realizadas con una reglilla graduada en milímetros, tomando la lectura al milímetro inferior.

A partir del 21 de septiembre de 1985 las mediciones de la longitud de la concha se hicieron con vernier marca Mitutoyo y precisión de 0.02 mm. Además de medirles la longitud de la concha, los organismos fueron pesados, utilizando una báscula electrónica marca Bettler PC 4000 con una capacidad aproximada de 4,500 gr. y una precisión de 0.1 gr.

Con los resultados obtenidos de las biometrías se obtuvieron los promedios y desviaciones estándar de longitud y peso, mismos que se utilizaron para calcular las velocidades de crecimiento mediante las siguientes fórmulas:

$$V.C.L. = (L_2 - L_1) (10000)/(t_2 - t_1),$$

$$V.C.P. = (P_2 - P_1) (1000)/(t_2 - t_1)$$

donde:

- V.C.L. = Velocidad de crecimiento en longitud (micras/día).
- V.C.P. = Velocidad de crecimiento en peso (mg/día).
- L_2 = Longitud al tiempo t_2 (cms.)
- L_1 = Longitud al tiempo t_1 (cms.)
- t_2 = Tiempo al final del período (días)
- t_1 = Tiempo al iniciar el período (días)
- P_2 = Peso al tiempo t_2 (grs.)
- P_1 = Peso al tiempo t_1 (grs.)

Con las biometrías que contaban con datos de longitud de la concha y peso total se obtuvo el modelo que establece la relación longitud-peso, de la fórmula general:

$$P = a L^b$$

donde:

- P = Peso total del organismo (grs.)
- L = Longitud de la concha (cm.)
- a = Constante
- b = Constante

Este modelo fue estimado a partir de la regresión lineal de su expresión logarítmica:

$$\ln P = \ln a + b \ln L$$

Los promedios y las desviaciones estándar de las longitudes y pesos para cada biometría y la regresión para la relación longitud-peso fueron calculados con una computadora marca "Prime".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La talla promedio inicial de los organismos (20 de noviembre de 1984) fue de 0.25 cm. y para el final del período experimental (23 de mayo de 1987), la longitud promedio de la concha fue de 6.607 cm. (D.E. = 0.825, n = 101), mientras que para la primera medición de peso (21 de septiembre de 1985), el promedio de éste fue de 2.256 gr. (D.E. = 0.605n = 99) y para la última biometría fue de 37.241 gr. (D.E. = 13.33n = 101). La velocidad de crecimiento promedio fue de 72.01 micras/día y de 57.44 mg/día para los respectivos períodos globales de longitud y peso. Las tallas y pesos promedio

y las velocidades de crecimiento se presentan con más detalle en el cuadro 1.

La variación de la velocidad de crecimiento en longitud y peso con respecto al tiempo se presenta gráficamente en la figura 1, en donde se pueden apreciar fluctuaciones, las cuales pueden ser debidas a la variación estacional de la calidad del agua de mar suministrada y a los procesos de maduración gonadal de los organismos. Kikuchi (1964) reporta una dependencia del crecimiento del abulón *H. discus hannai* en función de los procesos de maduración de la gónada y los cambios fisiológicos causados por el desove, así como de la temperatura del agua y la calidad y cantidad del alimento. Paul *et al.* (1976) encontraron que el incremento de la longitud de la concha de *Haliotis kamtschatkana* fue menor en los individuos más pequeños y atribuyen esto a la interferencia en el crecimiento del proceso de la maduración gonadal, la cual se presenta en los individuos más grandes.

Koike *et al.* (1979) menciona que el crecimiento se ve influenciado por la calidad del alimento suministrado a los juveniles de abulón *H. tuberculata*. El mismo autor menciona que el crecimiento disminuye debido a disturbios en el sistema de cultivo causados por las mediciones y el mantenimiento derivados de la actividad experimental, y que en sistemas de producción masiva, pueden minimizarse los disturbios y así obtener mejores resultados. Con base en esto, consideramos que el crecimiento de los juveniles de abulón azul en el Laboratorio de Acuacultura del Ejido Eréndira, fue afectado por las irregularidades presentadas en los suministros de energía eléctrica y agua de mar, así como por disturbios causados al realizar las biometrías.

Observando la gráfica de la figura 1, se puede apreciar una disminución de la velocidad de crecimiento para el período de febrero a marzo de 1985, siendo este período en el que se llevó a cabo el cambio de dieta de diatomeas a macroalgas. Lo anterior sugiere que se presenta un proceso de adaptación al nuevo tipo de alimento, lo que se reflejó en una disminución del crecimiento.

En el cuadro 2 se presentan velocidades de crecimiento para diferentes especies de abulón reportados por diferentes autores. En el caso del abulón azul (*H. fulgens*), se puede apreciar que la velocidad de crecimiento global estimada en

este trabajo es buena comparada con las reportadas por otros autores, siendo mayores sólo las estimadas por Leighton (1974) y por Tenore (1976), para quienes según mencionan en sus trabajos, esas velocidades de crecimiento se presentaron en condiciones propicias para el desarrollo de abulón azul, principalmente la temperatura.

La relación longitud-peso en su expresión lineal, resultó de la siguiente forma:

$$\ln P = 2.999 \ln L - 2.132,$$

con un coeficiente de correlación:

$$r = 0.987$$

quedando la expresión potencial que establece la relación longitud-peso, como sigue:

$$P = 0.1186L^{2.999}$$

Consideramos que esta relación biométrica es bastante apropiada, pues el coeficiente de correlación ($r = 0.987$) es muy cercano a $r = 1$, lo que determina un alto grado de correlación entre la longitud de la concha y el peso total de los organismos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Oc. Eduardo Morales su colaboración en el procesamiento de los datos por sistema electrónico.

CUADRO 1. LONGITUDES, PESOS Y VELOCIDADES DE CRECIMIENTO DE JUVENILES DE ABULON AZUL (*H. fulgens*) EN EL
LABORATORIO DE ACUACULTURA DEL EJIDO ERENDIRA, B.C. MEXICO

Fecha:	Días:	n:	Rango	Longitud \bar{X} :	s:	Rango	Peso \bar{X} :	s:	Peso m/día	Vel. de Crec. mg/día
20/Nov./84		0		0.025			25.00			
20/Dic./84		30		0.100			50.96			
20/Ene./85		61		0.258			74.83			
20/Feb./85		92		0.940						
27/Mar./85		127		0.723						
27/Abr./85		158		1.125						
23/May./85		184		1.550						
21/Sep./85		305	99	1.80-3.40	2.654	0.278	1.15-4.05	2.256	0.605	6.09
02/Oct./85		316	100	1.50-3.60	2.723	0.398	1.40-4.30	2.323	0.681	91.23
13/Mar./86		478	74	2.20-5.00	3.736	0.668	1.10-12.30	6.084	2.824	62.72
25/Jul./86		612	69	2.94-6.10	4.808	0.767	2.60-25.20	13.512	5.862	23.21
27/Ago./86		646	66	3.14-6.46	5.123	0.789	2.80-30.30	17.312	7.394	55.43
26/Feb./87		828	107	3.89-7.67	6.024	0.733	5.80-52.20	27.576	10.040	111.76
27/Mar./87		857	104	3.87-7.60	6.243	0.752	6.50-53.50	29.141	10.284	49.50
24/Abr./87		885	101	4.46-8.16	6.440	0.766	9.80-61.80	34.515	12.076	56.39
23/May./87		914	101	4.23-8.30	6.607	0.825	8.20-66.60	37.241	13.330	53.96
									57.58	191.92
										94.00

n = Número de organismos medidos.

\bar{X} = Media aritmética.

s = Desviación estándar.

CUADRO 2. VELOCIDADES DE CRECIMIENTO DE ABULON EN DIFERENTES ESPECIES Y LUGARES, REPORTADOS POR DIFERENTES AUTORES

Autor y año:	Especie:	Lugar:	Talla inicial (mm.)	Tiempo de estudio (días)	Vel. de Crec. (Micras/día)
Kikuchi, 1964	<i>H. discus hawaii</i>	Japón	14.5	33	43.88
Koike, 1978	<i>H. tuberculata</i>	Francia	435	123.00	48.62*
Paul <i>et al.</i> , 1976	<i>H. kamtschatkana</i>	Alaska	35-40	90	46.96
Tenore, 1976	<i>H. discus</i>	Massachusetts, U.S.A.	27.3	112	111.11*
Tenore, 1976	<i>H. rufescens</i>	Massachusetts, U.S.A.	17.6	112	85.53
Tenore, 1976	<i>H. fulgens</i>	Massachusetts, U.S.A.	19.0	112	47.32*
Leighton, 1972	<i>H. sorenseni</i>	La Jolla, CA.	41.6	100	42.50*
Ebert and Houk, 1984	<i>H. rufescens</i>	Monterey, CA.	180	30	96.66*
Owen <i>et al.</i> , 1984	<i>H. rufescens</i>	Chile	180	30	60.55*
Owen <i>et al.</i> , 1984	<i>H. rufescens</i>	Monterey, CA.	180	30	45.00*
Leighton, 1974	<i>H. rufescens</i>	Monterey, CA.	180	30	77.30*
Leighton, 1974	<i>H. corrugata</i>	La Jolla, CA.	180	30	63.70
Leighton, 1974	<i>H. fulgens</i>	La Jolla, CA.	180	30	88.00
Leighton, 1979	<i>H. fulgens</i>	Mission Bay, CA.	20-50	60	68.16*
Leighton, 1979	<i>H. fulgens</i>	La Jolla, CA.	20-50	60	66.50*
Este trabajo	<i>H. fulgens</i>	Eréndira, B.C.	914	72.01	-

* Velocidad de crecimiento calculada a partir de datos de longitud de la concha y tiempo de estudio v/o edad reportados por el (los) autor (es). -

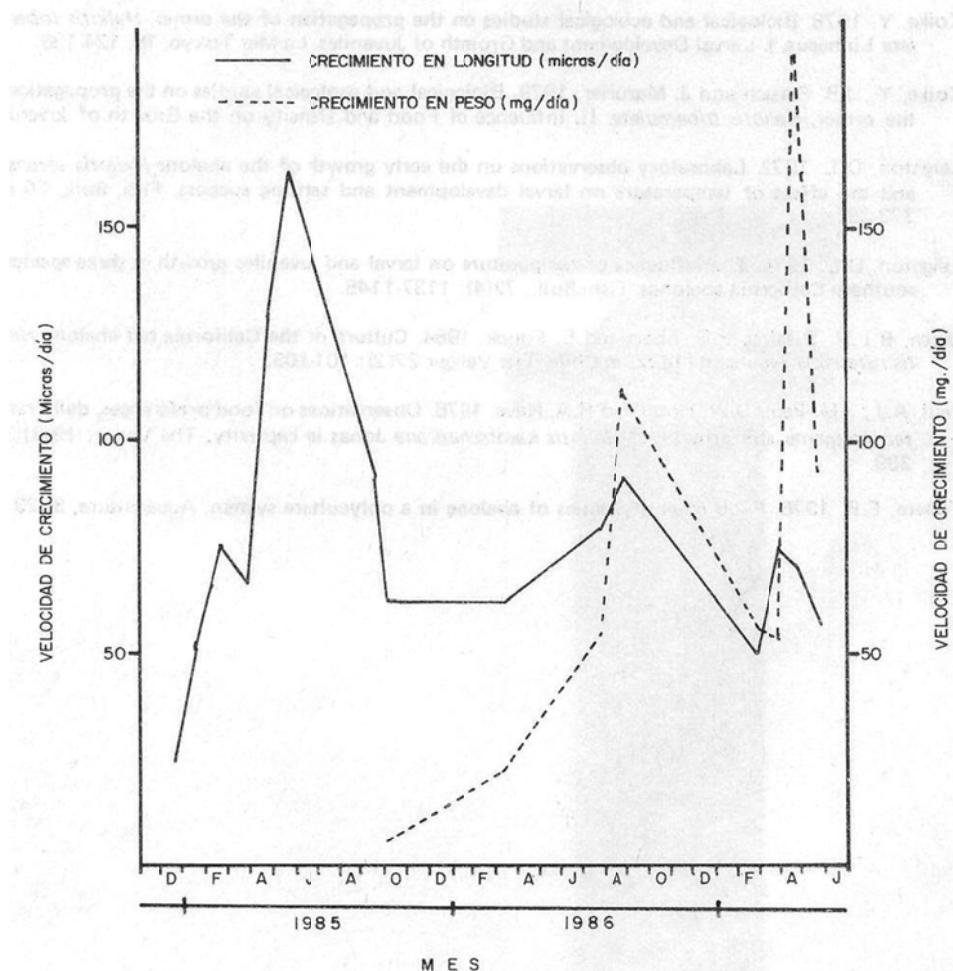


FIG. I CRECIMIENTO DE JUVENILES DE ABULON AZUL (*H. fulgens*) DE DICIEMBRE DE 1984 A MAYO DE 1987 EN EL LABORATORIO DE ACUACULTURA DEL EJIDO ERENDIRA, B.C. MEXICO.

LITERATURA CITADA

- Ebert, E.E. and J.L. Houk. 1984. Elements and innovations in the cultivation of red abalone *Haliotis rufescens*. Aquaculture, 39:375-392.
- Kikuchi, S. 1964. Study in culture of abalone *Haliotis discus hannai*. Ino. Cont. 1964 Pekin Symp. Gen. 041, 185-202.
- Koike, Y. 1978. Biological and ecological studies on the propagation of the ormer, *Haliotis tuberculata* Linnaeus. I. Larval Development and Growth of Juveniles. La Mer Tokyo, 16, 124-136.
- Koike, Y., J.P. Flassch and J. Mazurier, 1979. Biological and ecological studies on the propagation of the ormer, *Haliotis tuberculata*. II. Influence of Food and Density on the Growth of Juveniles.
- Leighton, D.L. 1972. Laboratory observations on the early growth of the abalone *Haliotis sorenseni* and the effect of temperature on larval development and settling success, Fish. Bull., 70 (2): 373-381.
- Leighton, D.L. 1974. The influence of temperature on larval and juveniles growth in three species of southern California abalones. Fish. Bull., 72(4): 1137-1145.
- Owen, B.L.H. Disalvo, E.E. Ebert and E. Fonck. 1984. Culture of the California red abalone *Haliotis rufescens* Swainson (1822) in Chile. The Veliger 27(2): 101-105.
- Paul, A.J., J.M. Paul, D.W. Hood and R.A. Neve. 1976. Observations on food preferences, daily ration requirements and growth of *Haliotis kamtschatkana* Jonas in captivity. The Veliger 19(3):303-309.
- Tenore, F.R. 1976. Food chain dynamics of abalone in a polyculture system. Aquaculture, 8: 23-27.

que se realizó en la temporada de pesca 1985-1986 de abulón (*Haliotis* spp) en la costa occidental de la península de Baja California. Los resultados se presentan en forma de informe de pesca que incluye datos estadísticos y descripciones de la actividad pesquera.

En el informe se detallan los datos estadísticos de la actividad pesquera en la costa occidental de la península de Baja California, así como las descripciones de la actividad pesquera.

INFORME DE LA TEMPORADA DE PESCA 1985-1986 DE ABULÓN *Haliotis* spp EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

José R. Turrubiates Morales*
Martín Ortiz Quintanilla**
Fernando López Salas**
Ramón Ayala Murillo**
Bernardo Gómez Ayala**

RESUMEN

La captura total lograda durante la temporada 1985-1986 de abulón (*Haliotis* spp), fue de 501.04 toneladas de abulón desconchado (por parte solamente de 12 cooperativas, desde Ensenada a Punta Abreojos).

Durante la temporada se realizó un total de 9,298 viajes o "mareas" con 104 equipos abuloneros, la captura por unidad de esfuerzo promedio fue de 51.23 kg. En la temporada 1985-1986 la captura se incrementó 14.5 por ciento, respecto a la de 1984-1985.

Se calculan de manera general algunos aspectos de la estructura de la población capturada.

ABSTRACT

The total catch of abalone (*Haliotis* spp) during the fishing season 1985-1986 was 501.04 tons. of abalone shucking catch (only twelve fishing cooperatives from Ensenada to Punta Abreojos were analyzed), and 9,298 trips or "mareas", with 104 abalone fishing boats were involved in the fishery. The catch per unit of effort in the season was 51.23kg. The catch during the season 1985-1986 was increased in 14.5 per cent compared with the abalone season 1984-1985.

The catch composition from a general way were calculated and some aspects of the catch population structure.

* Estación de Investigación Pesquera Bahía Tortugas, La Paz, B.C.S. Instituto Nacional de la Pesca.

** Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

Una de las pesquerías de mayor importancia en México es la del abulón (*Haliotis spp.*), su distribución geográfica en México va desde la frontera con los E.U.A., hasta el extremo sur de la Península de Baja California. La información que se presenta tiene como finalidad contribuir al análisis de la pesquería del abulón durante la temporada de pesca 1985-1986, dentro de las zonas de captura de las cooperativas que explotan este recurso. En el trabajo se consideran las cooperativas: Ensenada, Abuloneros y Langosteros de Baja California, Rafael Ortega Cruz, Pescadores Nacionales de Abulón, La Purísima, Buzos y Pescadores de la Baja California, Bahía Tortugas, Emancipación, California de San Ignacio, Leyes de Reforma, Progreso y Punta Abreojos, S.C.L.

La captura de abulón abarca del 1o. de diciembre al 30 de junio en la zona comprendida desde la línea fronteriza con los E.U.A., hasta Isla de Cedros, B.C.; del 1o. de enero, al 31 de julio en la zona comprendida desde Punta Eugenia hasta Punta Abreojos y del 1o. de febrero, al 31 de agosto en la zona de La Poza Grande, hasta Bahía Magdalena (Fig. 1).

El total aproximado de unidades de pesca que intervinieron en la temporada fue de 104 y comprende a las cooperativas: Fescadores Nacionales de Abulón, Buzos y Pescadores de la Baja California, La Purísima, Bahía Tortugas, Emancipación, California de San Ignacio, Leyes de Reforma, Progreso y Punta Abreojos, S.C.L.

MATERIAL Y METODO

Para la integración de este informe se utilizó la siguiente información: datos de captura de abulón desconchado proporcionados en las oficinas de las cooperativas para así obtener: la captura mensual y total por cooperativa; número de equipos abuloneros que operaron en un mes; esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo; captura de abulón descorchado (proporcionados por la planta de Productos Pesqueros de "Bahía Tortugas", en Bahía Tortugas, B.C.S.).

Los datos para la composición de la captura por especie, talla y sexo, se obtuvieron de los muestreos realizados en las plantas de: El Rosario, Santa Rosalita, Productos Pesqueros Isla de Cedros y en la planta Cecedora de Langosta de Bahía Tortugas; estos muestreos consistie-

ron en masivos de concha, de la captura comercial y biométricos, utilizando para ello los formatos diseñados por el Proyecto. Respecto a la información de Bahía Tortugas, sirvieron de base los resultados incluidos en el informe de la temporada de captura comercial de abulón 1986, contenidos en el Oficio No. Pa-003-86 de octubre 17 de 1986.

RESULTADOS

Captura total

La captura lograda durante la temporada de 1985-1986 fue de 501.04 ton. de abulón desconchado, producción de 12 cooperativas (Tabla 1; Fig. 2).

TABLA 1. CAPTURA TOTAL POR COOPERATIVA DURANTE LA TEMPORADA DE EXPLOTACION DE ABULON 1985-1986.

Sociedad Cooperativa	Captura (kg.)
Ensenada*	10,812
Abuloneros y Langosteros de Baja California*	10,133
Rafael Ortega Cruz*	3,793
Pescadores Nacionales de Abulón*	110,604
La Purísima**	49,666
Buzos y Pescadores de la Baja California**	60,503
Bahía Tortugas**	89,013
Emancipación**	39,647
California de San Ignacio**	34,653
Leyes de Reforma**	28,502
Progreso**	48,421
Punta Abreojos**	15,291
Total:	501,038

* La captura se inicia en diciembre y finaliza en junio del siguiente año.

** La captura se inicia desde enero a julio de un mismo año.

Al efectuar la comparación de la captura total lograda durante 1985-1986, con la temporada 1984-1985, se encuentra que durante 1985-1986 la captura aumentó 72.8 ton., lo que representó un incremento general del 14.53 por ciento (Tablas 2 y 4).

Captura mensual total

Durante la temporada la producción máxima se obtuvo durante enero con 112,376 kg. y la mínima en julio con 17,109 kg.; a partir de febrero, en que se explotaron 33,759 kg.; la producción

se incrementó considerablemente desde marzo hasta abril cuando se explotaron 96,361 kg.; disminuyendo en junio hasta julio donde se registró la producción mínima de la temporada.

Esfuerzo total y captura por unidad de esfuerzo

La información comprende únicamente a las cooperativas ubicadas desde Isla de Cedros a Punta Abreojos. Se consideró un total de 104 equipos abuloneros que realizaron aproximadamente 92 viajes o "mareas" cada uno y un total de 9,298 "mareas" en la temporada (Tablas 3 y 4).

En la tabla 3 se presenta la captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por cooperativa. La captura promedio por unidad de esfuerzo fue de 51.23 kilos y al multiplicar por el número de equipos (104), se obtuvo la captura diaria promedio 5,329 kg. (Tablas 3 y 4).

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo máximo fue aplicado por la cooperativa Buzos y Pescadores de la Baja California con un total de 1,562 "mareas", un promedio de 12 equipos y 130 "mareas" por equipo; su producción alcanzó 60,503 kg. (Tabla 3). El esfuerzo mínimo se encontró en la cooperativa Leyes de Reforma, con 411 "mareas" en la temporada, con siete equipos y 59 "mareas" promedio por equipo. Su producción alcanzó 28,502 kilos (Tabla 3).

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

La captura promedio lograda por equipo por día es lo que se considera como la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería. La CPUE máxima fue obtenida por la cooperativa Pescadores Nacionales de Abulón con 75.39 kg., con un promedio de 14 equipos. Se calculó un total de 1,053.4 kg. como la CPUE de 14 equipos por día (Tablas 2 y 3).

La CPUE mínima fue en la cooperativa Punta Abreojos con 28.16 kg., y un promedio de seis equipos. Se calculó un total de 169.9 kg. como la CPUE promedio de seis equipos por día (Tabla 3).

Muestreos de la captura comercial

Muestreos masivos. Durante diciembre de 1985, enero, mayo y agosto de 1986 se muestreó un total de 5,997 conchas de abulón: 5,443 de la

especie azul, 509 de negro, 30 de amarillo, 13 de rojo y dos de chino. Estos muestreos se realizaron en El Rosario, Santa Rosalita e Isla de Cedros.

Muestreo biométrico. Se efectuaron dos muestreos durante mayo y agosto de 1986 en Santa Rosalita e Isla de Cedros. Se muestreó un total de 179 organismos. El porcentaje de abulón azul por debajo de la talla legal en Santa Rosalita fue de 2.08 por ciento.

Muestreo de la captura comercial. Durante mayo de 1986 se efectuó un muestreo de la captura comercial de abulón negro en la planta procesadora de la sociedad cooperativa Rafael Ortega Cruz en Santa Rosalita, B.C. Se muestreó un total de 97 organismos, 42 machos y 55 hembras, dentro de una proporción de 1:1.3 hembra, el 2.04 por ciento se encontró bajo la talla legal.

Respecto a la región de Bahía Tortugas, B.C.S. y con base en una intensa actividad sobre el monitoreo de la pesquería, se pudieron abarcar mayores aspectos sobre la estructura de la población tales como composición por especies, proporciones estimadas en número de individuos por especie y por cooperativa, composición por tallas a partir de las capturas entregadas por cuatro cooperativas: Buzos y Pescadores, La Purísima, Bahía Tortugas y Emancipación.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La captura total de abulón en la temporada 1985-1986 fue de 501.0 ton., en este total se incluye la producción de las cooperativas distribuidas desde la Isla Guadalupe a Punta Abreojos. La producción máxima se obtuvo durante enero con 112,376 kg y la mínima durante julio con 17,109 kg. Durante la temporada, la producción máxima fue lograda por la cooperativa Pescadores Nacionales de Abulón (110,604) y la mínima (3,793), por la cooperativa Rafael Ortega Cruz.

Se realizó un total aproximado de 9,298 "mareas" con 104 equipos, que realizaron un promedio de 92 viajes o "mareas" durante la temporada.

La captura por unidad de esfuerzo promedio dentro de las zonas de las cooperativas Pescadores Nacionales de Abulón a Punta Abreojos fue de 51.25 kg, 12.8 kilos más comparado con la CPUE de la temporada 1984-1985.

Al comparar lo explotado durante 1985-1986 con la temporada 1984-1985, se observa que en 1985-1986 la captura se incrementó un 14.5 por ciento y de igual manera, la CPUE se incrementó un 25 por ciento.

Respecto al esfuerzo aplicado durante la temporada, éste disminuyó un 14.2 por ciento respecto a 1984-1985 (en 1984-85 se realizaron 10,620 "mareas" y en 1985-1986 9,298).

Al comparar los volúmenes de producción alcanzados en la temporada 1984-1985 con la actual, se observa una disminución del 2.14 por ciento en la producción total de abulón fresco desconchado recibido en la planta de Productos Pesqueros de Bahía Tortugas.

Se observó que la especie de abulón azul, *Haliotis fulgens*, soportó a mayor presión de pesca al que es sometido este recurso y la tendencia de las tallas promedio estimadas para cada especie por cooperativa, permanece aproximadamente 15 mm. por arriba de la talla mínima legal correspondiente.

Respecto a las tallas mínimas legales, los resultados señalan que las medidas propuestas oficialmente se respetan.

Se recomienda que las sociedades cooperativas continúen aplicando las medidas internas

que han venido acordando, tales como: cuotas tope de captura y auto-veda en zonas y especies de abulón.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible realizarlo gracias a la colaboración brindada por las diferentes sociedades cooperativas de producción pesquera, que pusieron a disposición la información de sus capturas de abulón.

Se agradece tanto a las autoridades como al personal de Productos Pesqueros Bahía Tortugas, S.A. de C.V. y a la Planta Cocedora de la Federación Regional de Sociedades Cooperativas el haber proporcionado facilidades para la captación de datos de producción y el apoyo dispensado durante el monitoreo del recurso. De igual forma, a la planta Productos Pesqueros Isla de Cedros, S.A. de C.V.

RECONOCIMIENTO

Los autores otorgan su reconocimiento por la valiosa colaboración en las actividades de campo y laboratorio al Biól. René Luis Aguilar Vázquez, Ocean. José G. González Avilés, Francisco Salgado Hernández, Biól. Alma Rosa García Juárez y Fidelia Caballero Alegría.

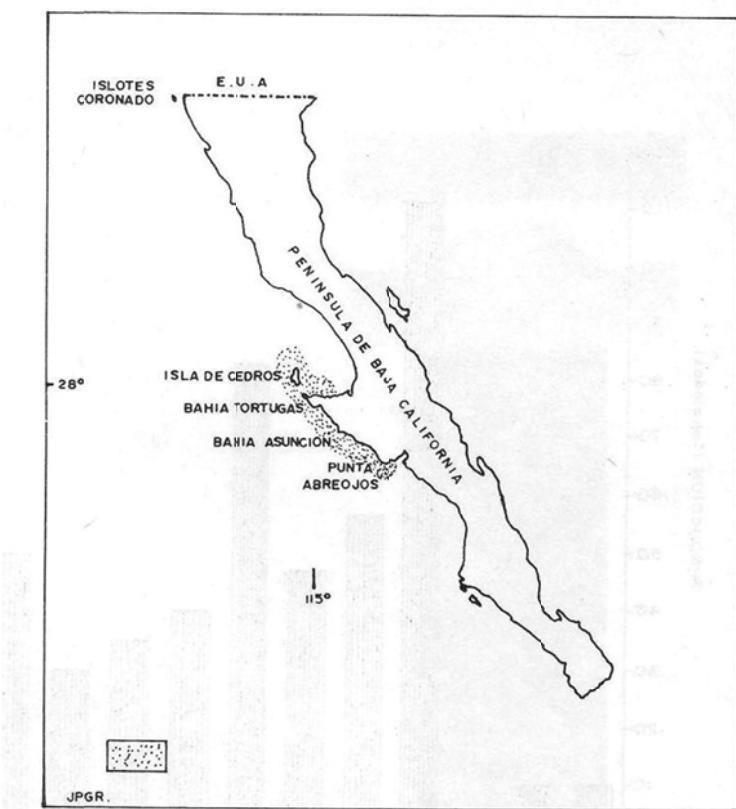


FIG. I PRINCIPALES ZONAS DE CAPTURA DE ABULON EN BAJA CALIFORNIA

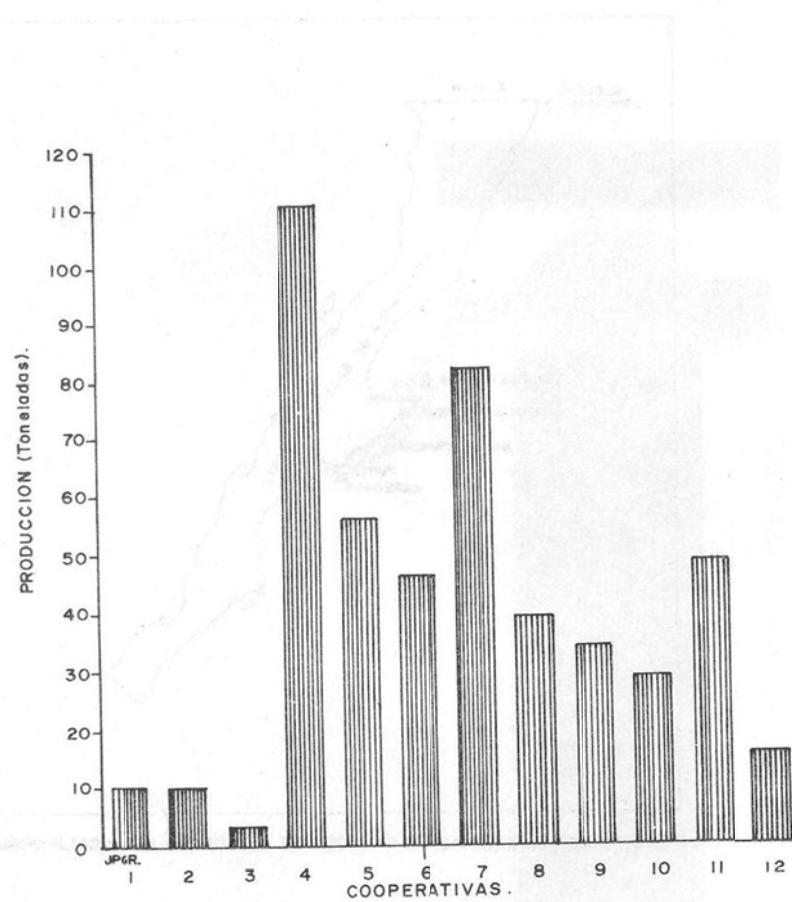


FIG. 2 PRODUCCION DE ABULON FRESCO DESCONCHADO DURANTE LA CAPTURA COMERCIAL 1985-1986, EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA COOPERATIVAS:
 1.-ENSENADA. 2.-ABULONEROS Y LANGOSTEROS. 3.-RAFAEL ORTEGA C.
 4.-PESCADORES NACIONALES DE ABULON. 5.-BUZOS Y PESCADORES.
 6.-PURISIMA. 7.-BAHIA TORTUGAS. 8.-EMANCIPACION. 9.-CALIFORNIA
 DE SAN IGNACIO. 10.-LEYES DE REFORMA. 11.-PROGRESO.
 12.-PUNTA ABREOJOS.

Sociedad Cooperativa	Producción por temporada (kg.)		Indice de variación (%)	
	1984-1985	(%)		
Ensenada	8,869	2.07	10,812	2.16
Abuloneros y Langosteros	10,363	2.42	10,133	2.02
Rafael Ortega Cruz	899	0.21	3,793	0.76
Pescadores Nacionales de Abulón	91,780	21.43	110,604	22.07
Buzos y Pescadores de B.C.S.	38,250	8.93	60,503	12.07
La Purísima	43,996	10.27	49,666	9.91
Bahía Tortugas	81,063	18.93	89,013	17.76
Emancipación	38,780	9.06	39,647	7.91
California de San Ignacio	25,628	5.98	34,653	6.92
Leyes de Reforma	27,674	6.46	28,502	5.69
Progreso	42,836	10.00	48,421	9.66
Punta Abreojos	18,074	4.22	15,291	3.05
Total:	428,212		501,038	-18.20
				14.53

TABLA 2. COMPARACION DE LAS TEMPORADAS DE CAPTURA DE ABULON 1984-1985, 1985-1986, POR COOPERATIVA

Sociedad Cooperativa	1984-1985	Producción por temporada (kg.)	1985-1986	Indice de variación (%)
		(%)		(%)
Ensenada	8,869	2.07	10,812	2.16
Abuloneros y Langosteros	10,363	2.42	10,133	2.02
Rafael Ortega Cruz	899	0.21	3,793	0.76
Pescadores Nacionales de Abulón	91,780	21.43	110,604	22.07
Buzos y Pescadores de B.C.S.	38,250	8.93	60,503	12.07
La Purísima	43,996	10.27	49,666	9.91
Bahía Tortugas	81,063	18.93	89,013	17.76
Emancipación	38,780	9.06	39,647	7.91
California de San Ignacio	25,628	5.98	34,653	6.92
Leyes de Reforma	27,674	6.46	28,502	5.69
Progreso	42,836	10.00	48,421	9.66
Punta Abreojos	18,074	4.22	15,291	3.05
Total:	428,212		501,038	-18.20
				14.53

**TABLA 3. CAPTURA, ESFUERZO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO EN LA EXPLOTACION COMERCIAL DE ABULON
DE LA TEMPORADA 1985-1986**

Cooperativa	No. promedio equipos	Total mareas por equipo	Total mareas en la Temp.	Captura equipos díá (kg.)	Captura por unidad de esfuerzo CPUE	Captura	Captura
						total	promedio mensual (kg.)
Ensenada						10,812	10,133
Abuloneros y Langosteros						3,793	
Rafael O. Cruz	14	105	1,467	1,053.4	75.39	15,800.57	
Pescadores Nacionales Abulón	10.7	98	*	1,051	506.8	7,095.14	49,666
La Purísima	12	130	1,562	465.4	38.73	8,643.28	60,503
Buzos y Pescadores	15.5	92	1,427	967.5	62.38	12,716.14	89,013
Bahía Tortugas	*	8.1	72	*	586	550.6	5,663.86
Emancipación	10	123	1,229	281.7	28.19	4,950.43	34,653
Calif. Sni. Ignacio	7	59	411	483.1	69.35	5,700.40	28,502
Leyes de Reforma	17	60	1,022	807.0	47.38	8,070.17	48,421
Progreso	6	90	543	169.9	28.16	2,184.43	15,291
Punta Abreojos							501,038
Total:		100	9,298	5,285.4	51.23		

* Informe de la temporada de captura comercial de abulón 1986. Ref. Of. Pa-003-86, 17 de octubre de 1986.

TABLA 4. CAPTURA, ESFUERZO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO TOTAL DURANTE LAS TEMPORADAS DE CAPTURA DE ABULON 1984-1985 Y 1985-1986, DENTRO DE LAS ZONAS DE LAS COOPERATIVAS PESCADORES NACIONALES DE ABULON A PUNTA ABREOJOS, S.C.L.

	Temporada de pesca 1984-1985	1985-1986	Indice de variación (%)
Número aproximado de equipos abuloneros	106	104	— 1.92
Total de viajes o "mareas"	10,620	9,298	— 14.22
"Mareas" o "viajes" por equipo	100	92	— 8.69
Captura por equipos, por día (kg.)	4,073	5,329	23.57
Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (kg.)	38.42	51.23	25.00
Captura promedio mensual (kg.)	58,297	69,070	15.60
Captura por temporada (kg.)	428,212	501,038	14.53

CULTIVO DE OSTION EN COSTALES SOBRE ESTANTES EN LA ZONA INTERMAREAL EN LA
BAHIA DE LA PAZ, B.C.S ESTUDIO COMPARATIVO DE CRECIMIENTO Y RESISTENCIA
CON EL CULTIVO EN SUSPENSION

David Ramírez Filippini*
Jorge Chávez Villalba*
Carlos Cáceres Martínez*

RESUMEN

Se cultivó ostión *Crassostrea gigas* T. en costales sobre estantes en la zona intermareal y en canastas en suspensión. Se estudiaron de manera comparativa el crecimiento, el rendimiento y la resistencia a la desecación de los ostiones producidos. Se midieron el índice de condición, las características morfológicas de las conchas y el tamaño relativo del músculo aductor y sus partes.

El crecimiento y el índice de condición fueron superiores en los ostiones provenientes de la zona intermareal; estos ostiones presentaron, también, conchas más compactas y un menor número de cámaras. Estos resultados indican que los ostiones cultivados en costales presentan un mejor rendimiento y aumentan su resistencia al mareo en los procesos de comercialización.

ABSTRACT

Crassostrea gigas T. oyster was cultivated in plastic bags over iron tables in the intertidal zone and in suspended plastic baskets. Growth, yield index and drying resistance index of the produced oysters were studied in a comparative way. Condition index, morphologic characteristics of the shells and the relative size of the adductive muscle and its parts were measured.

Growth and condition index were superior in those coming from the intertidal zone, these oysters also presented more compact shells and a lower number of chambers. These results indicate that the oysters cultivated in the plastic bags have a better yield index and increase their resistance to handle in the commercialization processes.

* Universidad Autónoma de Baja California Sur. Ciencias del Mar. La Paz, B.C.S.

INTRODUCCION

El empleo de costales sobre estantes para el cultivo de ostión ha mostrado resultados muy alentadores (Cáceres Martínez *et al.*, 1986), ofreciendo una alternativa tecnológica más rentable para los ostricultores de las costas del norte del Pacífico mexicano (Cáceres Martínez y Pérez Concha, 1986).

Las características de los ostiones producidos por esta técnica deben de ser estudiadas cuidadosamente, sobre todo aquellas relacionadas con la resistencia al manejo durante el proceso de comercialización.

La dureza de la concha permite evitar romamientos durante el manejo, y las características del músculo aductor serán las responsables de mantener al ostión cerrado. Una concha compacta es el resultado de un proceso correcto de calcificación y la edad (Marteil, 1979). El músculo aductor está formado por dos tipos de tejido, uno estriado (vidrioso) y otro liso (nacarado) que es el responsable de mantener las valvas cerradas durante períodos prolongados (Marteil, 1979; Barnes, 1977). Una ventaja para el ostricultor sería la obtención de organismos que se mantengan vivos y cerrados el mayor tiempo posible para soportar el manejo durante el proceso de comercialización.

Para evaluar los aspectos anteriores, un estudio comparativo de crecimiento fue realizado cultivando ostiones en costales sobre estantes en la zona intermareal y en canastas ostrícolas en suspensión. Al final del experimento, las características de sus conchas y músculo aductor fueron comparadas a fin de determinar su resistencia.

MATERIAL Y METODOS

Un lote de semilla de ostión *Crassostrea gigas* T. con una longitud promedio de 14.7 ± 0.4 mm. fue sembrado en la Bahía de La Paz, B.C.S. y mantenido en canastas ostrícolas durante 28 días, después de los cuales se colocaron 950 ostrillas en costales sobre estantes en la zona intermareal y fueron cultivados siguiendo la técnica descrita por Cáceres Martínez *et al.* (1986). El resto, 1,640 ostrillas se cultivaron en canastas.

Para la medición de la talla y el peso total se efectuaron muestreos cada dos semanas en ambos sistemas de cultivo. La talla promedio se estimó midiendo con una precisión de 0.1 mm. el largo de la concha sobre una muestra: $n = 100$ colectada al azar. El peso se registró a partir del día 84 con una balanza electrónica Sartorius 500 gr. con una precisión de 0.1 gr., tomando aleatoriamente una muestra: $n = 50$.

Durante los muestreos se colectaron las conchas vacías para determinar la mortalidad total en cada sistema de cultivo.

El rendimiento se estimó usando el índice de condición (IC) de Baird (1958) donde:

$$IC = \frac{\text{Volumen de la carne}}{\text{Volumen de la cavidad}} \times 100$$

Las mediciones de este índice fueron realizadas el día 161 con 20 ostiones de talla mayor o igual a 50 mm. y después de 416 días con 35 ostiones de tallas entre 60-100 mm. para cada uno de los cultivos. Sobre estos últimos se realizó un corte longitudinal de las valvas (superior e inferior) usando una sierra de disco de diamante (Hilquist) para medir el espesor y contar el número de cámaras presentes (Fig. 1). El espesor fue estimado con un promedio de tres mediciones por valva, una anterior, una media y otra posterior.

Después de 14 meses de cultivo se cosecharon 64 ostiones provenientes de los costales y 98 de las canastas, los cuales fueron almacenados por un total de 201 horas realizándose lo siguiente: cosecha y transporte a temperatura ambiente (27°C) durante dos horas; aclimatación a una temperatura constante de $19 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 4 horas. Cada 24 horas fueron tomados al azar cuatro organismos por lote determinando peso total, resistencia al desconchado (F-frágil; D-duro), peso del líquido interno, peso de la carne, diámetro total del músculo aductor y el tamaño relativo de la parte nacarada del mismo (IMN), como se indica en la figura 2. Los ostiones que se encontraban con las valvas abiertas y sin capacidad de cerrarlas al estímulo de contacto, fueron retirados del lote correspondiente durante cada muestreo para su cuantificación.

Los resultados de longitud y peso fueron comparados usando un análisis de varianza para

$P = 0.05$. Los valores obtenidos de IC se compararon con una prueba "U" de Mann-Whitney para la misma probabilidad (Siegel, 1972; Sokal y Rohlf, 1969).

El número de cámaras y el espesor de las valvas para cada grupo fueron comparados usando para $P = 0.05$ un análisis de varianza. El tamaño relativo de la parte nacarada del músculo aductor se comparó entre los dos grupos, empleando para ello una prueba "U" de Mann-Whitney para $P = 0.05$.

RESULTADOS

El crecimiento expresado en longitud y peso para los ostiones de ambos sistemas de cultivo se muestra en el cuadro 1. Valores superiores de longitud y peso para los ostiones cultivados en costales fueron confirmados por el análisis estadístico al final del experimento. La representación gráfica del crecimiento se muestra en la figura 3, por un ajuste de los valores promedio al modelo de von Bertalanffy.

La mortalidad total fue del 28.7 por ciento para los ostiones de las canastas y del 3.2 por ciento para los ostiones de los costales. En el cuadro 2 se muestran los resultados del IC, espesor de las valvas y el número de cámaras promedio. El IC fue superior para los ostiones provenientes de los costales, mientras que el número de cámaras observado en éstos fue inferior. El espesor de las valvas de ambos grupos no presentó diferencias significativas.

El cuadro 3 muestra los resultados obtenidos durante el período de almacenamiento, que tuvo una duración de 201 horas considerando las primeras nueve de transporte y aclimatación. El porcentaje total de ostiones encontrados con las valvas abiertas fue del 35.7 por ciento para los cultivados en canastas y del 28.1 por ciento para aquellos provenientes de los costales.

Con los resultados anteriores fueron calculados los índices de dureza ID, de humedad IH, de rendimiento IR y del tamaño relativo del músculo nacarado IMN como se indica en el cuadro 4. Los ostiones provenientes de los costales mostraron un valor superior de IMN.

DISCUSION

Los valores superiores de longitud y peso obtenidos en los ostiones cultivados en costales, en comparación con aquellos engordados en canastas parecen contradictorios, ya que un ostión sumergido todo el tiempo aumenta sus posibilidades de alimentación. Sin embargo, la zona donde fue realizado el experimento está caracterizada por aguas claras y baja productividad; en esta condición, la influencia del sustrato en la alimentación es notable. Los ostiones mantenidos en la zona intermareal se ven favorecidos por la turbulencia producida por la marea, que aumenta la turbidez y el alimento disponible para éstos, condición ausente en el cultivo en suspensión. El efecto anterior se refleja en los valores obtenidos de IC para los ostiones de los costales, el cual fue registrado como superior.

Las observaciones de las características de las valvas muestran que hay cámaras presentes en los dos grupos de ostiones, aunque en un número superior en los cultivados en canastas. Este fenómeno fue descrito por Dollfus (1922), atribuyéndolo al efecto de perturbaciones o agresiones cualesquiera. Al parecer, es la respuesta del organismo a una reducción del volumen del cuerpo, ocasionada por diferentes causas (desoves frecuentes, aumentos de salinidad, acumulación de agentes extraños como arena y lodo, ataques de poliquetos). Koringa (1951) y Quayle (1969) atribuyen la formación de estas cámaras al ajuste del modelo del cuerpo del molusco en el volumen de la cavidad intervalvar durante el crecimiento, en particular cuando el contacto del manto con la concha se interrumpe, estimulando la segregación de una forma de carbonato de calcio coloidal que cristaliza al contacto con el manto. Esta forma de cristalización anormal permite el desarrollo bacteriano en las cámaras reduciendo la calidad del producto (Quayle, 1969).

Durante el proceso de desconchado, las cámaras son rotas debido a su fragilidad produciendo un olor desagradable, anomalía que se considera comercialmente como una característica desfavorable.

Por otra parte, el espesor de las valvas fue el mismo en ambos lotes de ostiones como lo indica el cuadro 2. Esta situación favorece la resis-

tencia al manejo de los ostiones cultivados en costales, que presentan conchas más compactas. Ausencia total de cámaras es reportada para ostiones cultivados en costales en la Bahía Magdalena, B.C.S., mientras que en aquellos cultivados en canastas, las cámaras están presentes (Cáceres Martínez y García Bustamante, 1987).

Los valores de IMN indican que la parte nacarada del músculo aductor es más grande en los ostiones provenientes de los costales. Marteil (1979) indica que en los moluscos que habitan la zona intermareal, la parte lisa del músculo aductor está más desarrollada que en aquellos que permanecen sumergidos toda su vida. Los ostricultores no desconocen esto y de manera empírica practican un proceso denominado de "endurecimiento", que consiste en exponer a la alternancia de mareas los ostiones cultivados en

suspensión dos meses antes de su ingreso al mercado (Heral, 1986). Esta práctica ejercita la parte lisa del músculo y acostumbra al ostión a permanecer cerrado durante la exposición al aire. Sin embargo, esta actividad complica el sistema operativo para el cultivo de ostión en suspensión.

Los resultados de la prueba de resistencia favorecen al grupo de ostiones provenientes de los costales, las características de su concha y su músculo aductor parecen ser las responsables.

Los ostiones cultivados en costales sobre estantes presentan una mortalidad menor, un mejor rendimiento y características que aumentan su resistencia al manejo en comparación con aquellos producidos en canastas en suspensión.

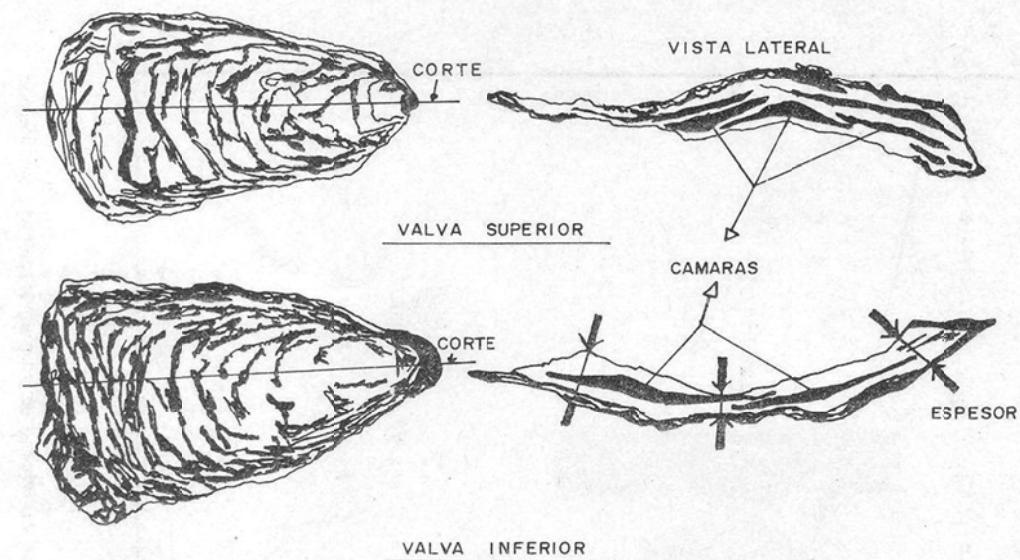


FIGURA I.- CORTE LONGITUDINAL DE LAS VALVAS SUPERIOR E INFERIOR DE UN OSTION
(Crassostrea gigas T.) MOSTRANDO CAMARAS INTERNAS

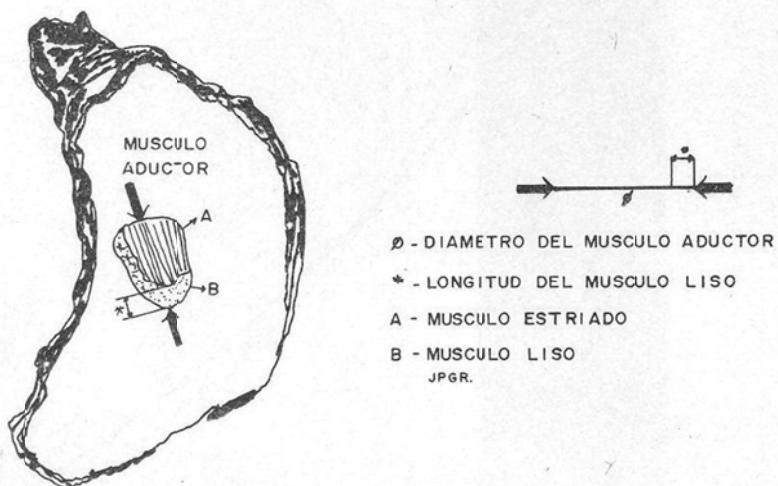


FIGURA 2.- LOCALIZACION DEL MUSCULO ADUCTOR Y SUS PARTES, SOBRE LA VALVA INFERIOR DE
UN OSTION *(Crassostrea gigas T.)*

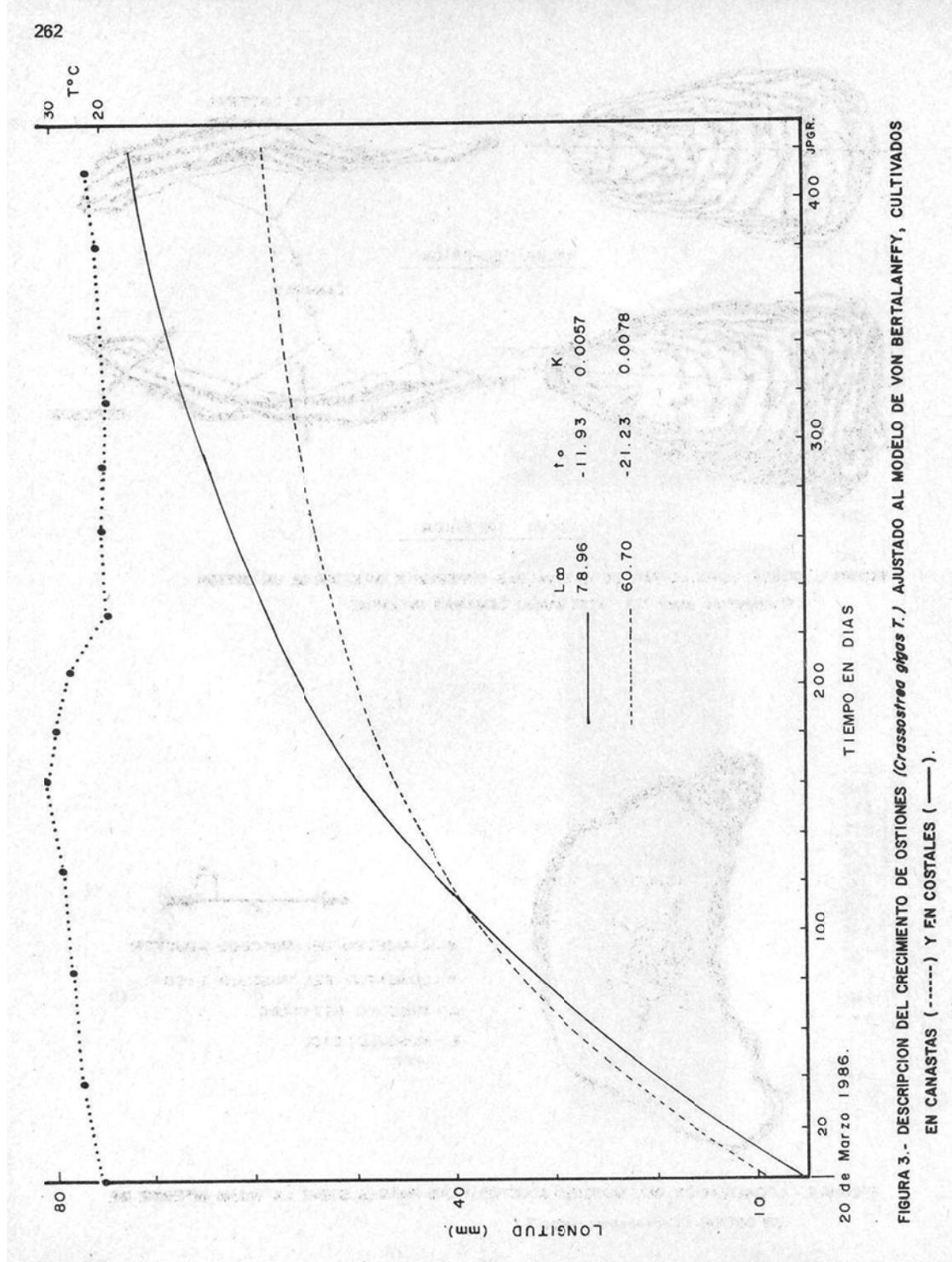


FIGURA 3.- DESCRIPCION DEL CRECIMIENTO DE OSTIONES (*Crassostrea gigas T.*) AJUSTADO AL MODELO DE VON BERTALANFFY, CULTIVADOS EN CANASTAS (-----) Y EN COSTALES (—).

CUADRO 1. VALORES PROMEDIO DE LONGITUD Y PESO PARA LOS OSTIONES (*Crassostrea gigas* T.) CULTIVADOS EN CANASTAS OSTRICOLAS Y COSTALES.

Días	n ¹	Canastas			Costales			
		Longitud (mm.) $\bar{L} \pm ES^2$	n	Peso (g.) $\bar{P} \pm ES$	n	Longitud (mm.) $\bar{L} \pm ES$	n	Peso (g.) $\bar{P} \pm ES$
1	100	14.7±0.4			100	14.7±0.4		
16	103	17.4±0.6			103	17.4±0.6		
28	101	17.2±0.8			101	17.2±0.8		
42	101	21.7±0.7			102	19.4±0.6		
56	100	23.0±0.9			100	23.9±0.6		
70	103	29.1±1.0			100	27.3±0.7		
84	100	31.3±1.1	50	4.2±0.4	104	30.7±0.6	51	4.3±0.3
99	100	38.4±1.4	50	6.8±0.8	100	37.5±0.7	50	5.4±0.3
119	100	42.1±1.6	50	8.0±1.0	100	43.9±1.1	50	9.6±0.6
133	100	42.2±1.4	50	10.2±1.2	100	50.1±1.0	50	13.9±0.8
147	100	45.3±1.3	50	11.6±1.3	100	48.9±1.0	50	13.7±1.0
161	100	48.3±1.2	50	15.3±1.2	100	55.2±1.1	50	15.1±1.0
175	100	43.2±1.3	50	9.6±0.8	100	50.2±1.1	50	15.4±1.1
189	101	43.1±1.0	55	9.2±1.1	103	51.5±1.0	50	15.3±1.4
203	100	38.1±1.7	50	10.0±1.3	100	48.9±1.1	50	13.9±1.2
217	100	41.2±1.6	148	13.3±0.8	200	51.1±1.1	100	18.8±1.3
231	197	41.9±1.2	50	9.6±1.3	200	53.9±0.9	52	19.3±1.8
245	199	40.4±1.2	51	12.6±1.4	207	56.0±0.9	50	24.2±1.7
259	100	45.1±1.4	—	—	239	59.1±1.0	—	—
273	100	48.3±1.7	—	—	100	63.4±1.4	—	—
301	100	54.9±1.4	—	—	100	70.8±1.3	—	—
318	110	49.7±1.2	54	17.8±1.7	100	69.9±1.3	50	46.8±3.0
332	100	50.3±1.2	—	—	100	69.7±1.3	—	—
350	102	54.1±1.4	50	21.7±2.7	100	72.0±1.5	50	55.6±3.6
360	102	53.9±1.6	50	25.8±2.6	100	71.4±1.4	50	59.8±4.2
374	100	53.4±1.4	50	20.9±3.1	101	71.6±1.5	50	58.9±4.1
388	100	58.5±1.5	50	29.2±3.6	100	73.2±1.4	52	63.2±4.9
402	101	58.4±1.5 ^b	50	30.8±3.2	100	73.6±1.3	50	70.3±4.7
416	101	57.8±1.4 ^b	50	32.3±3.9 ^b	100	75.4±1.4 ^a	50	70.5±4.6 ^a

1 Número total de organismos medidos

2 Error estándar.

3 Valores promedio con el mismo subíndice indican que no hay diferencias significativas para $P=0.05$.

CUADRO 2. VALORES PROMEDIO DE LONGITUD, INDICE DE CONDICION, ESPESOR Y NUMERO DE CAMARAS DE LAS VALVAS EN OSTIONES (*Crassostrea gigas* T.) CULTIVADOS EN CANASTAS OSTRICOLAS Y EN COSTALES.

Origen	Días	n*	Longitud (mm.) $\bar{L} \pm ES^1$	IC ² (%) $\bar{IC} \pm ES$	$\bar{E}^3 \pm ES$ (mm.) VI ⁴ VS ⁵	$\bar{NC}^6 \pm ES$ VI VS
CAN ⁷	161	20	58.3±1.3	41.9±2.0 ^{b⁹}	—	—
COS ⁸	161	20	58.6±1.4	53.0±2.2 ^a	—	—
CAN	416	35	80.0±1.9	32.2±1.2 ^b	4.2±0.3 ^a 5.6±0.3 ^a 2.0±0.2 ^a 4.5±0.3 ^a	—
COS	416	35	79.9±1.9	36.4±1.6 ^a	3.7±0.2 ^a 5.5±0.2 ^a 1.3±0.2 ^b 3.3±0.2 ^b	—

* Número total de organismos medidas.

¹ Error estándar.

² Índice de condición IC= $\frac{\text{Vol. de la carne}}{\text{Vol. de la cavidad}}$ × 100

³ Espesor promedio de las valvas.

⁴ Valva inferior.

⁵ Valva superior.

⁶ Número de cámaras promedio.

⁷ Canastas.

⁸ Costales.

⁹ Valores promedio con el mismo subíndice indican que no hay diferencias significativas para P=0.05.

CUADRO 3. VALORES PROMEDIO DE PESO Y CARACTERISTICAS DEL MUSCULO ADUCTOR PARA CUATRO OSTIONES (*Crassostrea gigas* T.), ALMACENADOS A $19 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Origen	Hora	Peso (gr.)			Longitud (mm.)		
		Total	Líquido	Carne	Músculo aductor	Músculo liso	Ostiones abiertos
CAN ¹	0	39.3	2.4	4.3	10.3	3.6	—
COS ²	0	119.6	4.5	14.8	15.6	5.6	—
CAN	24	73.1	4.0	9.0	12.4	3.3	—
COS	24	132.0	6.5	17.2	15.0	5.8	—
CAN	48	66.6	4.2	8.4	10.4	3.0	—
COS	48	135.1	6.2	17.9	12.9	4.9	—
CAN	72	45.1	2.7	4.7	9.4	2.8	—
COS	72	103.9	4.7	11.8	13.1	4.7	—
CAN	96	57.5	2.8	7.4	10.4	4.4	—
COS	96	86.0	4.9	8.7	11.6	3.3	—
CAN	120	48.9	2.0	4.8	8.5	1.8	5
COS	120	91.2	3.0	8.3	12.0	4.5	1
CAN	144	26.4	0.0	3.2	7.7	2.3	3
COS	144	73.7	0.0	8.5	10.4	3.5	4
CAN	168	—	—	—	—	—	8
COS	168	—	—	—	—	—	4
CAN	192	—	—	—	—	—	19
COS	192	—	—	—	—	—	9

¹ Canastas² Costales

CUADRO 4. INDICES PROMEDIO DE DUREZA (ID), HUMEDAD (IH), RENDIMIENTO (IR) Y
TAMAÑO RELATIVO DEL MUSCULO LISO (IMN) PARA CUATRO OSTIONES
(*Crassostrea gigas* T.) CADA 24 HORAS, ALMACENADOS A $19 \pm 2^\circ\text{C}$.

Origen	Hora	ID ¹	IH ² (%)	IR ³ (%)	IMN ⁴ (%)
CAN ⁵	0	3FID	6.7	10.6	32.7
COS ⁶	0	4D	3.7	12.5	38.1
CAN	24	4F	5.5	12.5	27.5
COS	24	4D	5.0	12.6	40.5
CAN	48	4F	6.3	12.6	28.2
COS	48	4D	4.3	13.2	38.2
CAN	72	4F	5.8	14.0	30.2
COS	72	4D	4.8	11.5	36.1
CAN	96	4F	3.1	13.5	32.9
COS	96	4D	5.4	10.0	37.5
CAN	120	4F	3.6	10.2	21.0
COS	120	4D	3.3	9.1	37.1
CAN	144	4F	0.0	11.9	—
COS	144	2F2D	0.0	11.1	—

¹ ID : F-frágil ;D-duro.

² IH= $\frac{\text{Peso del líquido}}{\text{Peso total}} \times 100$

³ IR= $\frac{\text{Peso de a carne}}{\text{Peso total}} \times 100$

⁴ IMN= $\frac{\text{Longitud del músculo liso}}{\text{Diámetro del músculo aductor}} \times 100$

⁵ Canastas.

⁶ Costales.

LITERATURA CITADA

- Baird, R.H. 1958. Measurements of condition in mussels and oysters. *Journal Du Conseil*, 23(2): 249-257.
- Barnes, R.D. 1977. Zoología de los invertebrados. Interamericana, 3a. Ed. México, pp. 382-383.
- Dáceres-Martínez, C., D.H. Ramírez-Filippini y J. Chávez-Villalba. 1986. Cultivo de ostión *Crassostrea gigas* en costales y estantes en la zona de entremareas. Primer Congreso Nacional de Acuacultura, AMAC. Oct. México, D.F. 17 p.
- Dáceres-Martínez, C. y J.C. Pérez-Concha. 1986. La ostricultura en Baja California: Un proyecto alternativo de inversión. Primer Simposio Nacional de Acuacultura. Dic., Pachuca, Hgo., México, 66 p.
- Dáceres-Martínez C. y S. García-Bustamante. 1987. Cultivo piloto de ostión *Crassostrea gigas* T. en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía Magdalena, B.C.S. Influencia de la densidad sobre el crecimiento. VII Congreso Nacional de Oceanografía. Jul., Ensenada, B.C., México, 10 p.
- Dollfus, R.PH. 1922. Resumé de nos principales connaissances pratiques sur les ennemis de l'huître. *Notes et Mem. off Pêches Marit.* No. 7, 58 p.
- Heral, M. 1986. L'ostreiculture française traditionnelle. 345-390 pp. en: Barnabé G., Aquaculture Vol. I, Lavoisier, París.
- Korringa, P. 1951. The shell of *Ostrea edulis* as an habitat. *Arch. neerl. Zool.*, 10:32-136.
- Marteil, L. 1979. La conchyliculture française, 2ème et 3ème partie. *Rev. Travaux Inst. Pêches Marit.*, 40(2): 125-320 y 43(1): 5-130.
- Quayle, D.B. 1969. Pacific oyster culture in British Columbia. Fish Res. Bd. Canada. Bull. 169.
- Siegel, S. 1972. Estadística no paramétrica. Trillas, México, pp. 346.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J., 1969. Biometry. Freeman, San Francisco, pp. 776.

CULTIVO PILOTO DE OSTION *Crassostrea gigas* (T.) EN COSTALES SOBRE ESTANTES
EN LA ZONA INTERMAREAL EN LA BAHIA MAGDALENA, B.C.S., INFLUENCIA
DE LA DENSIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO

Carlos Cáceres Martínez*
Sergio García Bustamante*

RESUMEN

Un total de 6,000 ostrillas de *Crassostrea gigas* (T.) fueron sembradas en costales sobre estantes en la zona intermareal de la Bahía Magdalena, B.C.S.

La influencia de la densidad de organismos por unidad de cultivo fue investigada. Un cultivo comercial en canastas ostrícolas sirvió de testigo para comparar los resultados de crecimiento, rendimiento y resistencia.

El índice de rendimiento y los de resistencia fueron favorables en los ostiones cultivados en costales en comparación con el testigo que mostró una longitud final superior en 13 por ciento.

Las densidades probadas en el experimento no afectan el crecimiento de los ostiones en este sistema de cultivo.

ABSTRACT

A total of 6,000 oyster seeds of *Crassostrea gigas* (T.) were cultivated in plastic bags over iron tables in the intertidal zone at Bahia Magdalena, B.C.S.

The influence of density of organisms per culture unit was investigated.

A commercial culture in plastic baskets was used as a witness, in order to make a comparison between the results of growth, yield index and resistance index.

The yield index and resistance index were better for the oysters cultivated in plastic bags in comparison with the witness, that showed a final length larger in 13 per cent.

The tested densities in the experiment do not affect the oyster growth using this culture technique.

* Universidad Autónoma de Baja California Sur, Ciencias del Mar, La Paz, B.C.S.

INTRODUCCION

La diversificación tecnológica en la ostricultura es una necesidad urgente dadas las condiciones económicas y financieras prevalecientes a nivel nacional. Los proyectos comerciales en operación y en estudio tienen, por obligación, que ser altamente rentables.

Recientemente fue descrita la técnica de cultivo en costales sobre estantes en la zona intermareal (Cáceres Martínez *et al.*, 1986), lo que permitió su evaluación técnica y económica a través de un proyecto "tipo"; los resultados obtenidos fueron comparados con los resultantes de la aplicación de la técnica más difundida (canastas ostrícolas) mostrando ventajas operativas y sobre todo una mayor rentabilidad (Cáceres Martínez y Pérez Concha, 1986).

Estudios tendentes a la optimización de esta técnica son necesarios para evaluar el efecto de la densidad de organismos por unidad de cultivo sobre el crecimiento. El uso de costales en la ostricultura europea indica algunas cifras que han servido de base para los estudios anteriores (Marteil, 1979); sin embargo, es necesario definir el número de organismos por costal durante el cultivo, ya que este factor afecta tanto las variables biológicas (crecimiento) como las operacionales (mantenimiento).

En este trabajo presentamos los resultados de crecimiento del ostión *Crassostrea gigas* (T.) bajo diferentes densidades en costales sobre estantes en la zona intermareal en una escala a nivel piloto.

MATERIAL Y METODOS

De una siembra comercial de *Crassostrea gigas* (T.) en canastas ostrícolas fueron separadas 6,000 ostríllas de 21.7 ± 0.6 mm. de longitud para su engorda en costales sobre estantes según la técnica descrita por Cáceres Martínez *et al.* (1986) y colocadas en la zona intermareal del estero "La Herradura" en la Bahía Magdalena, B.C.S. (Fig. 1).

Las semillas fueron colocadas en costales de engorda (8 mm. de luz de malla) bajo tres diferentes densidades como sigue:

Grupo A. 1,000 piezas en dos costales con 500 organismos cada uno.

Grupo B. 2,000 piezas en dos costales con 1,000 organismos cada uno.

Grupo C. 3,000 piezas en dos costales con 1,500 organismos cada uno.

La evolución de su longitud total y de aquellos del cultivo comercial, fue registrada mensualmente, con una precisión de 0.01 mm., en un muestreo aleatorio de $n = 150$ individuos. Un censo mensual de los organismos sirvió de base para estimar la mortalidad total.

Después de 83 días de engorda, cada grupo fue transferido a costales de cultivo (16 mm. de luz de malla) como sigue: el grupo A se colocó en tres costales con 200 organismos por unidad, el grupo B en cuatro costales con 250 piezas y el grupo C en seis costales con 300 individuos cada uno. El resto de los ostiones fue cultivado en costales a razón de 250 piezas por unidad y su crecimiento no fue seguido por razones de operación.

Al cabo de 253 días de crecimiento se tomó una muestra de 30 organismos (10 de 60-70 mm.; 10 de 70-80 mm.; 10 de 80-90 mm.) por grupo y del cultivo comercial, sobre los cuales se determinó el peso total, peso de la carne e índice de condición de Baird (1958):

$$IC = \frac{\text{Volumen de la carne}}{\text{Volumen de la cavidad}} \times 100$$

Sus valvas fueron cortadas longitudinalmente con una sierra de disco de diamante Hillquist y medidos el espesor anterior, central y posterior para estimar su promedio. Asimismo, se registró el número de cámaras presentes en las valvas superior e inferior.

Al final del experimento, una muestra adicional de 28 organismos del grupo B y del cultivo comercial fue tomada para medir el diámetro total del músculo aductor en un corte transversal y la longitud sobre el diámetro de las partes lisa y estriada del mismo. Estimando la proporción de esta parte sobre el total del diámetro, se obtuvo el índice del músculo nacarado (IMN).

Los resultados de longitud obtenidos en los tres grupos y en el cultivo comercial fueron comparados con un análisis de varianza para $P = 0.05$. Los valores fueron jerarquizados usando la prueba de comparación múltiple de Student-Newman-Keules (Sokal y Rohlf, 1969).

Los índices de condición fueron comparados con una prueba de Kruskal-Wallis a $P = 0.05$ primero entre los tres grupos y los cultivados en canastas; y posteriormente sólo entre los grupos A, B y C. Los valores de IMN fueron comparados usando una prueba "U" de Mann Whitney a $P = 0.05$ (Siegel, 1972).

RESULTADOS

La figura 2 muestra los valores promedio de longitud mensual para los ostiones de los grupos A, B y C y los del cultivo comercial. Un valor superior para los ostiones cultivados en suspensión fue constatado con el análisis estadístico, mientras que entre los grupos no se encontraron diferencias, como lo muestra el cuadro 1.

Los valores de mortalidad registrados fueron divididos en dos grupos, el primero correspondiente al período de engorda (83 días) que fue del 18 por ciento para el Grupo A, 16.1 por ciento para B y 9.3 por ciento para C; el segundo grupo, para el período de cultivo (170 días) que fue del 11.8 por ciento para el Grupo A, 4.5 por ciento para B y 4.4 por ciento para C. En el cultivo comercial no fue posible realizar el censo; sin embargo, en función de la cosecha se estimó en 35 por ciento de mortalidad global.

En el cuadro 2 se resumen los valores promedio de peso, índice de condición, características de las valvas y los resultados de las pruebas de comparación. En todos los casos, las características de los ostiones de los grupos A, B y C no fueron diferentes significativamente. Los valores de IC de estos ostiones fueron superiores a los obtenidos en los ostiones del cultivo en canastas. Ausencia de cámaras fue constatada en los grupos A, B y C, mientras que en los ostiones del cultivo comercial fueron registrados en la valva superior un promedio de tres cámaras y un espesor superior al observado en los tres grupos de los costales.

Los resultados de la comparación de IMN entre ostiones cultivados en costales (Grupo B) y canastas, indica un valor superior para los provenientes de costales (Cuadro 3).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que el crecimiento del ostión en costales sobre estantes en la zona intermareal no es afectado por las den-

sidades usadas en este experimento. En este caso, es recomendable para una operación comercial adoptar el esquema correspondiente al grupo B, 1,000 piezas por costal de engorda y 250 piezas por costal de cultivo, ya que una densidad superior incrementa el peso considerablemente, dificultando la operación de mantenimiento y una densidad inferior desaprovecha el arte de cultivo.

La diferencia superior del 13 por ciento en la longitud total alcanzada por los ostiones cultivados en suspensión, en comparación con aquellos engordados en costales, es el resultado de un período de alimentación sin interrupciones, esta condición ha sido señalada por diversos autores (Lucas, 1976; Marteil, 1979; Heral, 1986).

El rendimiento se manifiesta con las interpretaciones de los IC obtenidos que favorecen en 10 por ciento a los ostiones producidos en la zona intermareal. En las actividades comerciales esto es determinante para caracterizar al producto, lo que ofrece ventajas de calidad para los ostiones provenientes de los costales. Este resultado coincide con los reportados en trabajos anteriores (Cáceres Martínez *et al.*, 1986; Ramírez Filippini *et al.*, 1987).

La mortalidad en los costales, en términos globales para el primer período, es inferior al 15 por ciento y durante el segundo período al 7 por ciento. Esta condición presenta ventajas en comparación con el cultivo en canastas en el que generalmente la mortalidad varía entre el 30 y 40 por ciento (S.C.P.P.E. Ley Federal de Aguas No. 5).

La incidencia de fijaciones de ascidias, tunados y esponjas, común en los ostiones cultivados en suspensión, no apareció en los ostiones cultivados en costales. La presencia de balanos fue común a los cultivos, no obstante, un aspecto limpio siempre prevaleció en los ostiones de los costales. La acción del sol y el movimiento de mareas son los responsables de lo anterior, lo que significa un ahorro considerable de mano de obra al evitar el trabajo de limpieza. Por otra parte, las unidades de engorda (costales) no sufren obstrucciones por las fijaciones como es el caso común de las canastas.

Las características de las valvas, en particular la ausencia de cámaras en los ostiones de los

grupos A, B y C es una evidencia de un proceso de calcificación normal. Los ostiones cultivados en canastas presentan cámaras en su valva superior, indicando una anomalía en la formación de la concha como lo indica Marteil (1979).

La resistencia del ostión al manejo durante el proceso de comercialización sí se ve disminuida por la presencia de cámaras (Ramírez Filippini *et al.*, 1987), colocando en desventaja al ostión cultivado en suspensión.

Los valores de IMN son superiores en los ostiones cultivados en costales en comparación con los observados en los organismos provenientes de las canastas. Esta condición favorece la resistencia de los ostiones de los costales a

permanecer cerrados fuera del agua (Ramírez Filippini *et al.*, 1987).

Los ostiones cultivados en costales sobre estantes presentaron características que aumentan su calidad (limpieza y rendimiento) y resistencia al manejo (ausencia de cámaras e IMN superior) en comparación con los que se cultivaron en suspensión, significando ventajas para el proceso de comercialización en operación a nivel comercial.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la S.C.P.P.E. "Ley Federal de Aguas No. 5" que proporcionó los organismos y financió parte de este proyecto a través de un programa de asistencia (U.A.B.C.S.-Cooperativa).

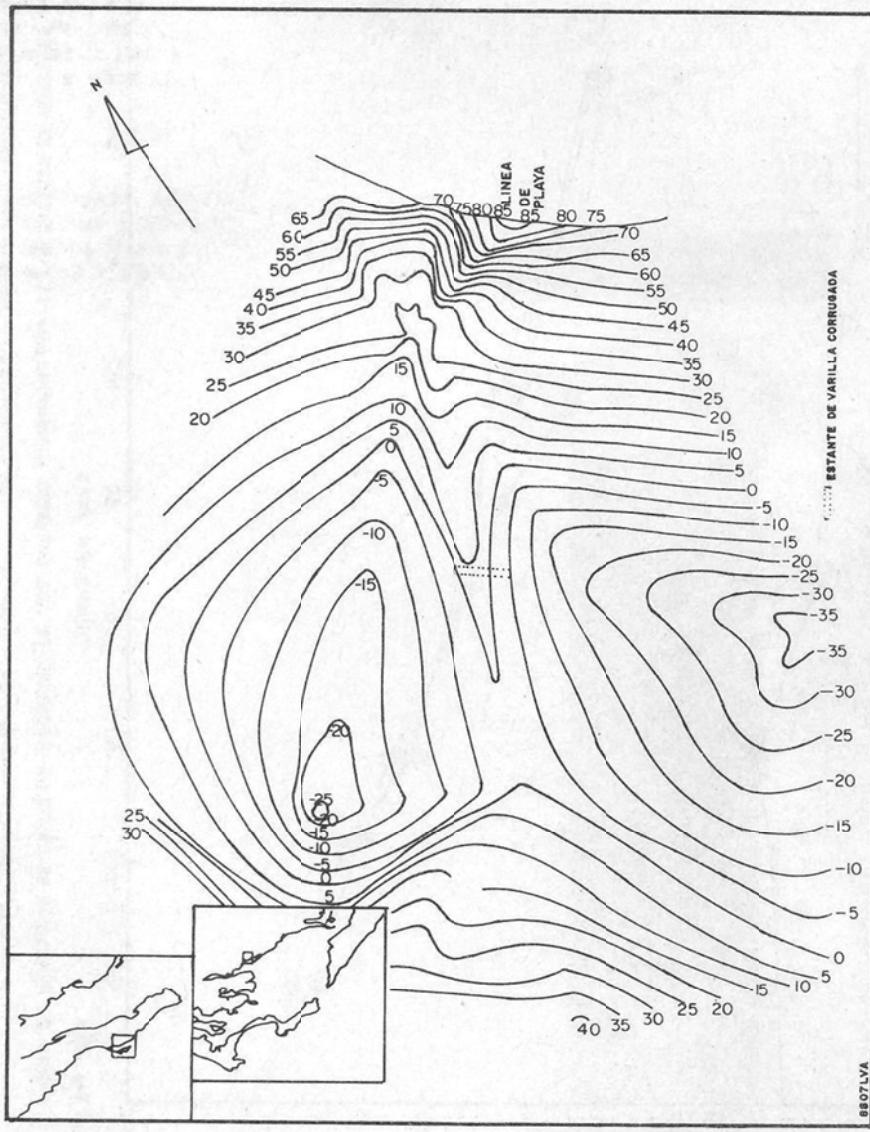
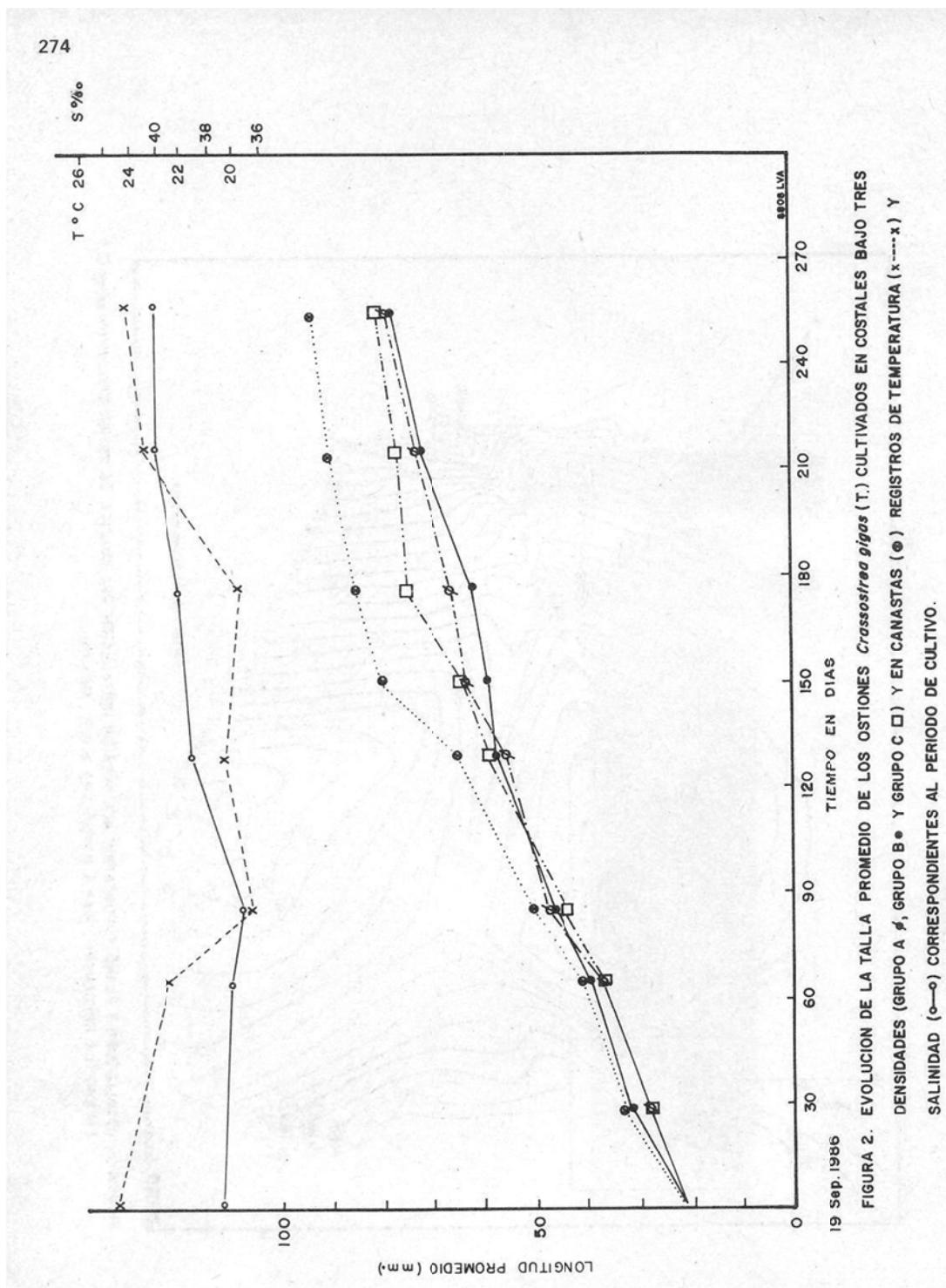


FIGURA I.- LOCALIZACION Y PLANO TOPOGRAFICO DEL AREA DE INSTALACION DEL CULTIVO DE OSTION *Grossostrea gigas* (T.)
ESTERO "LA HERRADURA," BAHIA MAGDALENA B.C.S., MEXICO



CUADRO 1. VALORES PROMEDIO DE LONGITUD PARA LOS OSTIONES CULTIVADOS BAJO TRES DIFERENTES DENSIDADES EN CANASTAS Y LOS CULTIVADOS EN CANASTAS OSTRICOLAS

Días	Canastas			Costales			Grupo C L + ES	
	n ¹	Longitud (mm.)		n	Longitud (mm.)			
		L	+ ES ²		L + ES	Longitud (mm.)		
0	105	21.7±0.6		105	21.7±0.6	105	21.7±0.6	
28	100	31.5±0.7		148	29.3±0.5	153	30.1±0.5	
63	156	39.8±0.7	a ³	150	37.8±0.9	150	38.0±0.7	
83	150	49.9±0.7		151	46.9±0.6 ^a	181	46.3±0.6 ^a	
126	150	65.0±0.9		150	56.0±0.6	200	61.8±0.6	
147	150	80.3±0.9		150	63.0±0.4	150	62.5±0.9	
182	150	85.5±0.7		150	66.2±0.7	150	67.0±0.6	
217	150	90.4±0.9		150	73.7±0.7	150	77.4±0.6	
253	153	93.4±1.0 ^a		152	79.8±0.9 ^b	156	78.4±0.9 ^b	
							80.3±0.9 ^b	

¹ Número total de organismos medidas.

² Error estándar.

³ Valores promedio con el mismo subíndice indican que no hay diferencias significativas para P = 0.05.

CUADRO 2. VALORES PROMEDIO DE PESO TOTAL, PESO DE LA CARNE, INDICE DE CONDICION, ESPESOR DE LAS VALVAS Y NUMERO DE CAMARAS DE LOS GRUPOS A, B Y C CULTIVADOS EN COSTALES Y DEL CULTIVO COMERCIAL

Cultivo	Peso total (gr) $\bar{P} \pm ES^1$	Peso seco de la carne (gr) $\bar{PS} \pm ES$	IC ²	Valvas		
				VI ³	Espesor (mm) VS ⁴	No. de cámaras VS VI
A	83.54±3.8	14.66±0.64	44.06±2.02 ⁵	3.29±0.15 ^a	3.30±0.14 ^b	0 0
B	80.16±2.96	11.94±0.49	42.31±1.98 ^a	3.30±0.18 ^a	3.34±0.15 ^b	0 0
C	83.72±2.72	13.59±0.67	43.33±2.19 ^a	3.48±0.16 ^a	3.39±0.15 ^b	0 0
Canastas	80.06±3.63	10.67±0.58	32.15±1.16 ^b	3.43±0.36 ^a	4.28±0.20 ^a	0 3

¹ Error estándar.

² Índice de Condición IC = $\frac{\text{Vol. de la carne}}{\text{Vol. de la Cavidad}} \times 100$.

³ Valva inferior.

⁴ Valva superior.

⁵ Valores promedio con el mismo subíndice indican que no hay diferencias significativas para $P = 0.05$.

CUADRO 3. RESULTADOS DE LA COMPARACION DEL TAMAÑO RELATIVO DE LA PARTE NACARADA DEL MUSCULO ADUCTOR IMN ENTRE OSTIONES (*Crassostrea gigas* T.) CULTIVADOS EN COSTALES (GRUPO B) Y CANASTAS

Origen	Long. Tot. (mm.) $\bar{L} \pm ES^1$	Peso (g.) $\bar{P} \pm ES$	Longitud (mm.) ² MA $\pm ES$	³ ML $\pm ES$	IMN $\pm ES$
Costales	89.5 \pm 1.7	83.4 \pm 3.6	12.1 \pm 0.3	4.0 \pm 0.2	33.2 \pm 0.2 ^a ⁴
Canastas	89.8 \pm 1.5	82.3 \pm 3.4	12.5 \pm 0.3	3.2 \pm 0.2	25.2 \pm 0.2 ^b

¹ Error estándar.

² Músculo aductor.

³ Parte nacarada (músculo liso).

⁴ Valores promedio con el mismo subíndice indican que no hay diferencias significativas para P = 0.05.

LITERATURA CITADA

- Baird, R.H. 1958. Measurements of condition in Mussels and Oysters. Journal du Conseil, 23(2): 249-257.
- Cáceres-Martínez, C., D.H. Ramírez-Filippini y J. Chávez-Villalba. 1986. Cultivo de ostión *Crassostrea gigas* en costales y estantes en la zona de entremareas. Primer Congreso Nacional de Acuicultura, AMAC. Octubre de 1986, México D.F. 17 p.
- Cáceres-Martínez, C. y J.C. Pérez-Concha. 1986. La ostricultura en Baja California: un proyecto alternativo de inversión. Primer Simposio Nacional de Acuacultura. Diciembre de 1986, Pachuca Hgo. México. 66 p.
- Heral, M. 1986. L'ostreiculture française traditionnelle. 345-390 p. en: Barnabé G. Aquaculture Vol. 1, Lavoisier, Paris.
- Lucas, A. 1976. La culture de mollusques ou conchyliculture. 229-244 p. en: Bouguis P. Océanographie Biologique Appliquée. Masson, Paris.
- Marteil, L. 1979. La conchyliculture française 2ème partie. Rev. Trav. Inst. Pêches Maritimes. 40(2): 125-320.
- Ramírez-Filippini, D.H., J. Chávez-Villalba y C. Cáceres-Martínez. 1987. Cultivo de ostión en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía de La Paz B.C.S.: Estudio comparativo de crecimiento y resistencia, con el cultivo en suspensión. VII Congreso Nacional de Oceanografía. Julio de 1987. Ensenaca, B.C. México. 12 p.
- Siegel, S. 1972. Estadística no paramétrica. Trillas, México. 346 p.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1969. Biometry. Freeman, San Francisco, 776 p.

ANALISIS DE LA TEMPORADA DE PESCA 1985-1986 DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus* (RANDALL, 1840) EN EL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Gerónimo Espinoza Castro*
José Gpe. González Avilés**
Fernando López Salas**
Bernardo Gómez Ayala*
Ramón Ayala Murillo*

RESUMEN

La captura total durante la temporada 1985-1986 de langosta roja fue de 732,392 kg. obtenidos por un número promedio de 291 equipos langosteros. La Cooperativa La Purísima alcanzó la mayor producción con 147,386 kg. y la Rafael Ortega Cruz obtuvo la mínima con 5,544 kg.; sólo hubo dos cooperativas que incrementaron su captura: La Purísima y Leyes de Reforma. En otras cooperativas se mantuvo más o menos semejante a la temporada anterior (1984-1985), siendo el caso de las cooperativas Bahía Tortugas, Emancipación, California de San Ignacio y la Progreso, situadas todas ellas al sur de la zona estudiada.

Existe un aumento de las capturas en enero, probablemente debido al reclutamiento de langostas hembras a la pesquería. Esto último coincide con el comportamiento reproductivo.

ABSTRACT

Total red lobster catches produced by fishing cooperatives in Baja California, Mexico during the 1985-1986 fishing season was 732,392 kg., 291 fishing gears, were used. La Purísima cooperative obtained the maximum catch, 147,386 kg. while the Rafael Ortega Cruz cooperative obtained the minimum, 5,544 kg.; there were only two cooperatives which increased their catch with respect to the previous fishing season, namely La Purísima and Leyes de Reforma. The rest, those located in the southern part of the zone under study. Catches were approximately the same as in the last fishing season (1984-1985).

There was an increase in the January catch, most probably due to a female recruitment into the stock. This agrees with the lobster reproductive behavior observed.

* Estación de Investigación Pesquera Bahía Tortugas, B.C.S. Instituto Nacional de la Pesca.
** Centro Regional de Investigación Pesquera, Ensenada, B.C. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

La pesquería de la langosta roja tiene una gran importancia socioeconómica en México y en la región puesto que se le considera como uno de los pilares de la industria de exportación por su alto valor comercial, aunado al hecho de que al inicio de su explotación dio origen al establecimiento de poblados pesqueros a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California, siendo además un ejemplo de cómo una pesca artesanal puede desarrollarse sin una gran inversión, generando empleos y divisas. Por esta razón es la especie de mayor importancia económica en relación a las otras especies mexicanas. Por su gran calidad es un recurso cuya aceptación en el mercado internacional tiene una buena demanda en relación con otras.

No obstante la importancia socioeconómica de esta pesquería, los recursos encaminados a la adecuada regulación e investigación pesquera son escasos.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo es resultado de la recopilación de datos biológicos y de producción que se generan en la pesquería de langosta roja en la costa noroccidental de Baja California, desde Islas Coronado, B.C. hasta Punta Abreojos, B.C.S. (Fig. 1). Algunos de ellos son captados por los trabajadores del Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada y de la Estación de Investigación Pesquera de Bahía Tortugas, B.C.S.; los datos de captura y esfuerzo fueron proporcionados por las diferentes sociedades cooperativas de la zona y por su federación.

A los muestreos de la captura comercial se les aplicó los factores de ampliación descritos por Gulland en 1971. Para determinar el esfuerzo pesquero se utilizó el número de equipos que laboraron por mes.

RESULTADOS

Captura total y esfuerzo

Durante la temporada 1985-1986, en esta zona se capturó un total de 732.39 toneladas métricas de este decápodo (Fig. 2), con 291 embarcaciones o equipos langosteros (Tabla 1).

Comparando la captura registrada en la misma región en la temporada anterior (Tabla 2) (tomado de Espinoza *et al.*, 1986) con la actual, hubo un decremento de 87.06 toneladas, a pesar de que el esfuerzo de pesca se mantuvo más o menos constante con 288 equipos en 1984-1985 y 291 en 1985-1986.

La captura total se presenta en la tabla 3 y en la figura 2, sin incluir las cooperativas: Ensenada, Rafael Ortega Cruz, Buzos y Pescadores y Pescadores de la Baja California.

El comportamiento de la captura fue siguiendo un orden decreciente, tal como se contempla en las temporadas anteriores (Ayala *et al.*, 1976; (Pineda y Díaz de León, 1975), es decir, durante el inicio de la temporada. En el mes de octubre se capturó el mayor volumen siendo éste de 237.4 toneladas, en noviembre se capturaron 135 ton.; posteriormente en diciembre se obtuvieron 109.9 toneladas; en enero se incrementó ligeramente la captura con 115.6 ton. descendiendo nuevamente en los dos meses siguientes con 63.4 y 37.7 ton., respectivamente (Tabla 3).

El esfuerzo de pesca siguió en algunos casos la tendencia de la curva de captura.

Captura total por cooperativa

En las últimas temporadas las sociedades cooperativas de la parte central de la zona han ocupado los primeros lugares en producción (La Purísima, Pescadores Nacionales de Abulón, Bahía Tortugas y Emancipación). En la tabla 1 se presenta la captura total por cooperativa.

Hubo cooperativas cuyos incrementos no superaron las cuatro toneladas, siendo éstas: California de San Ignacio y Progreso, con 3.6 y 0.6 toneladas, respectivamente. En cambio se presentaron descensos considerables en la producción en las cooperativas: Pescadores Nacionales de Abulón, Ensenada, Punta Abreojos, Buzos y Pescadores de Abulón, Abuloneros y Langosteros de Baja California y Rafael Ortega Cruz de 40.9, 38.1, 31.5, 24.37, 8.3 y 2.1, respectivamente.

Composición de la captura

Los datos de la composición de la captura corresponden a cinco sociedades cooperativas que

operan en la parte central de la Península de Baja California, las cuales procesan su producción en la Planta Cocedora de Langosta de Bahía Tortugas, B.C.

Como se muestra en la figura 3, la captura estuvo compuesta por organismos de 80 a 130 mm. decefalotórax. La talla promedio observada fue de 87.06 mm. decefalotórax para las langostas hembras y de 87.14 para machos. El 2.7 por ciento de las hembras y el 1.7 por ciento de los machos se encontraron por debajo de la talla mínima legal.

En la tabla 4 se presenta la proporción de sexos por mes para cada una de las cooperativas muestreadas. Se observa que de octubre a diciembre los machos son ligeramente más abundantes que las hembras y de enero a marzo la proporción se invierte, esto mismo se observa en la figura 4.

En la tabla 5 se muestra el porcentaje de langostas hembras que aparecen con espermatóforo (parche) durante la temporada, donde se puede observar que éstas surgen en el último trimestre y en octubre hay un número muy bajo de éstas.

En la figura 5 se observan dos picos en las tallas promedio, en noviembre y febrero para los machos y en octubre y marzo para las langostas hembras. Generalmente las dos curvas se comportan de un modo similar excepto en marzo donde encontramos la talla más grande para las hembras y la talla más chica para los machos.

DISCUSIÓN

El comportamiento de la curva total por mes presenta una tendencia similar al de temporadas anteriores, no obstante que faltó recabar la información estadística de producción de tres cooperativas del estado de Baja California, así como también de las sociedades cooperativas situadas al sur de Punta Abreojos. Tal como lo mencionan Pineda y Díaz de León (1976), existe un ligero incremento en el mes de enero (Fig. 2), debido a que mejoran las condiciones climatológicas y, por consiguiente, la captura se in-

crementa con respecto al mes anterior, aunque al parecer también está fuertemente influenciado con el ciclo reproductivo, ya que es precisamente en este mes cuando empiezan a presentarse las hembras parchadas (Tabla 5).

En general, la curva de captura tiende a descender, lo cual es normal si consideramos que las capturas están compuestas básicamente de organismos jóvenes recién reclutados al stock pescable, por lo que a medida que avanza la temporada de pesca este stock disminuye.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La producción de la temporada 1985-1986, presentó un decremento de 87.06 toneladas con respecto a la temporada 1984-1985.
2. Se encontró que la talla promedio de captura de machos es mayor que la de hembras.
3. Existe un aumento en las capturas en enero, probablemente muy influenciado por el reclutamiento de hembras a la pesquería, esto último coincide con el comportamiento reproductivo.
4. Es necesario evitar la fuga del recurso, ya que existen algunas zonas donde la pesca se realiza todo el año sin respetar la talla mínima legal y el período de veda.
5. Se recomienda asegurar que el monitoreo sea más sistemático sobre este recurso en toda el área de distribución.
6. Se sugiere implantar una bitácora en los equipos langosteros para el registro del esfuerzo de pesca (equipos, trampas).
7. Se requiere que las cooperativas entreguen mensualmente sus registros estadísticos de captura al grupo técnico del Proyecto Abulón-Langosta del I.N.P., ya que en el presente trabajo no se incluye el total de las cooperativas.

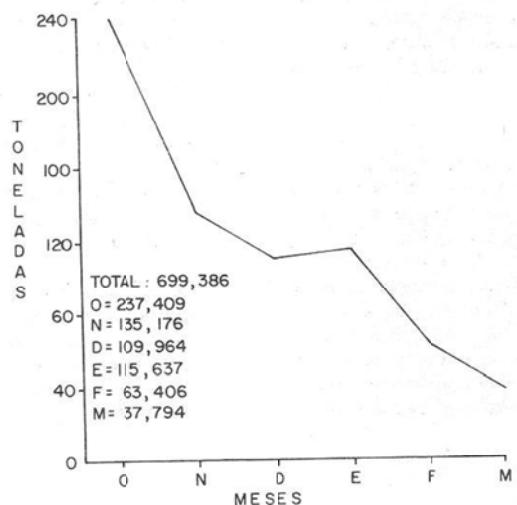


FIG. 2 CAPTURA MENSUAL DE LANGOSTA ROJA, EN LA PARTE NOROCCIDENTAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA DURANTE LA TEMPORADA DE PESCA 1985-1986.

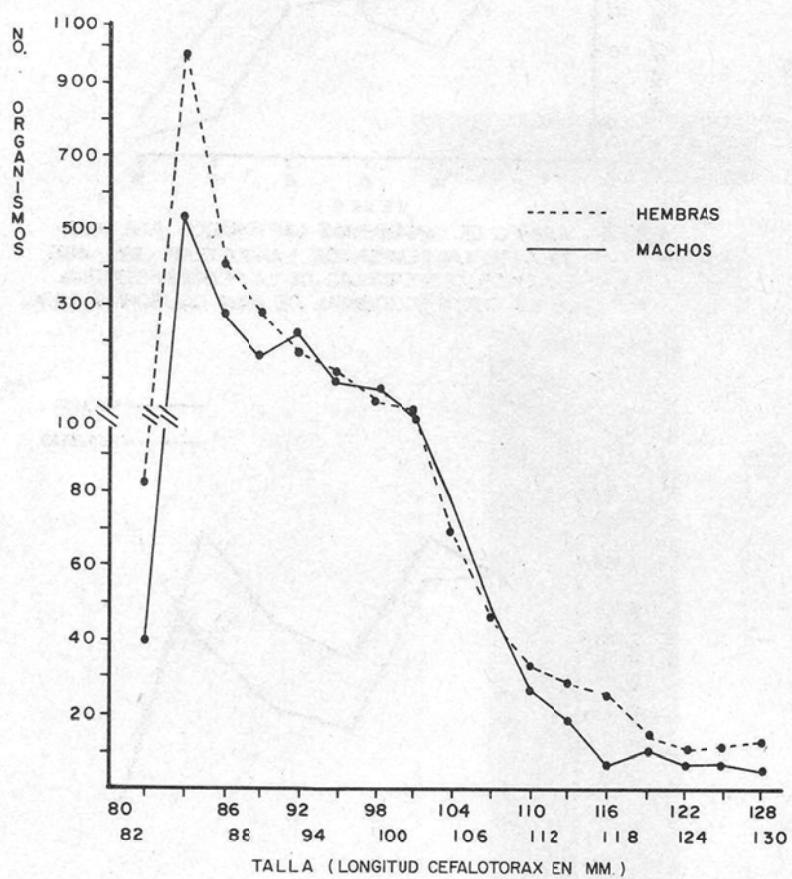


FIG. 3 FRECUENCIA DE TALLAS APARECIDAS EN EL MUESTREO COMERCIAL PARA CINCO SOCS. COOPS. DE LA PORCIÓN CENTRAL DE LA ZONA DE LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO (INTERVALOS DE 3 MM.).

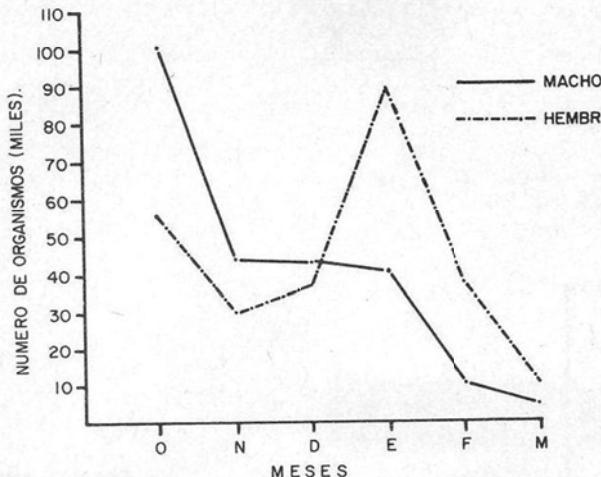


FIG. 4 NUMERO DE ORGANISMOS CAPTURADOS POR MES, DURANTE LA TEMPORADA LANGOSTERA 1985-1986, EN CINCO COOPERATIVAS DE LA PORCIÓN CENTRAL DE LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MEX.

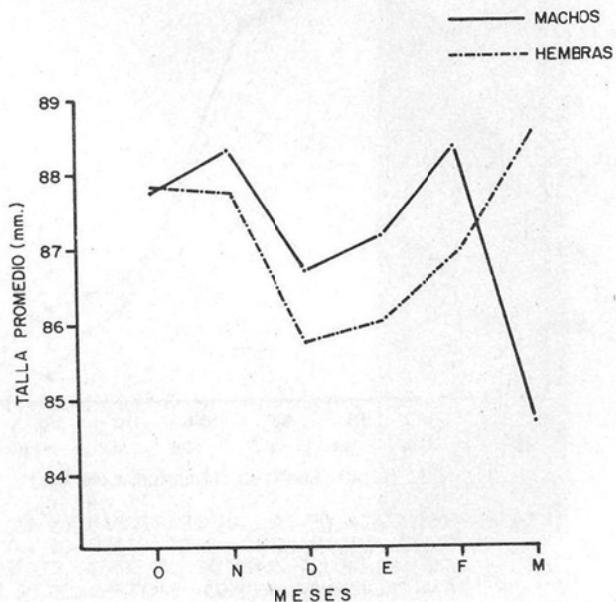


FIG. 5 VARIACION DE LA TALLA PROMEDIO DURANTE LA TEMPORADA LANGOSTERA 1985-1986.

TABLA 1. CAPTURA TOTAL Y PORCENTAJE DE LA PRODUCCION POR COOPERATIVA DURANTE LA TEMPORADA 1985-1986

Cooperativa	Captura (kg.)	(%)
Ensenada	19,098	2.61
Rafael Ortega Cruz	5,544	0.76
Abuloneros y Langosteros de Baja California	8,364	1.14
Pescadores Nacionales de Abulón	86,201	11.77
Buzos y Pescadores de la B.C.	44,921	6.13
Purísima	147,386	20.12
Bahía Tortugas	71,156	9.72
Emancipación	86,596	11.82
California de San Ignacio	32,685	4.46
Leyes de Reforma	79,583	10.87
Progreso	74,477	10.17
Punta Abreojos	76,381	10.43
Total	732,392	100.

TABLA 2. PRODUCCION POR COOPERATIVA DURANTE LAS TEMPORADAS 1984-1985 Y 1985-1986

Cooperativas	1984-1985 (kg.)	1985-1986 (kg.)	Diferencia entre 1984-1985 y 1985-1986 (ton.)
Ensenada	57,198	19,098	- 38.1
Rafael Ortega Cruz	7,658	5,544	- 2.114
Abuloneros y Langosteros de Baja California	S/R*	8,364	- 8.364
Pescadores Nacionales de Abulón	127,155	86,201	- 40.954
Buzos y Pescadores de B.C.	69,312	44,921	- 24.391
Purísima	132,350	147,386	+ 15.036
Bahía Tortugas	79,764	71,156	- 8.608
Emancipación	90,869	86,596	- 4.273
California de San Ignacio	29,065	32,685	+ 3.620
Leyes de Reforma	44,306	79,583	+ 35.277
Progreso	73,823	74,477	+ 0.654
Punta Abreojos	107,956	76,381	- 31.575
Total:	819,457	732,392	- 87.065

* S/R = Sin registro estadístico de producción.

**TABLA 3. CAPTURA TOTAL MENSUAL Y
PORCENTAJE DE LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus*, DURANTE
LA TEMPORADA 1985-1986***

Mes	Captura (kg.)	(%)
Octubre	237,409	33.94
Noviembre	135,176	19.3
Diciembre	109,964	15.7
Enero	115,637	16.5
Febrero	63,406	9.06
Marzo	37,794	5.4
Total	699,386	99.9

* No se incluyen las cooperativas: Ensenada, Rafael Ortega Cruz, y Abuloneros y Langosteros.

TABLA 4. PROPORCIÓN MENSUAL DE SEXOS, POR COOPERATIVA, DURANTE LA TEMPORADA DE CAPTURA DE LANGOSTA ROJA 1985-1986. (MACHOS: HEMBRAS)

Sociedad Cooperativa	MES					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Purísima			1.0:2.0	1.0:3.8	1.0:3.6	1.0:5.3
Pescadores Nacionales de Abulón	1.0:1.3	1.2:1.0		1.0:1.8	1.0:2.8	
Emancipación	1.2:1.0	1.6:1.0	1.7:1.0	1.0:1.8	1.0:4.7	1.0:2.4
Bahía Tortugas	5.8:1.0	3.1:1.0	1.9:1.0	1.0:1.2	1.0:1.6	
Buzos y Pescadores	1.0:1.1			1.0:2.9	1.0:3.3	
Total:	1.3:1.0	1.8:1.0	1.8:1.0	1.0:2.3	1.0:3.2	1.0:3.3

TABLA 5. PORCENTAJE DE HEMBRAS DE LANGOSTA ROJA PARCHADAS DURANTE LA TEMPORADA DE CAPTURA 1985-1986, POR COOPERATIVA Y POR MES

Sociedad Cooperativa	MES					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Purísima	*	*	0.0	13.6	32.96	36.9
Pescadores Nacionales de Abulón	0.2	0.0	*	0.8	10.3	*
Emancipación	0.8	0.0	0.0	18.6	14.3	43.1
Bahía Tortugas	0.3	0.0	0.0	0.0	16.5	*
Buzos y Pescadores	0.4	*	*	3.0	18.42	*
Promedio	0.4	0.0	0.0	7.2	18.5	40.0

* = No se contó con información.

LITERATURA CITADA

- Ayala, M.Y., J. Pineda, B., A.J. Díaz de León C. 1976. Análisis comparativo de las temporadas 1972-1973 y 1971-1972 de langosta roja *Panulirus interruptus* registrados en Baja California Norte. Mem. 1er. Simp. Nal. Recs. Nac. Pes. de México. Vol. Esp. S.I.C.; Subsría. Pesca; Inst. Nac. Pesca. p. 75-101.
- Espinoza, C.G., F. López S., y J.G. González A. 1986. Informe de la temporada de pesca 1984-1985 de langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1840) en la costa occidental de la Península de Baja California. Contribuciones Biológicas y Tecnológicas Pesqueras. Doc. Téc. Inf. No. 3; Sría. Pesca. Inst. Nal. de la Pesca Centro de Inv. Pesq. Ensenada B.C. p. 94-110.
- Pineda, B.J. y A.J. Díaz de León C. 1976. Informe de la temporada de pesca 1973-1974 de langosta roja *Panulirus interruptus*. Composición de la captura y esfuerzo de pesca en el noroeste de Baja California. Mem. 1er. Simp. Nal. Recs. Mas. Pes. de México. Vol. Esp. SIC.; Subsría. Pesca. Ins. Nal. Pesca. p. 103-104.

EVALUACION BIOLOGICO-PESQUERA DEL RECURSO CAMARON *Penaeus californiensis*
(HOLMES) EN LA LAGUNA DE CUYUTLAN, COLIMA, MEXICO

Fernando Ascencio Borondón*
Carlos Solís Gil*
Luis Cobá Cetina*

RESUMEN

La Laguna de Cuyutlán es un cuerpo de agua prácticamente cerrado, con dos comunicaciones insuficientes con el medio marino, cuya influencia se obstaculiza debido a la poca profundidad y a una serie de obras de ingeniería que se han construido dentro de ella. De acuerdo a esos parámetros físicos, el camarón café presentó un crecimiento promedio diario (0.73 mm.) de 42 por ciento inferior al promedio general en el Pacífico Mexicano, siendo la otra especie que habita el embalse (*P. vannamei*) la que presenta una mejor tasa de crecimiento, con la limitante de que su población representa sólo el 9.54 por ciento del total de camarón. Respecto a la captura del recurso, ésta se encuentra en decadencia como resultado de los cambios en la calidad del agua y de las limitaciones en su circulación, por lo que se considera prioritario realizar obras de rehabilitación ecológicas.

ABSTRACT

The Cuyutlan Lagoon is an almost closed waterbody, insufficiently communicated by two artificial channels to the sea, whose influence is obstructed because of the low depth and also to several engineering works that have been done inside it. According to these physical parameters, the brown shrimp presented a daily mean growth of (0.73 mm.) 42 per cent less than the general mean for the whole Mexican Pacific. Between the other species that live in the lagoon the white shrimp (*P. vannamei*) has better growth rate with the limitant that its population represents only 9.54 per cent of the total shrimp population. In relation to the capture of the resource, its volume is decreasing as a result of the change in the water quality and the limited circulation. Accordingly to that, in the development of ecologic rehabilitation works must be considered.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Manzanillo, Col. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

La Laguna de Cuyutlán, desde el punto de vista físico y geomorfológico es muy compleja. Es un cuerpo de agua prácticamente cerrado, con dos comunicaciones insuficientes con el medio marino, cuya influencia se obstaculiza debido a la poca profundidad y a una serie de obras de ingeniería que se han construido sobre ella. Esta laguna como rasgo más sobresaliente presenta un avanzado estado de degradación, el cual se ha acelerado, principalmente, a la falta de comunicación con el medio marino y a las alteraciones geomorfológicas causadas por las obstrucciones sobre la misma.

El recurso camarón está concesionado por ley a las sociedades cooperativas de producción pesquera; y en esta laguna, son cuatro las cooperativas que actualmente lo explotan.

Sus inicios como pesquería comercial data de hace 40 años, siendo el camarón el principal recurso pesquero, desde el punto de vista socioeconómico, ya que da empleo directo e indirectamente a más de 600 personas.

La temporada de pesca abarca aproximadamente ocho meses, desde el mes de agosto hasta el mes de abril, siendo noviembre y diciembre los de las mejores capturas; esta pesquería se alterna con la captura de otras especies de escama en general y algunos crustáceos (jaibas).

Según muestreos realizados, en 1984 se determinó que el predominio del camarón café (*Penaeus californiensis*) es definitivo en un 80 por ciento sobre la otra especie que es el camarón blanco (*Penaeus vannamei*), aunque esta última tiene una mayor tasa de crecimiento, pero las características actuales, poco propicias para su desarrollo, en especial la alta salinidad, provocan una población muy reducida en comparación con el café que soporta concentraciones salinas más altas y tiene una mayor resistencia a estados adversos.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Cuyutlán se localiza en la planicie costera del estado de Colima, situada entre la Bahía de Manzanillo y Río Armería, separada del Océano Pacífico por un cordón litoral de anchura variable. Geográficamente se encuentra ubicada entre los 18° 57' y 19° 03' latitud nor-

te y 103° 58' y 104° 20' latitud oeste. Es un cuerpo de agua considerado de grandes dimensiones, pero muy somero, ocupa una superficie de 7,200 has. con un ancho promedio de 3 kms. y 35 kms. de longitud.

Se puede considerar dividida en tres áreas: una cercana al Puerto de Manzanillo, con un área de 5,000 has., en la cual se establece principalmente la influencia marina a través de un túnel artificial, que se localiza en el punto más cercano a la bahía de Manzanillo, y un canal de intercomunicación marítima en el sitio denominado Ventanas, el cual fue construido por la Comisión Federal de Electricidad para suministro de agua de una termoeléctrica; la segunda, de 1,100 has., comprende la parte central, separada de la primera mediante un bordo artificial con una compuerta, que se destina a la extracción de sal común en el tiempo de estiaje, y la tercera, que corresponde a la parte final de la laguna con una superficie de 1,100 has. y que ocasionalmente recibe aportes del Río Armería (Mena, 1979). (Ver plano).

MATERIAL Y METODOS

Para definir los parámetros físico-químicos y con base en las condiciones del embalse, se establecieron ocho estaciones de muestreo en la zona determinada para crecimiento de camarón, obteniéndose valores tanto de superficie como de fondo; para las muestras de agua de fondo se utilizó una botella tipo Van-Dorn horizontal y para las de superficie se obtuvieron directamente.

Con el propósito de determinar la temperatura se utilizó un termómetro de vidrio con graduaciones de un grado y rango de -30 a 50 °C.

La salinidad se obtuvo, utilizando un refractómetro "American Optical". Para el oxígeno disuelto las muestras de agua obtenidas se depositaron en botellas de vidrio de 300 ml., y para su precisión se utilizó el método de Winkler modificado con Azida de sodio.

En la determinación de los parámetros biológicos, se utilizaron 50 ejemplares tomados al azar en cada uno de los muestreos quincenales que se realizaron, totalizando 1,100 organismos, de los cuales se obtuvo: longitud total, con una regla graduada en mm.; peso, con una balanza

OHAUS con intervalo en gr.; especie y sexo cuya metodología a continuación se describe.

Conociendo que las dos especies existentes en la laguna son el café y el blanco, se utilizó para su diferenciación tanto la fórmula rostral como el surco en sus niveles gastrofrontal, medial y adrostal (Pérez, 1970), además de la coloración del organismo.

La determinación del sexo se hizo "in situ" por método visual mediante la apreciación en el primer par de pleópodos de la presencia o carencia de la estructura en que se ha modificado el endopodio de dichos apéndices que, en el caso de los machos recibe el nombre de petasma.

Para el crecimiento se utilizó el método de Gulland y Holt, descrito por Pauly (1983), el cual se basa en la utilización de datos sobre incrementos de longitud en intervalos de tiempo pequeños en relación a la longevidad de los organismos.

La estimación de la mortalidad total (Z) se calculó de acuerdo a la curva de captura (Pauly, 1984). Este método consiste en el muestreo de una población integrada por varias clases de edad, seguido del trazado de una gráfica que contenga: en el eje "Y" el valor del logaritmo natural de la frecuencia en la muestra y en el eje "X" la edad (t) correspondiente.

Considerando la importancia que reviste el conocer la disponibilidad en tiempo y espacio de nuestros recursos, se hizo un análisis enfocado a estimar el índice de rendimiento máximo que puede soportar la explotación del recurso camarón en la laguna, utilizando el modelo de Schaefer, ya que solamente utiliza serie de datos sobre captura y esfuerzo, puesto que la información con que cuenta, adolece de una estricta confiabilidad y aún no se manejan las variables biológicas que complementan el uso de modelos ya establecidos.

RESULTADOS

El intervalo anual de temperatura en las estaciones muestreadas fue de 8°C con un valor mínimo promedio de 22.6°C en el mes de marzo y un máximo promedio de 30°C en el mes de octubre (Fig. 1, tabla 1).

Los valores de salinidad obtenidos, presentaron un mínimo promedio de $33.5^{\circ}/\text{oo}$ en el mes de junio que coincide con la época de lluvias y un máximo de $36.9^{\circ}/\text{oo}$ en el mes de marzo, que corresponde al período de estiaje; teniendo un intervalo anual de $3^{\circ}/\text{oo}$ (Fig. 3, Tabla 2).

Las concentraciones de oxígeno disuelto durante el período de muestreo presentaron un valor mínimo promedio de 5.36 mg/l^{-1} en el mes de julio y un máximo de 7.49 mg/l^{-1} en el mes de junio. Asimismo el promedio anual fue de 6.41 mg/l^{-1} (Fig. 2, Tabla 3).

De acuerdo a los resultados de los muestreos quincenales, la proporción de las especies de camarón en la laguna es la siguiente:

P. californiensis: 90.46 por ciento

P. vannamei: 9.54 por ciento

Con relación a la proporción de sexos, en la especie *P. californiensis*, ésta presentó una relación anual de M:H, 1:1.54 (Fig. 4, Tabla 4).

Resultado de la regresión lineal (incremento de $L - \bar{L}$) (Método de Gulland y Holt) incremento de $L = 55.8 - 0.2788 \bar{L}$.

$$r = -0.743$$

$$n = 22$$

El resultado de la relación peso-longitud (gr.-mm.) se presenta con una gráfica (Fig. 5, Tabla 5).

Ecuación de Crecimiento en Longitud, correspondiente (Fig. 6):

$$L(t) = 200.3 (1 - e^{-0.2788(t + 0.00538)}) * t = \text{meses}$$

El crecimiento promedio diario de la especie de acuerdo a los resultados de la relación: incremento de la longitud-longitud promedio fue de 0.73 mm .

De acuerdo al método utilizado para calcular la mortalidad total, los muestreos en los que se observó un bajo reclutamiento al arte correspondieron a los meses de noviembre, mayo y junio.

La tasa de explotación obtenida fue de 0.274, lo que indica que el 27.4 por ciento de la mortalidad total del camarón en la laguna corresponde a la actividad pesquera.

Estadística de captura

*Año	**Producción kg.	Rendimiento kg/ha/año
1980	17,200	11.46
1981	22,100	14.73
1982	15,000	10.00
1983	11,600	7.73
1984	16,140	10.76
1985	15,590	10.39
1986	14,270	9.51

* Fuente: Delegación Federal de Pesca en el Estado de Colima.

** Ver capturas anuales en la figura 1.

De acuerdo al modelo de producción de Schaefer, el esfuerzo óptimo para la pesquería de camarón es de 124 pescadores, quienes obtendrían un rendimiento máximo sostenible de 17,409 kg. Según estimaciones de la Oficina Federal de Pesca, la producción no reportada a la misma por diferentes causas, significa aproximadamente un 50 por ciento de la producción total; considerando lo anterior, la producción potencial de este recurso fluctúa en 34,818 kg. por temporada (Fig. 8).

DISCUSIÓN

Por ser el camarón un organismo poiquilotermo, las variaciones de temperatura influyen sustancialmente sobre su metabolismo y crecimiento. Para la especie *P. californiensis*, la combinación alta salinidad con alta temperatura, favorece su crecimiento, estas condiciones son propias del medio marino, situación por la que se establece como una especie de alta mar, aunque dada la naturaleza de la laguna, ésta constituye un medio apropiado para su desarrollo.

Con relación a la otra especie que habita la laguna (*P. vannamei*), Ascencio (*op. cit.*) menciona que a una temporada pródiga en lluvias que disminuya la salinidad del embalse, le sigue una producción prolífica de camarón blanco de tallas grandes, por lo que la abundancia de esta especie está influenciada principalmente por la salinidad, ya que el otro parámetro importante (temperatura) se encuentra dentro del intervalo

favorable para su crecimiento. Según Soto (1969), la influencia de las lluvias sobre la población de camarones en las lagunas litorales es significativa. Todo lo anterior coincide con la dominancia del *P. californiensis* sobre el *P. vannamei*, puesto que las particularidades físico-químicas de la laguna, en especial la alta salinidad, están limitando el crecimiento del *P. vannamei*, Soto (*op. cit.*) menciona una salinidad óptima para su desarrollo de 10 a 20‰.

El rendimiento en las capturas de camarón en Cuyatlán es de 17.4 kg/ha-año, el cual es inferior al rendimiento promedio nacional en aguas protegidas, que es de 27 kg/ha-año en condiciones naturales (I.N.P., 1986).

De acuerdo a las capturas, las tallas mayores dentro de la laguna son obtenidas durante los meses de agosto y septiembre, en cambio las tallas más pequeñas se capturan en enero, febrero y marzo, por lo que es de suponer que es en estos meses cuando ocurre el mayor reclutamiento del arte.

CONCLUSIONES

Con relación a la dinámica poblacional del recurso (*P. californiensis*) en este sistema lagunar, presentó un crecimiento promedio diario (0.73 mm.), 42 por ciento inferior al promedio nacional (1.26 mm.), siendo la otra especie (*P. vannamei*) la que presenta una mejor tasa de crecimiento en este ecosistema, con la limitante de que su población es muy reducida.

Partiendo del conocimiento de que el camarón café es una especie de alta mar y que por las condiciones actuales, principalmente alta salinidad, es una especie dominante sobre el camarón blanco, el cual es un recurso propio de las lagunas costeras, se considera prioritario realizar obras de rehabilitación ecológicas que restablezcan las condiciones para favorecer el desarrollo de la fauna, en especial del camarón que es un renglón importante en la economía de la población dedicada a la actividad pesquera.

Respecto a las capturas del recurso, se puede decir que están declinando como resultado de los cambios en la calidad del agua y de las limitaciones en su circulación. El rendimiento de las capturas es 36 por ciento inferior al promedio nacional en aguas protegidas y 78 por ciento inferior al de otros sistemas lagunares

del norte de México como Huizache-Caimanero que fueron objeto de obras de mejoramiento ecológico.

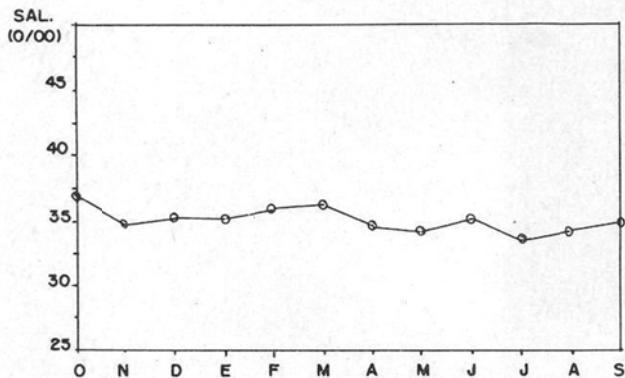
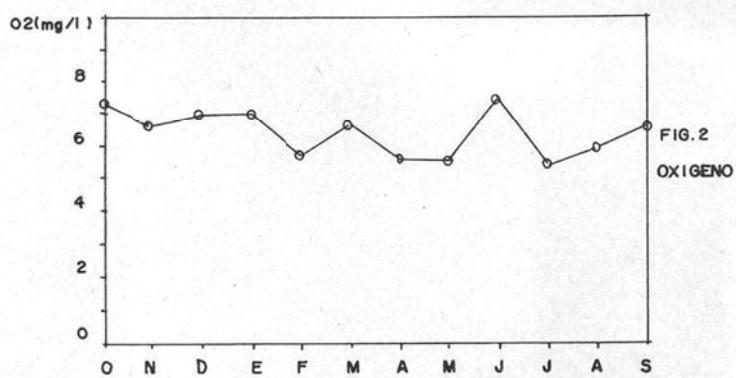
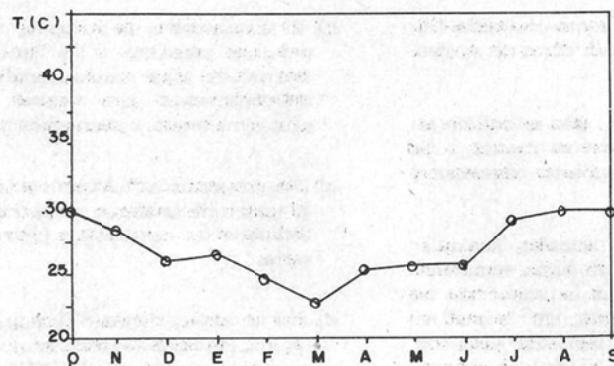
Con base en lo anterior, sólo es posible señalar algunas consideraciones en cuanto a las perspectivas del aprovechamiento camarónero en la laguna:

a) Bajo las condiciones actuales, cualquier esfuerzo pesquero es de bajos rendimientos económicos, ya que la producción ha disminuido drásticamente, por lo cual no se debe aumentar el esfuerzo pesquero, mientras no se realice la rehabilitación lagunar.

b) El azolvamiento de la laguna, las obras hidráulicas presentes y las limitaciones de entrada de agua marina, requieren de un reordenamiento para mejorar la producción camaronesa y pesquera en general.

c) Los proyectos actualmente existentes para el cultivo de camarón, no podrán prosperar debido a las condiciones hidrológicas adversas.

d) Por las características físico-químicas de la laguna, las áreas de pesca se reducen a una superficie cercana a las 2,000 has.; con posibilidades de incrementarse al rehabilitarla.



EVALUACION BIOLOGICO-PESQUERA DEL RECURSO CAMARON
Penaeus californiensis (HOLMES) EN LA LAGUNA DE CUYUTLAN
COLIMA, MEXICO

u. marquez

FIG. 4 % HEMBRAS-MACHOS

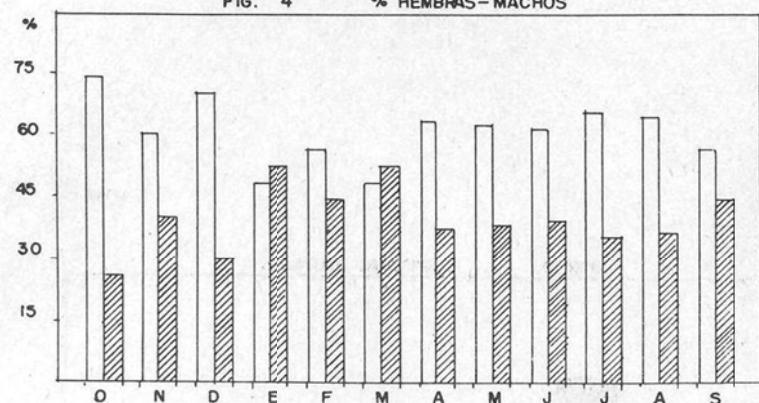


FIG. 5

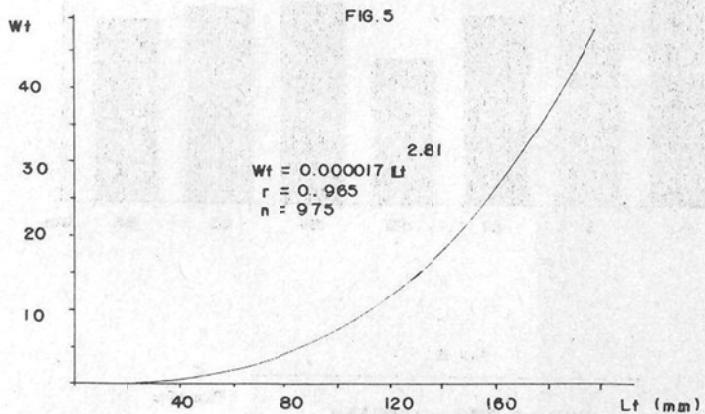
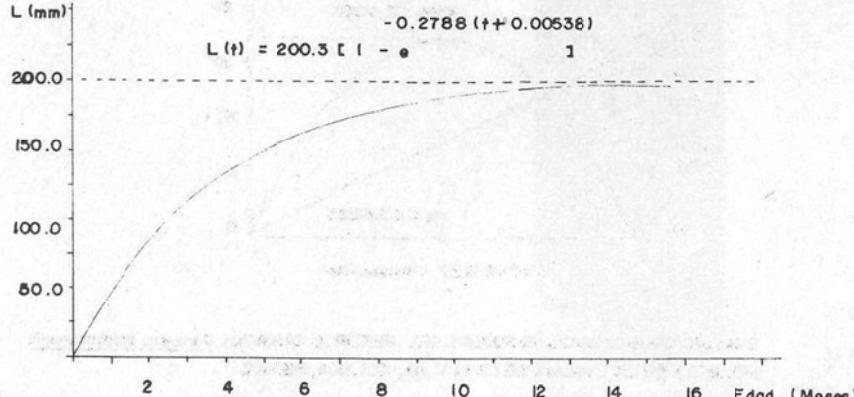
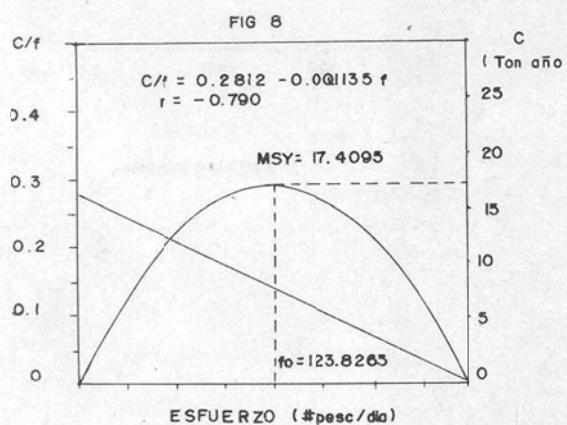
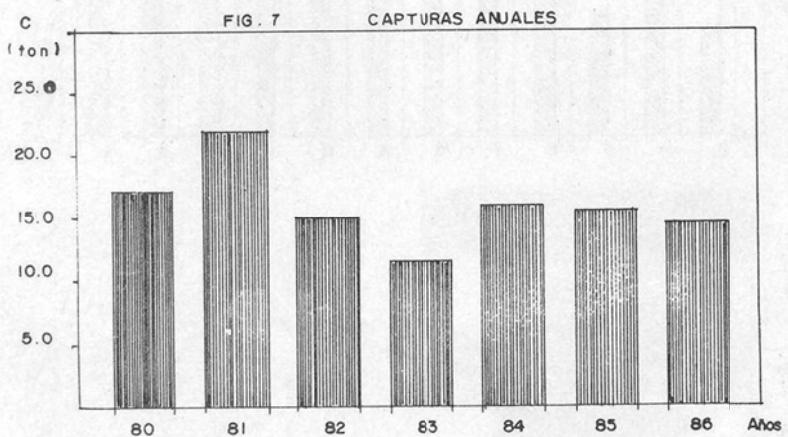


FIG. 6

$$L(t) = 200.3 \pm 1 - e^{-0.2788(t+0.00538)}$$



EVALUACION BIOLOGICO PESQUERA DEL RECURSO CAMARON *Penaeus californiensis*
(HOLMES) EN LA LAGUNA DE CUYUTLAN, COLIMA, MEXICO.



EVALUACION BIOLOGICO PESQUERA DEL RECURSO CAMARON Penaeus californiensis
(HOLMES) EN LA LAGUNA DE CUYUTLAN, COLIMA, MEXICO.

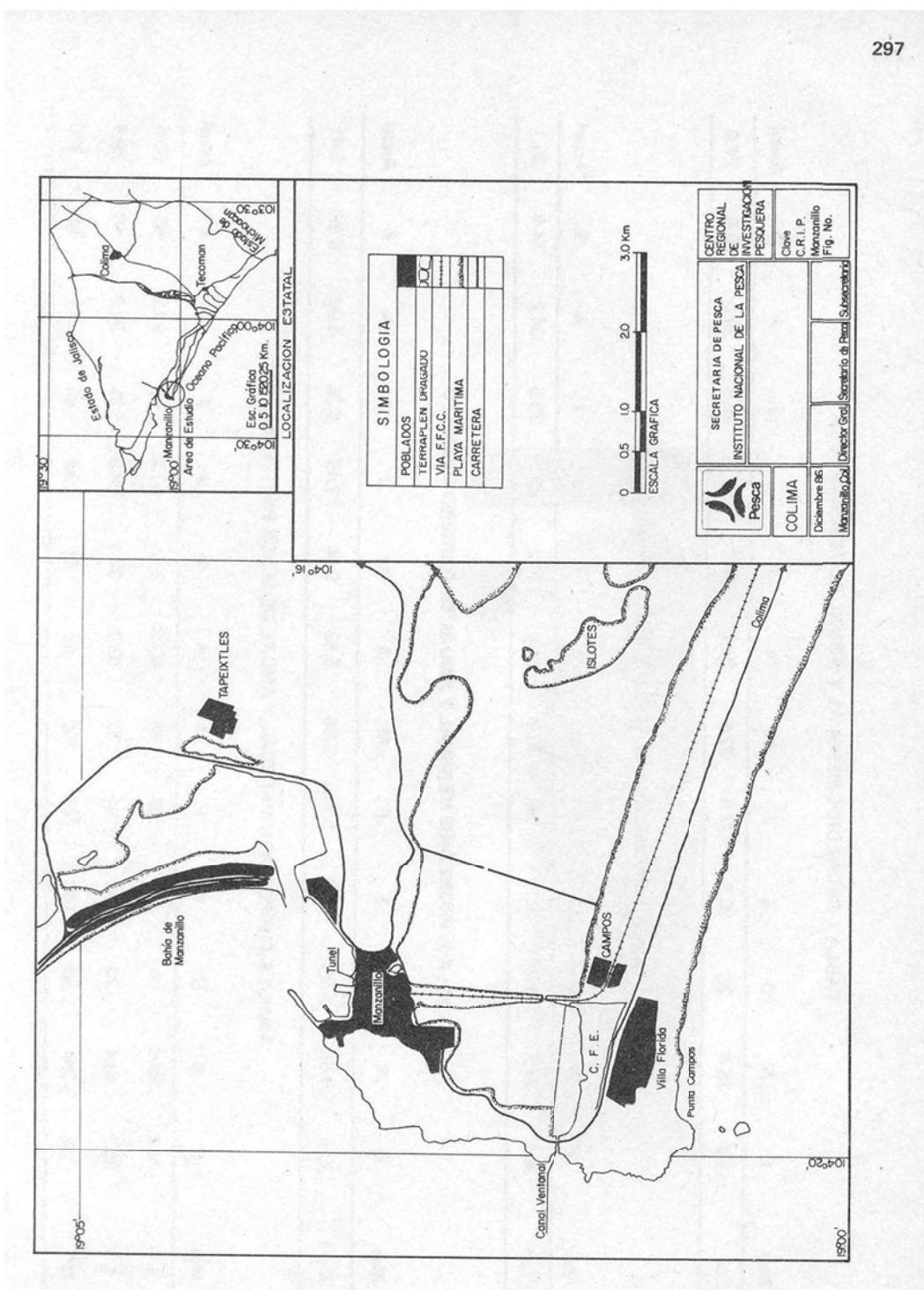


TABLA 1. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE TEMPERATURA

Mes	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Anual
°C	30	28.4	26	26.5	24.6	22.6	25.1	25.3	25.3	28.9	29.5	29.6	26.8

TABLA 2. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE SALINIDAD

Mes	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Anual
%oo	36.2	34.7	35.3	35.1	36	36.3	34.6	34.2	35.2	33.5	34.2	34.9	35.1

TABLA 3. PROMEDIOS MENSUAL Y ANUAL DE OXIGENO DISUELTO

Mes	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Anual
Mg/l ⁻¹	7.35	6.63	6.98	6.99	5.71	6.68	5.59	5.56	7.49	5.36	5.93	6.64	6.41

TABLA 4. PROPORCIÓN MENSUAL Y ANUAL DE SEXOS EN *P. californiensis*

Mes	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Anual
% H	74.4	59.6	70	48	56	48	63.3	61.6	61.2	65	64.2	56	60.6
% H	25.6	40.4	30	52	44	52	36.7	38.4	38.8	35	35.8	44	39.4
N*	39	99	50	100	100	100	98	86	98	60	95	50	975

* No de individuos muestreados.

TABLA 5. RELACION PESO-LONGITUD

Fórmula	Constantes	Correlación	N*
$W = aL^b$	$a = 0.000017$ $b = 2.814$	$r = 0.965$	975

300

LITERATURA CITADA

- Ascencio, B.F. 1985. Producción de camarón (*Penaeus sp.*) en el tapo experimental de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México, durante la temporada 84-85. Boletín Informativo No. 2. CRIP-Manzanillo, 22 p.
- Cocomaba. 1985. Estudio para la rehabilitación de la Laguna de Cuyutlán. Versión abreviada, SEDUE, 31 p.
- Chávez, E.A., Rodríguez de la Cruz, C. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis*, Holmes) del Golfo de California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., Tomo XXXII, 127 p.
- Doi, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. Inst. Nat. de la Pesca, INP/SIC: 95 p.
- Ehrhardt, N.M. 1981. Estimación de parámetros poblacionales. F.A.O. I.N.P. México. 219 p.
- Holthuis, L.B. 1980. Species catalogue. Vol. 1. Shrimp and Prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries, FAO fis. Synop. (125), 261 p.
- I.N.P. 1986. Camarón. Síntesis Ejecutiva.
- Mena, H.A. 1979. Contribución al conocimiento de los factores que influyen en la productividad de la Laguna de Cuyutlán, Colima, con énfasis en camarón. Tesis Profesional, U.N.A.M. 46 p.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. F.A.O. Doc. Téc. Pesca. (234), 49 p.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in Tropical waters: A Manual for use with programmable calculators. International Center for Living Aquatic Resources Management, Studies and Reviews, Manila, Filipinas, 325 p.
- Pérez, F. 1970. Claves ilustradas para la identificación de los camarones marinos comerciales de América Latina. Inst. Nat. Invest. Biol. Pesq., Serie Divulgación, México, Instructivo (3), 50 p.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Departament of the Environment Fisheries and Marine Service, Ottawa, Canada, 382 p.
- Soto, R.L. 1969. Mecanismo hidrológico del sistema de lagunas litorales Huizache-Caimanero y su influencia sobre la producción camaronería. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. Ensenada, B.C.

3-1
4,3

LA TORTUGA LORA *Lepidochelys kempi* EN RANCHO NUEVO, TAMAULIPAS

René Márquez M.*
 Manuel Sánchez P.**
 Daniel Ríos O.****
 Aristóteles Villanueva.*
 Juan Díaz F.**
 Israel Argüello V.*****

RESUMEN

En 1986 se cumplieron 21 años de haberse iniciado el proyecto de tortuga Lora y nueve en colaboración con los Estados Unidos de Norteamérica. En este año se protegieron 64,961 huevos y obtuvieron 49,268 crías, se marcaron 204 hembras anidando y se observaron 79 de años anteriores. Hasta la fecha se han protegido 1'108,052 huevos y obtenido 747,228 crías. Más del 95 por ciento de crías se liberaron inmediatamente en Rancho Nuevo, sólo 4.5 por ciento se usa para cría artificial desde 1978. En estos 21 años se han marcado 3,629 hembras adultas y recuperado 141 dentro del Golfo de México y una de Colombia. Se recapturan principalmente con barcos camarones (75 por ciento), redes de enmallaje (7.1 por ciento) y redes de arrastre para peces (4.2 por ciento). El contrabando en playa está controlado en más del 90 por ciento, aun así la población disminuye en 3.9 por ciento al año; por supuesto otras causas como la basura y el petróleo también tienen efecto.

ABSTRACT

1986 was the 21st year of Kemp's ridley operation and the 9th year of US-Mexico cooperative program. During this year 64,961 eggs were protected and 49,268 hatchlings obtained. 204 adult females were tagged and 79 old tagged females observed during nesting. Up to 1986, 1'108,052 eggs have been recovered and 747,228 hatchlings obtained. Over 95 per cent of hatchlings have been released in Rancho Nuevo, only 4.5 were used for "headstar ting" (from 1978). During these 21 years 3,629 females have been tagged and 141 recovered in the Gulf of Mexico and one from Colombia. The majority of recaptures (75 per cent) were obtained during shrimp trawling, 7.1 per cent from entangling nets and 4.2 per cent from fish trawling. Poaching eggs in the beach has been reduced to less than 10 per cent. Nevertheless the population has a 3.9 per cent of annual decrement, of course some other causes, as rubbish and petroleum must take a part.

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Manzanillo, Col. Instituto Nacional de la Pesca.

** Dirección de Análisis de Pesquerías, México, D.F. Instituto Nacional de la Pesca.

*** Centro Regional de Investigación Pesquera, Mazatlán, Sin. Instituto Nacional de la Pesca.

**** Centro Regional de Investigación Pesquera, Tampico, Tamps. Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

Los trabajos de investigación y conservación de tortuga lora en Rancho Nuevo, Tamaulipas, cuya finalidad primordial es la recuperación de la población, se iniciaron por personal técnico y científico del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras en el año de 1966 y continúan ininterrumpidamente hasta la fecha por parte del Instituto Nacional de la Pesca. A partir de 1978 se estableció un convenio de colaboración con el US Fish and Wildlife Service y el National Marine Fisheries Service (NMFS) dentro del programa MEXUS-Gólf.

Los trabajos que se desarrollan en Rancho Nuevo permiten efectuar además los programas de "imprinting" y "headstart" (impresión nemotécnica e "impulso" en el crecimiento), utilizando un donativo de 2,000 a 3,000 huevos que se incuban en la Isla Padre. Las crías que se obtienen son expuestas a la playa y oleaje de la misma isla durante unos minutos con el objetivo de que cuando las tortugas alcancen la madurez sexual reconozcan esta playa como su zona natal y ahí regresen a desovar. La última fase o "headstart" consiste en el sometimiento de las crías a un crecimiento controlado en los laboratorios de NMFS en Galveston. Después de nueve o 10 meses las sobrevivientes generalmente más del 85 por ciento son liberadas (entre febrero y junio del siguiente año) con pesos ligeramente por encima de un kilogramo (Cailliet *et al.*, 1987). Las crías recién nacidas pesan entre 13 y 21 gr. (Márquez, en prensa).

AREA DE ESTUDIO

Rancho Nuevo es una playa situada en el estado de Tamaulipas, Municipio de Aldama (Fig. 1), orientada de norte a sur, limitada al este por el Golfo de México y al oeste por esteros de longitud y amplitud variable que durante la época de lluvia se inundan y abren sus bocas temporalmente. La playa arenosa está formada en toda su extensión por dos niveles de dunas o bermas de invierno y verano. La altura de la duna superior o de invierno es de dos a cuatro m. sobre el nivel del mar, con algunos médanos más altos en la parte sur de cada barra, siendo el mayor el que se encuentra en la Barra de la Coma, donde se localizan las instalaciones del Centro Tortuguero. El cordón de médanos se estabiliza en su parte oeste por una vegetación de arbustos espino-

sos y mangle, la vegetación continúa hacia el lado marino con plantas halófitas y rastreras tales como *Ipomoea*, *Opuntia*, *Coccoloba*, *Croton*, así como una gran variedad de zacates, etc.

MATERIAL Y METODOS

Los trabajos se realizan en las instalaciones que se localizan en la Barra de la Coma, municipio de Aldama, Tamaulipas, en ellas se encuentran dos corrales con capacidad para 600 y 400 nidos cada uno y un cuarto para incubación de nidos en cajas. Para el desarrollo del trabajo, se cuenta con motocicletas, vehículos, estación meteorológica, telemómetros, marcas seriadas, equipo de campo, etc.

El "campamento" se instala desde el principio de la temporada de anidación hasta que terminan de nacer las crías, desde abril hasta agosto o septiembre. La labor de rutina consiste en hacer diariamente varios recorridos de la zona de anidación, recogiendo los nidos y marcando las tortugas solitarias. En casos de arribazones, se organiza el trabajo por brigadas, las cuales se distribuyen en la zona de incidencia que puede ser entre dos y 30 km., según la abundancia y el grado de dispersión que presenta la arribazón. Los nidos colectados se trasladan a los corrales donde se depositan individualmente en hoyos similares en forma y profundidad a los nidos naturales. Los corrales se construyen en la porción donde se ha observado mayor supervivencia natural, es decir sobre la primera berma.

Después de 45 a 60 días de incubación nacen las crías, las cuales son inmediatamente liberadas en diferentes puntos de la playa. Una parte, hasta dos o tres mil huevos, y las crías que se obtienen son destinadas al proyecto de colaboración (ver introducción).

Durante todo el tiempo que dura la incubación se realizan lecturas de temperatura ambiental de los nidos y de los testigos en la playa a diferentes profundidades. Estos registros se efectúan dos veces al día cuando se presentan los máximos y los mínimos de temperatura, los cuales se determinan cada semana mediante rondas de 24 horas con lecturas a intervalos de dos horas.

Al localizar las tortugas anidando en la playa, se registran los datos completos del evento en una ficha especial como son: lugar, posición, ac-

ción, medidas del animal, número de marca, etc. Si la tortuga desovó, se marca el sitio para que la brigada correspondiente recoja y lleve el nido a incubar.

Durante la colecta de nidos y marcado de las tortugas es importante anotar el lugar exacto donde ocurrió el arribo, por lo que la playa está abalizada en toda la extensión donde ocurre el anidamiento, en tramos de 300 m. cada uno.

PARTICIPANTES

Ya que este es un proyecto que en los últimos años ha involucrado a varias instituciones extranjeras y nacionales y queda enmarcado dentro del Programa MEXUS-Golfo, es conveniente acreditar la relación del personal que participó directamente en el desarrollo del trabajo y en el logro de sus objetivos. Personal Nacional: por el Instituto Nacional de la Pesca: René Márquez M., Director del Proyecto; Manuel Sánchez P., Administrador del Campamento; Daniel Ríos O., Investigador; Juan Díaz F., Técnico; Israel Argüello V., Ayudante Técnico. Por el CRIP Tam-pico: Ernesto Corripio C., Director del CRIP. Por la Secretaría de Marina: Partida naval de cinco marinos. Por la Universidad del Noreste, Escuela de Biología, estudiantes de Biología, de apoyo (cinco cada semana). Personal Extranjero: por el US Fish and Wildlife Service: Jack B. Woody, Coordinador; personal contratado y voluntarios: Patrick Burchfield, de enlace y apoyo y estudiantes: Carlos Hasbun, Elaine Christensen, Muriel Campbell, Karan Edelson y Michael Sanford.

RESULTADOS

En la tabla 1 se incluye un resumen completo de los resultados de las actividades desarrolladas durante 1986 (Márquez *et al.*, 1987, 1987a).

Las actividades de investigación y conservación de la tortuga lora *Lepidochelys kempi*, especie considerada en peligro de extinción, se iniciaron oportunamente el nueve de abril; sin embargo, una semana antes, el dos del mismo mes hubo una pequeña arribación de 20 tortugas, cuyos nidos fueron saqueados totalmente por los lugareños, el trabajo se prolongó hasta el 14 de agosto, una semana después de la última anidación de tortuga lora (siete de agosto). Las crías empezaron a nacer el siete de junio y el último nido eclosionó hasta el 23 de septiem-

bre. Este año hubo mayor presencia de tortuga blanca *Chelonia mydas*, pues se registraron 11 observaciones y se colectaron seis nidos, el primer nido se obtuvo el seis de junio y el último el cuatro de agosto.

Los nidos trasladados de su sitio original al corral de protección fueron 616 con 60,704 huevos, que produjeron 45,385 crías.

Se incubaron en 45 cajas de poliuretano los nidos del principio y final de la temporada con el propósito de obtener mayor supervivencia. De los que se habrían de enviar a Isla Padre, los primeros fueron 23 nidos con 2,246 huevos y 1,239 crías, los segundos (Isla Padre) fueron 22 nidos con 2,011 huevos y 1,776 crías. Se quedaron 16 nidos *in situ*, de los cuales durante la incubación se salvaron 13, con 1,299 huevos, que produjeron 868 crías; dos nidos fueron depredados por coyotes y otro aparentemente fue robado. El resumen de estos datos, por especies, se incluye en la tabla 1.

El número promedio de huevos (Y) por nido ha tenido un ligero decremento con el tiempo (X), esta tendencia se puede ver claramente en la figura 2, cuya regresión lineal es:

$$Y = 103.554 - 0.433X \\ r = -0.704$$

Ha sido generalizado que los organismos maduros que tienen varias temporadas anidando tienden a desovar una mayor cantidad de huevos que los jóvenes, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la ecuación anterior. En 1966, cuando se iniciaron los trabajos de investigación y conservación, nos encontramos con una población de tortugas loras formada en su gran mayoría por individuos de edad avanzada; además, se puede considerar que antes de 1966 el reclutamiento en la población fue casi de cero debido a la depredación y el contrabando, siendo éstas las causas principales del envejecimiento de la población y consecuentemente la tendencia a producir mayor cantidad de huevos por individuo.

Esta situación se presenta más clara si utilizamos los promedios de 1966 a 1977 y de 1978 a 1986, resultando que para el primer período el promedio es más alto, de 108.3 huevos por nidos, contra 102.8 para el segundo. Otra observación que puede estar relacionada con la menor

fecundidad de las tortugas nómadas resulta de la comparación de los individuos marcados en años previos y los que no traían marcas, probablemente tortugas nuevas, pues en conjunto, los primeros efectuaron aparentemente alrededor del 9 al 11.4 por ciento más anidaciones que las tortugas consideradas como nuevas. Debido a que esta última información está siendo analizada, por ahora deben considerarse estas observaciones como de carácter preliminar.

En 1986 se efectuó el marcado de 202 tortugas loras y dos blancas; en 59 de aquellas se observaron cicatrices en una aleta que posiblemente indiquen un marcado previo y nueve más tenían cicatrices. En este año hubo 79 tortugas loras que ya tenían marca, también a través del marcado se puede observar la fijación del sitio de anidación, tanto en la misma temporada como en las subsiguientes. En la presente temporada la mayoría de arribos se presentaron entre Barrera del Tordo y Cachimbas, que incluyeron alrededor de 19.7 km. de playa (Fig. 1).

En cuanto al marcado, los resultados han proporcionado muy interesante información en relación a la conducta de las tortugas durante la anidación y la distribución que ocurre al terminar la temporada de reproducción. Así, hasta abril de 1986 se habían marcado 3,629 tortugas hembras adultas en la playa de Rancho Nuevo y para ese mismo período se habían recuperado 142 marcas de tortugas encontradas fuera de la playa de anidación (Márquez *et al.*, 1987b).

La distribución de acuerdo a las recapturas es la siguiente: hacia el norte, en las costas estadounidenses el 42.5 por ciento; hacia el sur, en México, el 57.74 por ciento, el desglose por estados de esta distribución se presenta en la figura 3, donde se observa que Louisiana (LN = 26.76 por ciento), Campeche (CA = 17.61 por ciento) y Tamaulipas (TM = 20.42 por ciento) tienen el mayor porcentaje, siendo también en estos estados donde se concentran las flotas camaroneseras más importantes del Golfo de México.

Los demás estados incluyen las siguientes variaciones porcentuales: Florida (FL), 2.11 por ciento; Alabama (AL), 2.82 por ciento; Misisipi (MS), 2.82 por ciento; Texas (TX), 7.04 por ciento; Quintana Roo (QR), 0.7 por ciento, Tabasco (TB), 8.45 por ciento y Veracruz (VR), 10.56 por ciento. La única recaptura de un adulto fuera del Golfo de México es la obtenida en

Colombia (CL), 0.7 por ciento, siendo ésta muy especial, ya que según Chávez y Kaufman (1974), esta tortuga fue encontrada anidando en una playa de la provincia de Magdalena; no se da una información más detallada por lo que es posible que en este caso insólito se trate de algún animal enfermo o débil que fue llevado por alguna corriente recalando en dicha playa.

De acuerdo al método de captura (Fig. 4), el mayor porcentaje lo presenta el arrastre con barco camarero. Se debe aclarar que a excepción, quizás de la pesca deportiva (PD) 2.11 por ciento y en la playa, anidando (AN) 0.7 por ciento, todas las demás formas de captura de tortugas marinas se pueden considerar de carácter incidental: red agallera (AG), 7.04 por ciento; arrastre camarero (AC), 75.35 por ciento; red de arrastre para escama (AE) 4.25 por ciento; anzuelo (AZ), 1.41 por ciento; red de cerco (RC), 0.7 por ciento; muerta y encontrada flotando a la deriva (MD), 7.04 por ciento, y chinchorro pláviero (CH), 0.7 por ciento. También existe un pequeño porcentaje de animales de los cuales no se sabe su forma de captura, éstos se clasifican como desconocidos (??), 0.7 por ciento.

CONCLUSIONES

Es claro que los contrabandistas de huevos aprovechan cualquier oportunidad, sobre todo cuando no se ha instalado el campamento o se carece de vigilancia naval, pues el presente año se perdió el 9.6 por ciento de nidos por esta causa; la depredación natural en nidos sólo ocurrió en el 1.1 por ciento debido principalmente a coyotes.

Ocurrieron 68 arribos entre masivos y solitarios, hubo sólo dos por encima de los 100 ejemplares, lo cual de continuar así puede ser otro índice de deterioro poblacional.

Comparativamente, la incubación de nidos *in situ*, sin contar la depredación, tienen una mayor supervivencia, 87.6 por ciento, casi igual a los nidos colectados para Isla Padre (87.9 por ciento), si se consideran los tres nidos depredados, ésta baja hasta 67.5 por ciento que es menor a la lograda en el corral (74.8 por ciento).

Desde que se estableció el primer campamento (en 1966), se ha venido observando una constante disminución en el tamaño de las arribazones: 40,000 en 1947, 2,000 en 1968 y 174 la mayor, que ocurrió en 1986.

La población reproductora presenta una tendencia negativa del 3.9 por ciento, debido principalmente a la captura incidental, la contaminación por basura (plásticos que pueden ser confundidos con alimento), petróleo y actividades petroleras.

El arrastre camaronero es el método de captura incidental más eficiente para la tortuga lora, debido a sus hábitos alimenticios (crustáceos principalmente) y su distribución en aguas someras de fondos arenosos y lodosos.

Las tortugas adultas se quedan en el Golfo de México y se distribuyen en aguas someras hacia el norte y al sur casi en la misma proporción.

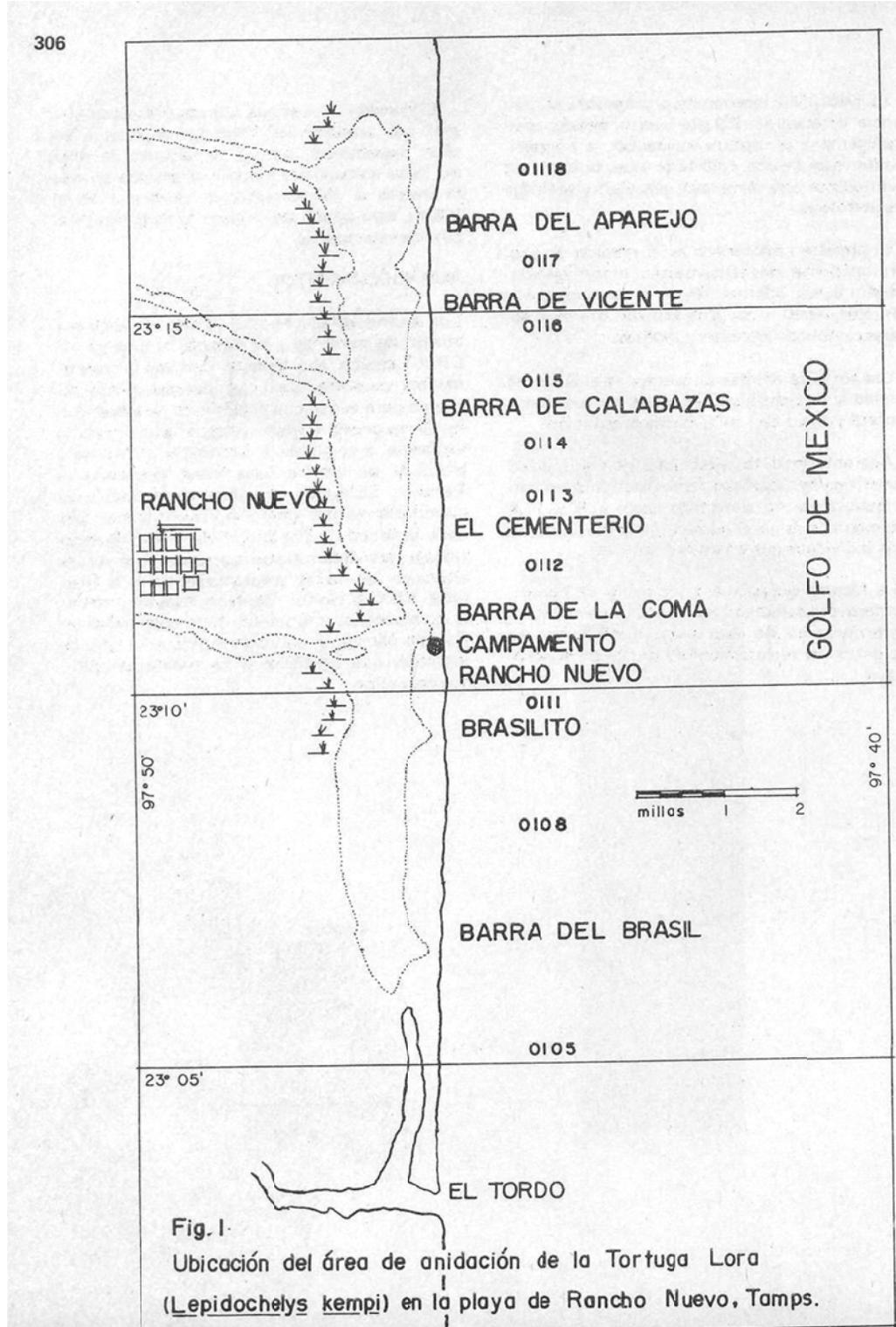
Aparentemente los ejemplares de mayor edad tienen mayor capacidad reproductora, pues con el marcado se ha detectado entre el 9 y 11.4 por ciento más en el número de anidaciones de estos individuos que en los más jóvenes.

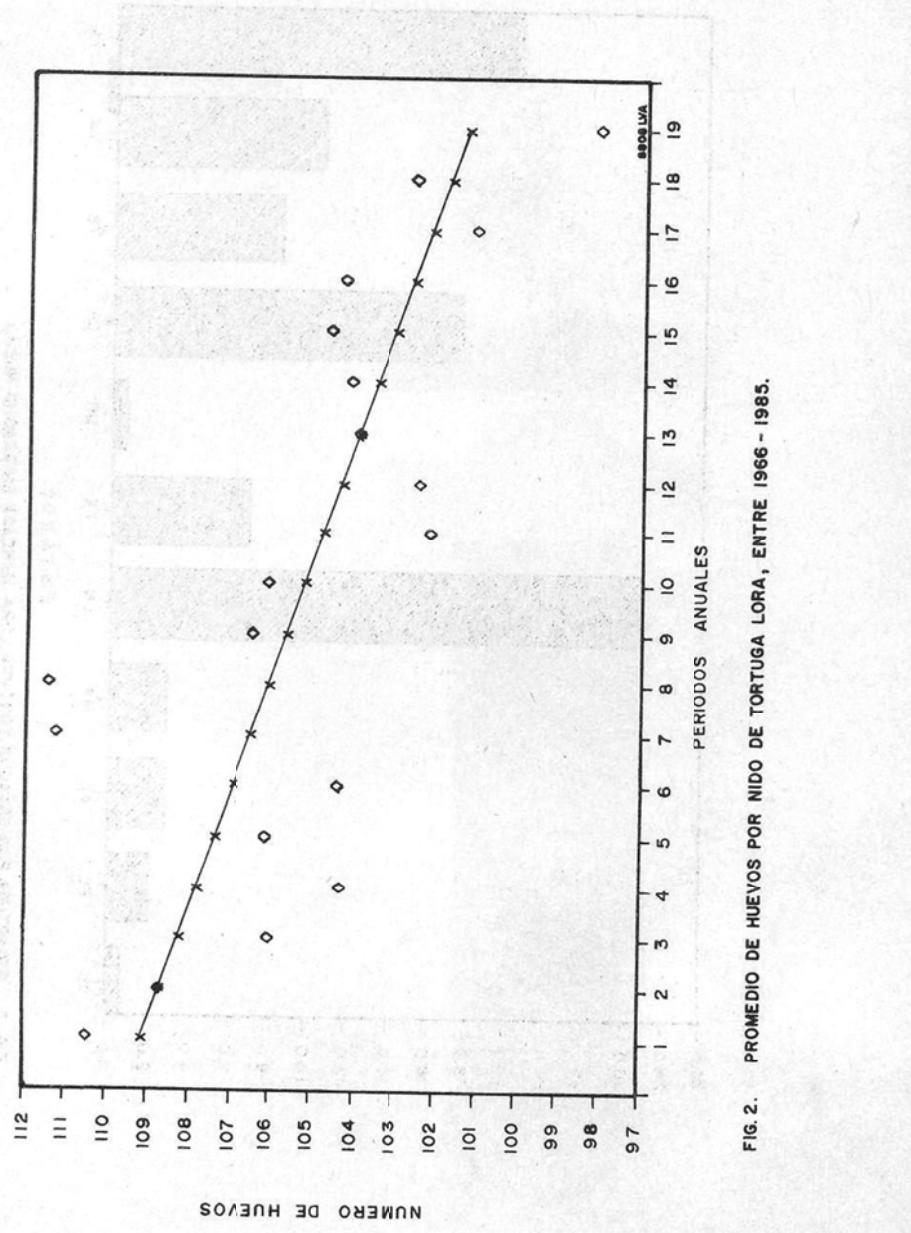
La fecundidad (número promedio de huevos por desove) aparentemente ha ido disminuyendo conforme se ha ido renovando la población vieja a partir del reclutamiento logrado en Rancho Nuevo.

El número de tortugas blancas (*Chelonia mydas*) que anidaron en 1986 fue superior a los años precedentes, ya que en algunos de ellos no hubo anidaciones durante el período en que se instaló el campamento; de continuar en el futuro, esto puede ser un paso hacia la recuperación de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos el apoyo otorgado por numerosas personas y en especial al director del CRIP-Tampico, Ing. Ernesto Corripio C., que en muchas ocasiones tuvo que navegar contra corriente para evitar que el proyecto se suspendiera. Se reconoce el desinteresado apoyo para la vigilancia, a cargo de la Secretaría de Marina a través de su Primera Zona Naval, destacada en Tampico. Se agradece también en especial a los coordinadores del grupo norteamericano: Srs. Jack B. Woody y Pat Burchfield por el decisivo trabajo que desarrollaron para que el proyecto alcanzara las metas programadas en la X Reunión MEXUS-Golfo. Mención especial merece la comprensión y el interés de la comunidad de Rancho Nuevo, y particularmente a los grupos infantiles que asistieron a los eventos preparados para ellos.





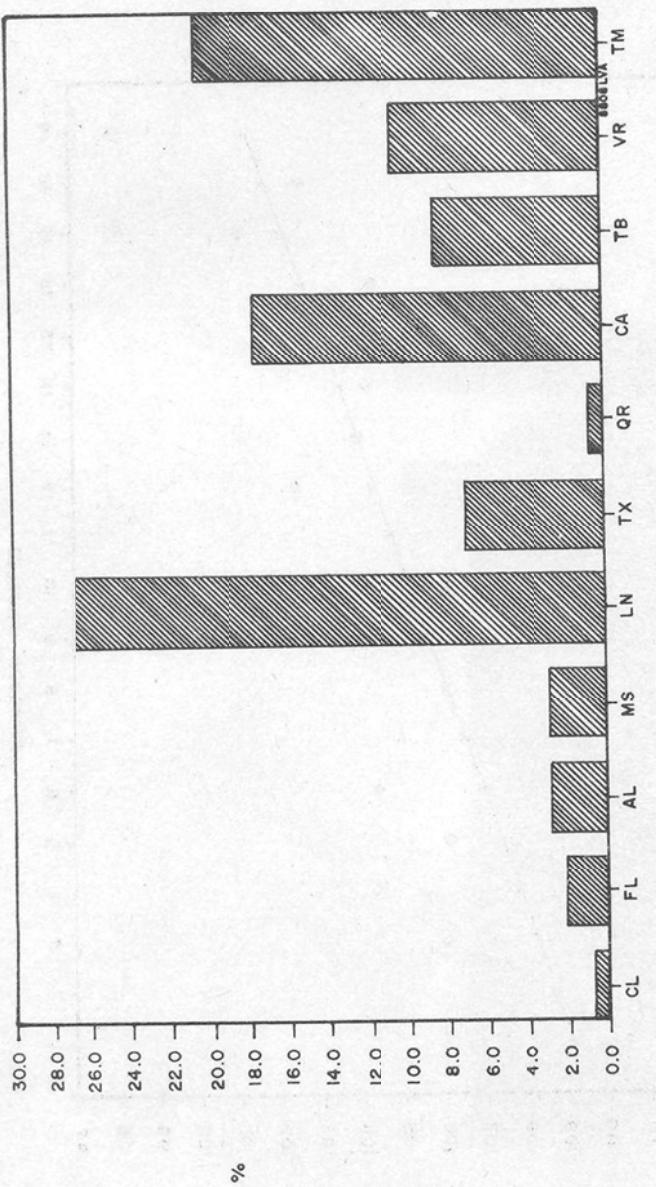


FIG. 3. RECAPTURA POR ESTADOS. TORTUGA LORA MARCADA EN RANCHO NUEVO

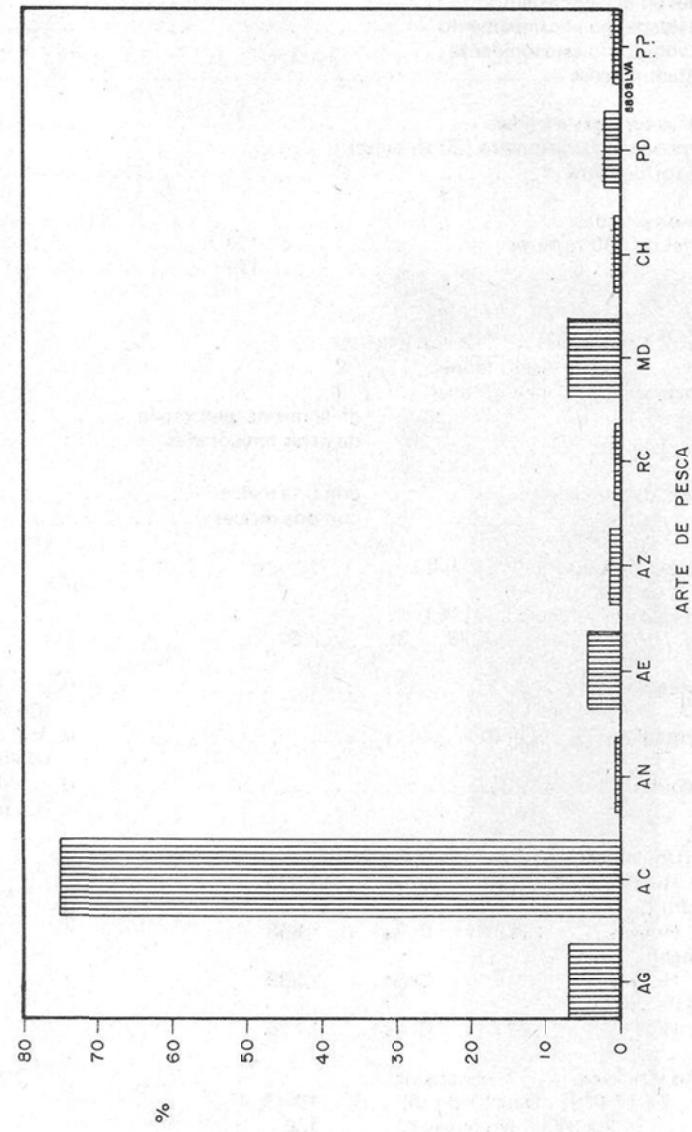


FIG. 4. RECAPTURA POR ARTE DE PESCA. TORTUGA LORA MARCADA EN RANCHO NUEVO

TABLA 1. TORTUGA LORA -- *Lepidochelys kempi*

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA TEMPORADA 1986

Inicio de actividades en el campamento	Abril 9
Conclusión de actividades en el campamento	Agosto 16
Llegada del grupo voluntario estadounidense	Abril 11
Salida del grupo estadounidense	Agosto 14
Salida de las primeras tortugas a anidar	Abril 12
Primera arribación previa al campamento (20 tortugas)	Abril 2
Salida de la última tortuga lora	Agosto 7
Número de arribos observados	862
Arribazones mayores de 100 tortugas	120
.....	174
.....	Abril 20
.....	Mayo 18
Total de tortugas marcadas:	
L. kempi 202, Ch. mydas 2 (un macho)	
Marcas de: Titánio 202, Acero monel 2	
Combinación de marcas Titánio/Monel 1	
Tortugas remarcadas:	
..... de la misma temporada	1
..... de otras temporadas	23
Tortugas con cicatriz de mercado:	
..... con una marca	59
..... con dos marcas	9
Recaptura de tortugas marcadas en 1986 (L.k.):	
1a. vez 51, 2a. vez 9	
Tortugas marcadas en otras temporadas (L.k.):	
1a. observación 79, 2a. 28, 3a. 5.	
Total de nidos protegidos: 677	(L.k.) 671 (Ch.m.) 6
Total de huevos protegidos 66,260	(L.k.) 65,558 (Ch.m.) 702
Total de crías obtenidas: 49,268	(L.k.) 48,978 (Ch.m.) 290
Primer corral (1) (Ubicado en las posiciones 5, 6 y 7):	
Nidos ... 616, Huevos ... 60,704, Crías ... 45,385	
Total de nidos <i>in situ</i> (9):	
Nidos ... 13, Huevos ... 1,299, Crías ... 868	
Total en cajas, Rancho Nuevo (3):	
Nidos ... 23, Huevos ... 2,246, Crías ... 1,239	
Total en cajas, Isla Padre (4):	
Nidos ... 22, Huevos ... 2,011, Crías ... 1,776	
Destino de los nidos y huevos [#] no rescatados:	
Robado (5) 74 [7,198], Depredado (6) 10 [9.4],	
No localizado (7) 2 [196], No puso (8) 106	

LITERATURA CITADA

- Caillouet, Ch., C. Fontaine, T. Williams, S. Manzella, K. Indelicato, M. Duronslet, D. Revera, A. Landry and P. Howes. 1987. The Kemp's ridley sea turtle headstart research project: Annual report for fiscal year 1986. NOAA Tech. Mem., NMFS-SEFC-192: 28 p. 24 T, 1 App.
- Chávez, H., y R. Kaufman. 1974. Información sobre la tortuga marina *Lepidochelys kempi* (Garman), con referencia a un ejemplar marcado en México y observado en Colombia. Bull. Mar. Sci., 24 (2): 372-377.
- Márquez, M., R. (En prensa.) Synopsis of biological data on the Kemp's ridley sea turtle *Lepidochelys kempi* (Garman, 1880). FAO. Fish. Synop.: SAST/125 (ms): 180 p.
- Márquez M., R., M. Sánchez, D. Ríos, J. Díaz and A. Villanueva. 1987. Rancho Nuevo Operation, 1986. Mar. Turtle Newsletter, 40: 12-14.
- _____. 1987a. Actividades realizadas en el campo tortuguero de Rancho Nuevo, Tamaulipas, 1986. Inst. Nal. de la Pesca, P.N.I.T.M., Informe (ms): 9 p, 13 T, 15 f.
- _____. 1987b. Post-nesting migration of Kemp's ridley. In: VII Annual Sea Turtle Workshop. Feb 26-27, 1987, Wekiwa-Springs, Fla. (Resumen): 1 p.

ANALISIS DE LA CAPTURA DE ESCAMA RIBEREÑA DEL ESTADO DE COLIMA.
TEMPORADA 1980-1985

Mirna Cruz R.*
Elaine Espino B.*
René Macías Z.*

RESUMEN

El trabajo está basado en un análisis que comprende seis años de información (1980-1985) sobre la captura y esfuerzo que se lleva a cabo en la ribera del estado de Colima. Para el procesamiento se plantearon dos estrategias: 1a.) considerando el conjunto de especies capturadas y 2a.) separando especies demersales y pelágicas. Los datos se sometieron a modelos de producción globales y analíticos a fin de estimar el rendimiento máximo sostenible (RMS) y el esfuerzo óptimo (fop). Los resultados para el total de especies son: RMS = 2,287 ton. anuales con un fop = 10,108 viajes calculados a través del modelo de Schaefer (1954). Por el método de Fox (1970) se obtuvo un RMS = 2,438 ton. anuales y fop = 15,300 viajes. Mediante Doi (1975) y Pauly (1983) se estimó MSY = 1,802 ton.

ABSTRACT

This work is based on a six year data analysis (1980-1985) of capture and fishing effort from the shore fisheries in the State of Colima. To process the information two strategies were planned: 1st: considering all the captured species together; 2nd: separating pelagic and demersal species. Global and analytic models of production were applied to the data to estimate the maximum sustainable yield (MSY) and optimum effort (fop). The results for all the species together are MSY = 2,287 ton. yearly and fop - 10,108 trips with Schaefer's model (1954). With Fox's model (1970) the MSY = 2,438 ton. and fop = 15,300 trips in a year. Using Doi (1975) and Pauly's (1983) model a MSY - 1,802 ton. was estimated.

* Centro Regional de Investigación Pequera, Manzanillo, Colima, Instituto Nacional de la Pesca.

INTRODUCCION

El análisis de la tendencia en el esfuerzo pesquero y la captura, aplicados a los recursos pesqueros, lleva implícita una serie de consideraciones basadas en la procedencia y confiabilidad de la información dado que normalmente se manejan datos estadísticos registrados de muy diversas formas.

De cualquier manera, siempre y cuando se tomen las consideraciones necesarias para cada caso, estos datos nos proporcionarán un índice global de las "existencias" y nos orientarán sobre la tendencia de la actividad extractiva.

Frecuentemente se menciona la dificultad de llevar a cabo la evaluación de pesquerías tropicales, debido a la composición multiespecífica de las capturas, aplicación simultánea de dos o más artes de pesca y, como consecuencia, una captura conformada por especies tanto demersales como pelágicas.

Concretamente, Pauly (1979) enumera una serie de problemas comunes en un estudio sobre pesquerías tropicales entre los que señala esencialmente: la identificación y nomenclatura de las especies que componen la captura; insuficiente información estadística sobre captura y esfuerzo (series históricas de datos); una alta dependencia de métodos, conceptos y teorías aplicadas a recursos de otras latitudes que no han sido ajustadas a este tipo de pesquerías. Como antecedente para esta zona puede señalarse que Ramírez (1977) hace un análisis mediante los modelos tradicionales de producción, basado en una serie histórica de 16 años de datos estadísticos (1960-1976), encontrando un valor de rendimiento máximo sostenible (RMS) que es comparable con los resultados de este estudio.

El presente trabajo es el resultado de un ensayo basado en registros de captura (en kg.) y esfuerzo (en número de viajes), cuyos datos se han ordenado y tratado de ajustar a los modelos tradicionales como los de Schaefer (1954) y Fox (1970) aplicando además los criterios de Pauly (1983) y Doi (1975), quienes han dado la pauta para manejar información de este tipo.

El interés de analizar los datos disponibles, con todos los sesgos a que están expuestos los resultados, está enfocado a obtener información

que puede ser utilizada para el ordenamiento de la pesquería ribereña.

MATERIAL Y METODOS

Material

Se consultaron datos estadísticos de producción de escama ribereña tomados directamente del primer formato de registro de captura (avisos de arribo) existentes en la Delegación Federal de Pesca en el estado de Colima, correspondientes a las temporadas 1980 a 1985.

El procesamiento de la información fue realizado mediante computadora PC, elaborándose programas en lenguaje Basic y Lotus para archivar y procesar; para graficar y tabular se utilizó una impresora de matriz.

Métodos

Se elaboraron listados con la información diaria sobre número de viajes, número de pescadores y captura por especie, ordenándola posteriormente en resúmenes mensuales para seis años de datos.

Para determinar una posible tendencia estacional de las especies se formularon tablas anuales en períodos trimestrales iniciando en enero de cada año.

Se elaboraron los resúmenes de captura en kg. con valores absolutos y porcentuales para cada una de las 28 especies durante los seis años analizados. Los listados y los histogramas correspondientes se consignaron en el Boletín de Divulgación No. 7 de este CRIP (Espino *et al.*, 1986).

Dada la relación directa de la selectividad del arte de pesca empleado, se separaron en especies demersales las capturadas con línea de mano y palangre escamero y las pelágicas (red agallera y chinchorro), a fin de optimizar y distribuir proporcionalmente el esfuerzo aplicado en cada viaje.

Se consideró el carácter homogéneo en el tamaño de las embarcaciones y el registro constante de los viajes, por lo que en el presente trabajo se utilizó el número de viajes como unidad de esfuerzo, el número de pescadores no se registra constantemente y es variable el número que participa en cada viaje. Posteriormente, se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) mensual.

De acuerdo con lo anterior se trataron tanto los datos de captura, esfuerzo y CPUE totales como los de pelágicos y demersales con los métodos lineal y exponencial de Schaefer (1954) y de Fox (1970) para obtener los valores de rendimiento máximo sostenible (MSY) anual y sus respectivos valores de esfuerzo óptimo (fop).

Un tercer método se aplicó tanto para los valores totales como para las especies demersales y pelágicas, utilizando el modelo de Doi (1975) combinado con el de Pauly ('983). Con estos modelos complementados se obtuvieron varios parámetros poblacionales que se describen brevemente a continuación.

Primeramente se tabularon los datos de los seis años, mes por mes el valor de la captura, esfuerzo y con ellos la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Se detectaron períodos definidos por la tendencia descendente de CPUE, razón por la que los períodos son de variada amplitud. Los valores de CPUE por período se sometieron al análisis regresivo mediante el cual los valores negativos de la pendiente son la mortalidad total (Z), habiendo tantos valores de Z como períodos se hayan establecido (Doi, *op. cit.*).

Para hacer el estimado del coeficiente de capturabilidad (q) y mortalidad natural (M) se partió de la ecuación:

$$Z = M + qf$$

ajustando los valores a una regresión lineal de acuerdo con Pauly (*op. cit.*).

La mortalidad por pesca (F) se obtuvo con la expresión:

$$F = qf \text{ Doi } (*op. cit.*)$$

La tasa de explotación:

$$E = F / (F + M) \text{ Pauly } (*op. cit.*)$$

El tamaño de la población (N):

$$N = C / E$$

siendo C la suma de la captura de cada período y E el mayor valor obtenido.

El índice de abundancia relativa (A):

$$A = N / No$$

tomando como *stock* virgen (No) el valor más elevado de N .

El índice relativo de captura sostenible (Cs) expresado por:

$$Cs = A * E$$

y finalmente el rendimiento máximo sostenible (RMS):

$$RMS = Cs * No$$

estos últimos parámetros obtenidos con Doi (*op. cit.*).

Aspectos generales de la pesca ribereña

El área de pesca

La actividad extractiva se lleva a cabo en el litoral del estado de Colima en una franja no mayor a las 5 millas de amplitud. Este campo de acción está limitado tanto por la estrecha plataforma continental de esta costa como por las características de las embarcaciones empleadas y otros factores socioeconómicos propios de las comunidades ribereñas.

Las condiciones particulares de la ribera colimense en cuanto a su configuración fisicográfica proporcionan una variedad de hábitat característicos como son: fondos rocosos, arenoso y cascajeras, que albergan especies demersales de alto valor comercial; de igual forma sucede en el área nerítica donde se alojan especies tanto endémicas como migratorias que se incorporan a los volúmenes de captura en calidad de especies pelágicas.

Se conoce que la captura ribereña procede de diversos bajos o caladeros ubicados a lo largo del litoral (Macías, 1985) que son explotados tradicionalmente por los pescadores agrupados en 12 cooperativas ribereñas, quienes operan de acuerdo con una jurisdicción sobreentendida entre ellos ya que, por lo común, se desplazan a las áreas cercanas a sus comunidades.

Embarcaciones y recursos humanos

Actualmente el número de embarcaciones por cooperativa es muy reducido. Un censo elabo-

rado por Macías (1985) resume que para 1980 las cooperativas contaban con 57 embarcaciones en total y que para 1984 se redujeron a 32, lo que representa una disminución en un 44 por ciento en esos cinco años.

Se emplean embarcaciones menores que oscilan entre seis y ocho metros de eslora con motores fuera de borda de 45 a 55 HP; los viajes son diarios aplicando en promedio de 8 a 10 horas efectivas de trabajo y comúnmente van de dos a cuatro pescadores por viaje.

Con base en lo antes dicho y de acuerdo con los conceptos de ordenación de pesquerías (Panayotou, 1983), la actividad extractiva ribereña de esta región cae en la clasificación de "pesquería en pequeña escala" caracterizada por el empleo de equipos poco tecnificados, aplicación de una elevada mano de obra y la participación de un rauquítico capital.

Registros de captura

Existen tres oficinas de pesca en el estado donde en formatos específicos es vertida la información que sobre sus capturas hacen tanto los pescadores cooperativistas como los permissionarios. Estos formatos o "avisos de arribo" contienen información diaria sobre la captura en kilogramos por especie, número de embarcaciones y de pescadores que participan. La información recopilada se concentra en la Delegación Federal de Pesca en el estado.

RESULTADOS

Composición de la captura

Los listados estadísticos reflejaron una fluctuación muy amplia en cuanto a la variedad de especies registradas. Esta variabilidad está estrechamente ligada a los hábitos y comportamiento propios de las especies, condiciones del medio ambiente, así como a las artes y equipos empleados para su extracción y a la situación socioeconómica que priva en este gremio de pescadores.

Del total de 109 especies registradas como integrantes de las capturas, un grupo de 28 conforman entre el 81 y 92 por ciento del total. Considerando este hecho, se estableció el criterio de emplear para el análisis a este grupo que representa el grueso de las capturas. Asimismo, se dividió en especies demersales y pelágicas, resul-

tando 17 especies de las primeras y 11 de las segundas.

Especies como el huachinango, pargo, ronco, rasposa, sierra, jurel, cocinero y lisa, en algunos años, berrugata y barrilete, integran un núcleo de especies que son capturadas en mayor volumen como puede observarse en la tabla 1.

Estimación del MSY

La figura No. 1 refleja la tendencia negativa de la captura registrada para los años 1980 a 1985. Proporcionalmente, la captura del primer año representa el 42.2 por ciento y la del año 1985 desciende hasta el 8.6 por ciento, explicable en parte, por la considerable disminución en los equipos y artes de pesca durante ese lapso e incluso, no debe soslayarse el hecho de que los registros no consignen toda la captura extraída.

Los resultados de rendimiento máximo sostenible (RMS) y esfuerzo óptimo (f_{op}) obtenidos para especies demersales y pelágicas, así como para el total de especies mediante los modelos de Schaefer (1954) y Fox (1970) son como se indica a continuación:

Total de especies:

Schaef er Fox
 RMS = 2,287 ton. RMS = 2,438 ton.
 fop = 10,108 viajes fop = 15,321 viajes

Demersales:

RMS = 1,044 ton. RMS = 1,030 ton.
 fop = 4,450 viajes fop = 5,928 viajes

Pelágicos:

$$\begin{array}{ll} \text{FMS} = 893 \text{ ton.} & \text{RMS} = 899.9 \text{ ton.} \\ \text{fop} = 2,965 \text{ viajes} & \text{fop} = 4,703 \text{ viajes} \end{array}$$

Gráficamente las figuras 2 y 3 muestran las curvas de rendimiento para el total de las especies tratadas con ambos modelos.

De acuerdo con el método de Doi (1975) combinado con Pauly (1983) se estimaron diferentes parámetros poblacionales; se consignan aquí, en la tabla 2, sólo los resultados para el total de especies.

Los valores para el RMS son como sigue:

Total de especies	= 1,802 ton.
Demersales	= 955 ton.
Pelágicos	= 763 ton.

DISCUSION

El análisis está basado en los modelos globales de Schaefer (1954) y Fox (1970) y el modelo analítico de Doi (1975) combinado con Pauly (1983) con el propósito de hacer una evaluación comparativa tanto del rendimiento máximo como del esfuerzo óptimo, planteando dos estrategias a fin de obtener estimaciones más exactas. En este sentido se analizó el total de la captura (en conjunto todas las especies) y por otro lado separando las especies en pelágicas y demersales.

En el caso estudiado, los resultados ofrecen una amplia similitud entre ellos, aunque se nota claramente que los modelos globales que solamente emplean las series históricas de datos de captura y esfuerzo dan resultados ligeramente mayores que el modelo analítico que introduce variables poblacionales como son mortalidad total, por pesca y natural, que influye en el ajuste final. En este análisis se obtiene un rendimiento máximo sostenible (RMS) considerando el total de las especies igual a 2,287 ton. estimados con Schaefer (*op. cit.*), 2,438 ton. por el método de Fox (*op. cit.*) y 1,802 ton. mediante Doi (*op. cit.*) y Pauly (*op. cit.*). Ramírez (1977) hace un estimado del índice de productividad para diversas especies del estado de Colima, utilizando una serie histórica de 1960 a 1976, obteniendo con "criterio pesimista" un valor de 2,291 ton. factibles de captura.

Siendo éste un método deductivo, deja abierta la posibilidad de ajustar estos resultados con un análisis más objetivo sobre especies en lo particular, abarcando aspectos de su biología que darán la pauta para afinar la metodología aplicada.

De una manera práctica podría optarse por un promedio de los valores del RMS estimados a través de las estrategias desarrolladas, el cual representaría un índice cercano a la realidad.

Este promedio es del orden de las 2,175 ton., comparativamente más alto que el promedio de las capturas obtenidas durante la temporada analizada, el cual asciende a 1,454.8 ton.

CONCLUSIONES

Un total de 109 especies fueron detectadas como componentes de la captura ribereña, de las cuales 28 se presentan constantemente durante todo el año, aunque en ocasiones con porcentajes muy bajos. De éstas, nueve son las que soporan los mayores volúmenes de captura.

En orden de importancia comercial el huachinango y los pargos son los que reportan mayores ingresos al pescador, razón por la cual se observa que el mayor esfuerzo gravita sobre estas especies demersales.

En cuanto a la estacionalidad de las especies no se aprecian cambios marcados, se observa que la mayoría suele capturarse durante todo el año con excepción hecha por las especies migratorias, lo que es explicable en parte por la escasa fluctuación térmica de estas latitudes.

La pesquería ribereña del estado de Colima es eminentemente artesanal, caracterizada por una tecnología de captura poco desarrollada, lo que implica un elevado esfuerzo para lograr bajas capturas. No obstante, esta actividad representa una fuente de empleo constante para las comunidades ribereñas.

La captura anual durante los seis años analizados refleja una tendencia negativa, lo que no es producto de la ausencia del recurso sino se debe a otras causas de índole administrativa.

Los resultados estimados a través de los modelos de producción demuestran que hay un margen de disponibilidad que podrá ser alcanzado en la medida en que se aplique el esfuerzo óptimo determinado en el trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Arturo García Boa y Héctor Manuel Lizárraga Rodríguez participaron en la tarea de recopilar la información directamente de los "avisos de arribo", se agradece además su colaboración en el archivo de los datos mediante la computadora.

El M. en C. René Márquez Millán constamente nos orientó en el proceso de los datos estadísticos para la obtención de los parámetros poblacionales, y se agradece su participación en la revisión y sugerencias en la redacción del escrito.

Al Biól. Xavier Soto por la crítica constructiva al trabajo y las sugerencias para llevarlo a buen término.

Personal del CRIP y estudiantes de servicio social que amablemente colaboraron en la recopilación estadística.

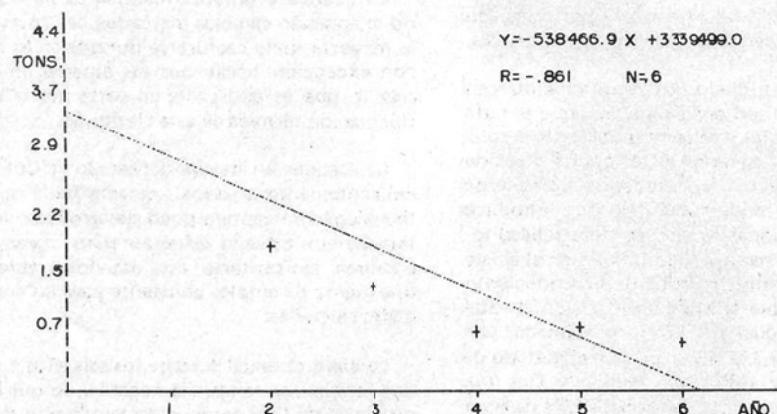


Fig. I TENDENCIA DE LA CAPTURA RIBEREA, ANALIZADA PARA LOS AÑOS 1980 A 1985.

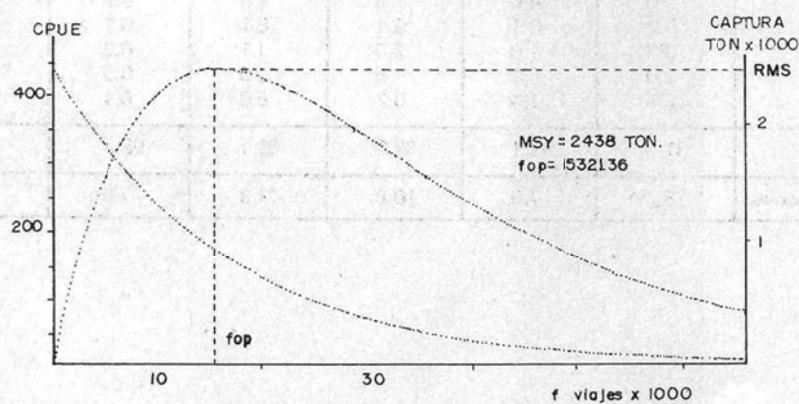
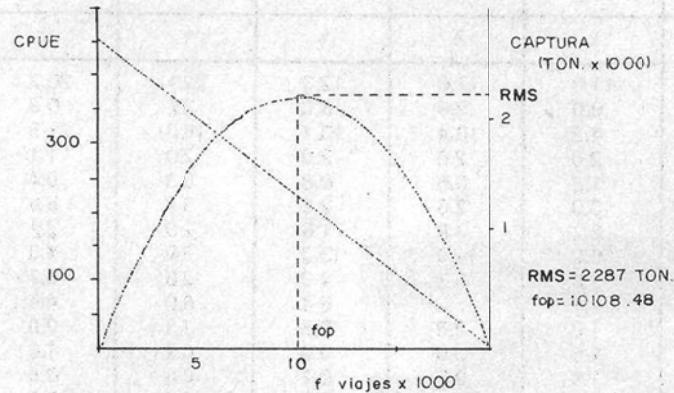


Fig 2 y 3 ESTIMADO DEL RENDIMIENTO MAXIMO SOSTENIBLE (RMS)
Y ESFUERZO OPTIMO (FOP) DE LA CAPTURA TOTAL 1980
1985, MEDIANTE LOS MODELOS DE SCHAEFER Y FOX,
RESPECTIVAMENTE

TABLA 1. CAPTURA ANUAL (kg.) Y FRECUENCIA PORCENTUAL DE LAS PRINCIPALES ESPECIES (28)

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985
kg. Total	3,685,835	1,712,743	1,252,437	724,879.5	758,923.8	594,370.3
Especie	%	%	%	%	%	%
Huachinango	11.0	17.6	12.3	22.1	20.3	27.4
Sierra	9.0	9.6	6.0	2.7	0.8	6.0
Ronco	4.3	10.4	13.1	16.0	21.5	13.4
Puerco	2.0	2.6	2.0	2.0	1.1	0.0
Viejita	1.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.3
Berrugata	3.0	2.6	2.6	3.1	5.6	3.0
Barrilete	2.2	4.2	1.6	2.0	2.2	2.0
Cocinero	6.0	14.6	13.3	3.0	1.3	2.1
Cuatete	3.0	0.2	4.3	2.0	0.7	0.1
Rasposa	3.1	7.2	5.4	6.0	4.4	1.0
Rayada	1.0	0.8	0.5	1.3	2.0	2.0
Corvina	1.0	3.0	0.3	0.2	1.0	1.0
Tecomate	1.0	0.2	0.2	0.4	0.5	0.1
Sarangola	0.1	0.8	0.0	0.1	0.0	0.1
Ojotón	0.3	1.2	4.5	1.0	1.6	4.0
Ojo Perra	0.6	0.0	0.0	2.0	0.6	0.4
Lisa	6.0	1.4	1.3	1.2	3.0	1.4
Robalo	1.0	0.7	2.0	0.4	2.0	1.0
Mojarra	1.0	1.0	0.6	1.0	3.0	3.2
Chile	3.0	1.0	1.3	2.2	1.0	1.0
Macabí	1.1	0.7	1.4	1.0	3.0	1.5
Gallina	4.2	1.0	0.0	0.0	1.5	0.0
Pargo	4.3	4.3	4.6	7.0	5.6	8.4
Jurel	6.0	4.0	7.4	8.0	8.6	7.0
Lunarejo	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Cabrilla	0.4	1.0	2.0	1.1	0.2	0.1
Sandía	3.0	0.1	1.5	2.0	0.5	1.0
Lucero	2.4	1.4	0.2	0.0	0.4	0.0
TOTAL	81.3	92.1	89.2	88.1	92.4	87.5
Otras especies	18.7	7.9	10.8	11.9	7.6	12.5

TABLA 2. PARÁMETROS POBLACIONALES OBTENIDOS A PARTIR DE LA CAPTURA Y EL ESFUERZO PARA EL TOTAL DE PECES

Año/Meses (período)	Esfuerzo (f prom.)	Captura/ período (C)	Z	F = qf	E = F / (F + M)	N = C/E	A = N/No.
80 Ene.-Abr.	646.75	490,550.90	0.050	0.013	0.077	6.370,790.9	0.257
80 Abr.-Ago.	1,015.40	1,300,215.70	0.330	0.020	* 0.114*	11,405,400.8	0.460
80-1 Ago.-Abr.	889.56	2,399,036.35	0.180	0.018	0.103	23,291,615.1	0.939
81 Abr.-Ago.	799.00	789,881.10	0.110	0.016	0.093	8,493,345.2	0.342
81-2 Ago.-Ago.	701.54	1,501,537.80	0.104	0.014	0.082	18,311,436.6	0.738
83 Ene.-Abr.	198.75	206,289.50	0.065	0.004	0.025	8,251,980.0	0.333
83 Jun.-Dic.	155.43	471,453.50	0.060	0.003	0.019	*24,813,342.*	1.000
84 Ene.-Mar.	77.33	174,727.00	0.190	0.002	0.013	13,440,538.5	0.542
84 Mar.-Jul.	92.80	316,188.00	0.110	0.002	0.013	24,322,153.9	0.980
84 Jul.-Nov.	133.00	324,123.23	0.350	0.003	0.019	17,059,117.4	0.688
84-5 Nov.-Ago.	155.20	434,612.73	0.090	0.003	0.019	22,874,354.2	0.922
85 Ago.-Nov.	172.75	276,067.50	0.330	0.004	0.025	11,042,700.0	0.445

$$q = 0.000002$$

$$M = -0.156$$

A = 0.637
Cs = 0.73
RMS = 1,808 tons.

*Valores de E y N considerados para estimar RMS

LITERATURA CITADA

- Csirke, J. 1980. *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. FAO, Doc. Téc. Pesca (192): 82 p.
- Doi, T. 1975. *Análisis matemático de poblaciones pesqueras*. Compendio para uso práctico. Inst. Natl. de Pesca. INP/SI: m 12: 95 p.
- Ehrhardt, M.N. 1981. *Estimación de parámetros poblacionales*. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primera parte. FAO. INP. 134 p. Apéndices.
- Espino B., E. y M. Cruz R. 1985. *Lista de peces del litoral colimense*. Bol. Informativo No. 3. CRIP Manzanillo: 21 p.
- Espino B., E., R. Macías Z., M. Cruz R. 1986. *Estadística Básica de la Captura Ribereña en el estado de Colima. Temporada 1980-1985*. Bol. Informativo No. 7 CRIP Manzanillo: 34 p.
- Fox, W.W. 1970. *An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish population*. Trans. Amer. Fish. Soc. No. 1: 80-88 p.
- González, D.G. 1984. *Manual de procedimientos básicos para evaluación de recursos pesqueros*. Instituto Nacional de la Pesca: 50 p.
- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt (Eds.) 1975. *Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Doc. Téc. FAO Pesca (115) Rev. 1: 211 p.
- Macías Z., R. 1985. *Informe final del proyecto "Prospección hidroacústica en el litoral del estado de Colima"*. SePes. INP, CRIP Manzanillo. 35 p.
- Panayotou, T. 1983. *Conceptos del ordenamiento para las pesquerías en pequeña escala: aspectos económicos y sociales*. FAO Doc. Téc. Pesca (228): 60 p.
- Pauly, D. 1979. *Theory and management of tropical multispecies stocks: A review, with emphasis on the southeast Asian Demersal Fishes*. ICLARM Studies and Reviews, No. 1, 35 p.
- Pauly, D. 1983. *Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. FAO. Doc. Téc. Pesca (234): 49 p.
- Ramírez G., R. 1977. *Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo*, Col. Dep. Pesca, México. Tomo 2: 268-338.
- Schaefer, M.B. 1954. *Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries*. Bull. IATTC, 1(2): 25-56.

ALIMENTOS BALANCEADOS Y ECONOMICOS A PARTIR DE DESPERDICIOS MARINOS PARA POLLO Y TILAPIA

Manuel Patiño Barragán*
Alejandro Otto Meyer Willerer**

RESUMEN

Se proponen alimentos balanceados y baratos producidos con desperdicios marinos y otros productos económicos para pollos de engorda y tilapias. Los desperdicios marinos obtenidos en el mercado como son vísceras, cabezas y colas de pescado, así como crustáceos, son esterilizados, secados al sol y triturados. Se mezclan con los demás ingredientes en polvo y se extrusó en húmedo para producir un tamaño adecuado para el consumo de cada especie. El porcentaje de proteína, carbohidratos y grasas, fueron los más indicados en cada alimento. Los factores de conversión resultaron muy eficientes, habiéndose efectuado experimentos paralelos con alimento comercial. En tilapias se obtuvieron mucho mejores tallas, significando mejores rendimientos y menores costos de producción.

En pollos, los resultados fueron similares, pero estos alimentos aquí propuestos no contienen hormonas ni antibióticos. Los alimentos son estables en climas húmedos y fácil de hacerse en casa.

ABSTRACT

Cheap balanced foods are proposed here produced with marine wastes and other economical products to feed "broiler" chicken ant tilapia. The marine wastes obtained in the local fish market as viscera, head and tails of fish and crustaceans are sterilized, dried with solar irradiance and grinded. This powder is homogenized with the other flours to obtain a humid paste that is extruded adequately for each species. The percentage of protein, carbohydrates and fat in each feed was the most indicated. The conversion factors of these foods resulted very efficient compared with experiments done to animals feeded with commercial products.

The tilapias were of much bigger size having better food conversion and lower production costs. In chicken the results were similar, but these foods have no hormones or antibodies. These balanced foods are stable in humid climates and easy to produce at home.

* Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad de Colima.

** Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Dirección General de Oceanografía Naval, Secretaría de Marina y Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima.

INTRODUCCION

El constante aumento de la población genera una gran cantidad de problemas, entre los que destaca, por su gravedad, el de tipo alimentario.

Algunos subproductos alimenticios más prometedores lo constituyen las cabezas, colas y vísceras de pescado, con alta calidad de nutrientes que pueden ser aprovechables, pues es posible obtener harina de ellos (Orozco de Anda, 1966). La tilapia sp., resulta ideal para transformar esta proteína en aprovechable, considerando que México se encuentra en condiciones biogeográficas enviables para el cultivo en gran escala de esta especie entre otras (Rubin, 1978).

El pollo de engorda tipo "broiler" es otro organismo con grandes ventajas, ya que su cultivo en las comunidades ejidales puede ser favorecido elaborando un alimento balanceado ex profeso para ello a partir de los desperdicios mencionados. El contenido proteínico tanto de la tilapia como del "broiler" es elevado, pudiendo prepararse una gran variedad de platillos succulentos en nuestra cocina, además de nutritiva.

Los objetivos propuestos fueron los siguientes: elaborar alimentos balanceados tanto para pollo de engorda tipo "broiler", como para el híbrido de tilapia (*S. hornorum* y *S. mossambica*) a partir de desperdicios marinos con igual o mejor calidad que el alimento comercial empleado, más económico, con sencillo proceso de elaboración y que no contenga ninguna sustancia que pueda dañar la salud del humano cuando consuma carne de los organismos cultivados con el alimento en cuestión.

MATERIAL Y METODOS

Los desperdicios se lavaron y esterilizaron en olla de presión, se colocaron en bastidores a secar al sol y ya secos se molieron empleando un molino para nixtamal hasta obtener harina, ésta se complementó con materiales tradicionales y correctores. La mezcla se realizó manualmente y después en el molino para nixtamal, donde al mismo tiempo se extrusó la pasta homogeneizada. El extrusado se extendió en bastidores al sol y ya seco el producto se molió y tamizó al tamaño adecuado para el organismo que lo utilizaría.

El producto de iniciación para los pollos se preparó con 21 por ciento de proteína y nutri-

mentos adecuados para satisfacer sus necesidades nutricionales durante las primeras cinco semanas, proporcionando un 12 por ciento de su peso diariamente. Desde la sexta, hasta la novena semana se administró un producto acabado con 18 por ciento de proteína y nutrientes adecuados, proporcionando diariamente el 10 por ciento de su peso. Se procedió de igual manera con las aves-testigo empleando iniciaria y finalizador comercial (Alimentos AS., 1986). Una vez sacrificados se realizaron análisis de músculos, piel y grasa, a la poste se prepararon en las formas más comunes de la cocina mexicana llevando a efecto un análisis organoléptico.

De la misma manera para tilapia se prepararon dos productos: iniciación y acabado, con un 35 y 30 por ciento de proteína, respectivamente, así como nutrientes adecuados. Se proporcionó en tres porciones. El testigo se trabajó con alimento comercial en las mismas condiciones.

Los parámetros de humedad, grasas, cenizas y proteína de la materia prima de los productos elaborados y de las diversas partes de los organismos después del sacrificio se realizaron como lo propone Flores Menéndez (1983).

El cultivo de los peces se realizó en piletas con una densidad de 3,600 gr. de peso vivo/m³, con un suministro de aire las 24 horas; el recambio de agua se efectuó diariamente en un 20 por ciento, la limpieza se realizó por medio de sifón y los peces se pesaron con oportunidad.

Los parámetros físico-químicos del agua se determinaron dos veces por semana. El pH se midió con potenciómetro; sulfatos, fierro, calcio, cloruros y sólidos totales fueron procesados de acuerdo a A.P.H.A. (1975); nitratos, nitritos y fosfatos como lo indica Parsons *et al.* (1984); oxígeno disuelto como lo indica Rosales Hoz (1980); amonio, según Boyd (1981); silicatos como lo propone A.P.H.A., modificado con el Manual de Technicon (1977).

Se tomó longitud total y peso de las tilapias cada ocho días, los testigos se trabajaron en iguales circunstancias. Se obtuvo el factor de conversión y las tilapias se prepararon en las formas más tradicionales de la cocina mexicana, realizándose análisis organolépticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el experimento con pollos se elaboró la iniciaria con harina de desperdicios de pescado, soya, masa y carapacho de jaiba con un 21 por ciento de proteína, calculando un costo de \$ 131.35/kg. El finalizador se conformó con harina de desperdicios de pescado, maíz, trigo, soya y melaza conteniendo un 18 por ciento de proteína, con un importe de \$ 128.20/kg.

Durante las primeras cinco semanas la diferencia en peso fue pequeña con ligera ventaja para los pollos alimentados con producto comercial. Durante la sexta aparecieron síntomas de coccidiosis en pollos alimentados con producto elaborado y al inicio de la séptima semana, se enfermaron de viruela aviar. Se trajeron adecuadamente y las aves recobraron el apetito y su comportamiento normal. Al final de la novena semana la diferencia fue de un 25.01 por ciento a favor de los pollos comercial con un factor de conversión de 3.00 en tanto que los "CONACyT" obtuvieron 3.74. Ambas poblaciones tuvieron un promedio de peso superior a los 1,629 gr. que se considera rentable (FAO, 1984).

En el análisis bromatológico se encontró que los pollos comercial contenían 43.9 gr. más de agua por kg. que los "CONACyT", por lo que después de hacer los cálculos necesarios, se afirmó que el kg. de pollo "CONACyT" tuvo un importe de \$ 485.97, mientras que el pollo "comercial" ascendió a \$ 481.50/kg.

El análisis organoléptico indicó que los pollos "CONACyT" no tuvieron sabor ni olor a pescado y no existieron diferencias significativas entre las dos poblaciones.

Los resultados obtenidos fueron los esperados, ya que intencionalmente no se adicionó antibiótico a los productos elaborados, con el propósito de sacrificar un poco las ganancias a cambio de obtener carne saludable. La pregunta obligada es ¿valdrá la pena arriesgar la salud consumiendo carne de pollo con antibióticos y posiblemente hormonas, por un poco más de ganancias que en resumidas cuentas es agua?

En el experimento con tilapia, la iniciaria y el finalizador se elaboraron con 35 y 30 por ciento de proteína, respectivamente, como es sugerido por Jauncey y Ross (1982), teniendo especial cuidado con los aminoácidos limitantes.

En la figura 1, se observa que desde el inicio existe un impacto significativo para la población alimentada con producto elaborado, mientras que las tilapias alimentadas con producto comercial, prácticamente no aumentaron de peso a pesar de que el producto se administró adecuadamente (Macintosh y de Silva, 1982). A partir de la décima semana se sexaron las dos poblaciones. Una gran diferencia resultó el hecho de que para este momento habían muerto ya un 24 por ciento de las tilapias comerciales; las muertes no se debieron a cambios en los parámetros físico-químicos, sino a una pérdida del apetito ocasionada quizás por una deficiencia vitamínica (Halver, 1979 y Jauncey, 1982).

En la semana 19 se presentó un brote de enfermedades en el estanque de tilapias macho comercial causada por la bacteria *Chocodracococcus columnaris* o *Cytophaga columnaris* (Chakroff, 1983), y a pesar de que se trajeron los cuatro estanques con 0.5 ppm de sulfato de cobre, murió la mayor parte de los machos comerciales, por lo que el experimento ya no se continuó con ellos. Ninguno de los tres grupos restantes sufrieron pérdidas y se erradicó completamente la enfermedad.

Para la vigésima octava semana la diferencia adquiere contrastes muy marcados como se observa en la figura 2, los promedios en talla y peso para hembra "CONACyT" fueron de 16.91 cm. y 106.05 gr., respectivamente, en tanto que para las hembras comercial el promedio de talla fue de 11.35 cm. y en peso 28.10 gr; lo cual denota una ventaja de 48.98 por ciento en talla y 277.40 por ciento en peso para las primeras.

En machos "CONACyT", los promedios en talla y peso fueron de 21.75 cm. y 199.31 gr., respectivamente, con factor de conversión de 1.47 a partir del momento de sexación que es menor al encontrado en *S. mossambica* con un alimento elaborado únicamente con harina de pescado (Ross, 1982), lo cual lo hace caro y es mayor, en tan sólo 0.27 al calculado en tilapias zilli (Mazid et al., 1979), en organismos comprendidos entre 1.2 y 3.4 gr., con un alimento contenido 35 por ciento de proteína preparado a base de caseína, lo que prácticamente lo torna incosteable.

En cuanto a bajas, a partir del momento de sexación hasta la semana 28, en tilapias hembras comercial se presentó un 23.3 por ciento; en machos y hembras "CONACyT" no hubo bajas, lo

que resulta muy elocuente en cuanto a fortaleza y defensas orgánicas de ambas poblaciones.

La tilapia macho "CONACyT", cultivada a partir de talla mínima, tuvo un importe de \$209.49 por kg. que la hace bastante rentable considerando que el híbrido de tilapia en el mercado está a razón de \$ 1,000.00/kg. y que en estanques rústicos en la región se producen de seis a ocho toneladas por hectárea al año (Pérez 1986) susceptibles de ser mejoradas, pues con un alimento con un 18 por ciento de proteína (Bovilac, 1986) que es el que se usa, lógicamente tardan más tiempo en desarrollarse y se desprecia el crecimiento óptimo.

El resultado de análisis organoléptico para tilapia "CONACyT" fue de textura normal, apariencia suculenta en un 90 por ciento, sabor y olor suave, agradable y características de pescado de agua dulce en un 100 por ciento. A todos los comensales se les cuestionó si lo volverían a comer y la respuesta resultó afirmativa en un 95 por ciento.

CONCLUSIONES

Los desperdicios de las especies marinas más comunes pueden utilizarse para producir alimentos balanceados para pollo y tilapia, evitando así la contaminación de tipo orgánico que actualmente producen.

Los pollos "CONACyT" se enfermaron de coccidiosis y se trataron aplicando medicamentos durante una semana, por lo que a la fecha del sacrificio, éstos no se encontraban en la carne como sucede en la carne de pollo comercial.

El producto elaborado en este experimento se puede emplear a nivel de industria casera con grandes beneficios pues el material es económico y el proceso simple.

Al término del experimento con tilapias, un poco más de la mitad de la población de las hembras comerciales pesaron menos de cuatro y media veces que la mayoría de las hembras "CONACyT"; la mitad de los machos "CONACyT" pesaron el doble de las hembras "CONACyT". Por estos resultados convincentes se sugiere la instalación de una pequeña planta piloto, pues resultaría beneficioso implantar programas de cultivo del híbrido de tilapia macho en las comunidades ejidales ya que instituiría una fuente segura y rentable de deliciosas proteínas.

Tanto en los pollos como en tilapias los objetivos propuestos se alcanzaron en un 100 por ciento.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo brindado por CONACyT para desarrollar un proyecto del cual este artículo sólo muestra parte de la información adquirida.

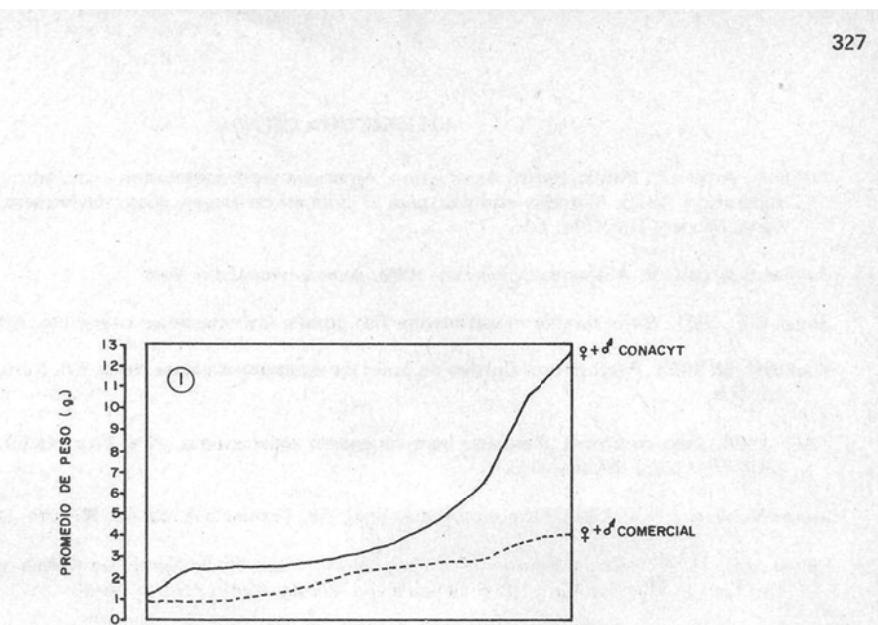


FIGURA 1.

AUMENTO EN PESO CON RESPECTO AL TIEMPO DE LAS POBLACIONES DE TILAPIAS ALIMENTADAS CON PRODUCTO ELABORADO "CONACYT" Y CON PRODUCTO COMERCIAL ANTES DE SEXARSE

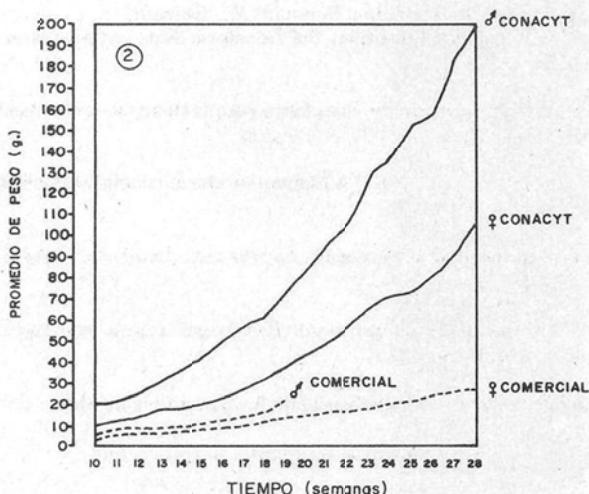


FIGURA 2.

AUMENTO EN PESO CON RESPECTO AL TIEMPO DE LAS POBLACIONES DE TILAPIA ALIMENTADAS CON PRODUCTO ELABORADO CONACYT Y CON PRODUCTO COMERCIAL DESPUES DE SEXARSE.

LITERATURA CITADA

- A.P.H.A. American Public Health Association, American work association and water pollution control federation. 1975. Métodos estándar para el examen de aguas y aguas de desecho, Ed. Interamericana, México, D.F. 11a Ed.
- Bovilac S.A. de C.V. Alimento Comercial. 1986. Amecameca, Edo. Mex.
- Boyd, C.E. 1981. **Water quality in warmwater fish ponds.** Craftmaster printers, Inc. Alabama.
- Chakroff, M. 1983. **Piscicultura: Cultivo de peces en estanques de agua dulce.** Ed. Concepto S.A. México, D.F.
- FAO. 1984. **Aves de Corral. Manuales para educación agropecuaria.** Área Producción Animal, 1a. Ed. SEP/TRILLAS, México, D.F.
- Flores Menéndez, J.A. 1983. **Bromatología Animal,** Ed. Limusa S.A. 3a. Ed. México, D.F.
- Halver, J.E. 1979. **Vitamin requirements of finfish.** In: Proc. World Symp. on finfish nutrition and finfish technology, Hamburg 1978. Heememann Verlag, Berlin. Vol. 1. 45-48.
- Jauncey, K. y Ross, B. 1982. **A guide to tilapia feeds and feeding.** Institute of Aquaculture. Ed. University of Stirling, Scotland, U.K.
- Jauncey, K. 1982. **Carp (*Cyprinus carpio L.*) nutrient, a review.** In: Recent advances in aquaculture. Muir and Roberts Eds. Croom Helm. 216-263.
- Macintosh, D.J. y De Silva, S.S. 1982. Stocking density food ration on fry performance in *Oreochromis (Sarotherodon) mossambicus*. Aquaculture (in press).
- Mazid, M.A., Tanaka y Katayama T.; Asadur Rahman, M.; Simpson, K.L. and Chichester, C.O. 1979. **Growth response of tilapia *zilli* fingerlings fed isocaloric diets with variable protein levels.** Aquaculture 18, 115-122.
- Orozco de Anda J. 1966. **Anteproyecto de una planta para la elaboración de harina a partir de desperdicios de pescado.** Tesis profesional. IPN, México, D.F.
- Parson, T.R.; Maita Y. and Lalli, C.M. 1984. **A Manual of chemical and biological methods for sea water analysis.** Pergamon Press, Oxford.
- Ross, B. 1982. **Protein requirements of sub-adult *Sarotherodon niloticus* (L) x *S. Aureus* (S).** Hybrids J. Fish Biol. 19, 133-144.
- Rosales Hoz, M.T.L. 1980. **Manual de laboratorio de oceanografía química.** Centro de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M. México, D.F.
- Rubin, R.R. 1978. **La Piscifactoría: Cría industrial de los peces de agua dulce.** Ed. Cecsa, México, D.F.
- Technicon Manual. 1977. **Technicon Industrial Systems.** Tarrytown, N.Y.

DETERMINACION DE LA CONTAMINACION POR SUSTANCIAS ORGANICAS
EN EL PUERTO INTERIOR DE MANZANILLO, COLIMA

Altagracia G. Contreras Castillo*
Alejandro Otto Meyer Willerer**

RESUMEN

En este trabajo se pretende hacer una evaluación del cuerpo de agua del puerto interior de Manzanillo, Col. Se realiza un estudio durante 12 meses a dos niveles de profundidad; en la zona de trabajo se encuentran seis estaciones de muestreo que están distribuidas en todo el puerto. Esta evaluación se está realizando con base en los parámetros de oxígeno disuelto, DBO_5 , DQO, sulfuros, amonio, temperatura, pH, sólidos totales, volátiles y sedimentables. Este estudio se considera importante porque en el puerto se pretende construir una industria pesquera con la que se va a incrementar la actividad portuaria, se espera un incremento en los desechos industriales y de aguas negras. Con los muestreos realizados en la época de sequías se observa que la zona no se encuentra en un estado crítico, pero sí es necesario tomar las precauciones debidas para evitar un deterioro mayor.

ABSTRACT

The pretention of this work is to evaluate the water quality of the inner port Manzanillo, Col. This study is done during 12 months at two levels in six sampling places distributed through the port. The evaluation includes dissolved oxygen, DBO_5 , DQO, sulfides, ammonia, temperature, pH, total residue, volatile and settleable matter. This study is considered of importance, because in this harbor a fishery processing industry is planned, which obviously will produce increments in industrial wastes and wastewaters. The results obtained during dry season show no critical data, but it is necessary to take precautions to avoid increments of the pollution.

* Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad de Colima.

** Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Col. Dirección General de Oceanografía, Secretaría de Marina.

INTRODUCCION

El proyecto de ampliación del puerto de Manzanillo, Colima, estaba enfocado en un principio a la construcción del mismo en el área de la Laguna de Cuyutlán. En estudios posteriores se observó que en donde sería el canal de entrada se encontraba un cerro que presentaba raíces de una profundidad de 14 metros, por lo que se desecharó la idea. Se pensó entonces en la Laguna de San Pedrito, en donde se iniciaron dragados para llenar las partes más someras y tener una carretera que comunicase a Manzanillo con la población de Santiago. Se aprovechó la entrada de agua natural que sólo necesitaba ampliación y dragado de menor costo.

DESCRIPCION DEL AREA

La laguna de San Pedrito se encuentra situada a los $19^{\circ}06'20''$ y $19^{\circ}03'30''$ latitud norte y entre los $104^{\circ}19'20''$ y $140^{\circ}17'30''$ longitud oeste. Está limitada por una barra de arena de aproximadamente 5 km. de longitud.

Su origen se puede atribuir al acarreo de material proveniente de los cerros aledaños durante las precipitaciones fluviales del Río Salahua.

La Laguna de San Pedrito presenta una superficie de 330.91 hectáreas. Es una laguna alargada que en el extremo superior presenta el canal de entrada que tiene 250 metros de ancho y 500 metros de largo. El área desde el primer punto de muestreo que está en el canal de entrada hasta la parte más alejada que es el muelle pesquero, tiene aproximadamente 3 km. Las otras cuatro estaciones se encuentran situadas a través de esta línea curva que cubre los 3 km. El puerto cuenta con tres bandas, la banda A y C se encuentran en forma aproximadamente paralela a la primera estación del canal, las otras dos estaciones se encuentran a la mitad de la trayectoria de las bandas hacia el muelle pesquero, que es la zona más alejada.

METODOLOGIA

En este trabajo se pretende realizar un estudio de 12 meses de duración a dos niveles (superficie y fondo), en donde las seis estaciones se encuentran estratégicamente distribuidas abarcando todo el puerto. Se está determinando: temperatura, pH (método conductimétrico), oxígeno disuelto (método Winkler modificado), DBOs,

(demanda bioquímica de oxígeno, método Winkler modificado, cinco días de incubación a 20°C), DQO (demanda química de oxígeno, método permanganimétrico), sulfuros (método yodometrónico), amonio NH_4^+ (método indofenol), sólidos totales, volátiles y sedimentables (según Standard Methods).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los parámetros de pH, temperatura y sólidos totales no presentan grandes anomalías en los primeros meses de muestreo (marzo-julio). El oxígeno disuelto (O.D.) sólo en una ocasión se encontraba en cantidades subcríticas en el fondo de las estaciones de la banda C y muelle pesquero.

Se presentan las gráficas de los seis parámetros más significativos (Gráficas 1 y 2). En la gráfica de sólidos sedimentables se observa que en estos cinco meses de muestreo que corresponden a la época de sequía, no se observan cantidades alarmantes de sólidos suspendidos sedimentables. En muchos casos la cantidad de sólidos sedimentables era menor del 0.1 ml/l.

En los sólidos sedimentables se puede apreciar que no existen grandes variaciones en la concentración en los meses que se llevan analizados que corresponden a la época de sequía. En época de lluvia se espera un incremento considerable en la concentración debido a que las lluvias arrastran gran cantidad de material de los cerros que rodean al puerto. Por un lado, se incrementan los nutrientes, pero por otra parte, en el fondo disminuirá o no penetrará la radiación solar, ocasionando una disminución de la producción de oxígeno durante el día.

En lo que respecta a la DQO, se puede observar una notoria disminución a partir de los meses de mayo comparado con los meses de marzo y abril, tanto en la superficie como en el fondo.

En el amonio se observan variaciones muy significativas, sobre todo en la banda C, donde en los meses de junio y julio existe un incremento sustancial en la concentración de este parámetro, esto puede ser debido a que en esta parte del puerto no existe mucha circulación de agua. Además esta porción se encuentra más en contacto con los cerros aledaños por donde hay escorrentías y desechos liberados por la población de Manzanillo. Otro aspecto importante es que

cerca de esta estación se encuentra el Rastro Municipal, donde hay escurrimientos hacia esta zona que hace se incremente la concentración en comparación con las otras estaciones que no presentan una concentración significativa. En los meses en los que existe incremento de este parámetro han descargado en la banda B colindando con la C, barcos con gramíneas, los cuales no cuentan con un equipo moderno para la extracción de dichos granos por lo que hay mermas considerables en la descarga porque cierta cantidad cae directamente al cuerpo de agua.

La gráfica de la DBOs muestra claramente que la mayor demanda se localiza en aquellas estaciones más retiradas del canal de acceso, es decir, en el muelle pesquero y puntos cercanos.

La demanda bioquímica de oxígeno, medida en estos puntos estratégicos del puerto, sólo mostró valores ligeramente elevados en el muelle pesquero, el cual es el más alejado del canal de acceso, por lo que casi no tiene intercambio del agua oceánica.

De otros trabajos efectuados por el Instituto Oceanográfico de Manzanillo, en las bahías de Manzanillo y Santiago, se sabe que estos valores se incrementan considerablemente en la época de lluvias, ya que las colonias situadas alrededor del puerto carecen de drenaje adecuado, provocando deslaves y arrastres con todo tipo de material por encima de la carretera que comunica Manzanillo con el norte.

Se considera que en los siguientes meses de muestreo, que corresponden a la época de lluvia, los valores de la DBOs se vean efectivamente incrementados.

La gráfica de sulfuros muestra por lo general un ligero incremento en los meses de abril a junio; en el mes de marzo no se obtuvieron datos confiables.

Los sulfuros no se encuentran en cantidades críticas en el puerto de Manzanillo. Sin embargo, sí es notorio que las descargas en las cercanías del muelle pesquero, y los valores más elevados se dieron en el mes de junio, principalmente en las muestras del fondo aunque se estuvo dragando alrededor de la zona naval. Se esperan mayores concentraciones de sulfuros totales en la época de lluvias y si la industria empacadora de atún no tiene precaución en la descarga del pescado y

en el tratamiento de las aguas residuales del proceso de enlatado, este parámetro se incrementará considerablemente produciendo los malos olores característicos, además de los graves problemas de contaminación.

Uno de los parámetros más críticos medidos en estos cinco meses ha sido el amonio, que se muestra en la gráfica descriptiva. En la banda C, en los meses de junio a julio, se obtuvieron valores muy elevados de amonio en las muestras extraídas en la superficie. En las demás estaciones no se obtuvieron valores tan elevados comparativamente.

Analizando los valores de la siguiente gráfica de sólidos volátiles, se ve que no existen variaciones muy significativas en la concentración. Se observa que en el mes de abril es donde se encuentran los valores un poco más elevados.

Por las mismas razones expuestas anteriormente los valores de la DQO y sólidos volátiles también se verán incrementados en los meses de lluvias.

Tanto la DQO como los sólidos volátiles, durante los meses de marzo a julio, presentan valores normales para un cuerpo de agua que tiene un recambio de agua bastante pequeño. Cabe mencionar que en los últimos meses antes del inicio del monitoreo y durante los cinco meses que se presentan aquí, se estuvo dragando alrededor de los muelles de la zona naval que se encontró entre el canal de entrada y el muelle pesquero. En algunas ocasiones se obtuvieron considerables cantidades de sólidos volátiles debido a la remoción de la capa superior de la laguna, que se encontraba prácticamente rodeada de manglares.

CONCLUSIONES

- Con los datos obtenidos de este muestreo, entre los meses de marzo y julio, se puede concluir que el puerto de Manzanillo, aun teniendo un recambio de agua relativamente pobre, observándose una actividad portuaria intensa y un incremento en la población que lo rodea, no presenta síntomas de contaminación crítica por ser época de sequía.
- En los monitoreos, donde se midieron diferentes parámetros en esta zona, muestran un incremento claro de contaminantes, por lo

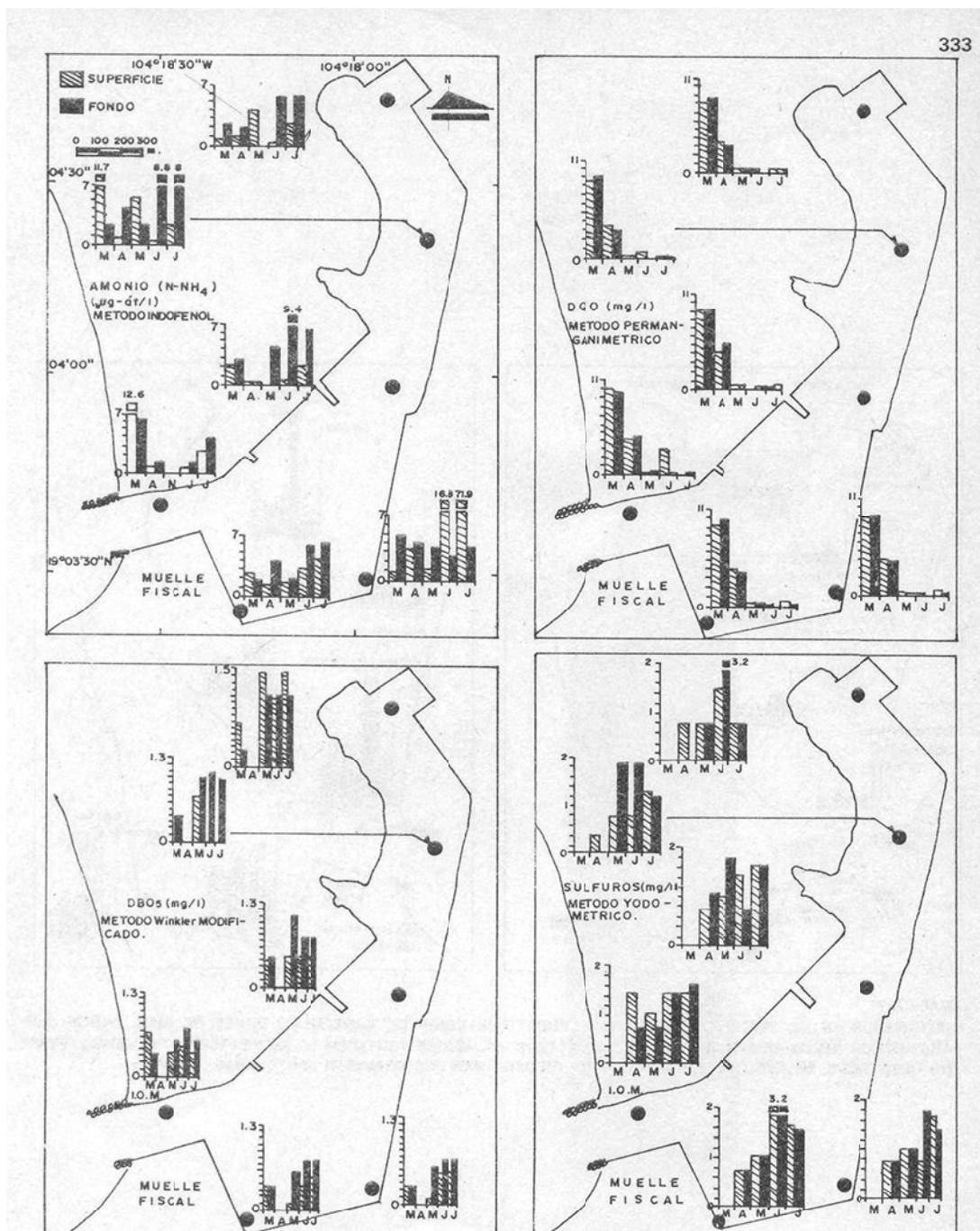
que se espera que las concentraciones de los mismos se eleve entre agosto y noviembre.

- c) Sin embargo, en forma anticipada se puede concluir que si se incrementan los vertimientos de aguas negras y si se introducen aguas residuales de las industrias, este cuerpo de agua, con poco recambio, se verá gravemente afectado por una contaminación múltiple.
- d) Actualmente se está construyendo una planta procesadora de atún cerca del muelle pesque-

ro. Si esta industria no contempla la construcción de una planta de aguas residuales o las dirige a una red municipal que termine en un sistema apropiado, el puerto se verá gravemente afectado por este tipo de contaminantes.

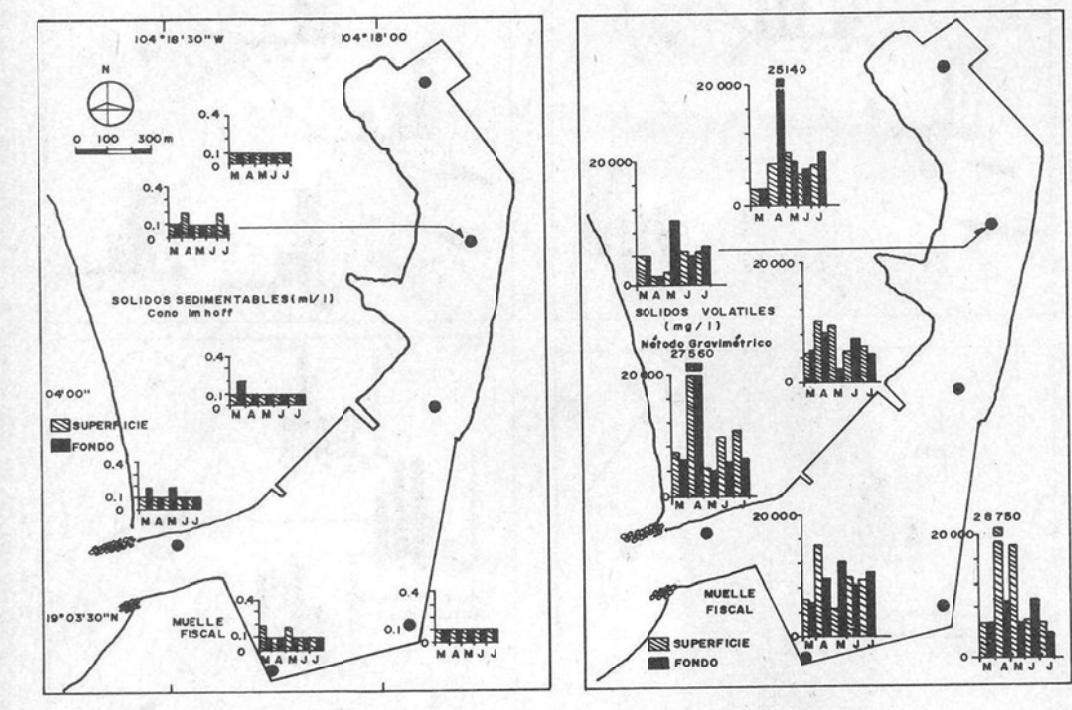
AGRADECIMIENTOS

Se agradece el respaldo dado a este proyecto a la Dirección General de Oceanografía y PROMAM-Manzanillo, Secretaría de Marina.



GRAFICA I

DISTRIBUCION DE LAS SEIS ESTACIONES EN EL PUERTO INTERIOR DE MANZANILLO DONDE SE ANALIZARON LOS PARAMETROS DE AMONIO, DCO, DBO Y SULFUROS TANTO EN LA SUPERFICIE COMO EN EL FONDO. LOS MUESTRAGOS SE EFECTUARON A MEDIDAS DE CADA MES DESDE MARZO HASTA JULIO DE 1987.



GRAFICA 2.
DISTRIBUCION DE LAS SEIS ESTACIONES EN EL PUERTO INTERIOR DE MANZANILLO DONDE SE ANALIZARON LOS PARAMETROS DE SOLIDOS SEDIMENTABLES Y SOLIDOS VOLATILES TANTO EN LA SUPERFICIE COMO EN EL FONDO. LOS MUESTREOS SE EFECTUARON A MEDIADOS DE CADA MES DESDE MARZO HASTA JULIO DE 1987.

LITERATURA CITADA

- American Public Health Association, 1985. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 14th. Ed.
- Comisión de Conurbación Manzanillo-Barra de Navidad (COCOMABA), 1982. *Reportes sobre la evaluación ecológica para la rehabilitación del estero Valle de las Garzas y evaluación ecológica del estero de Tapeixtles*.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1985. *Draf final report for the study on the development project of the port of Manzanillo in the United States of Mexico*.
- Secretaría de Marina, 1985. *Estudio de preservación y control de la calidad de las aguas de la Bahía de Manzanillo, Col.*, Dirección General de Oceanografía.
- Secretaría de Marina, 1987 (en preparación). *Proyecto de evaluación de la calidad de las aguas en el área del Puerto de Manzanillo, Col.*, PROMAM-Manzanillo.

que se ha visto que el proceso de extracción del bromo es más económico que el de obtención de sales en las salinas de Cuyutlán. Por lo tanto, para la obtención de los diferentes productos se deben seguir los mismos pasos que en el caso del bromo, es decir, la precipitación y purificación de los óxidos de magnesio y magnesio puro.

En estos procesos se sigue la etapa de extracción, precipitación y purificación que se utilizan en las industrias convencionales. En este procedimiento se aprovecha la acidificación para eliminar los carbonatos presentes que interfieren en la precipitación del hidróxido de magnesio puro, por un lado y por otro, para obtener un pH lo suficientemente ácido como para transformar al hipoclorito de sodio en cloro, que a su vez sea capaz de liberar al bromo de la salmuera que es extraído con vapor. Finalmente, se eleva el pH de la salmuera restante para precipitar el hidróxido de magnesio. De la solución sobrenadante se obtiene una sal no hidroscópica. El porcentaje de rendimiento y pureza de los diferentes productos finales si hace que el proceso sea rentable.

OBTENCIÓN DE BROMO Y SALES DE MAGNESIO DE LAS SALINAS DE LA LAGUNA DE CUYUTLÁN, COLIMA

Verónica Villarroel Guadarrama*
Alejandro Otto Meyer Willerer**

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es determinar si es rentable o no el proceso de extracción de bromo acoplado al proceso de precipitación de hidróxido de magnesio a partir de agua de mar. Para la obtención de las diferentes sustancias se partió de agua que utilizan los salineros de Cuyutlán. Los procesos de extracción, precipitación y purificación son los mismos que se utilizan en las industrias convencionales. En este procedimiento se aprovecha la acidificación para eliminar los carbonatos presentes que interfieren en la precipitación del hidróxido de magnesio puro, por un lado y por otro, para obtener un pH lo suficientemente ácido como para transformar al hipoclorito de sodio en cloro, que a su vez sea capaz de liberar al bromo de la salmuera que es extraído con vapor. Finalmente, se eleva el pH de la salmuera restante para precipitar el hidróxido de magnesio. De la solución sobrenadante se obtiene una sal no hidroscópica. El porcentaje de rendimiento y pureza de los diferentes productos finales si hace que el proceso sea rentable.

ABSTRACT

The importance of this project is to determine the feasibility of the extraction of bromine coupled to the precipitation of magnesium hydroxide starting with concentrated sea water. The brine was obtained from the salines of the Cuyutlán Lagoon. The process of extraction, precipitation and purification are the same as described for these types of industries. In this process the addition of acid is not only for the elimination of the carbonates present, which interfere in the precipitation of pure magnesium hydroxide, but it is also added to obtain a low pH, that allows the sodium hypochlorite added to the process to give chlorine. This liberates the bromine present in the brine that is carried out with steam. Finally a base is added for the precipitation of the magnesium hydroxide. From the upper bittern a non hygroscopic salt is obtained. The percentage and purity of the different final products make this process interesting.

* Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad de Colima.

** Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Dirección General de Oceanografía Naval, Secretaría de Marina y Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima, Manzanillo, Col.

INTRODUCCION

La escala de producción de sustancias químicas del agua de mar en sí, es considerable. Más de 324 millones de toneladas métricas de material con un valor de 500 millones de dólares son recolectados anualmente del agua de mar o de los remanentes después de recoger la sal. En orden de valor decreciente se extrae: cloruro de sodio, metal magnesio, compuestos de magnesio y bromo, además el sulfato de calcio (yeso) y de potasio son compuestos recolectados en menor cantidad y el agua pesada ha sido producida en una escala industrial.

Si se quiere abrir una industria con la cual se quieran obtener productos del agua de mar, se tiene que ver sea viable y costeable el proceso propuesto, ya que influyen fuertemente la presencia o ausencia de algunas sustancias necesarias para el proceso o energía disponible (energía solar y eléctrica). Tanto el magnesio metálico como sus compuestos tienen una demanda comercial considerable pues se utilizan en la industria cementera, hulera, textil y química. Aunque la concentración de magnesio de 1,300 ppm en el agua de mar es mucho menor que en yacimientos comerciales de magnesio en forma de dolomita y brucita, se ha utilizado el agua de mar como mayor fuente de compuestos de magnesio en los últimos 50 años debido a su mayor grado de pureza en la obtención. En México existe una planta de obtención de magnesio y otras sales en el estado de Tamaulipas.

El bromo se encuentra casi exclusivamente en el agua de mar, teniendo una concentración alrededor de 67 ppm por lo que ésta es la fuente principal y comercial del bromo, este elemento se utiliza como desinfectante para la producción de líquidos hidráulicos, fumigantes y solventes industriales. Sin embargo, el uso más importante se da en la producción de tetra-etilo de plomo como antidetonante de la gasolina. Las fuentes de extracción a nivel mundial son pocas comparadas en las del magnesio.

Debido a que el bromo se presenta siempre en forma de ion bromuro, éste tiene que ser oxidado ya sea electrolíticamente o químicamente al halógeno libre. Actualmente existen dos procesos de extracción de bromo: el de Dow (1965), utilizando aire como agente acarreador, después de la cloración, y el de Kubierschky (Stenger, 1964), utilizando vapor como acarreador. La liberación

de bromo depende mucho del pH (Stewart, 1934), arriba de pH de 7 no se libera bromo del agua de mar, a pH de 3.5 o menores, la liberación es prácticamente completa. En la práctica se le adiciona un 15 por ciento de exceso de cloro para evitar la formación de compuestos interhalogenados que interfieren en el arrastre del bromo.

En caso de trabajar con salmueras relativamente concentradas, los procesos de extracción tanto de magnesio como de bromo, varían con respecto a los utilizados con agua de mar. En el caso de este trabajo se pretende aprovechar una salmuera enriquecida en ambos elementos y acopiar estos dos procesos con el propósito de hacerlos más rentables.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Cuyutlán se localiza en la planicie costera del estado de Colima, situada entre la Bahía de Manzanillo y Río Armería, separada del Océano Pacífico por un cordón litoral de anchura variable no mayor de un km.; tiene dos entradas artificiales cercanas a Manzanillo y una natural por el Río Armería. Ocupa una superficie de 7,200 has., con un ancho promedio de tres km. y una longitud de 35 km. (Figura 1).

Se puede considerar dividida en tres áreas, una cercana al Puerto de Manzanillo, con una extensión de 4,000 ha., la segunda de 1,100 ha., comprende la parte central, separada de la primera mediante un bordo artificial con una compuerta que se destina a la extracción de sal común, en tiempo de estiaje y la tercera, que corresponde a la parte final de la laguna con una superficie de 1,100 ha. Es precisamente en la parte central donde se realizó el reconocimiento para la obtención de las sales de bromo y magnesio, puesto que el principal propósito del presente estudio es el de aprovechar las aguas residuales que se encuentran en forma concentrada en la laguna para disminuir costos de extracción.

Es de interés considerar que el grado de obtención de las sales de bromo y magnesio están íntimamente relacionadas con la temperatura ambiente, evaporación e insolación sobre la laguna; la temperatura atmosférica es de un promedio anual de 28°C. La precipitación máxima anual en promedio es del orden de 1,987 mm. y la mínima de 1,020 mm. Para la insolación se registra un promedio mensual de 233.2 hrs., con

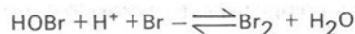
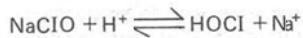
un valor máximo de 275.9 hrs. en la temporada de estiaje y con un mínimo de 172.0 hrs. en los meses de lluvia.

El aprovechamiento salinero se realiza en la parte media de la laguna, siendo su producción mucho más significativa que la de la pesca, tomando en cuenta su valor económico y su volumen de producción. La producción en el año 1965 fue de 11,672 ton. mientras que para el año 1976 fue de 23,042 ton.

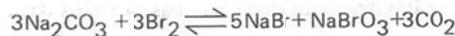
MATERIAL Y METODOS

La materia prima con la que se inicia el proceso de extracción es una salmuera con una concentración de aproximadamente dos veces y media mayor que la del agua de mar. Esta salmuera se obtiene de unos pozos que efectúan los salineros en las márgenes de la laguna de Cuyutlán. Posteriormente, esta salmuera se introduce en tanques de evaporación hasta que inicie la cristalización del sulfato de calcio. Esta salmuera concentrada es filtrada y centrifugada para eliminar las sales precipitadas y partículas de polvo presentes. Se recolecta en un tanque de almacenamiento en el cual se le adiciona ácido clorhídrico hasta obtener pH, menor de 3.5, dicha salmuera acidificada se hace pasar por una columna de un metro de longitud y 1.3 l de capacidad empacada con anillos de Frash, por la cual se le adiciona vapor de agua a contra-corriente e hipoclorito de sodio en solución diluida en la misma dirección que la salmuera. El vapor de agua que arrastra al bromo es condensado en un refrigerante con una gran superficie de intercambio de calor y recibido en una solución concentrada de carbonato de sodio. El bromo absorbido en el carbonato de sodio puede ser acidificado para ser posteriormente concentrado y purificado con ayuda de vapor.

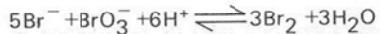
Las reacciones que sucedieren en este proceso son las siguientes:



En la trampa de carbonato:



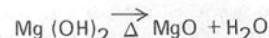
En la liberación de la solución de carbonato:



La salmuera que se purga de la parte inferior de la columna, se almacena en un tanque de precipitación, en el cual se le adiciona una base para incrementar el pH a más de 10. El hidróxido de magnesio precipita según la siguiente reacción:



Se deja sedimentar y el sobrenadante se decanta. El hidróxido de magnesio se centrifuga juntándose los sobrenadantes con la porción anterior. En los mismos tubos de la centrifuga se lava el hidróxido de magnesio con agua de pH 10. Se seca a 105°C y posteriormente se calcina a 500°C hasta peso constante. La reacción de calcinación es la siguiente:



La salmuera que se obtuvo de la decantación del sobrenadante de la precipitación del hidróxido de magnesio es neutralizada y concentrada hasta la cristalización de las sales restantes. La cuantificación de bromuros se efectuó con el método colorimétrico de rojo de fenol y la cuantificación de magnesio y calcio por el método volumétrico con EDTA descritos en el Standard Methods (ver diagrama de flujo 1).

RESULTADOS Y DISCUSION

La salmuera recolectada en los pozos de las salinas de la Laguna de Cuyutlán tenía 77.8 gr. de sólidos por cada kg. La evaporación se continuó con ayuda de energía solar hasta obtener una salmuera con 273 gr. de sales por cada kg. El sulfato de calcio precipitado se separó por filtración, obteniendo alrededor de 46 por ciento del total calculado. Se adicionó un 15 por ciento más de hipoclorito de sodio para disminuir la formación de compuestos interhalogenados y de esta forma extraer la mayor cantidad de bromo según Jolles (1966). El vapor de bromo café se observó en la columna de plástico transparente mezclado con el vapor de agua y se condensaba en el refrigerante dando una solución amarillo intenso. La solución de carbonato de sodio al atrapar al bromo permaneció amarillo claro sin olor característico a bromo o a halógeno. La recuperación del bromo fue de 87 por ciento y debió ser mayor si

no se hubiesen escapado pequeñas porciones de vapor no condensado.

A la salmuera que salió de la columna se le adicionó soda hasta un pH mayor de 10. En la industria se emplea cal hidratada que a su vez pude ser obtenida de conchas de mar (Riley, 1975). El hidróxido de magnesio obtenido es blanco con una consistencia gelatinosa. En el proceso de centrifugado, lavado y filtrado se perdió una pequeña cantidad insignificante pudiéndose obtener hasta un 99 por ciento del magnesio presente en la salmuera con una pureza de 85 por ciento. Más lavados implicarían menor rendimiento, pero mayor grado de pureza.

Finalmente, se neutralizó la salmuera que se extrajo por decantación del proceso de precipitación del hidróxido de magnesio pudiendo obtener el resto de las sales con un rendimiento del 98 por ciento sobre el teórico. Los bromuros y las sales de magnesio se encontraron en esta fracción en cantidades insignificantes (0.6 y 1.0 por ciento, respectivamente).

Las aguas de los pozos de las salinas contienen cantidades de sales lo suficientemente elevadas para poder extraer estos elementos en forma de compuestos para comercialización. La evaporación en tanques de concentración es muy efectiva, ya que se cuenta con más de 300 días al año de radiación solar completa, temperaturas tropicales, suficientes vientos y época de lluvia limitada entre los meses de julio a noviembre. Todos estos factores son los que favorecen la extracción de sal de la Laguna de Cuyutlán.

Debido a que los estanques de concentración son rudimentarios, se puede pensar en pequeñas modificaciones para la obtención de la salmuera concentrada y su procesamiento para la extracción de bromo y sales de magnesio, tomando en consideración que la salmuera a la cual se le ha extraído tanto el bromo como el magnesio es recuperable en gran porcentaje y que de ésta se obtiene un producto que tiene un valor mayor en el mercado. Esta sal común, por estar libre de las sales de magnesio, es menos higroscópica y tiene un valor mayor en el mercado. Por este proceso aquí descrito se obtienen bromo con un alto costo en el mercado, óxido de magnesio lo suficientemente puro para ser utilizado por la industria farmacéutica y sal común refinada de cocina. Actualmente se importan cantidades considerables de bromo y productos con bromo (Tabla 1).

Si se construyera una planta piloto de extracción de estos productos cerca de las salinas, se piensa que el beneficio sería múltiple, ya que los salineros obtendrían mayores ganancias por vender sal más refinada y por otra crearían fuentes de trabajo con productos que ya no tendrían que ser importados.

Relacionado con la extracción aquí desarrollada, cabe mencionar que los rendimientos serían mayores si se tuviera una columna de mejor capacidad de extracción de bromo. La captación y concentración del bromo en carbonato de sodio puede ser superada por un proceso de ácido-gas en el cual el bromo es permitido reaccionar con dióxido de azufre obteniéndose mejores rendimientos de bromo. Este proceso es más económico, el cual se recomienda para la extracción industrial del bromo. Para el desarrollo de este proceso aquí presentado se optó en utilizar la trampa de carbonato de sodio (Riley, 1975).

Se pensó en aprovechar la salmuera acidificada que sale de la columna de extracción para continuar el proceso y precipitar el magnesio en forma de hidróxido, ya que la salmuera con pH ácido se encuentra libre de iones carbonatos, bicarbonato y dióxido de carbono, los cuales interfieren en la precipitación de hidróxido de magnesio puro.

La adición de una base (en la industria se utiliza cal) hasta un pH lo suficientemente elevado como para precipitar al hidróxido de magnesio, se efectúa en un recipiente en el cual se puede decantar con facilidad el sobrenadante una vez que sedimento el hidróxido de magnesio. Se centrifugó y se lavó este producto hasta una pureza deseada y se secó. Finalmente, se calcinó para obtener óxido de magnesio homogéneo. Se trató de disminuir pérdidas en las lavadas del hidróxido; sin embargo, entre más se lavó, mayor pureza se observó.

CONCLUSIONES

- La salmuera que se obtiene de los pozos de las salinas de la Laguna de Cuyutlán presenta una concentración adecuada para continuar la evaporación y posteriormente someterla a la extracción y precipitación del hidróxido de magnesio.
- La adición de hipoclorito de sodio acuoso a la salmuera acidificada que pasa a través de una

columna de extracción, sí hace que se desprenda el bromo, el cual es arrastrado por una corriente de vapor de agua. La salmuera, sin embargo, debe de salir de esa columna con pH de 3.5 o menor. A mayor pH decrece la eficiencia de la extracción.

- La trampa de carbonato de sodio para detener el bromo, sí funciona, ya que permanece inalterada la solución por varios días. Sin embargo, si la corriente de vapor de agua es demasiado fuerte, como para no ser condensada en el refrigerante, se puede dar el caso de pérdida de bromo.
- La acidificación de la salmuera original elimina a los iones carbonato y bicarbonato, los cuales producirían interferencias en la precipitación del hidróxido de magnesio. La adición de una base hasta obtener un pH mayor de 10, permite una obtención cuantitativa de hidróxido de magnesio, sin la interferencia de los carbonatos de calcio que también precipitarían.
- La pureza del óxido de magnesio obtenido es mayor, entre más lavados se efectúan al hidróxido de magnesio precipitado.
- La recuperación de las demás sales restantes, por sí solas, harían rentable este proceso, ya que se obtiene una sal refinada no higroscópi-

ca y con un valor superior en el mercado, que la sal común de las salinas.

- La extracción de bromo acoplado a la precipitación del hidróxido de magnesio hacen que este proceso sea costeable, si se considera que se obtienen productos de alta pureza, rendimientos considerables; la mayor parte de compuestos que contienen bromo son importados y las sales de magnesio no son producidas en suficientes cantidades en el país.
- Los rendimientos aquí presentados pueden ser superados, por ejemplo, en una planta piloto si se optimiza la columna de extracción y manteniendo un flujo continuo de la salmuera, del vapor de agua y medición de pH para disminuir el gasto de ácido en el caso de la extracción de bromo. Para la extracción del hidróxido de magnesio se puede optimizar el rendimiento controlando mejor el pH al adicionar la base que puede ser hidróxido de calcio para disminuir costos, filtrando y lavando con procesos convencionales empleados en la industria.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de un proyecto apoyado por SEP-PRONAES, al cual se agradece.

entre que se han hecho en la laguna de Cuyutlán y en el lago de Chapala, así como en el río Grande de Santiago.

En la laguna de Cuyutlán se han establecido tres tipos principales de explotación: las salinas que se realizan en el fondo de la laguna, las salinas artesanales que son pozos que se realizan en la parte media de la laguna y las salinas que se realizan en la parte alta de la laguna, que es donde se realizan los trabajos de dragado para extraer el fondo de la laguna.

Las salinas artesanales son pozos que se realizan en la parte media de la laguna y las salinas que se realizan en la parte alta de la laguna.

Las salinas artesanales se realizan en la parte media de la laguna y las salinas que se realizan en la parte alta de la laguna.

Las salinas artesanales se realizan en la parte media de la laguna y las salinas que se realizan en la parte alta de la laguna.

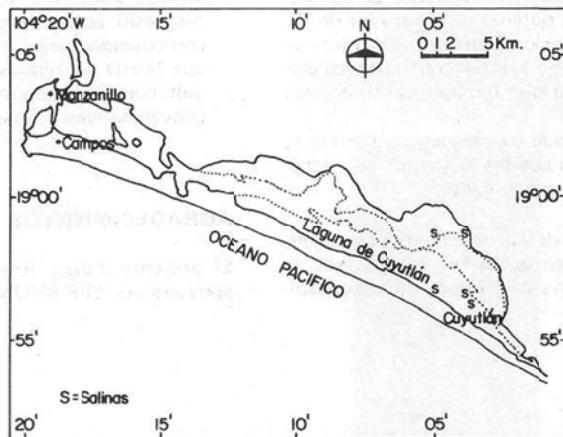


FIG. I LOCALIZACION DE LAS DIFERENTES SALINAS DE LA LAGUNA DE CUYUTLÁN, COLIMA.

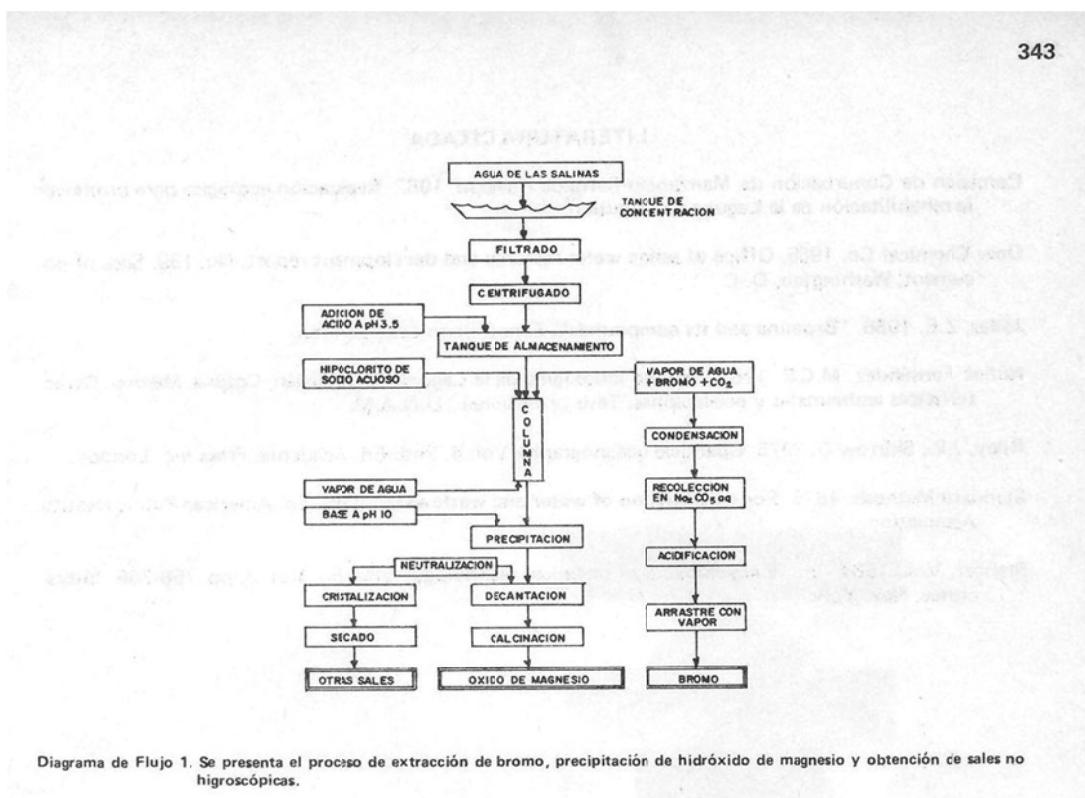


Diagrama de Flujo 1. Se presenta el proceso de extracción de bromo, precipitación de hidróxido de magnesio y obtención de sales no higroscópicas.

AGUA DE SALINAS (75.8g/1000g)	CONCENTRACIÓN O RENDIMIENTO (%)	GRADO DE PUREZA (%)
Br ₂ - - - - - 100	- - - - - 100	- - - - - /
Mg - - - - -	- - - - -	- - - - -
↓	↓	↓
EVAPORACION - CaSO ₄ - - - - - 45.8	- - - - - 95	- - - - -
SALMUELA (273g/1000g)		
↓		
ACIDIFICACION ADICION DE NaClO Y VAPOR	Br ₂ - - - - - 87.2	- - - - - 10
	en Na ₂ CO ₃ 94	
SALMUELA		
↓		
ADICION DE BASE → Mg(OH) ₂		
LAVADO		
CALCINACION	MgO - - - - - 99	- - - - - 85
↓	- - - - -	- - - - -
NEUTRALIZACION		
↓		
CRISTALIZACION (235g /1000g)		
↓		
OTRAS SALES - - - - - 98	- - - - - /	- - - - -
(BROMUROS) - - - - - 0.6	- - - - -	- - - - -
(SALES DE MAGNESIO) - - - - - 1.0	- - - - -	- - - - -

Tabla 1. Se muestra el porcentaje de rendimiento y grado de pureza del bromo, hidróxido de magnesio y sales no higroscópicas obtenidas en este proceso acoplado aquí descrito.

LITERATURA CITADA

- Comisión de Conurbación ce Manzanillo-Barra de Navidad. 1982. **Evaluación ecológica para promover la rehabilitación de la Laguna de Cuyutlán.**
- Dow Chemical Co. 1965. **Office of saline water research and development report.** No. 139. Sup. of document, Washington, D. C.
- Jolles, Z.E. 1966. "**Bromine and its compounds**". Ernest Benn Lts., London.
- Núñez Fernández, M.C.E. 1981. **Estudio ictiológico de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. Características ambientales y poblaciones.** Tesis profesional., U.N.A.M.
- Riley, J.P., Skirrow G. 1975. **Chemical oceanography** Vol. 4, 2nd. Ed. Academic Press Inc. London.
- Standard Methods. 1975. **For examination of water and wastewater.** 14th. Ed. American Public Health Association.
- Stenger, V.A. 1964. In: "**Encyclopedia of chemical technology**" 2nd. Ed. Vol. 3. pp. 758-766. Interscience, New York.

de acuerdo con el efecto estacional y se observó que el efecto estacional es más pronunciado en las variables de temperatura y humedad que en la diversidad y abundancia de los organismos.

En la laguna de Barra de Navidad se observó una gran actividad fitoplancótica en primavera y verano, lo que indica que el crecimiento de los organismos es más rápido en estos períodos. La actividad zooplancótica es menor en verano y aumenta en otoño e invierno.

La diversidad y abundancia de los organismos es menor en verano y aumenta en otoño e invierno.

En la laguna de Barra de Navidad se observó una gran actividad fitoplancótica en primavera y verano, lo que indica que el crecimiento de los organismos es más rápido en estos períodos. La actividad zooplancótica es menor en verano y aumenta en otoño e invierno.

La diversidad y abundancia de los organismos es menor en verano y aumenta en otoño e invierno.

La diversidad y abundancia de los organismos es menor en verano y aumenta en otoño e invierno.

DISTRIBUCION ANUAL DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y SU RELACION CON ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ORGANISMOS PLANCTONICOS EN LA LAGUNA DE BARRA DE NAVIDAD, COLIMA

S.S. Quijano**
Ch. Barragán**
T.A. Méndez**
E.A. Salinas*
S.A. Vidaurre*

RESUMEN

Se evaluó un ciclo anual de parámetros físico-químicos, nutrientes, niveles bacteriológicos, clorofila "a", abundancia y diversidad de las comunidades fitoplancóticas y zooplancóticas en la Laguna de Barra de Navidad, Colima. Se analizó la correlación entre las diferentes variables, además se determinaron las especies más representativas del fitoplankton y los géneros del zooplankton con la época de mayor incidencia.

INTRODUCCION

La alta productividad de las lagunas costeras proviene de la interacción océano-continente, vinculada a la abundancia de nutrientes provenientes de los escurrimientos terrestres y al reciclamiento de éstos entre el sedimento y la columna de agua. Lo anterior, ocasiona que periódicamente las lagunas costeras ofrezcan gran cantidad de alimento que no puede ser consumido, haciendo de éstos, lugares apropiados para la introducción de maricultivos.

La Laguna de Barra de Navidad es un cuerpo de agua que reúne las características adecuadas para intentar hacer en él algún tipo de maricultivos; sin embargo, no se han realizado ahí estudios tendentes a un mejor conocimiento de las condiciones físico-químicas y biológicas necesarias para ello, siendo éste uno de los objetivos del presente trabajo.

AREA DE ESTUDIO (Fig. 1)

La Laguna de Barra de Navidad se localiza en la costa del Océano Pacífico entre los $104^{\circ}39'20''$

* Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Col. Secretaría de Marina.

** Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas. Universidad de Colima.

y $104^{\circ}41'07''$ de longitud y los $19^{\circ}10'50''$ y $19^{\circ}12'15''$ de latitud norte. Se encuentra en el límite de los estados de Jalisco y Colima. Tiene un área aproximada de 360 ha., con un largo de 3.5 km. considerándose como somera con una profundidad entre 1 y 3 m. y una máxima de 7 m. Presenta una comunicación permanente con el mar por medio de una boca de 80 a 90 m. de ancho (Escobar y López, 1981).

El aporte de agua dulce a esta laguna se debe principalmente a los ríos Marabasco y Arroyo Seco en la época de lluvias. La precipitación anual tiene una medida de 1,050 mm.

La mayor parte de las márgenes de la laguna y de las islas están cubiertas por mangle.

MATERIAL Y METODO

Se fijó una red de cuatro estaciones, realizándose muestreos bimestrales por un período de un año.

Se determinaron los siguientes parámetros físico-químicos y biológicos:

Temperatura: con termómetro de -10°C a 110°C , transparencia con disco de Secchi, salinidad con salinómetro de campo, pH con un potenciómetro marca Conductronic.

Oxígeno disuelto: DBO₅; nitratos; amonio; ortofosfatos y clorofila "a" fueron determinados según la metodología recomendada por Strickland y Parsons (1972).

Los silicatos se determinaron mediante las técnicas descritas en el Standard Methods (1976).

Plancton: se realizaron arrastres con una red Clarke-Bumpus con mallas de 80 μ . y 153 μ . obteniéndose muestras para fito y zooplancton, respectivamente. Las muestras fueron preservadas con formol al cuatro por ciento.

Zooplancton: las muestras fueron cuarteadas con un separador Folsom, identificándose hasta el género con un microscopio estereoscópico marca Rossbach.

Fitopláncton: para su identificación se utilizó un microscopio óptico marca Rossbach y las claves adecuadas. Para su cuantificación se tomaron muestras de 300 ml., fijándose con formol al cuatro

por ciento y cuantificadas con un microscopio invertido marca American Optical siguiendo la técnica recomendada por Utermöhl (1931).

Bacteriología (NMP): técnica de dilución múltiple utilizando caldo lactosado y bilis verde brillante.

RESULTADOS

Parámetros físico-químicos y nutrientes (Tabla 1, Figura 2).

Los meses de mayor temperatura del agua fueron de junio a octubre con una máxima promedio de 31.0°C en agosto. Este parámetro presenta correlación lineal negativa con la salinidad. Esta varió de un máximo de 32.55 en abril a un mínimo de 23.32 en junio y es influenciada la mayor parte del año por aportes del Río Marabasco y escurremientos en época de lluvias. Se correlaciona positivamente con clorofilas y nitratos. El pH y oxígeno disuelto se encontraron dentro de los rangos normales para agua de mar. Los valores promedio de la DBO₅ oscilaron entre 1.12 mg/l y 3.33 mg/l para abril y noviembre, respectivamente; los promedios anuales de este parámetro fueron superiores en las estaciones tres y cuatro por ser ésta una zona de manglar con mayor aporte de materia orgánica. Se correlaciona positivamente con ortofosfatos.

Los valores promedio en la concentración de nutrientes se encontraron dentro de los rangos normales para agua de mar. La concentración de nitratos osciló entre $8.71 \mu\text{g-at}/1$ en febrero y $0.17 \mu\text{g-at}/1$ en marzo. Los valores más altos se registraron en el área cercana a la zona urbana de Barra de Navidad. Se correlacionan positivamente con la abundancia fitoplanctónica. Los valores promedio de silicatos oscilaron entre $5.12 \mu\text{g-at}/1$ en abril y $18.11 \mu\text{g-at}/1$ en marzo. Se correlacionan positivamente con el amonio y el NMP.

Los valores promedio de ortofosfatos oscilaron entre $0.48 \mu\text{g-at}/1$ y $1.73 \mu\text{g-at}/1$ en abril y noviembre, respectivamente; este parámetro presenta una distribución similar a la DBO₅, correlacionándose ambos en forma positiva. Los valores promedio anuales más altos se presentan en el área cercana a la desembocadura del Río Marabasco.

Clorofila "a" (Tabla 1, Figura 2)

La concentración promedio de este parámetro osciló entre 1.42 mg/m³ y 13.15 mg/l en noviembre y abril, respectivamente; su distribución promedio anual muestra incrementos en abril, agosto y febrero.

Niveles bacteriológicos NMP (Tabla 1)

El promedio anual osciló entre 1960 NMP/100 ml. y 11000 NMP/100 ml. en febrero y marzo, respectivamente, encontrándose éste dentro del rango considerado por SEDUE para aguas de uso recreativo y explotación pesquera.

Fitoplancton (Tabla 1, Figuras 2 y 3)

El promedio de abundancia de organismos osciló entre 172000 cel/l en agosto y 1926500 cel/l en febrero. Los grupos más abundantes a lo largo del año fueron *Bacillariophyceae* centrales con un máximo en el mes de febrero. En abril y noviembre predominan los *Dinophyceae* peridinales. Las especies más representativas a lo largo del año fueron *Coscinodiscus centralis* con máximos en junio y agosto, *Ceratium furca* con un máximo en noviembre y *Chaetoceros affinis* con distribución homogénea a través del año.

Los índices de diversidad oscilaron entre .765 bits en junio y 2.4 bits en noviembre y se correlacionan negativamente con temperatura y abundancia zooplanctónica.

Zooplancton (Tabla 1, Figuras 2 y 4).

El promedio de abundancia de organismos osciló entre 982.76 org/m³ en octubre y 18736.7 org/m³ en junio. Este máximo se presentó en un muestreo posterior al máximo de clorofila "a" y de uno de los valores más altos en número de organismos fitoplanctónicos. En la estación cuatro se registró la mayor abundancia y los índices de diversidad más bajos.

Los grupos representativos durante el año fueron Copépodos con los géneros *Acartia* y *Oithona*. Brachiuros con el género *Maia* y Cirripedios con el género *Balanus*.

Los Copépodos y Brachiuros presentan correlaciones lineales negativas con salinidad. La clase Cirripedia se correlaciona positivamente con la clorofila "a" y negativamente con fosfatos.

DISCUSION

Parámetros físico-químicos

En primavera, al aumentar la radiación solar anual, a la mayor disponibilidad de nutrientes acumulados durante el invierno se produce un incremento en la abundancia fitoplanctónica, coincidiendo con temperaturas bajas del agua. En verano, al aumentar la temperatura del agua disminuye la disponibilidad de nutrientes y la abundancia del fitoplancton, registrándose valores bajos en esta época. La abundancia fitoplanc-tónica se incrementa nuevamente al aumentar la radiación solar y concentración de nutrientes en primavera completándose el ciclo anual. La salinidad sin ser un factor limitante en la concentración de clorofila "a" presenta un comportamiento similar con alta correlación entre ellas.

El hecho de que la DBO₅ y los ortofosfatos presenten correlación positiva sugiere que ambos tienen un mismo origen externo a los procesos naturales de la laguna, pudiendo ser este de origen humano por el transporte de material de las zonas agrícolas o urbanas.

Nutrientes

La concentración de nitratos es uno de los factores que determinan la abundancia del fitoplanc-tón, presentando ambos un comportamiento similar a lo largo del año con alta correlación positiva.

Las altas correlaciones positivas de los silicatos con el amonio y NMP sugieren que el incremento de estos parámetros en octubre, época de lluvia, se debe a los aportes de agua dulce.

Niveles bacteriológicos

El máximo valor de NMP registrado en el mes de marzo se explica por la gran afluencia de turistas que acuden a estas playas en esta época sin contar con los servicios sanitarios suficientes.

Fitoplancton

El comportamiento de la clorofila "a" no refleja en todos los casos la abundancia fitoplanc-tónica, ya que la composición de las comunidades fitoplanc-tónicas varía en tamaño celular pudiendo existir una concentración de clorofila similar en

muestras que varían grandemente en abundancia. En este trabajo dos de los tres incrementos de clorofila "a" coinciden con aumentos en la abundancia fitoplanctónica. Se puede hablar de una sucesión fitoplancótica con los dinoflagelados como dominantes en marzo y abril; en los muestreos posteriores dominan las diatomeas centrales. Los índices de diversidad fueron en general bajos como es de esperarse en lagunas costeras.

Zooplancton

El máximo de abundancia zooplancótica fue registrado en junio, un muestreo después de presentarse el máximo de clorofila "a" y las salinidades más bajas. Esto refleja el aumento de la abundancia del zooplankton como consecuencia de la mayor base en la pirámide alimenticia, corroborado por la correlación desfasada en un muestreo entre clorofila "a" y abundancia zooplancótica. La mayor abundancia zooplancótica con un menor número de géneros representativos en la estación cuatro, aunado a los índices de diversidad más bajos ncs indican menor estabilidad de esta área respecto a la zona de mayor influencia marina.

CONCLUSIONES

1. La temperatura aunada a factores como radiación solar y alta concentración de nutrientes

determinan la abundancia y diversidad de las comunidades de fitoplankton.

2. La cantidad de materia orgánica presente en la laguna se debe en gran parte a aportes externos.
3. El NMP de coliformes totales en la laguna no rebasó los límites para aguas de uso recreativo y conservación de flora y fauna.
4. La concentración de clorofila "a" muestra un carácter netamente estacional con un incremento importante en primavera y uno menor al final del verano.
5. La abundancia fitoplancótica presentó un carácter estacional en la laguna con máximos en primavera.
6. Los grupos fitoplancóticos dominantes fueron las diatomeas y dinoflagelados.
7. El máximo de abundancia zooplancótica presenta un muestreo de retardo respecto a la máxima concentración de clorofila "a".
8. La mayor abundancia e índices de diversidad más bajos de organismos zooplancóticos se presentaron en el área de menor influencia marina.
9. Las clases más representativas del zooplankton fueron los Copépodos, Brachyuros y Cirripedios.

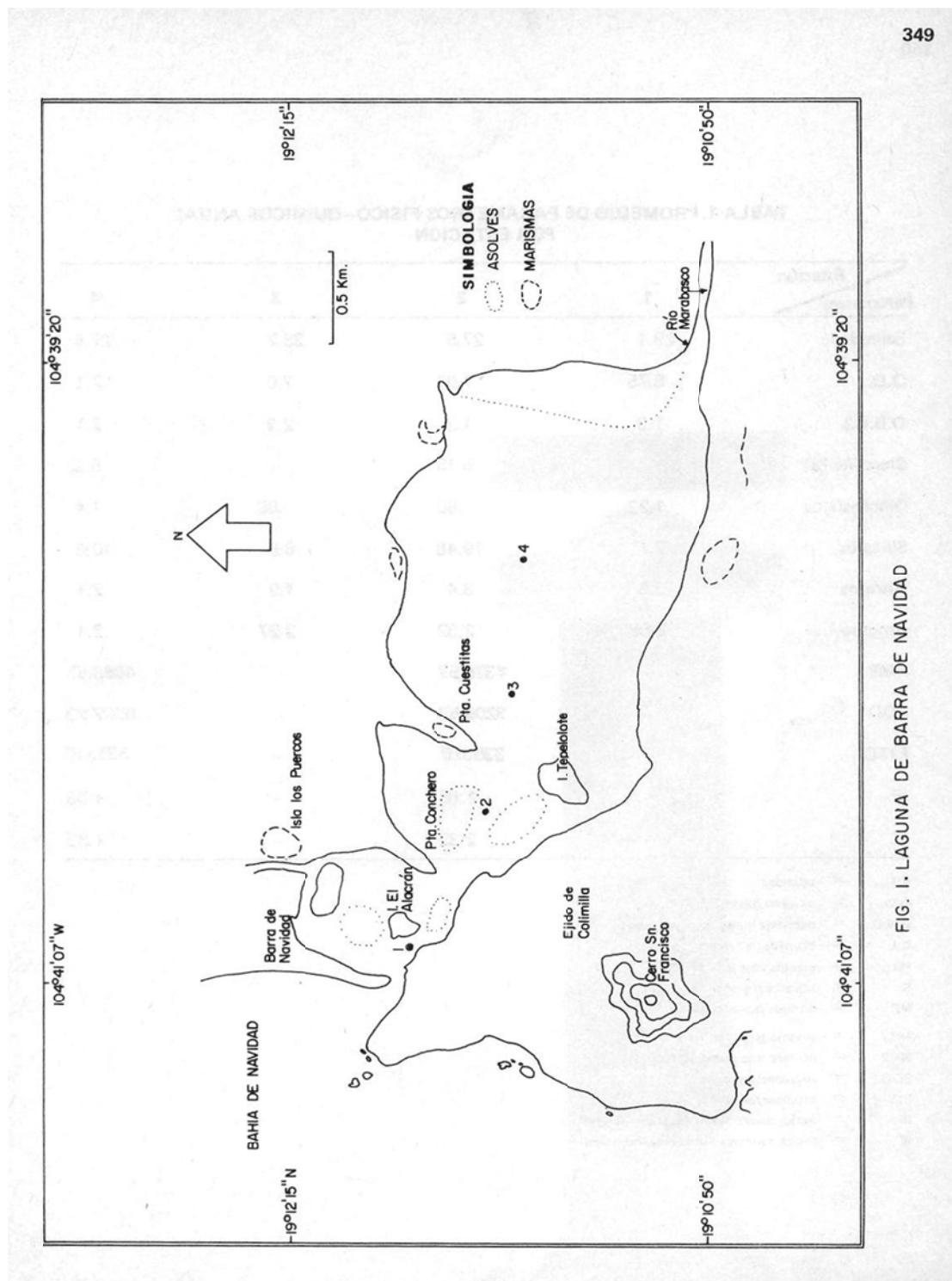


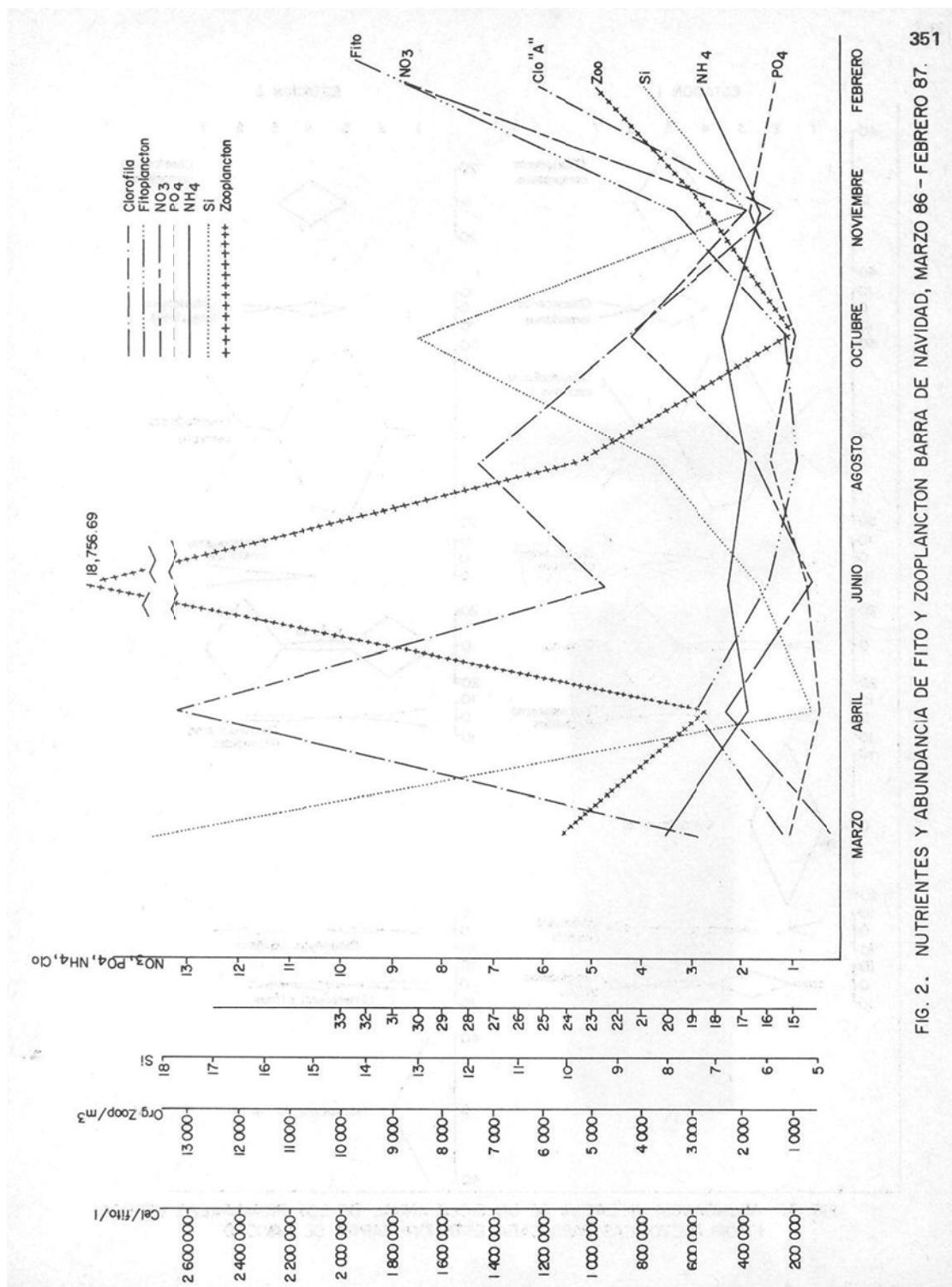
FIG. I. LAGUNA DE BARRA DE NAVIDAD

**TABLA 1. PROMEDIO DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS ANUAL
POR ESTACION**

Parámetros \ Estación	1	2	3	4
Salinidad	29.1	27.5	28.2	27.4
O.D.	5.75	7.04	7.9	7.1
D.B.O. ₅	1.3	1.3	2.3	2.1
Clorofila "a"	—	5.15	—	6.32
Ortofosfatos	1.22	.80	.86	1.4
Silicatos	7.1	10.46	8.9	10.6
Nitratos	3.6	3.4	1.9	2.1
Amonio	2.58	2.32	2.27	2.1
NMP	—	4328.57	—	4088.57
ZOO	—	3209.57	—	8529.83
FITO	—	335370	—	831310
IF	—	1.68	—	1.66
IZ	—	2.32	—	1.83

S^{0/00} = salinidad
 O.D. = oxígeno disuelto mg/l
 D.B.O. = demanda bioquímica-oxígeno 5
 C L = clorofila "a" mg/m³
 PO₄ = ortofosfatos μg-at P-PO₄/l
 Si = silicatos μg-at Si/l
 NO₃ = nitratos μg-at N-NO₃/l
 NH₄ = amonio μg-at N-NH₄/l
 NMP = número más probable/100 ml
 ZOO = zooplancton org/m³
 FITO = fitoplancton cel/l
 IF = índice diversidad de fitoplancton bits
 IZ = índice diversidad de zooplancton bits

FIG. 2. NUTRIENTES Y ABUNDANCIA DE FITO Y ZOOPLANCTON BARRA DE NAVIDAD, MARZO 86 - FEBRERO 87.



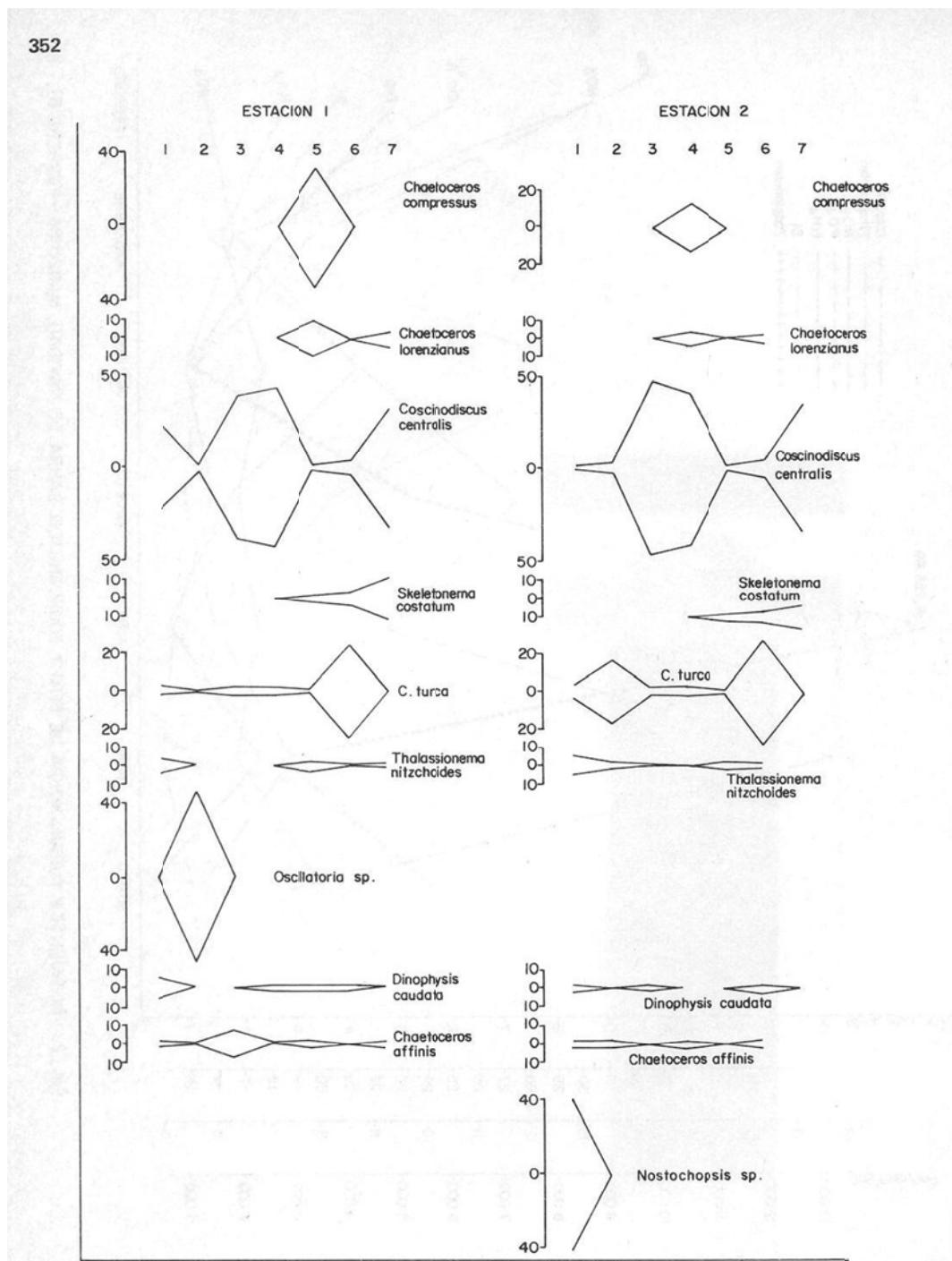


FIG. 3. ABUNDANCIA RELATIVA DE UN CICLO ANUAL DE LOS PRINCIPALES ESPECIES FITOPLANCTONICAS PARA CADA ESTACION BARRA DE NAVIDAD.

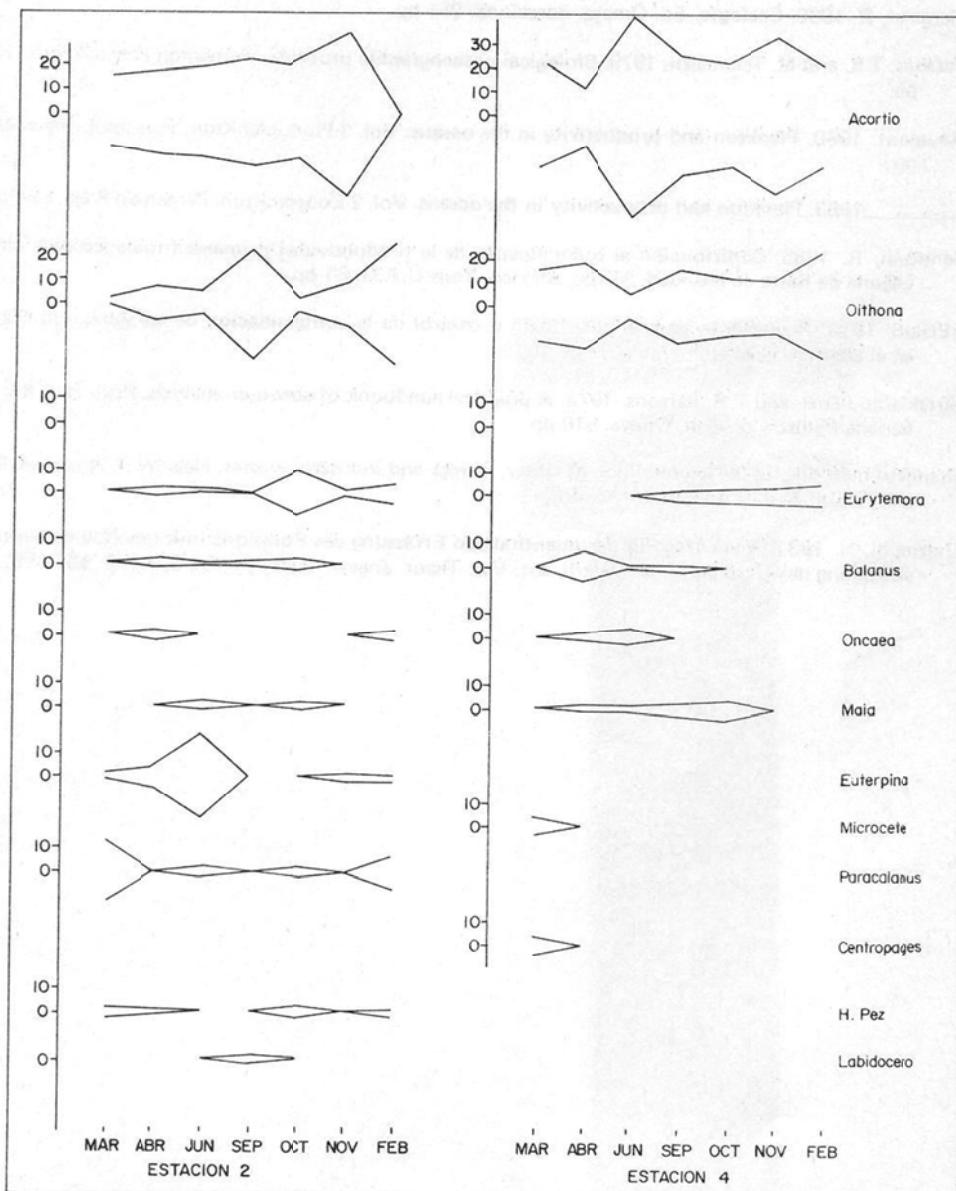


FIG. 4. ABUNDANCIA RELATIVA DE UN CICLO ANUAL DE LOS PRINCIPALES GENEROS ZOOPLANTONICOS PARA CADA ESTACION. BARRA DE NAVIDAD.

LITERATURA CITADA

- Margalef, R. 1980. **Ecología**. Ed. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Parsons, T.R. and M. Takahashi. 1979. **Biological oceanographic processes**. Pergamon Pres, Oxford. 186 pp.
- Raymont. 1980. **Plankton and productivity in the oceans**. Vol. 1 Phytoplankton. Pergamon Press. 489 pp.
- _____. 1983. **Plankton and productivity in the oceans**. Vol. 2 Zooplankton. Pergamon Press. 824 pp.
- Sandoval, R. 1985. **Contribución al conocimiento de la productividad primaria fitoplanctónica de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México**, Tesis U.A.G. 81 pp.
- SEDUE, 1973. **Reglamento para la prevención y control de la contaminación de las aguas**. Publicado en el Diario Oficial el 29 de marzo de 1973.
- Strickland J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. **A practical handbook of seawater analysis**. Fish. Res. Bd. of Canada Ministry of Fish, Ottawa. 310 pp.
- Standard methods for the examination of water, sewage and industrial wastes**. New York American Public Health Association, 1976. ed. 40.
- Utermöhl, H. 1931. **Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons (mit besonderer Berücksichtigung des Ultraplanktons)**. Verh. Int. Ver. Theor. angew. Limnol., Vol. 5, No. 2. 567-596.

desarrollado en el sector pesquero de la Ciudad del Carmen, se realizó una evaluación de las aguas costeras en la Laguna del Póm y la Caleta, con el fin de establecer el nivel de contaminación que existe en las aguas costeras de la Ciudad del Carmen y establecer las causas de las alteraciones que se observan en las aguas.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

MATERIAL Y MÉTODOS

En el año de 1978 se realizó una evaluación de las aguas costeras en la Laguna del Póm y la Caleta, con el fin de establecer el nivel de contaminación que existe en las aguas costeras de la Ciudad del Carmen.

CONTROL DE CALIDAD EN EL SECTOR PRODUCTIVO DE CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE

Por su importancia económica, la Ciudad del Carmen es una de las principales ciudades portuarias de México.

En el año de 1978 se realizó una evaluación de las aguas costeras en la Laguna del Póm y la Caleta, con el fin de establecer el nivel de contaminación que existe en las aguas costeras de la Ciudad del Carmen.

RESUMEN

Muestras de agua circundante a los bancos ostrícolas y almejeros fueron analizadas con el objetivo de valorar el contenido de bacterias coliformes totales y fecales, así como patógenas mediante las técnicas del N.M.P. (número más probable), la cual consta de tres pruebas: presuntiva, confirmativa y complementaria.

Mediante el uso de pruebas bioquímicas se identificaron algunas enterobacterias. Se ha encontrado que el contenido de bacterias está entre los límites permisibles de 70/100 ml. (Legislación Relativa al Agua y su Contaminación, S.A.R.H.). Con respecto al agua de la costa en la Laguna del Póm y la Caleta se obtuvieron poblaciones muy elevadas de coliformes; se puso en evidencia la presencia de salmonella.

INTRODUCCIÓN

El control de calidad se subdivide en control sanitario y control de los productos (ver diagrama); el control sanitario incluye, por una parte, el personal y el equipo de la fábrica. El control de los productos incluye la materia prima y los productos elaborados; se realiza mediante la evaluación organoléptica y los análisis físico-químicos y microbiológicos.

La distribución de bacterias del grupo coliforme en aguas costeras es de gran importancia, tanto desde el punto de vista económico como de salud pública. Así, numerosas playas y criaderos

de bivalvos han tenido que ser clausuradas debido a la contaminación.

El problema se ha ido agravando, ya que a las lagunas, mares y océanos van a mezclarse descargas de aguas: negras, de drenaje, de campos agrícolas y residuales industriales.

Hay evidencia de que la mayoría de las bacterias patógenas coliformes no sobreviven mucho tiempo fuera de su hospedero cuando son incorporadas en aguas salinas. Sin embargo, pueden permanecer mucho tiempo cuando se encuentra materia orgánica o abundante agua dulce y rara vez se le ha detectado en mar abierto, ya que la

presencia de bacterias patógenas en aguas dulces es más común.

Q.F.B Ma. Guadalupe Torres Jiménez*

* Centro Regional de Investigación Pesquera, Ciudad del Carmen, Camp. Instituto Nacional de la Pesca.

dilución a que están sujetos, disminuye la población bacteriana.

La bacteria de la fiebre tifoidea permanece viable durante cinco semanas en aguas del albañal a la temperatura del laboratorio y desaparece del agua de mar entre dos y 12 semanas.

La *Escherichia coli* muestra una mortalidad del 90 por ciento a las 30 horas en agua de mar colectada durante los meses de verano y alrededor del 80 por ciento de todas las bacterias indígenas del agua de albañal mueren en menos de una hora al ponerse en contacto con el agua de mar.

Los análisis microbiológicos se han llevado a cabo con el fin de conocer la calidad sanitaria de las aguas donde se extraen productos pesqueros. Lo anterior porque se ha demostrado ampliamente que el consumo de mariscos contaminados puede provocar cierto número de enfermedades en el hombre como las que provienen de la contaminación fecal, siendo éstas: diarreas, fiebre tifoidea, paratifoidea, infección por *Vibrio parahemolítico*, hepatitis vírica tipo "A", entre otras.

Por otra parte, algunos mariscos con frecuencia son consumidos crudos (ostiones y almejas), otros apenas cocidos o en conservas, por esta circunstancia algunos constituyen un medio favorable para la proliferación de agentes patógenos y de otros que causan su deterioro o alteración.

OBJETIVO

En el presente trabajo, se establece como objetivo principal la determinación de la calidad sanitaria del agua circundante a los bancos ostrícolas desarrollados en las aguas estuarinas de Boca de Atasta, Boca Chica, Estero Pargo y Laguna del Póm.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de agua fueron colectadas en las estaciones representativas de Boca de Atasta, Boca Chica, Estero Pargo y Laguna del Póm.

La recolección se hizo en botellas de vidrio con tapón esmerilado, conteniendo tiosulfato de sodio para evitar la acción bactericida del cloro residual; se tomaron las precauciones necesarias para que no hubiera contaminación durante el muestreo y transporte.

Las determinaciones se llevaron a cabo de acuerdo con métodos estándar (American Public Health Association, 1976). Se procedió a determinar la presencia de coliformes totales, usando la técnica del uso de tubos múltiples de fermentación, que nos permite obtener el número más probable de bacterias. En esta técnica se hacen tres pruebas sucesivas:

- A. Prueba presuntiva
- B. Prueba confirmativa
- C. Prueba complementaria.

Prueba A). Inoculación de la muestra en caldo lactosado, tres tubos con 10 ml. de la muestra, tres con 1 ml. y tres con 0.1 ml., se procede a incubarlos a 37°C; la producción de gas a las 24-48 horas indica la presencia de coliformes. Si no se produce gas a las 48 horas, se considera negativa.

Prueba B). Resiembra de los tubos que hayan mostrado presencia de gas en caldo lactosado con bilis y verde brillante (C.L.B.V.) se colocan dos o tres asados de la muestra, se procede a incubar a 37°C durante 24-28 horas, si hay presencia de gas, la prueba es positiva, se procede a leer en las tablas N.M.P.

Prueba C). Resiembra de los tubos de caldo lactosado con bilis verde brillante a placas de eosina azul de metileno agar (E.A.M.) para ver el desarrollo de colonias características a las 24 horas a 35°C lo cual complementa la presencia de las bacterias coliformes. Las bacterias coliformes de origen fecal se llevó a cabo sembrando las muestras de agua en los tubos de fermentación, tanto en la prueba presuntiva como en la confirmativa, utilizando caldo lactosado y caldo E.C., respectivamente e incubando a una temperatura de 44.5°C durante 24 horas (leer los resultados en las tablas de N.M.P.).

Como en el ambiente estuarino puede estar presente la *Salmonella*, se investigó su presencia inoculando las muestras en medios de enriquecimiento: caldo selenito cistina y caldo tetratiónato; posteriormente se utilizaron medios selectivos tales como: agar SS, agar sulfito bismuto, agar Mc Conkey.

Para observar las colonias típicas se llevaron a cabo las siembras en tubos de bioquímicas: S.I.M., T.SI, Kligler, C.S. Se observó la presencia

de *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Aerobacter aerogenes* y *Salmonella*.

RESULTADOS

Los análisis se han enfocado al servicio de microbiología y control de calidad al sector productivo como son las Cooperativas y Departamentos de la Secretaría de Pesca.

Boca de Atasta. (Recurso ostrícola) (octubre 1986)

Coliformes totales	43/100 ml.
Coliformes fecales	23/100 ml.

Boca Chica. (Recurso ostrícola) (octubre 1986)

Coliformes totales	43/100 ml.
Coliformes fecales	43/100 ml.

Laguna del Pom. (Recurso almejero) (diciembre 1986)

Coliformes totales	23/100 ml.
Coliformes fecales	23/100 ml.

Agua de la Costa. (diciembre 1986)

Coliformes totales	más de 1,100/100 ml.
Coliformes fecales	más de 1,100/100 ml.

Estero Pargo marzo 1987.

Estación 1. Coliformes totales	9/100 ml.
Coliformes fecales	9/100 ml.
Estación 2. Coliformes totales	23/100 ml.
Coliformes fecales	23/100 ml.
Estación 3. Coliformes totales	23/100 ml.
Coliformes fecales	23/100 ml.

Abril 1987

Estación 1. Coliformes totales	45/100 ml.
--------------------------------	------------

Estación 2. Coliformes totales 15/100 ml.

Estación 3. Coliformes totales 15/100 ml.

Junio 1986.

Estación 1. Coliformes totales 23/100 ml.

Coliformes fecales 23/100 ml.

Estación 2. Coliformes totales 93/100 ml.

Coliformes fecales 43/100 ml.

Estación 3. Coliformes totales 150/100 ml.

Coliformes fecales 93/100 ml.

Agua en la Caleta

Coliformes totales más de 1,100/100 ml.

Coliformes fecales más de 1,100/100 ml.

Salmonella Positivo

Los estudios bacteriológicos demostraron la presencia de *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Salmonella* en aguas de la costa.

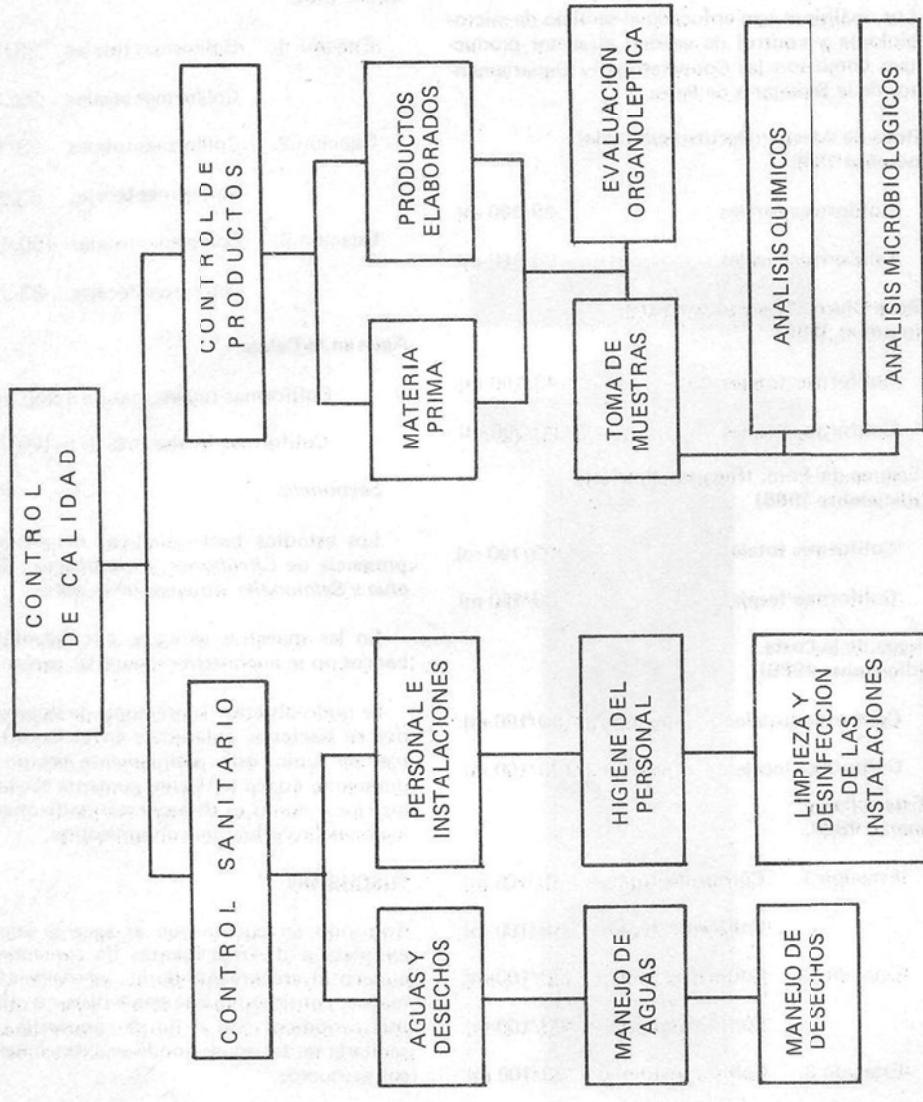
En las muestras de aguas circundantes a los bancos no se encontraron bacterias patógenas.

Se pudo observar la presencia de valores elevados de bacterias coliformes en el muestreo del mes de junio, esto posiblemente debido a que durante la época de lluvias aumenta el caudal de los ríos y como es de esperarse había mayor dilución de los efluentes contaminados.

DISCUSIÓN

Tomando en cuenta que el agua se encuentra expuesta a diversas fuentes de contaminación, aunado al crecimiento de los asentamientos humanos, considero que se deben llevar a cabo análisis periódicos con el fin de conocer la calidad sanitaria de las aguas donde se extraen los recursos pesqueros.

DIAGRAMA DEL CONTROL DE CALIDAD



LITERATURA CITADA

- American Public Health Association, 1976. **Standard methods for the examination of water and waste-water.** Cd. American Public.
- P.C. Wood, 1979. **Manual de higiene de los mariscos.** Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Potter No. 1968. **La ciencia de los alimentos.** Ed. Eduter, S.A. México, D.F.
- Vaccaro, R.F., M.D. Briggs C.L. Carey y B.H. Ketchun, 1950. **Viabilidad de *Escherichia coli* en el agua de mar.**
- Zobell, C.E. 1958. **Occurrence and fate of coliform. Bacteria in the sea.** Res. Trabajos. I Congreso Latinoamericano de Microbiología, México, 58-59.

LA PESQUERIA DEL MERO EN EL BANCO DE CAMPECHE

Dilio Fuentes Castellanos*

RESUMEN

Se define al recurso que soporta esta pesquería; se exponen los tópicos más relevantes del ciclo de vida de la especie principal, el mero *Epinephelus morio*, y se resumen los aspectos evaluatorios de su población y su pesquería en el Banco de Campeche. El mero es un pez demersal carnívoro, solitario, de larga vida, es hermafrodita protogírico y está sujeto a presión de pesca prácticamente a lo largo de toda su vida. Su pesquería, compartida con Cuba, es la más importante del estado de Yucatán y presenta ya síntomas de sobrepesca.

ABSTRACT

The resource and the fishery are defined. The most relevant topics of the red grouper (*Epinephelus morio*) life cycle are lined out, as well as those of its stock assessment. The red grouper is a demersal, carnivore, non gregarious, long lived, and hermaphrodite protogynous finfish. Its fishery, which is shared between Mexico and Cuba in the Campeche Bank, is the most important one of the mexican state of Yucatan, and already shows some overfishing evidence.

INTRODUCCION

Junto con el camarón, el pulpo y la langosta, el mero *Epinephelus morio* (Figura 1) es una de las especies de mayor interés en la Península de Yucatán y constituye la más importante pesquería del estado del mismo nombre (Figura 2) debido a la inversión económica que implica, ya que se trata de un producto de exportación, así como un generador de ocupación directa e indirecta. Este trabajo tiene el propósito de presentar, brevemente, un panorama diagnóstico del estado de este recurso y su pesquería.

ANTECEDENTES

Según Toshiro y Coleman (1977), las embarcaciones mereras cubanas operan en el Banco de Campeche desde 1850; por otro lado, se sabe que desde principios del presente siglo las operaciones norteamericanas se fueron intensificando en esta región hasta un máximo en 1964 y su desaparición gradual en los años subsiguientes por transferencia de la flota a otros países. La pesquería mexicana en la región se estableció y consolidó como tal en los años cuarenta, aunque su ingreso en el mercado de exportación data de 1960, según Solís (1969).

* Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén, Yuc. Instituto Nacional de la Pesca.

Las investigaciones al respecto han pasado gradualmente de descripciones generales de la pesquería (Carranza, 1959; Ramírez y Gutiérrez, 1960; Solís, 1969) a análisis cada vez más detallados del recurso y su biología pesquera, realizados por investigadores mexicanos, cubanos y norteamericanos (Klima, 1976; Muhlia, 1976; Valdés y Padrón, 1980; Doi *et al.*, 1981; Arreguin, 1985; Arrivillaga, 1986; Guzmán, 1986; Rodríguez, 1986; Trejo, 1986; Seijo, 1986, y otros).

La mayoría de los estudios corresponde a los últimos dos años y se procede ya a nuevos análisis a partir de la información de más de 15 años proveniente de muestreos en puerto, cruceros de investigación, bitácoras de pesca, registros de desembarque y otros.

MATERIAL Y METODOS

El material utilizado en la preparación de este trabajo proviene de reportes publicados o inéditos, datos crudos o semiprocesados del Programa de Peces Demersales del Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén, así como información procedente del Centro de Investigación Pesquera de La Habana, Cuba. Al autor corresponde el análisis, sobre todo de los datos de 1980 en adelante. Los datos de edad y crecimiento provienen de cálculos del autor hechos por análisis de frecuencia de tallas, validados mediante lecturas del Hueso Urohial en el C.I.P. de La Habana. Las estimaciones de biomasa incluyen el uso de esfuerzo de pesca estandarizado México-Cuba.

EL RECURSO

Las operaciones de captura inciden en una gran variedad de especies demersales de las cuales la principal, el mero *Epinephelus morio*, constituye el 88.7 por ciento (promedio 1980-1985); el 7.5 por ciento corresponde a peces serránidos y lutjanídos y el resto a una amplia gama, hasta llegar a 46 especies, de las cuales una parte se enlista en la tabla 1.

LA PESQUERIA

En realidad se trata de tres unidades de pesquería claramente identificables:

- A. La llamada flota mayor de Yucatán, mexicana, formada por 222 unidades (Burgos, 1987; en prensa), barcos nodrizas de 14 a 22 m. de eslora, llevando cada uno de 7 a 10

pequeños botes o "alijos" de tres a cuatro metros de eslora, de fondo plano, generalmente sin motor. Cada unidad lleva de 9 a 12 tripulantes uno por alijo y dos que permanecen en el barco. Cada alijo opera un palangre de fondo de 25 a 50 anzuelos y dos o más líneas de mano sencillas. Pescan a profundidades entre 15 y 60 brazas con mayor incidencia a menos de 30; capturan meros con talla promedio de 43 cm., 1,200 gr. y edad de cinco años. El producto es procesado industrialmente. Los viajes de pesca son de 15 días en promedio (Arceo *et al.*, 1987; en revisión editorial).

B. La flota artesanal de Yucatán, mexicana, que opera con un promedio de 933 embarcaciones de menos de 10 m. de eslora, con uno o dos alijs y tres a cuatro tripulantes, usa palangres de fondo de 100 anzuelos y líneas de mano, generalmente a profundidades menores de 17 brazas (Sáenz y colaboradores, 1987. Com. Pers.)¹; capturan meros con talla promedio de 34 cm. 660 gr. y edad entre uno y cuatro años; desembarcan en playa o en pequeños embarcaderos y una buena parte de su producto (peces pequeños) se expende en el mercado doméstico, sin industrializar. Sus viajes de pesca suelen ser de un sólo día.

C. La flota cubana, con 40 barcos nodrizas de 22 m. de eslora, cada uno, con seis lanchas cherneras de 4.9 m. de eslora, de media construcción, propulsadas con motor a diesel, monocilíndrico. Son 18 tripulantes por barco; dos por lancha y seis que permanecen a bordo. Utilizan palangres de fondo de 350 anzuelos en seis o siete lances diarios. Aunque pescan hasta las 60 brazas de profundidad, suelen concentrar más su actividad entre las 20 y 40 brazas; capturan ejemplares de talla promedio de 53 cm. 2,300 g. y siete años de edad. Sus viajes de pesca duran entre 20 y 30 días, desembarcando su captura en el puerto de La Habana.

En general, estas flotas aportan respectivamente, el 52 por ciento, 23 por ciento y 25 por ciento de la captura total de este recurso. (En el caso de Cuba esta estimación incluye mero y huachinango.)

Dado que no existe ninguna medida de regulación de esta pesquería, las operaciones de pesca

¹ Manuel Sáenz S., José Pisté C. y Fidel Mendoza L. Prog. Téc. de Captura. CRIP Yucalpetén, I.N.P.

se realizan libremente durante los doce meses del año en todo el Banco de Campeche en un área total efectiva de 23,480 millas náuticas cuadradas. La única restricción consiste en una cuota de captura concedida a la República de Cuba, que incluye al mero, huachinango y especies afines y que ha sido objeto de algunos ajustes a través del tiempo; en 1977 y 1978 fue de 10,000 toneladas anuales; en 1978 se ajustó a 7,500 y, a partir de marzo de 1987 sufrió una nueva reducción, para quedar en 3.900 toneladas.

La captura total de México y Cuba registró su máximo histórico en 1972 con 19,886 ton. y desde entonces su tendencia fue descendente hasta un mínimo de 8,826 en 1983. En lo sucesivo presenta un cierto repunte. El comportamiento de las capturas de ambos países sigue un patrón semejante (Figura 3) y la leve recuperación parece estar relacionada con el hecho de que a partir de 1983 una parte de la flota merera de Yucatán, tanto la artesanal como la mayor, orienta su esfuerzo hacia la captura del pulpo, especialmente durante el ctoño (Seijo, 1936, *op. cit.*; Seijo *et al.*, 1987; Solís, 1987, en prensa).

EL MERO *Epinephelus morio*

Es la especie predominante en las pesquerías de peces demersales del Atlántico Centro-Occidental. Es un pez demersal que habita en fondos rocosos o coralinos; es solitario, es decir, no vive en cardúmenes; en estado adulto (esto es, a partir de los cinco años de edad) suele agruparse solamente durante los pocos días que dura el proceso de apareamiento y desove; la relación sexual parece ser poligámica, de modo que un macho podría fecundar a varias hembras; los huevos y las larvas son planctónicos; los juveniles habitan en la zona costera y conforme aumentan en talla y edad se van dispersando en profundidades cada vez mayores. Empiezan a ser capturados cuando tienen apenas un año de edad, aunque es a los cuatro cuando han ingresado plenamente a la pesquería.

El mero es una especie hermafrodita protogínica. La mayoría de los meros nace con el sexo femenino y en diferentes etapas de su vida reproductiva tiene lugar la transición al sexo masculino. Durante este proceso, que se acentúa conforme aumenta la edad, llegan a encontrarse ejemplares con gónadas cuya parte proximal, que es la más cercana al poro genital, es ya femenina, en tanto que la porción distal es todavía masculina (Val-

dés, 1987; Com. Pers.)². En tal caso, la parte activa es la primera y la otra está ya en período de reabsorción. No se conoce ningún caso de hermafroditismo típico en el que los dos sexos actúan simultáneamente en el mismo individuo, ni casos de autofecundación.

Se estima que el mero puede llegar a vivir hasta 32 años, si bien su presencia en las capturas comerciales es significativa hasta los 10 o 12 años de edad (Tabla 2).

DIAGNOSTICO GENERAL

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, *op. cit.*). Esto quiere decir que, de 1968 a 1985, en cuanto a la pesquería del mero, la flota mayor pasó de 100 unidades a 222 y la artesanal de 267 a 933, asumiendo que en ambos casos ocupara el 78 por ciento del total, como ocurrió en 1985. Las primeras han aumentado también en el porte, el número de alijos, la duración de los viajes de pesca, la distancia del puerto base y de la costa, así como la profundidad de operación.

La presión de pesca ha incidido, por un lado, en la población juvenil del mero, en las zonas de menor profundidad y, por otro, en la población reproductora que habita en aguas más profundas y suele formar concentraciones durante el proceso de apareamiento y desove, lo cual parecen conocer bien los pescadores tanto mexicanos como cubanos, quienes lo aprovechan para obtener mayores capturas.

Han sido numerosos los intentos de evaluar el recurso y la pesquería y determinar políticas para su adecuada administración, sin llegar hasta ahora a algo definitivo. Blanco y colaboradores (1980), utilizando datos de 1976, estimaron que la captura de equilibrio podría ser entre 18,800 y 24,000 toneladas, pero en el mismo informe citan resultados obtenidos por González y Ramírez así como por Buesa, quienes a partir de datos del período 1972-1975 y de 1978, respectivamente, calculan promedio de 61,200 toneladas de biomasa y una captura potencial de 13,500 toneladas; Arreguín-Sánchez (1985) García-Vadillo *et al.* (1986) y Fuentes y Contreras (1986) obtienen

² Raúl Vadés A. Director del Centro de Investigación Pesquera de la Habana, Cuba.

cifras de 12,000, 12,700 y 12,500 toneladas, respectivamente.

Seijo (1986, *op. cit.*) desarrolló un modelo estocástico de simulación de la pesquería de *E. morio* que integra factores biológicos, económicos y de administración del recurso en forma dinámica. Este modelo mediante la aplicación del análisis de Monte Carlo estima una biomasa de 148,000 toneladas (sin incluir la captura y el esfuerzo de Cuba) y una captura anual de equilibrio de 9,400 toneladas para las flotas mayor y artesanal de Yucatán, lo cual equivaldría aproximadamente a 12,500 toneladas si se incluyera la participación cubana.

Doi *et al.* (1981) analizaron datos de 1972 a 1976 y calcularon la biomasa anual para ese período; determinaron que la proporción de adultos reproductores en la población explotada, que no debe ser menor del 50 por ciento que en la población virgen, era ya del 46 por ciento (y en 1985 se calculó en un 42.3 por ciento); advirtieron que aumentar los niveles de captura podría alterar el proceso reproductivo y apuntaron la necesidad de reglamentar la pesquería. Ahora bien, tomando los datos de biomasa reportados por estos autores y agregando los obtenidos para el período 1981-1986 se construyó la gráfica que aparece en la figura 4 que muestra un claro descenso de la magnitud de la población del mero.

Las coincidencias, que parecen indicar que se trata de un fenómeno de sobrepesca con una leve recuperación en años recientes, van en aumento gradual. Aun cuando no se ha reunido ni analizado un buen registro histórico del esfuerzo de pesca total, basta una simple relación entre el cambio de la magnitud de la flota merera, mencionado antes y la tendencia negativa de las capturas para inferir que el rendimiento, como indicador de abundancia relativa, ha ido en descenso.

Las figuras 5 y 6 muestran la tendencia descendente de la captura por unidad de esfuerzo (kg/alijo/día) de 1980 a 1985, así como de la proporción que el mero aporta a la captura total en esa pesquería. La figura 7 muestra el comportamiento de las capturas de mero y capturas totales con el ligero repunte de los últimos años. En la figura 8 se ve la variación de la edad media del mero a partir de la edad de pleno reclutamiento (4 años) con un patrón semejante al de las capturas y la figura 9 parece corroborar lo anterior mediante la variación anual de la tasa de cre-

cimiento del mero de 1976 a 1986, la cual se interpreta como una reacción del recurso ante una disminución de la densidad de población, dada por un aumento en la intensidad de pesca, el consecuente aumento en la disponibilidad de alimento y, finalmente, un cambio inverso en el último año considerado.

La tabla 4 contiene datos tomados de Valdés y Padrón (1980) que muestran una clara tendencia descendente de los rendimientos de la flota chinerera cubana entre 1973 y 1979. Los mismos autores reportan un descenso de las capturas cubanas de un 50 a un 28 por ciento del total obtenido por México y Cuba en el Banco de Campeche en el mismo período. Finalmente, Arreguín-Sánchez (1985, *op. cit.*) reporta que el esfuerzo de pesca rebasa en un 45 por ciento al que se requiere para obtener el máximo rendimiento sostenible y agrega que la relación ingreso/costo presenta un balance negativo desde 1978, que sólo se corregiría reduciendo en un 54 por ciento el esfuerzo de pesca con respecto al período al que corresponden los datos analizados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La pesquería del mero en el Banco de Campeche, compartida por México y Cuba, presenta síntomas de sobrepesca, lo cual plantea la necesidad de aplicar medidas correctivas a la brevedad posible. En primera instancia se requiere detener el crecimiento del esfuerzo de pesca y, de inmediato, promover un acuerdo entre los usuarios del recurso para:

1. Realizar conjuntamente un análisis y evaluación del recurso y la pesquería cuyos resultados sean aceptados por las autoridades de ambos países como base de las negociaciones bilaterales al respecto, y
2. Diseñar y aplicar políticas de administración pesquera en el corto y mediano plazos con el fin de recuperar las óptimas condiciones perdidas.

AGRADECIMIENTOS

A los Biólogos Víctor Moreno G. y Martín Contreras G., así como a los Técnicos Pesqueros Manuel Sáenz S., José del C. Pisté C. y Fidel Mendoza L., por haber proporcionado información de carácter biológico y tecnológico, respectivamente, que fue de suma utilidad para la preparación de este documento.

Nota: Mero = *E. morio* más otras especies del mismo precio.

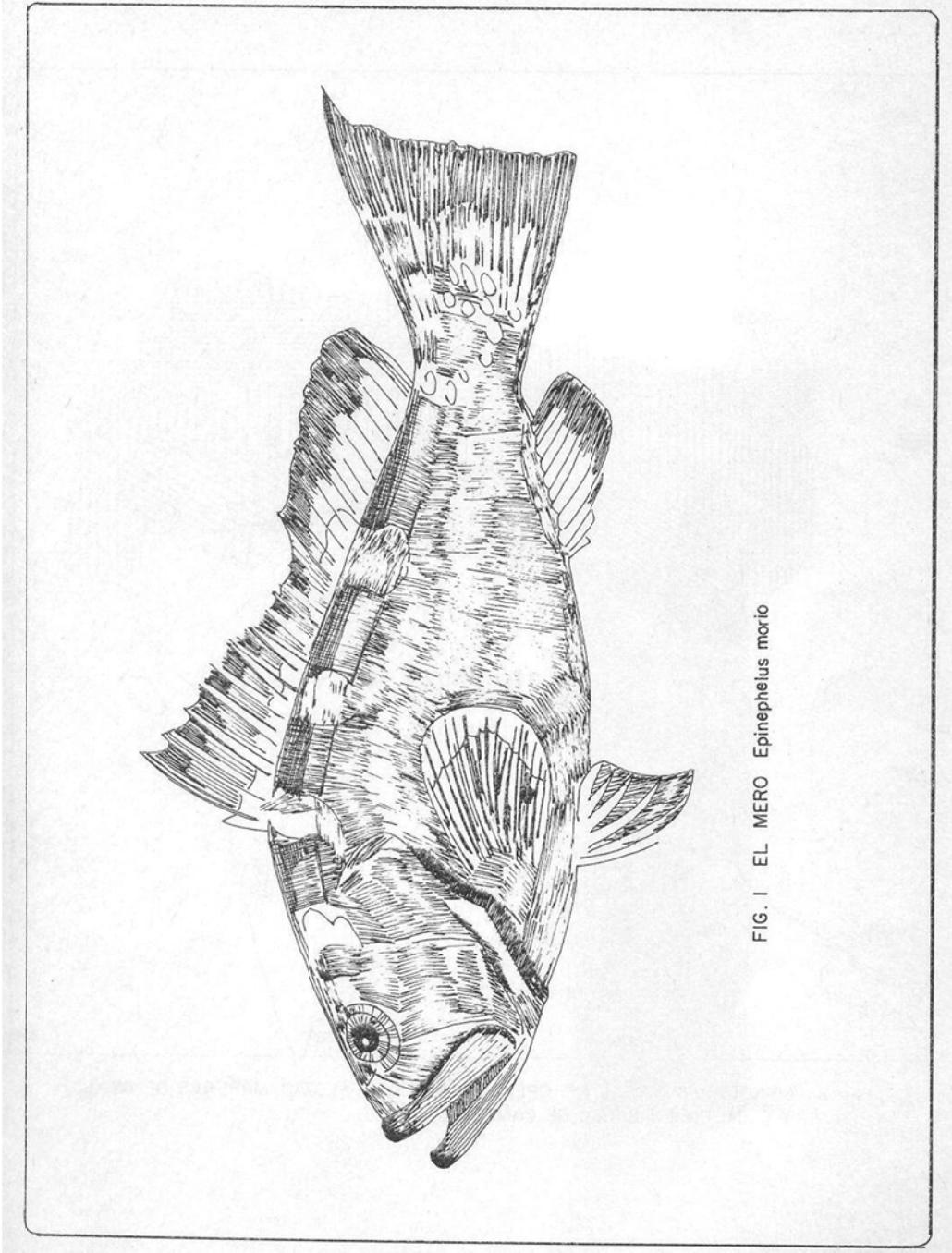
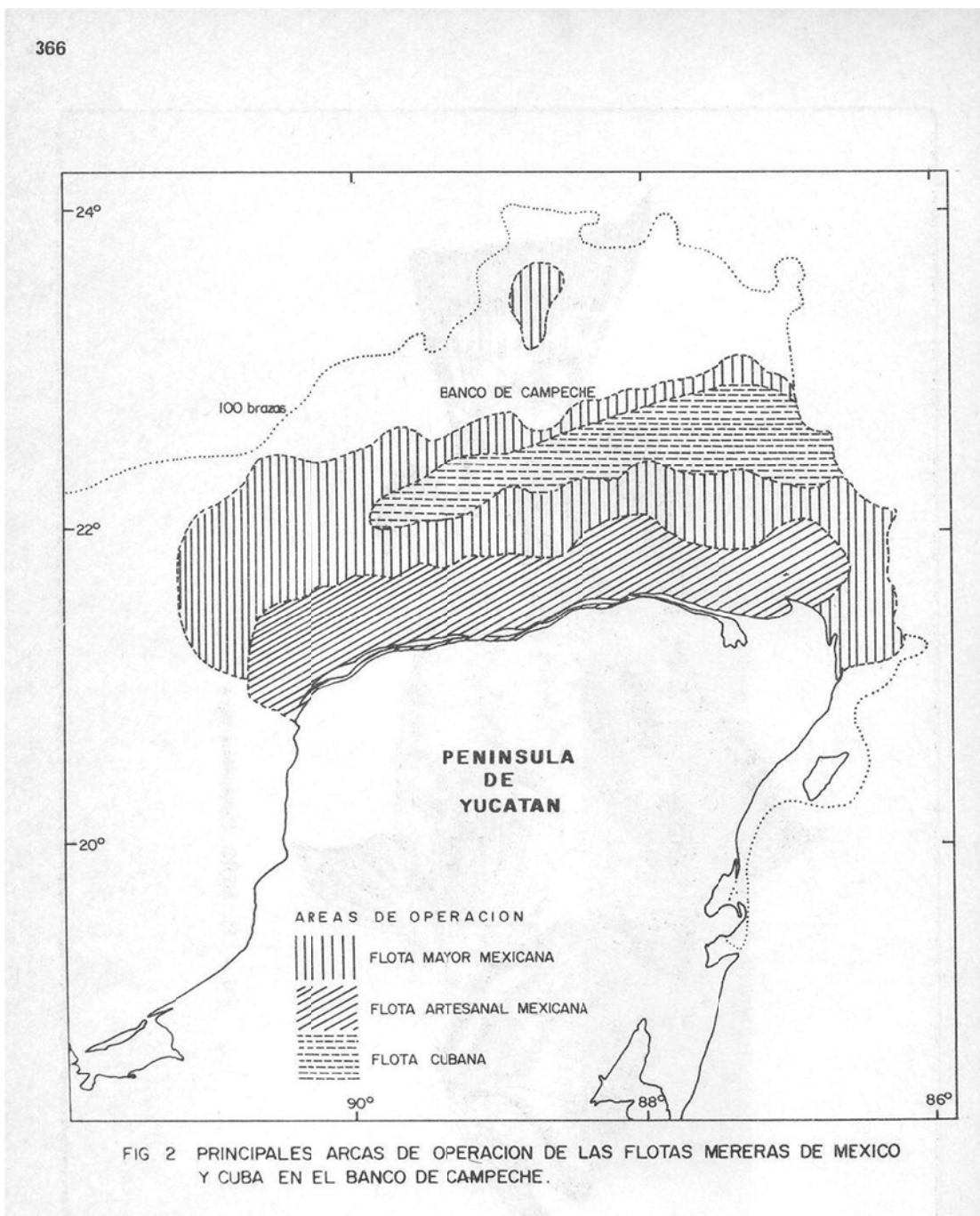
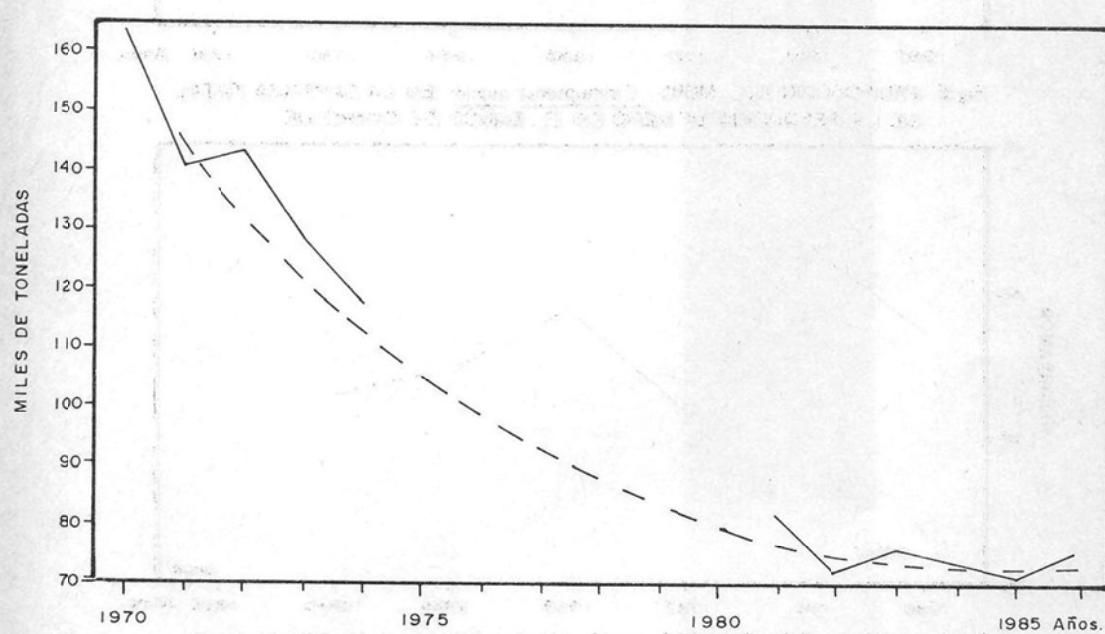
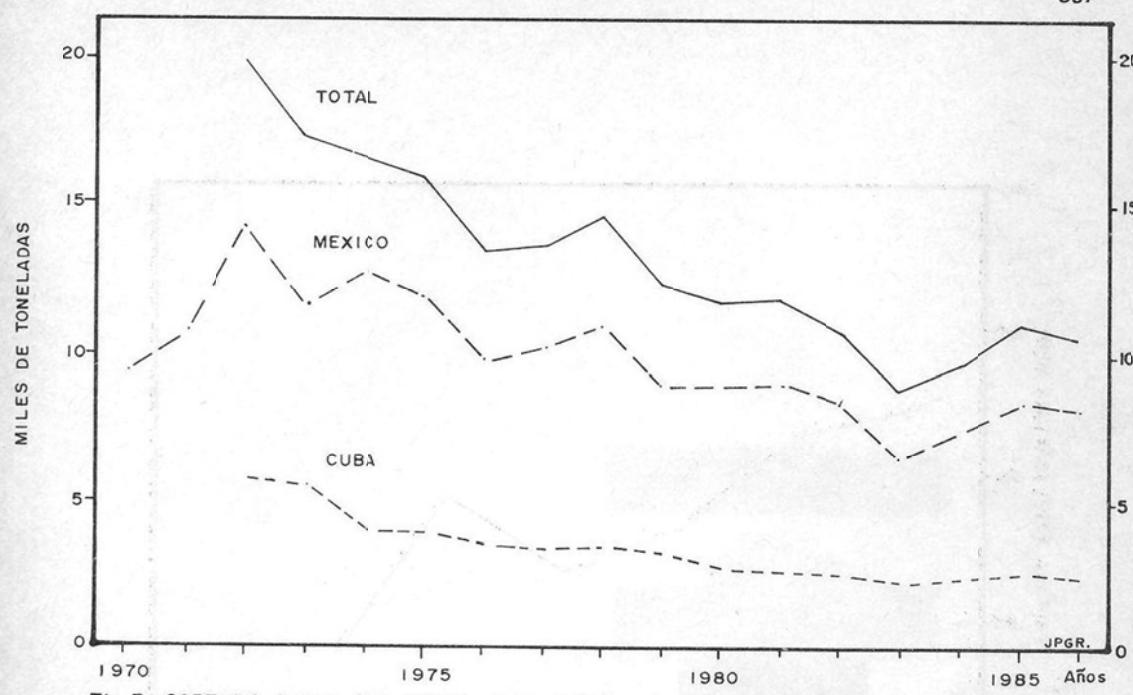


FIG. I EL MERO *Epinephelus morio*





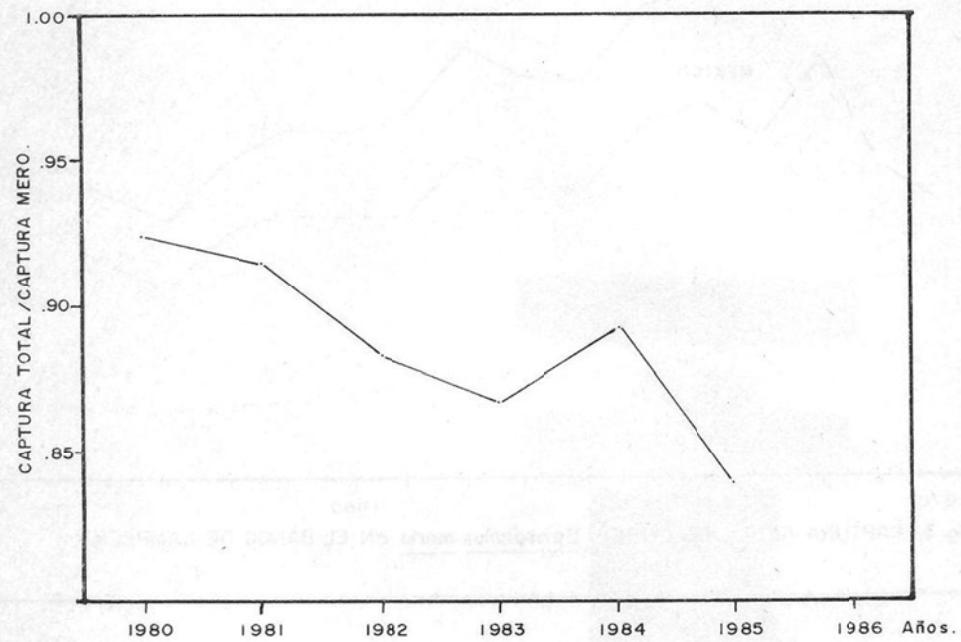


Fig 5 PROPORCIÓN DEL MERO *Epinephelus morio* EN LA CANTERA TOTAL DE LA PESQUERIA DE MERO EN EL BANCO DE CAMPECHE.

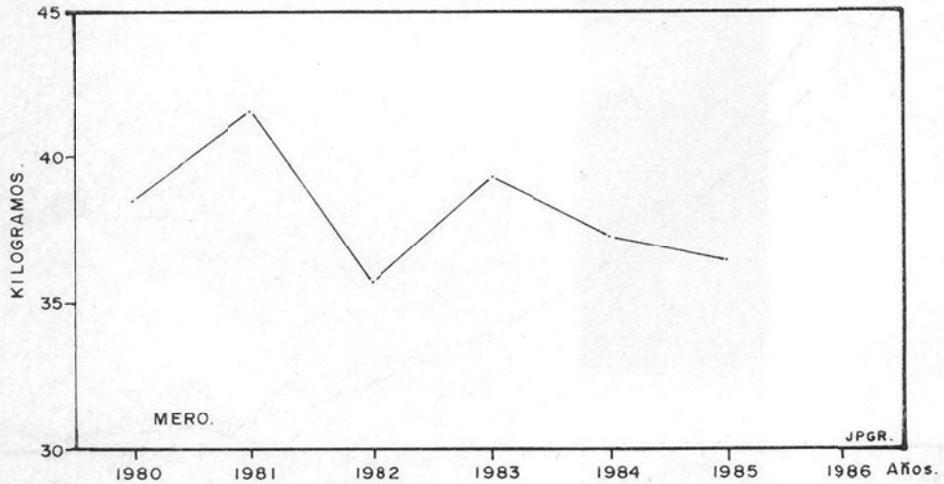


FIG.6 CANTERA DE MERO POR ALIJO POR DIA EFECTIVO DE PESCA EN EL BANCO DE CAMPECHE

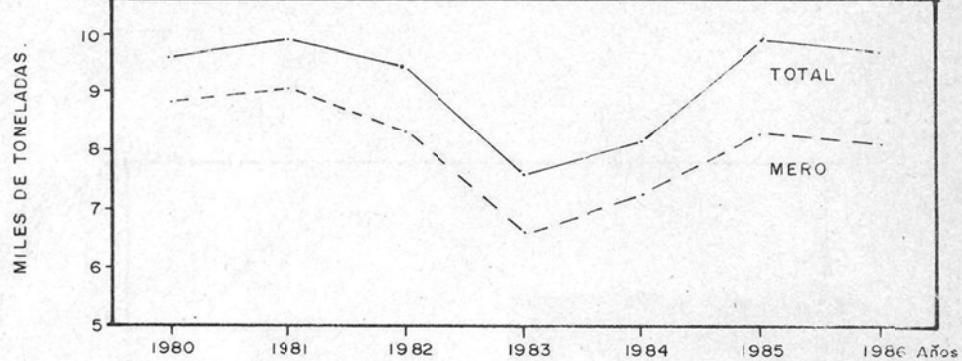


FIG. 7 RELACION ENTRE LA CAPTURA TOTAL DE LA PESQUERIA DEL MERO EN YUCATAN Y LA CAPTURA DE MERO *Epinephelus morio* EN LA PENINSULA.

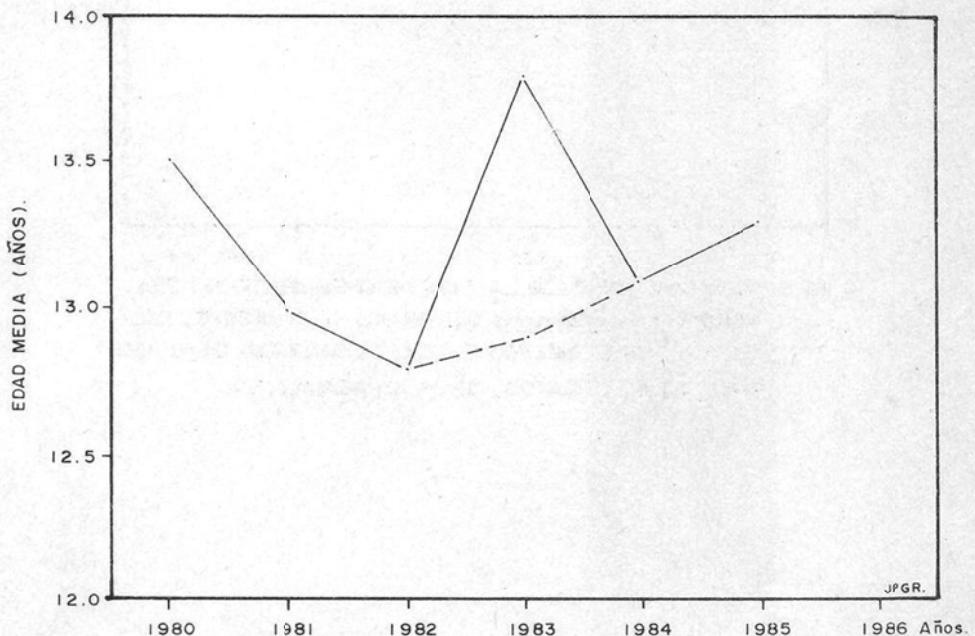


FIG. 8 FLUCTUACION ANUAL DE LA EDAD MEDIA (años) DEL MERO *Epinephelus morio* DEL BANCO DE CAMPECHE A PARTIR DE LA EDAD DE PLENO RECLUTAMIENTO(4 años).

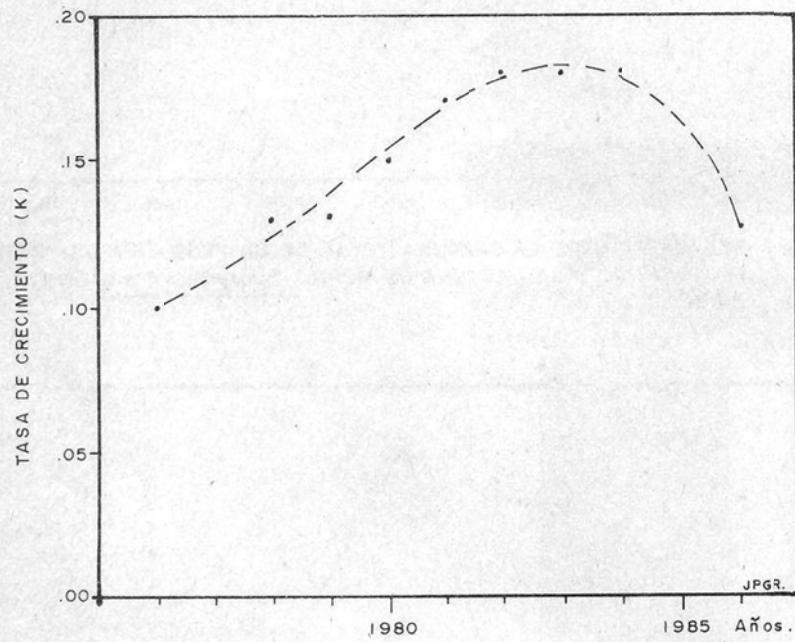


FIG. 9 VARIACION ANUAL DE LA TASA DE CRECIMIENTO (k) DEL
MERO *Epinephelus morio* DEL BANCO DE CAMPECHE, CAL-
CULADA POR EL METODO ELEFAN I (PAULY AND DAVID, 1985).
FUENTE DE LOS DATOS: CIR - LA HABANA, CUBA.

TABLA 1. RELACION DE LAS PRINCIPALES ESPECIES QUE APARECEN EN LAS CAPTURAS DE *Epinephelus morio* EN EL BANCO DE CAMPECHE

Nombre vulgar	Nombre científico
Abadejo	<i>Mycteroperca interstitialis</i>
Rabirubia	<i>Ocyurus chrysurus</i>
Pargo criollo	<i>Lutjanus analis</i>
Huachinango	<i>Lutjanus campechanus</i>
Bagre	<i>Bagre marinus</i>
Negrillo	<i>Mycteroperca bonaci</i>
Blanquillo	<i>Caulolatilus cyanops</i>
Canane o Bajaiba	<i>Lutjanus synagris</i>
Cabrilla	<i>Epinephelus adscensionis</i>
Lenteja	<i>Epinephelus durmmondhayi</i>
Corvina blanca	<i>Cynoscion arenarius</i>
Mojarrón o Bajonado	<i>Calamus bajonado</i>
Mojarra o Pluma	<i>Calamus sp.</i>
Pargo Cubera	<i>Lutjanus cyanopterus</i>
Ch'omcay	<i>Pathystoma rimator</i>
Cherna o Guasa	<i>Epinephelus itajara</i>
Huachinango A. Negra	<i>Lutjanus bucanella</i>
Ronco o Chac-chi	<i>Haemulon plumieri</i>
Esmedregal	<i>Rachycentron canadus</i>
Y 27 especies más.	

TABLA 2. RELACION EDAD/PESO/FECUNDIDAD DEL MERO *Epinephelus morio* DEL BANCO DE CAMPECHE

Edad (años)	Peso ind. (kg.)	Huevos (miles)
5	.753	11.5
6	1.140	192.9
7	1.593	405.2
8	2.101	643.2
9	2.650	900.5
10	3.228	1171.4
11	3.823	1450.2
12	4.427	1733.2
13	5.029	2015.3
14	5.624	2294.2
15	6.205	2566.4

TABLA 3. COMPOSICION PORCENTUAL DE LA CAPTURA DEL MERO *Epinephelus morio* POR EDADES EN EL BANCO DE CAMPECHE

Edad	%	% Acumulado
2	.1	.1
3	9.2	9.3
4	28.1	37.4
5	25.9	63.3
6	10.0	73.3
7	5.7	79.0
8	4.7	83.7
9	3.8	87.5
10	2.7	90.2
11	1.9	92.1
12	1.4	93.5

TABLA 4. CAPTURA, ESFUERZO Y CAPTURA POR UNIDAD DE LA PESQUERIA CUBANA DE
CHERNA AMERICANA EN EL BANCO DE CAMPECHE EN EL PERIOD 1973-1979,
SEGUN VALDES Y PADRON (1980)

Año	Captura (kg.)	Esfuerzo (Por 100 Anz.)	C.P.U.E. (Kg/100 Anz.)
1973	5 065 000	323 738.1	15.6
1974	3 893 100	298 863.8	13.0
1975	5 475 400	719 541.9	7.6
1976	4 584 600	347 382.0	13.2
1977	3 858 800	560 120.4	7.1
1978	3 976 800	467 057.7	8.6
1979*	2 042 500	251 237.7	8.2

* Incluyen solamente datos hasta el mes de agosto.

LITERATURA CITADA

- Arceo B., P.; D. Fuentes C.; R. Puerto C., M. Contreras G.; V. Moreno G. y L. Juárez M. 1987. Sinopsis de datos biológicos del mero (*Epinephelus morio* Valenciennes). I.N.P. Sec. de Pesca. México. (En revisión editorial.)
- Arreguín-Sánchez, F. 1985. Present status of the red grouper fishery in the Campeche Bank. 38th Ann. Sess. Gulf & Caribb. Fish. Inst.- Martinique.
- Arrivillaga-Cortés, A. 1986. Contribución al estudio de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche. CINVESTAV-U, Mérida. México. (Tesis de Maestría.)
- Blanco, W.; R. Valdés y A. Pérez. 1980. Evaluación de la pesquería de la Cherna Americana (*Epinephelus morio*, Perciformes, Serranidae) en el Banco de Campeche. Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(1):8-15. C.I.P. La Habana, Cuba.
- Burgos R., R. 1987. Operaciones y rendimientos de la flota mayor de Yucalpetén durante 1985. CRIP Yucalpetén. I.N.P. Sec. de Pesca. México. (En prensa.)
- Carranza F., J. 1959. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento, II. La Pesca. Tomo III. Inst. Mex. Rec. Ren. p. 151-328. México.
- Doi, T.; D. Mendizábal y M. Contreras G. 1981. Análisis preliminar de la población de mero *Epinephelus morio*, Perciformes, Serranidae) en el Banco de Campeche. Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(1):8-15. C.I.P. La Habana, Cuba.
- Fuentes C., D. y M. Contreras G. 1986. Situación de la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) en Yucatán. Análisis 1985. CRIP Yucalpetén. I.N.P. Sec. de Pesca. México. (Informe Técnico.)
- García-Vadillo, F.; P. Arceo B. y R. Puerto C. 1986. Análisis de la pesquería de mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche durante el período 1982-1984. Aplicando los modelos de Schaefer y Fox. CRIP Yucalpetén. I.N.P. Sec. de Pesca. México. (Informe Técnico.)
- Guzmán V., E. 1986. Contribución al conocimiento de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) en el litoral del estado de Yucatán. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. (Tesis Profesional.).
- Klima, E.F. 1976. Snapper and grouper resources of the western Central Atlantic Ocean. Proceedings: Colloquium of Snapper and Grouper Fishery Resources of the W.C.A.O. Editors: Bullis & Jones. Florida Sea Grant. Prog. Rep. No. 17.
- MEXCUB'87 (Responsables: Valdés A., R. y D. Fuentes C.). 1987. Informe anual 1986 del Programa de Cruceros de Investigación sobre el mero Epinephelus morio (Valenciennes) en el Banco de Campeche. Convenio México-Cuba. Min. Ind. Pesq. Cuba/Sec. de Pesca. México.
- Muhlia M., A. 1976. Aspectos biológico-pesqueros de *Epinephelus morio* (Valenciennes). U.N.A.M. México. (Tesis Profesional.)
- Ramírez G., R. y T. Gutiérrez O. 1960. Bases para el desarrollo pesquero del sureste. Serie Trab. Di-vulg. 1(9):1-39. Sec. Ind. y Comer. México.
- Rodríguez S., H. 1986. Determinación de la edad y crecimiento del mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche, utilizando dos estructuras óseas (otolitos y huesos mesopterigoides). CINVESTAV-U. Mérida. México.
- Seijo G., J.C. 1986. Comprehensive simulation model of a tropical demersal fishery: red grouper (*Epinephelus morio*) of the Yucatan continental shelf. Michigan State Univ. East Lansing, Mich. 210 p. (Ph.D. Dissertation.)

- Seijo G., J.C.; M.J. Solís R. y G. Morales G. 1987. **Simulación bioeconómica de la pesquería del pulpo (*Octopus maya*) de la Plataforma Continental de Yucatán.** Simposium sobre Invest. Biol. y Oceanogr. Pesq. en México. Abr. 1987. La Paz, B.C.S. México. (En prensa.)
- Solis R., M.J. 1969. **The red grouper fishery of the Yucatan Peninsula.** 22nd Ann. Sess. Gulf and Caribb. Fish. Inst. U. of Miami. Nov. 1970.
- _____. 1987. **El recurso pulpo del Golfo de México y Caribe.** XXV Aniv. del I.N.P. Ciclo: Los Recursos Pesqueros del País. Sec. de Pesca. México. (En prensa.)
- Toshiro, J.E. and S.E. Coleman. 1977. **The Cuban grouper and snapper fishery in the Gulf of Mexico.** MFR Paper 1265. Miami Lab. SEFC-NMFS-NOAA.
- Trejo-Peña, J. 1986. **Diagnóstico biológico-pesquero del mero (*Epinephelus morio* Valenciennes) en las costas de Yucatán.** Rec. del Mar. CINVESTAV-U. Mérida. México.
- Valdés, E. y G. Padrón. 1980. **Pesquerías de palangre.** Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(2):38-52. La Habana, Cuba.

**TIEMPO DE RECUPERACION DE LOS BANCOS DE ABULON AMARILLO DE LA COSTA
CENTRO-OCCIDENTAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

Francisco Arreguín-Sánchez*

RESUMEN

El problema de sobre pesca intensa de los bancos abuloneros de la costa centro-oeste de la Península de Baja California ha generado diversos intentos para su posible recuperación. Para el caso particular del abulón amarillo *H. corugata*, se hacen estimaciones del tiempo de recuperación de las zonas de pesca más importantes, tomando como base los criterios definidos por el modelo de Schaefer. El modelo aplicado permite estimar el tiempo de recuperación de la población de un nivel αP_∞ hasta otro βP_∞ , como una función de la tasa intrínseca de crecimiento y el tamaño actual de la población. Asimismo, es posible simular los tiempos de recuperación requeridos para cada población para alcanzar el nivel de βP_∞ bajo diferentes combinaciones de intensidad de la explotación (E) y el tamaño de la población (αP_∞).

Los valores de αP_∞ para los cuatro bancos abuloneros fluctuaron entre 0.115 P_∞ a 0.255 P_∞ , y los tiempos de recuperación bajo las condiciones actuales de explotación hasta alcanzar un nivel de 0.5 P_∞ , variaron entre 25 y 45 años, y si se suspendiera totalmente la pesca de 14 a 20 años. Estas estimaciones suponen que no existe ningún problema para que la reproducción se efectúe, sin embargo, para el caso particular del abulón, la densidad de población (αP_∞) puede ser un factor importante para el éxito de la fecundación, de tal suerte que si en algunos bancos abuloneros la densidad de adultos es tan baja como para afectar negativamente este proceso, es posible que los tiempos estimados sean aún mayores.

INTRODUCCION

La pesquería de abulón en la costa occidental de la Península de Baja California ha mostrado un decreimiento continuo en sus rendimientos durante los últimos 10 años, capturándose actualmente cerca de las 600 ton. anuales lo cual representa sólo el 10 por ciento de los rendimientos más altos alcanzados en su historia. Los registros de

captura muestran que una época de estabilidad se presentó durante el periodo de 1955 a 1972, fluctuando las capturas alrededor de las 3,000 toneladas anuales. Varios investigadores (Doi et al., 1976; Walter, 1986; Rocha y Arreguín-Sánchez, en prensa) han reportado el problema de sobre pesca intensa e incluso el colapso casi inevitable de varios bancos abuloneros.

* Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Mérida, Yuc.

La razón fundamental del estado actual de la explotación radica en el interés económico por este recurso cuyos productos tienen un alto valor en el mercado, combinados con los relativos bajos costos de operación. Esto hace que aun cuando el rendimiento por unidad de esfuerzo sea menor cada vez, la actividad como tal siga siendo atractiva para el pescador. Dos aspectos contribuyen de manera adicional a esta situación: una de carácter económico a través del valor agregado al procesar el producto y otra de carácter biológico, al ser lenta la tasa intrínseca de crecimiento de la población.

En la condición actual de estos recursos se ha estimado conveniente conducir investigaciones que permitan conocer con el mayor detalle posible las características de los diferentes bancos abuloneros con el objetivo de obtener la información suficiente que permita evaluar cuáles son las posibilidades reales para su recuperación y, en consecuencia, tomar a tiempo las medidas pertinentes evitando, si es posible, su desaparición como recursos pesqueros. En el presente caso se aplica un procedimiento para estimar el tiempo de recuperación de los principales bancos de abulón amarillo *Haliotis corrugata*, que es la especie más importante de acuerdo a su abundancia actual.

METODOS

Estimación de rendimiento: se tomó como punto de partida los criterios definidos por el modelo de Schaefer (1954, 1957) descrito por la ecuación:

$$(1) \quad (1/P)(\delta P/\delta t) = r(1-(P/P^\infty)) - qf$$

y su solución bajo condiciones de equilibrio (Walker, 1975), de tal forma que:

$$(2) \quad Y_E = qfp^\infty(1-(qf/r))$$

$$(3) \quad C_E = qP^\infty f - (q/r)P^\infty f^2$$

En el caso particular de las estimaciones para los bancos de abulón amarillo se tomaron los resultados reportados a través de la aplicación de este modelo por Rocha y Arreguín-Sánchez (en prensa), los cuales estuvieron basados en los siguientes supuestos:

- a) Se dispuso únicamente de información sobre captura e intensidad de pesca para el

periodo de 1972 a 1982, lo cual involucra el inicio del periodo descendente de las capturas. Como no se obtuvo información de años anteriores, se consideró como periodo estable de 1971 a 1976, donde la tendencia decreciente de las capturas muestra una pendiente suave. Esto fue considerado así, por una parte, para lograr una estimación aproximada de la biomasa de la población durante el periodo de estabilidad de la pesquería y, por otra parte, porque la abundancia de la población decrece en función del incremento del esfuerzo de pesca, tal como lo supone el modelo de Schaefer.

b) Para estimar el nivel actual de la población se utilizaron de manera comparativa las estimaciones de abundancia de la población como: captura por unidad de esfuerzo (U); para la población durante la época de estabilidad, la estimación se obtuvo de la curva de equilibrio (U_E) y para la población actual se consultaron directamente los registros de captura y esfuerzo ($U_A = U_{1982}$).

c) Para efectos de la estimación del tiempo de recuperación de los bancos abuloneros se tomaron dos suposiciones básicas iniciales: 1) cada banco abulonero fue considerado como una población individual, 2) si la pesca se suspende totalmente, la población en el mar permanecería estable en su respectivo nivel de $\propto P^\infty$.

La información relativa a los puntos anteriores se sintetiza en la Tabla 1.

Para la estimación de la recuperación de la población, la ecuación (1), sin considerar la pesca, puede ser resuelta para un cierto nivel de población P_t tomando la siguiente forma:

$$(4) \quad P_t = P^\infty / [1 + ((P^\infty / P_0) - 1) e^{-rt}]$$

la cual describe una función que crece monótonicamente desde P_0 hasta P^∞ . Tomando $P_0 = \propto P^\infty$ como el nivel de población actual y $P_t = \beta P^\infty$ como un cierto nivel de población al cual se desea llegar, entonces:

$$(5) \quad \beta P^\infty = P^\infty / [1 + ((P^\infty / \propto P^\infty) - 1) e^{-rt}]$$

Una población sujeta a explotación tiende a crecer monótonicamente hacia un nivel P'^∞ , el cual está asociado a la intensidad de explotación.

Si no hay pesca, entonces $P'_{\infty} = P_{\infty}$. Entonces el decrecimiento de la población como función de la intensidad de pesca será:

$$P'_{\infty} = (P_{\infty}/r)(r-qf) = P_{\infty} (S)$$

donde: $S = (r-qf)/r$

que es una proporción de supervivencia con las siguientes propiedades:

- 1) si $r = 0$ entonces $S = 1$, esto es, no hay pesca ($P'_{\infty} = P_{\infty}$).
- 2) si $r > 0$ entonces S decrece, donde el límite será $r = qf$, lo cual significa que $S = 0$ (se agota el excedente de la población).
- 3) $qf > r$ significa sobrepesca y resulta en valores negativos de S .

Entonces la tasa de explotación $E = (1 - S)$ será la proporción de la población extraída por pesca:

$$E = [1 - (P'_{\infty} / P_{\infty})]$$

$$(6) \quad E = -(qf)/r$$

Al introducir la tasa de explotación (E) en la ecuación (4) el tamaño de la población que resta en el mar después de la explotación $\alpha(1-E)P_{\infty}$ crecerá monótonicamente hacia P'_{∞} , entonces:

$$\begin{aligned} \beta P_{\infty} &= P_{\infty} / [1 + \{\alpha / (1 - E)\}] \\ &\quad - 1 \} e^{-rt} \end{aligned}$$

Resolviendo esta ecuación para t tendremos una expresión que permite estimar el tiempo de recuperación de la población sometida a explotación:

$$(7) \quad t = (1/rS) \ln \{ [\{ 1 - \alpha(1 - E) \} / \{ \alpha(1 - E) \}] / [(1 - \beta) / \beta] \}$$

RESULTADOS

Estimación de rendimiento. Los resultados obtenidos por Rocha y Arregíñ-Sánchez (en prensa) al estimar la curva de rendimiento en equilibrio bajo los supuestos mencionados anteriormente

se muestran en la tabla 1, donde se muestran valores para el tamaño de la población actual que varían de $\alpha = 0.115 P_{\infty}$ hasta $\alpha = 0.255 P_{\infty}$ y capturas máximas de equilibrio de 241.6 ton. hasta 430.5 ton. anuales.

Tiempo de recuperación de la población. De la aplicación de la ecuación (7) se obtuvieron diagramas que muestran isolíneas del tiempo de recuperación con diferentes combinaciones de tamaño de población (αP_{∞}) y tasa de explotación (E) (Figura 1).

Para las diferentes áreas de pesca se obtuvieron diferentes estimaciones de tiempo de recuperación, mostrándose en la tabla 2 los tiempos de recuperación de los diferentes bancos a un nivel de población de 0.5 P_{∞} , considerando ausencia de pesca y la intensidad de explotación actual constante.

DISCUSIÓN

Uno de los grandes problemas de la administración de los recursos pesqueros sometidos a sobrepesca es encontrar los mecanismos para lograr su recuperación. Para ello es necesario tomar consideraciones tanto biológicas con respecto al comportamiento de la población sujeta a explotación, como del efecto económico y social de las medidas que potencialmente podrían adoptarse. En el presente caso se aplica un procedimiento basado en modelos simples de rendimiento que permite observar cómo reaccionaría la población ante cambios en el régimen de explotación. En principio, el abulón es una especie longeva cuya tasa de crecimiento poblacional es lenta. Este aspecto hace que reaccione también lentamente ante el decrecimiento de la intensidad de pesca y requiera mucho tiempo para alcanzar niveles de población más altos de manera natural.

Por otra parte, las estimaciones efectuadas están sujetas al cumplimiento de los supuestos tomados inicialmente. En un primer caso, para la estimación del nivel de población "óptimo" correspondiente a la época de estabilidad de la pesquería, se partió de información que mostraba una ligera tendencia al decrecimiento inmediatamente posterior a la fase de estabilidad. Esto indica que probablemente los valores del nivel de población actual estén ligeramente subestimados. En segundo término, para la estimación del tiempo de recuperación de las poblaciones, se supone que si se suspende la pesca, la población rema-

nente en el mar permanecería "estable" inicialmente y tendería a recuperarse poco a poco.

El posible inconveniente en este supuesto es que se trata de especies de fecundación externa y se requiere de una cierta densidad de población para garantizar la fecundación. En este sentido, Arreguín-Sánchez y Chávez (1986) han sugerido que el nivel crítico de una población sometida a explotación intensa, previo al colapso, se alcanza a niveles de explotación de $E = .75$, lo cual indica, de acuerdo a los valores de αP^∞ estimados, que para el abulón Amarillo *H. corrugata* sólo en la Zona 3-A no se presenta el estado de colapso y, en consecuencia, probablemente los valores obtenidos sobre el tiempo de recuperación estén subestimados para los otros bancos de abulón amarillo.

CONCLUSIONES

Las estimaciones efectuadas muestran que las poblaciones de abulón están severamente explo-

tadas y que las posibilidades de recuperación de los bancos, en el mejor de los casos, requieren de muchos años.¹

Un aspecto que parece interesante abordar para obtener información más precisa y especialmente para evaluar las posibilidades reales de recuperación de bancos cuyo nivel de población $\alpha P^\infty < 0.25 P^\infty$, es intentar incorporar al modelo desarrollado parámetros relativos a la densidad de población requerida para garantizar la fecundación, así como un parámetro específico que represente la tasa de reclutamiento, pues de esta forma podría no sólo evaluarse la recuperación de la población por sí misma como resultado de la reproducción, sino también estudiar el posible impacto de prácticas de repoblamiento como las ya intentadas en algunas regiones.

TABLA 1. ESTIMACION DE LA CURVA DE RENDIMIENTO Y TAMAÑO DE LA POBLACION (αP_∞) PARA DIFERENTES BANCOS DE ABULON AMARILLO DE LA COSTA CENTRO OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA*

ZONA	CME	f_E	U_E	U_A	αP_∞
2	337.8	5629	60.0	27.3	0.225 P_∞
3A	299.0	5153	58.2	29.7	0.255 P_∞
3B	241.6	5080	47.5	17.9	0.185 P_∞
4	430.5	7698	56.0	13.2	0.115 P_∞

* Tomados de Rocha y Arreguín-Sánchez (en prensa).

CME = Captura máxima de equilibrio

f_E = Esfuerzo correspondiente a CME.

U_E = CME/ f_E

U_A = Captura por unidad de esfuerzo para 1982

αP_∞ = Nivel actual de población (1982)

TABLA 2. TIEMPO DE RECUPERACION EN AÑOS ESTIMADOS* PARA LOS BANCOS DE ABULON AMARILLO (*H. corrugata*) DE LA COSTA CENTRO-OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA

ZONA	$E = 0$	E ACTUAL
2	17	34
3A	14	25
3B	14	30
4	20	45

* De acuerdo a la ecuación (7) del texto

E = Tasa de explotación

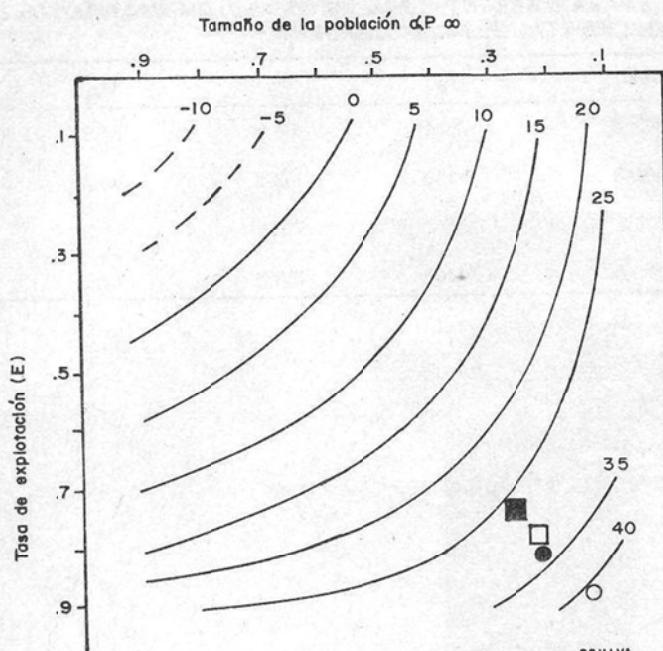


FIG. I TIEMPO DE RECUPERACION DE LOS BANCOS DE ABULON AMARILLO (*H. corrugata*) CON DIFERENTES COMBINACIONES DE TASA DE EXPLOTACION (E) Y TAMAÑO DE LA POBLACION $\alpha P \infty$

LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez, F. y E.A. Chávez. 1985. A method for fish stock assessment based upon age structure data. Intern. Symp. Age and Growth of Fish. June 9-12, 1985. Des Moines, Iowa. (Mimeo.)
- Arreguín-Sánchez, F. y E.A. Chávez (en prensa). Un método alternativo para la evaluación de poblaciones pesqueras (resumen). Mem. IOC/FAO, Workshop on recruitment in tropical demersal communities (TRODERP), Ciudad del Carmen, Campeche, México.
- Doi, T., S.A. Guzmán del Proo, V. Marín y A.J. Camacho. 1976. Análisis de la población y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en el área de Punta Abreojos e Isla de Cedros, B.C. Ser. Cient. I.N.P. 18: 1-17.
- Rocha, E. y F. Arreguín-Sánchez (en prensa). Diagnóstico de la pesquería de abulón (*Haliotis spp*) de la Península de Baja California, México. Inv. Mar. CICIMAR. México.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of population for the management of the commercial marine fisheries. Bull. Int. Am. Trop. Tunna Comm. 1:25-56.
- Schaefer, M.B. 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tunna in the eastern tropical Pacific Ocean. Bull. Int. Am. Trop. Tunna Comm. 2: 245-285.
- Walter, G.G. 1975. Graphical methods for estimating parameters in simple models of fisheries, J. Fish. Res. Board Can. 32 (11): 2163-2168.
- Walter, G.G. 1986. A robust approach to equilibrium yield curve. J. Fish. Res. Board of Can. 43 (7): 1332-1339.

TOMO

VIII CONGRESO NACIONAL DE OCEANOGRÀFIA



19

INSTITUTO NACIONAL
DE LA PESCA

