

PESQUERÍAS

Crustáceos

Características de la pesquería del camarón en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México (1994-1997)

Elisa Andrade Tinoco*
Elaine Espino Barr**

Resumen

En la laguna de Cuyutlán la pesquería de camarón ha sido una de las más redituables y menos estudiadas, por lo que se analizaron aspectos normativos, socioeconómicos, biológicos y pesqueros. La pesca la realizaban cuatro sociedades cooperativas: una trabajaba con un arte de pesca fijo (Tapo) y las otras tres con atarraya. De la captura, 95% era de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) y el resto de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), por lo que se analizaron como una entidad (*Penaeus spp.*). La relación peso-longitud total fue $P = 0.0062 L_{tot}^{3.024}$ y los parámetros de crecimiento: $L_{\infty} = 21.90$, $P_{\infty} = 69.80$ y $K = 2.30$; la mortalidad total fue de 11.21 año^{-1} para organismos de cinco a 19 cm, la natural de 3.47 y por pesca de 7.74, con una tasa de explotación de 0.69. La curva de selectividad presentó una $L_{50} = 6.68 \text{ cm}$, lo significa que 50% de los organismos retenidos tiene desde cuatro meses de edad. El reclutamiento ocurría principalmente a finales del verano y durante el otoño. En el periodo de estudio no había veda, el tamaño de malla de las atarrayas era menor al autorizado, el registro de la producción era inadecuado, la red fija no estaba permitida y se toleraba el uso de redes ilegales. El esfuerzo pesquero era muy elevado, por lo que el ingreso *per cápita* y el nivel de vida de los pescadores era bajo. La mayoría de los problemas de la pesquería era de carácter social y persistían en 2006.

Palabras clave: Camarón, Laguna de Cuyutlán, comunidad, normatividad, biología, pesquería.

Introducción

La captura de camarón en bahías, esteros, lagunas y en la línea de costa es considerada una pesquería artesanal o ribereña y aunque existen trabajos sobre ella en el área biológica, son escasos los que analizan también el contexto social y económico. Aún más, en muchos casos la formación de las personas que se dedican a la investigación biológico-pesquera, así como las políticas de investigación y manejo, han impedido apreciar la importancia de un estudio interdisciplinario que refleje la realidad que viven las comunidades de pescadores y cómo influye en el uso del recurso, con el consecuente efecto sobre los organismos sometidos a explotación.

En el caso de la pesquería del camarón de la laguna de Cuyutlán (Colima), los estudios biológico-pesqueros son escasos (Mena, 1979; Ascencio, 1985; Ascencio *et al.*, 1987; Baltierra *et al.*, 1987) y, por otro lado, se carece de información sobre los aspectos económicos de la pesquería, tales como los costos de producción y los precios de mercado, así como de una caracterización socioeconómica de la población que explota el recurso. Debido a lo anterior, en 1996 se planteó la realización de este trabajo, y con la finalidad de aportar las bases para la elaboración de un estudio integral que oriente y sugiera las políticas de manejo de este recurso. Los objetivos particulares del estudio fueron: identificar los grupos del sector social que participan en la captura de camarón en la laguna, caracterizar sus unidades de producción y los canales de comercialización del producto; obtener estimaciones de los parámetros de crecimiento y mortalidad; definir el esfuerzo pesquero y determinar la captura por unidad de esfuerzo; y elaborar propuestas de desarrollo en el corto, mediano y largo plazos.

* José Cabrera 336, Col. J.J. Ríos III, Villa de Álvarez, Col. cp. 28984. Correo electrónico: elisaandrade@prodigy.net.mx

** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima cp. 28200, México; Tel. (314) 33 2 37 50; Fax: (314) 33 2 37 51. Correo electrónico: elespino@gmail.com

Métodos y materiales

La investigación constó de cuatro líneas principales, por lo que los métodos aplicados en cada una de ellas se presentan a continuación.

Normatividad (marco legal)

Se revisó la normatividad que rige la captura de camarón: la Ley de Pesca y su Reglamento, así como las Normas Oficiales Mexicanas del Sector Pesca (DOF, 1992 a y b).

Aspectos socioeconómicos

Formas organizativas que participan en la captura de camarón. La información necesaria para identificar a los grupos del sector social que explotaban el recurso se obtuvo en la Subdelegación de Pesca en Manzanillo¹. Allí proporcionaron los datos de las sociedades cooperativas autorizadas, el número de socios y de pescadores libres amparados en cada una de ellas, así como la cantidad de embarcaciones y artes de pesca registrados. También se recopiló información sobre la organización de las sociedades cooperativas y la población de pescadores por medio de entrevistas directas a los dirigentes cooperativistas.

Características de la actividad pesquera y de los aspectos socioeconómicos de la población. Mediante la aplicación de cuestionarios a los pescadores se obtuvo información socio-económica y se determinaron las unidades de producción, los costos y las formas de comercialización del producto. A lo largo de casi dos años (marzo de 1996–diciembre de 1997), se mantuvo contacto directo con los pescadores, y se realizaron entrevistas abiertas y dirigidas con informantes clave, así como conversaciones informales con socios de las cooperativas y con pescadores libres amparados².

Aspectos biológicos

En la laguna de Cuyutlán se encuentran dos especies de camarón: el café *Farfantepenaeus californien-*

sis (Holmes, 1900) y el blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Pérez-Farfante y Kensley, 1997). En estudios previos la proporción del camarón café fue de 90.46% (Ascencio *et al.*, 1987) y de 99.38% (Baltierra *et al.*, 1987), por lo que en este trabajo ambas especies se manejaron como un solo grupo, denominado arbitrariamente como *Penaeus*, porque así se registran ante las autoridades correspondientes. Este criterio se basó en el trabajo de Jiménez-Badillo y Gracia (1995), quienes analizaron cuatro especies de charales del Lago de Pátzcuaro, Mich., empleando al género *Chirostoma* como la unidad de estudio, debido a las dificultades para distinguir las especies dentro de la captura y con base en sus características ecológicas equivalentes.

Muestreos biológicos. Las recolectas en campo se realizaron entre marzo de 1996 y abril de 1997; en los primeros seis meses la frecuencia de los muestreos fue quincenal, mientras que el resto fue mensual. Todas las muestras (N = 16) se obtuvieron en el dispositivo camaronero llamado El Tapo, ubicado en una de las entradas de agua marina a la laguna (Fig. 1); los organismos se obtuvieron de las capturas comerciales, mediante la técnica de muestreo masivo (Cohen, 1996; McDonald, 1969; McDonald y Pitcher, citados en Erzini y Castro, 1991). Las medidas consideradas fueron la longitud total (cm) y el peso (g). Se identificaron las especies con las claves de Hendrickx (1996), para determinar la proporción de cada especie. También se efectuó un muestreo masivo de camarón en otra entrada de agua marina a la laguna denominada El Túnel (Fig. 1) para comparar la relación talla-peso de los organismos de ambas localidades, mediante una prueba *t-Student* (Mendenhall, 1987; Daniel, 1991; Zar, 1996).

Composición por talla y peso. Se describió mediante el análisis de los parámetros estadísticos básicos (mínimo, máximo, promedio y desviación estándar) de la longitud y el peso de los ejemplares recolectados.

Parámetros poblacionales. La relación longitud total (L_{tot})-peso (P) se calculó con la fórmula $P = a L_{tot}^b$ (Pauly, 1983a y Sparre y Venema, 1995). El crecimiento de la población de camarón se estimó en longitud y peso con las ecuaciones de Von Bertalanffy (Gulland, 1971; Jones, 1981; FAO, 1982; Csirke, 1980; Sparre y Venema, 1995), cuya expresión matemática es:

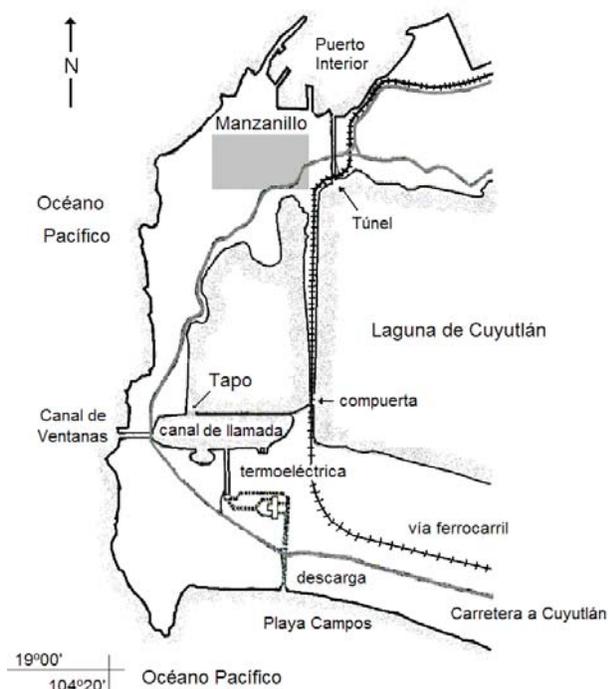
$$\text{Ec. 1} \quad L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}] \text{ y } P_t = P_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b$$

Donde: L_t (P_t) = longitud (peso) al tiempo t ; L_∞ (P_∞) = longitud (peso) infinita o asintótica, valor teórico que limita la curva de crecimiento; K = factor de crecimiento o de velocidad a la que la curva alcanza la asíntota, controla la forma de la curva, t = tiempo;

1. En el período de estudio esa oficina pertenecía a la entonces Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), actualmente es parte de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Alimentación y Pesca (SAGARPA).
2. Estos pescadores no forman parte de agrupación alguna, pero las sociedades cooperativas les tramitan una credencial ante las autoridades correspondientes para permitirles la captura de camarón y su acopio.

Figura 1

Ubicación del Tapo en la Laguna de Cuyutlán, Colima



t_0 = longitud teórica en la edad 0, la cual es una constante de integración carente de significado biológico; b = parámetro de la relación longitud-peso. Los parámetros se calcularon con el programa ELEFAN I (Pauly y David, 1981; Pauly, 1987). La mortalidad total (Z) se estimó mediante la curva de captura convertida a longitud, propuesta por Pauly (1983b, 1984 a y b).

$$\text{Ec.2} \quad \ln C(t, t+1) = g - Z \cdot t$$

La mortalidad natural se calculó con la ecuación empírica de Pauly (1980):

$$\text{Ec. 3} \quad \ln M = -0.0152 - (0.279 \ln L_{\infty}) + (0.6543 \ln K) + (0.463 \ln T^{\circ})$$

La temperatura (T°) promedio anual del agua se calculó a partir de los resúmenes mensuales publicados por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 1983-1991)

La mortalidad por pesca se despejó de

$$\text{Ec. 4} \quad Z = F + M, \text{ donde } F = Z - M$$

La curva de selectividad se obtuvo mediante el ajuste a la ecuación logística (Ricker, 1975; Gulland, 1983):

$$\text{Ec. 5} \quad S'(L) = 1 / (1 + e^{-(S'1 + S'2(L))})$$

Donde: S' = selectividad; L = longitud del organismo (o clase de talla); $S'1$ y $S'2$ son las constantes de la ecuación lineal que relaciona el tamaño de la malla de la red y de los organismos capturados (Sparre y Venema, 1995). El resultado se presenta como la talla promedio en que el organismo escapa de la red a través de la malla. En términos prácticos, L_{50} es la talla a la que la probabilidad de escape es la misma que la de enmalle.

El crecimiento, la mortalidad y la curva de selectividad se estimaron mediante el programa de cómputo FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools, Gayanilo *et al.*, 1996).

Aspectos pesqueros

Los datos sobre la producción anual de los periodos 1994-1996 y 1998-2004 se extrajeron de los avisos de arribo que entregan las cuatro sociedades cooperativas (sc) a la Subdelegación de Pesca. Para evaluar la fidelidad de los datos oficiales, los datos del intervalo 1994-1996 se compararon mediante un Análisis de Varianza de una Vía (ANDEVA), con la captura de 29 pescadores de una de las cooperativas autorizadas para capturar camarón en la Laguna de Cuyutlán, registradas en los muestreos *in situ*. Posteriormente se calculó la producción anual promedio por pescador y se multiplicó por el número total de pescadores dedicados a esta actividad. El esfuerzo pesquero se definió como el número de pescadores que trabajaron por día. La captura obtenida por pescador por día de pesca ($\text{kg} \cdot \text{persona} \cdot \text{día}^{-1}$) entre 1994 y 1996 fue utilizada como indicador de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Los aspectos principales de la problemática imperante en 1996 fueron contrastados con la situación de 2006 a través de entrevistas con pescadores y personal de la Secretaría de Economía de Colima.³

Resultados

Marco legal que rige la actividad

La captura de camarón depende de un permiso que se otorga, por medio de la CONAPESCA, a quienes lo solicitan. Hasta 1992 el recurso estaba restringido exclusivamente a las sociedades cooperativas, pero a

3. Pedro Figueroa-Fuentes. Director de Fomento Pesquero de la Secretaría de Economía del estado de Colima.

partir de la modificación de la Ley de Pesca de ese año, puede ser aprovechado por particulares. El Reglamento de la Ley de Pesca (RLP) establece que los permisos para la pesca comercial pueden durar hasta cuatro años, pero según la Subdelegación de Pesca en Manzanillo, Colima, los permisos para la captura de camarón en la laguna de Cuyutlán se extendían por dos años, previo pago de \$371.00 por el permiso, más una cuota de \$34.00 por cada embarcación registrada (octubre de 1997). La aprobación tenía lugar en la ciudad de México y en ese año no se autorizaron nuevos permisos para esta laguna.

En el periodo de estudio ningún permiso avalaba la instalación del Tapo a pesar de que ya tenía más de una década operando sin que se evaluara su funcionamiento. En 1982 las autoridades permitieron su construcción con fines experimentales y sólo en la temporada 1984-1985 se cuantificó su producción (Ascencio, 1985). Actualmente el Tapo es una de las causas fundamentales de conflicto entre los pescadores, ya que no todos tienen acceso al mismo.

En lo que se refiere a vedas y zonas de refugio, los artículos 86 y 87 del RLP y la Norma Oficial Mexicana (NOM-002-PESC-1993, DOF, 1993) establecen las épocas y zonas de veda, precisando su carácter temporal o permanente, con el propósito de proteger a los reproductores y juveniles. Desde 1988 no se aplica la veda de camarón en la laguna de Cuyutlán, a pesar de que hasta ese año entraba en vigor al mismo tiempo que la del camarón de alta mar. Esta medida se suspendió debido a un acuerdo verbal entre el entonces delegado de Pesca y los pescadores “porque en la laguna de Cuyutlán el camarón se veda solo”, según argumentos de los mismos pescadores.

Respecto a los sistemas o métodos de pesca autorizados, la NOM 002-PESC-1993 permite la captura dentro de los sistemas lagunares y estuarinos con atarrayas con un tamaño de malla mínimo de pulgada y media (38.1 mm) en todas sus partes (DOF, 1993). En la laguna de Cuyutlán se utilizaban redes de cuchara y atarrayas con un tamaño de malla de una pulgada. El empleo de la red de cuchara en el Tapo fue permitido por la Subdelegación de Pesca, basándose en la opinión técnica del CRIP-Manzanillo (Salgado *et al.*, 1996a). En el caso de las atarrayas de una pulgada no existe autorización para su uso en la laguna.

Durante el periodo de estudio se observó el uso clandestino de redes corrienteras,⁴ en la zona conoci-

da como La Compuerta; éstas se fijaban al fondo de manera tal, que permanecían ocultas a simple vista, y sólo se utilizaban durante el desplazamiento del camarón en ciertas fases de la luna, lo que era causa de conflictos entre los pescadores y entre éstos con las autoridades.

Aspectos socioeconómicos

Formas organizativas que participan en la captura de camarón. En la tabla 1 se presenta una lista de las sc con permiso para capturar camarón durante el periodo de estudio, así como la cantidad de embarcaciones y artes de pesca autorizados. Se muestra también el número de socios registrados y el número de pescadores libres amparados por cada sc. Sólo una de estas organizaciones se dedicaba también a la extracción de escama y jaiba. La Subdelegación de Pesca reconocía la existencia de una sc sin permiso que pescaba y comercializaba camarón, así como de pescadores libres amparados por las sc; estos trabajadores generalmente eran hijos, familiares o amigos de los socios. De los pescadores, 49% era de tiempo completo y el resto sólo acudía a la laguna cuando abundaba el camarón (Tabla 1). Cabe mencionar que no existían permisionarios autorizados para capturar el recurso.

Tabla 1

Relación de sociedades cooperativas con autorización para capturar camarón en la Laguna de Cuyutlán, Col. (1994-96)

<i>Coope- rativa</i>	<i>Embar- caciones</i>	<i>Equipos</i>	<i>Socios/ Pesc. Lib.</i>	<i>Pesquería</i>
1	23	25	29/60	Escama, jaiba y camarón
2	8	15	20/47	Camarón
3	10	24	18/2	Camarón
4	6	18	39/0	Camarón
Total	47	82	106/109	

Fuente: Delegación de Pesca Oficina Manzanillo.

Todas las cooperativas tienen la misma estructura organizativa: Asamblea General, Consejo de Administración y Consejo de Vigilancia, pero el grado de organización dentro de cada una de ellas era muy diferente. En el texto se mencionan las agrupaciones como sc1, sc2, sc3 y sc4. En la sc1 era condición para no ser dado de baja como socio, así como para los pescadores libres amparados, entregar sus productos para que ésta los vendiera directamente al consumidor, a locatarios y a intermediarios, incluso de otros estados, y de esta manera la sociedad obtenía una ganancia sobre el precio pagado al pescador. En las sc2, sc3 y sc4 cada socio o pescador libre amparado podía

4. Artes de pesca fijas, que consisten en un paño con tamaño de malla menor al reglamentario, de 10 a 20 m de longitud, fijas al fondo y montadas sobre una estructura rígida.

vender sus productos al mejor postor, pero tenía la obligación de reportar el volumen de camarón capturado y pagar una cantidad por cada kilogramo; sin embargo, algunos pescadores reportaban cantidades menores o, en el mejor de los casos, informaban de manera extemporánea. La sc4 no amparaba a pescadores libres.

El producto se vendía fresco y sólo una pequeña proporción se comercializaba en hielo o congelado.

Las cooperativas manejaban cuotas de inscripción por socio y sólo en la sc1 se entregaba un incentivo económico al finalizar el año, proporcional al volumen de captura entregado. Los pescadores libres amparados sólo pagaban su credencial, pero no obtenían el estímulo mencionado.

Los miembros de las sc2, sc3 y sc4 se organizaron y construyeron pequeños restaurantes (*enramadas* o *palapas*) a la orilla de la laguna para ofrecer los productos pesqueros cocinados (aunque no todos se obtenían en la laguna). Inicialmente estos negocios eran atendidos por los mismos socios, por turnos, de esa manera todos tenían oportunidad de obtener ingresos adicionales a la pesca mediante un salario. Sin embargo, posteriormente esos puestos de trabajo quedaron en manos de unos cuantos y actualmente funcionan como pequeños negocios familiares o las instalaciones se rentan a algún particular.

Características de la actividad pesquera. Durante el periodo de estudio la captura de camarón se realizaba en plataformas o tarimas de madera de aproximadamente 1.5 x 1.5 m (en la mayoría de los casos), en embarcaciones propias o directamente mediante lances de red dentro del agua; se pescaba al anochecer y en la madrugada, durante el flujo de la marea; el camarón se atraía con la luz de una lámpara de diesel. En 2006 se trabajaba de la misma manera.

Como resultado de las entrevistas individuales aplicadas a 40 pescadores se determinó que 95% de ellos se dedicaba durante todo el año a esta actividad, 100% a la pesca de camarón, 50% también capturaba escama y 32.5% jaiba. Las embarcaciones empleadas eran pequeñas de tres a cuatro metros, de madera, fibra de vidrio o ambos materiales y eran impulsadas por remo. Su valor fluctuaba entre \$1 000 y \$2 500. La frecuencia con que recibían mantenimiento (lavado y en ocasiones pintura) variaba entre tres y 12 meses, con un costo de \$100 a \$500. El mantenimiento de los artes de pesca era variable, dependiendo de los daños que sufría el paño y su costo de reparación fluctuaba entre \$20 y \$50 por semana. La inversión diaria para la pesca era por el uso de diesel, con un gasto de uno a diez pesos dependiendo del tiempo invertido en la actividad, ya que algunos pescadores sólo trabajaban dos o tres horas por día, mientras que otros

hasta ocho horas, dependiendo de la disponibilidad del recurso.

Sólo 40% de los pescadores manifestó haber recibido algún tipo de capacitación en administración, y de manera aislada se mencionó algún curso sobre motores, documentación, contabilidad, supervivencia y cooperativismo, impartidos por la Secretaría de Pesca, y uno por la Secretaría del Trabajo, pero se detectó que los conocimientos no se habían aplicado. De los entrevistados, 100% manifestó no estar recibiendo algún tipo de asesoría.

Aspectos socioeconómicos de la población pesquera. La mayoría de los pescadores era originaria de Manzanillo, Colima, y sólo unos cuantos eran de los estados vecinos de Jalisco y Michoacán. Su edad variaba entre los 24 y 74 años, y su experiencia como pescadores entre cinco y 66 años. Aproximadamente 31% no tenía educación primaria, 42% contaba con ésta, 11% con secundaria y 9% con bachillerato; además había un técnico y otra persona con una carrera universitaria incompleta. La mayoría eran casados, 35% con cuatro dependientes económicos, 18% con tres, 9% con dos, 12% con uno, 11% con cero y el restante 15% con cinco a 13. Los dependientes económicos eran familiares directos (esposa e hijos), dedicados a las labores del hogar o al estudio, pero aproximadamente 25% de ellos tenía una actividad adicional, que les generaba ingresos. La escolaridad de los dependientes estaba estructurada de la siguiente manera: niños en edad preescolar o menor, 14%; niños en primaria y secundaria, 27%; alumnos de bachillerato, 6%; adultos con primaria y secundaria 16 y 26%, respectivamente; analfabetas 9% (entre los 14 y los 80 años de edad); el restante 2% no supo informar.

En cuanto a las condiciones de vivienda de los pescadores, se encontró que 92.5% tenía vivienda propia con casi todos los espacios comunes y necesarios en ellas; pero en cuanto a servicios, 7.5% no tenía ninguno; 20% carecía de agua potable dentro de su vivienda, 2.5% no tenía drenaje y 7.5% contaba con fosa séptica; el resto disponía de todos los bienes y servicios, como luz, gas, refrigerador, radio y televisión (62.5%), y con el servicio telefónico, 32.5% de los pescadores.

La mayoría de las viviendas (80%) estaba construida de bloque o tabique, dos eran de madera (5%), dos de ambos materiales (5%), y una de madera y cartón (2.5%). El techo era de cemento en 50% de los casos, 15% de lámina de cartón, 15% de lámina de asbesto y 15% de la combinación de dos materiales. El piso era de cemento en 60% de las casas, 20% contaba con mosaico, 7.5% con ambos tipos de material, y 5% era de tierra.

De los pescadores entrevistados, 45% tenía una actividad principal de tiempo completo: albañil, estibador, vendedor, tendero, empleado, cocinera, electricista, herrero e incluso un técnico dental. Cabe señalar que la mayoría de las personas que se dedicaban exclusivamente a la captura de camarón no eran pescadores de tiempo completo, ya que tenían otro trabajo estable, y la captura de este crustáceo era una actividad complementaria, por la que recibían un ingreso importante.

Aspectos biológicos

Composición por talla y peso. La proporción de las especies fue de 95% de camarón café y 5% de camarón blanco. En los 16 muestreos se obtuvieron 4 806 organismos, cuya longitud varió entre cinco y 19 cm, el promedio (\bar{X}) fue de 9.68 cm y la desviación estándar (DE) de 2.39 cm. El peso fluctuó entre 0.9 y 50.5 g, con un $\bar{X} \pm DE$ 7.28 ± 6.66 g.

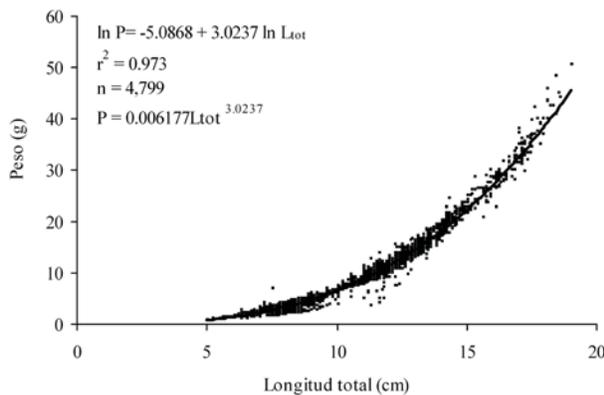
Relación talla-peso. La relación general entre la longitud total (L_{tot}) y el peso (P) de la población de *Penaeus* (Fig. 2), quedó expresada en las siguientes ecuaciones:

Hembras $P = 0.0057 L_{tot}^{3.050}$ $r^2 = 0.991$; N = 519; $p < 0.05$
 Machos $P = 0.0066 L_{tot}^{3.001}$ $r^2 = 0.988$; N = 493; $p < 0.05$
 Todos $P = 0.0062 L_{tot}^{3.024}$ $r^2 = 0.973$; N = 4799; $p < 0.05$

No existió diferencia significativa ($t_{493, 0.05} = 0.587$; $p > 0.05$) entre los organismos capturados en el Tapo y El Túnel; el valor de la pendiente (b) de la regresión para los organismos de El Túnel fue de 3.06 y para los del Tapo de 3.04, por lo que los resultados pueden aplicarse a toda la laguna. El crecimiento es de tipo isométrico.

Figura 2

Relación talla-peso de camarón de la Laguna de Cuyutlán, Col.



Parámetros poblacionales. Las ecuaciones de crecimiento en longitud y peso para la población de camarón fueron (Tabla 2, Fig. 3):

$L_{tot} = 21.90 [1 - e^{-2.30(t + 0.053)}]$ y
 $P = 69.80 [1 - e^{-2.30(t - 0.053)}]^{3.024}$

La mortalidad total fue de 11.21 año⁻¹ para organismos de cinco a 19 cm, la mortalidad natural de 3.47 y la mortalidad por pesca de 7.74, con una tasa de explotación de 0.69.

En cuanto a la curva de selectividad se encontró que $L_{25} = 6.26$ cm, $L_{50} = 6.68$ cm y $L_{75} = 7.12$ cm, con un intervalo de selección de 0.85 y un factor de selección de 2.63, lo que significa que los organismos capturados con esta malla son aún pequeños y no han alcanzado el cuarto mes de edad, mucho menos la edad adulta y la madurez reproductiva.

Figura 3

Curvas de crecimiento en longitud y peso de camarón de la Laguna de Cuyutlán, Col.

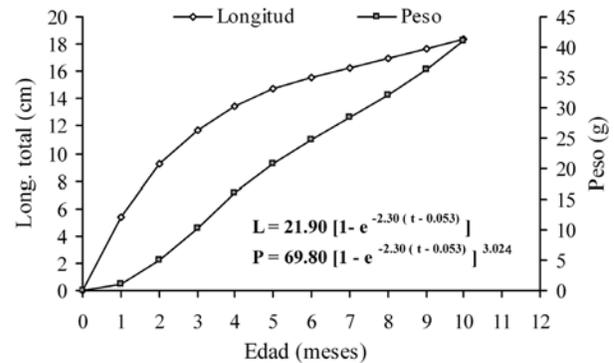


Tabla 2

Tasa de crecimiento en función de la edad de camarón de la Laguna de Cuyutlán, Col.

Edad (Meses)	Talla (cm)	Tasa de crecimiento (cm·mes ⁻¹)	Talla media (cm)
1	0.27		
2	5.43	5.16	2.85
3	9.23	3.81	7.33
4	11.65	2.43	10.44
5	13.49	1.83	12.57
6	14.69	1.20	14.09
7	15.56	0.87	15.13
8	16.25	0.69	15.91
9	16.92	0.69	16.59
10	17.64	0.72	17.28
11	18.37	0.72	18.01

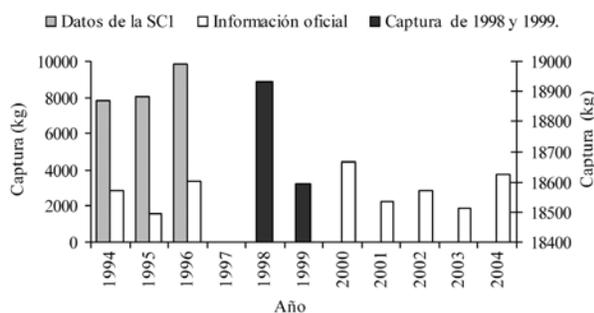
Aspectos pesqueros

Producción. Los datos proporcionados por la Subdelegación de Pesca en el estado de Colima indican que la captura anual de camarón tuvo variaciones abruptas entre 1994 y 2004. En la *figura 4* se muestra que esas fluctuaciones podrían englobarse en tres etapas: durante la primera (1994-1996) la producción promedio fue 2.62 ± 0.92 t; en la segunda, correspondiente a 1998 y 1999, fue de 18.76 ± 0.23 t; mientras que en la tercera (2000-2004) de 3.04 ± 1.07 t. En contraste, la información proporcionada por 29 pescadores durante los muestreos fue de 8.56 ± 1.13 t de 1994 a 1996; aunque presentó una tendencia similar, fue significativamente más elevada ($F'_{0.05; g.l.:1.4} = 49.50$, $p = 0.002$).

La producción de los cooperativistas para el periodo de estudio (32.17 t) fue calculada a partir de la captura promedio anual por pescador (0.295 t), multiplicada por el número de miembros (109 personas). Considerando que los pescadores registrados eran aproximadamente la mitad de los que trabajaban en la laguna (si se consideran 215 pescadores como 100% del esfuerzo, la producción real aproximada sería de 63.5 t), la diferencia entre el valor calculado y el obtenido de los avisos de arribo (7.87 t) sugiere que los datos oficiales fueron una fracción muy pequeña de la captura total de camarón.

Figura 4

Captura anual de camarón en Colima de 1994 a 2004

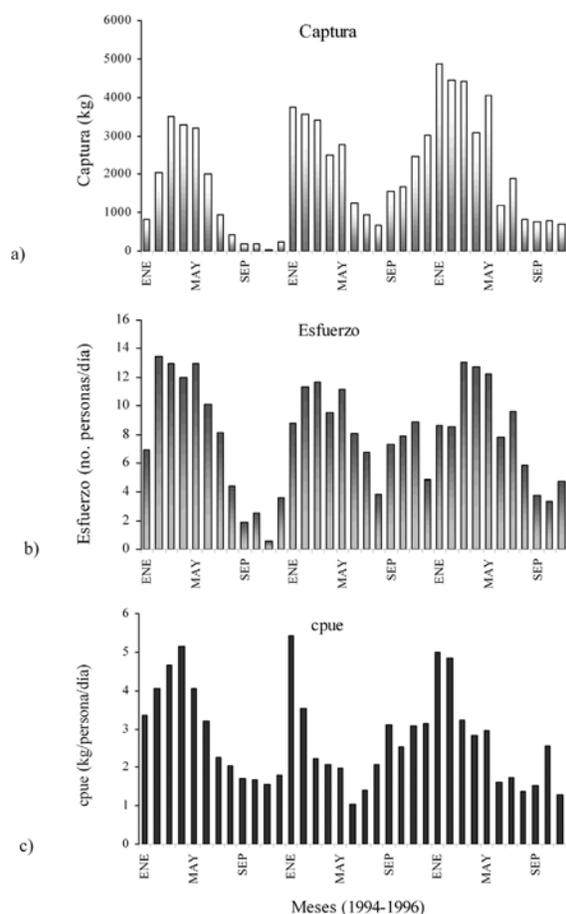


Datos obtenidos a partir de los avisos de arribo entregados por los pescadores a la Subdelegación de Pesca (barras blancas) obtenida de los libros de una cooperativa (barras grises), ambos en el eje de la izquierda; capturas extraordinarias de los avisos de arribo para 1998 y 1999 (barras negras) en el eje de la derecha.

En la *figura 5a*, que describe la captura mensual obtenida de los libros de la sc1 entre 1994 y 1996, se aprecia que el recurso fue más cuantioso en los primeros meses del año; no obstante, los pescadores

mencionaron que era más abundante en octubre, noviembre y diciembre, si bien esto no coincidió con los datos registrados. Por otro lado, en cada mes la captura fue mayor durante los días en que la luna se encontraba en cuarto menguante, luna nueva y plenilunio; lo que indica que el reclutamiento al arte de pesca era cíclico; no obstante, como lo ejemplifica la *figura 6a*, que presenta la producción de los socios de una cooperativa, los volúmenes de captura eran muy variables.

Figura 5

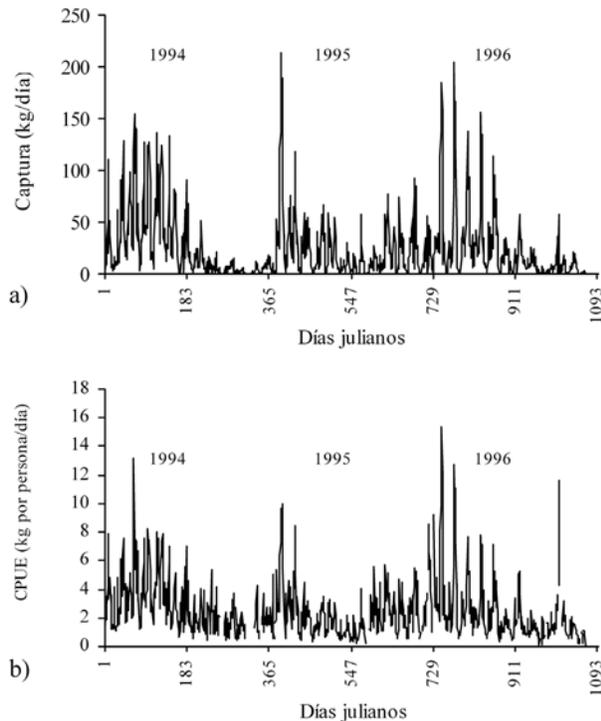


Volúmenes de a) captura de camarón, b) esfuerzo y c) captura por unidad de esfuerzo de la cooperativa sc1 de la Laguna de Cuyutlán. Los datos de 1994 representan aproximadamente 70% de los registros de producción de camarón, los de 1995, 85%, y 1996, 95% del total de la laguna.

El reclutamiento de postlarvas de camarón a la laguna se presentó durante todo el año; empero, durante el periodo de estudio fue mayor en los últimos

cuatro o cinco meses de cada ciclo anual (al final del verano y en el otoño), ya que estos organismos se capturaron de enero a junio (reclutamiento al arte), principalmente (Fig. 5a). Esto sugiere que la reproducción de *F. californiensis* ocurre durante los últimos meses de cada año en esta zona del océano Pacífico.

Figura 6



Volúmenes de a) captura y b) captura por unidad de esfuerzo de camarón de una cooperativa de la Laguna de Cuyutlán

El beneficio económico obtenido por los pescadores durante el periodo 1994-1996 se calculó de manera aproximada. El precio promedio ponderado del kilogramo de camarón en esos años fue de \$24.00, \$30.00 y \$36.00, respectivamente. Si se supone, de manera conservadora, que la captura anual promedio fue de 30 t (considerando los datos de captura mencionados, la pesca furtiva y la no registrada), los ingresos de cada uno de los años serían de \$720 000, \$900 000 y \$1 080 000, en ese orden. Los ingresos por pescador, obtenidos de dividir esos montos entre 215 personas, se calcularon en \$3 349, \$4 186 y \$5 023 por año, lo que equivale a \$10.70, \$13.37 y \$16.05 por día. El salario mínimo vigente fue de \$12.89 en 1994, \$15.15 en 1995 y \$18.83 en 1996 (promedio ponderado), lo que es un indicador de la importancia del recurso en la localidad

Esfuerzo pesquero. El número de pescadores que capturó camarón por día se utilizó como indicador del esfuerzo (Fig. 5b). Sin embargo, esta estimación fue parcial porque sólo se contó con información incompleta de una sc, porque no se consiguió la totalidad de los registros; los datos de las demás cooperativas no fueron confiables. La serie del esfuerzo pesquero presentó la misma tendencia que la captura total durante los tres años analizados.

Captura por unidad de esfuerzo. La CPUE se consideró como la pesca promedio diaria obtenida por individuo ($\text{kg}\cdot\text{pescador}\cdot\text{día}^{-1}$); las variaciones de este indicador fueron similares a las de los volúmenes de captura y el esfuerzo pesquero (Fig. 5c y 6b); es decir, cuando había más camarón, el número de pescadores aumentaba y viceversa. Aunque no fue posible determinar la CPUE para el resto de las cooperativas (y para la laguna en su totalidad), la sc que proporcionó la información extraía aproximadamente de 70 a 75% de la producción total de camarón en esta laguna, por lo que sus registros pueden ser considerados como representativos de esta pesquería.

Discusión

Tradicionalmente las pesquerías se estudian desde un punto de vista biológico-pesquero; empero, para identificar su problemática real es urgente promover e iniciar estudios integrales que consideren no sólo los aspectos técnico-pesqueros y biológicos, sino también los componentes económico y social en que se encuentra inmersa cualquier actividad productiva. El presente estudio consta de esos tres tipos de información con la finalidad de presentar un estudio integral de la pesquería del camarón de la laguna de Cuyutlán, que permita establecer pautas por seguir en el manejo y la administración del recurso.

En relación con el componente socioeconómico, se constató que esta pesquería era y sigue siendo de suma importancia para los pescadores porque los costos de inversión son muy bajos, como en cualquier pesquería artesanal (Defeo, 1987). Por esta razón y por la facilidad de integrarse a la actividad, lo cual también es común en las pesquerías artesanales cuando no existen o no se aplican medidas de regulación (Panayotou, 1983), se considera que el esfuerzo pesquero es intenso.

Las condiciones de vida de los pescadores de camarón, como las de quienes se dedican a la pesca ribereña marina (Rojas, 1996), no eran satisfactorias; motivo por el que un elevado número mantenía un trabajo estable en otra actividad. Para estas personas, la captura de camarón representaba una opción,

ya que la pesca en bahías, lagunas, presas y áreas ribereñas tiene fines comerciales, ya sea que genere ganancias suficientes o un ingreso complementario (Lobato, 1996). De los entrevistados, 51% eran pescadores de tiempo parcial y su ocupación principal era totalmente ajena a la pesca, lo que dificultaba el control del esfuerzo (Panayotou, 1983) y el registro de las capturas.

La relevancia social de esta actividad y los problemas para evaluar y administrar el recurso muestran la necesidad de establecer programas de manejo sobre la base de estudios interdisciplinarios (Panayotou, 1983; Defeo, 1987; Breton y López, 1989; Breton, 1991a; Rodríguez, 1991), ya que el componente principal en las pesquerías artesanales es la comunidad, a diferencia de las industriales, cuyos elementos más importantes son el económico y el biológico (Breton, 1996). No obstante, durante el desarrollo de este estudio los pescadores manifestaron marcada renuencia a participar en nuevos proyectos de investigación, afirmando que no había habido reciprocidad por parte de las instituciones, cuando ellos habían colaborado proporcionando información; por ello, es recomendable que conozcan con rapidez los resultados más importantes de las investigaciones que se realicen y, por otro lado, el apoyo de un antropólogo ayudaría a cambiar la imagen que tiene la población local sobre los técnicos e investigadores pesqueros, así como sobre los representantes del Estado (Breton, 1991b).

En 1996 y 1997 el principal problema que enfrentaba esta pesquería, señalado reiteradamente por los pescadores, era la falta de aplicación de la normatividad, lo que propiciaba las siguientes irregularidades: la abertura de malla no era la permitida, no se aplica-

ba la veda, el Tapo no estaba autorizado y se toleraba el uso clandestino de redes corrienteras.

Eliminar el uso de las mallas de abertura de una pulgada, tanto de redes de cuchara como de atarrayas, ha sido muy difícil; sin embargo, para lograr el uso sustentable del recurso es indispensable utilizar redes con la abertura reglamentaria de 1½ pulgadas (37.5 mm). Durante el periodo de estudio, la talla de primera captura de los organismos era de 6.68 cm, mientras que la talla media hubiera sido de 10 cm con mallas de pulgada y media, lo que hubiera significado organismos más grandes, mayor captura y mejor precio en el mercado.

En 2006, diez años después de concluida la fase de campo de este estudio, continúa sin aplicarse la veda para regular el esfuerzo. Gran número de personas ajenas a la actividad aprovecha la ausencia de las autoridades o la falta de aplicación de la normatividad, para extraer el recurso con redes de cuchara (llamadas *boberas*), que tienen una abertura de malla de media pulgada, con el pretexto de que se usan para capturar carnada o para consumo familiar, lo cual está permitido por la Ley de Pesca (DOF, 1992a y b). La aplicación de la veda ayudaría a evitar la extracción del camarón durante algunos meses y permitiría el crecimiento de los organismos. Aunque es necesario realizar evaluaciones *in situ* para determinar los periodos más apropiados, temporalmente podría utilizarse la que se establece en el Pacífico centro.

En cuanto a la permanencia del Tapo, el INP emitió una opinión técnica que recomendaba solicitar su permiso o concesión (Salgado *et al.*, 1996b), con modificaciones para que funcionara como una trampa de uso temporal, que debía tener partes móviles que

Tabla 3
Parámetros de crecimiento de *Farfantepenaeus californiensis*. En este trabajo se analizaron dos especies como *Penaeus*, con 95% de la captura compuesta por *F. californiensis*

	L_{∞} (cm)	K (semanal)	t_0	Autor	Lugar
1	24.2	0.1862	0.1400	Rodríguez de la Cruz y Rosales (1973)	Pacífico mexicano
2	23.9	0.1358	0.7599	Galicia (1976)	Puerto Peñasco, Son
3	24.2	0.1662	0.1400	Chávez y Rodríguez de la Cruz (1971)	Pacífico mexicano
4	24.7	0.2481	0.2894	Arreguín-Sánchez (1984)	Golfo de Tehuantepec
	23.5	0.2859	0.4725		
	24.5	0.2569	0.3318		
	25.4	0.2312	0.1717		
	24.3	0.2585	0.3268		
5	20.0	0.2788	-0.0054	Ascencio <i>et al.</i> (1987)	Laguna de Cuyutlán, Col.
6	21.7	0.0580	2.3300	Núñez (1988)	Huizache y Caimanero, Sin.
7	15.5 *	1.44 anual		Barragán (1997)	Golfo de Guayaquil, Ecuador
	14.2 *	0.67 anual			
8	21.9	2.30 anual	-0.0527	Este trabajo	Laguna de Cuyutlán, Col.

* longitud abdominal.

permitieran la entrada de especies marinas a la laguna (Salgado y González, 1996). La presencia de este arte era, y en 2006 continúa siendo, uno de los conflictos más serios entre los pescadores de la laguna, ya que sólo aproximadamente 60 personas tienen acceso a él. Por otro lado, después de una intensa campaña, prácticamente desapareció el uso de las redes corrienteras a finales de la década de los noventa.

En relación con los aspectos biológicos, se encontró que no existían diferencias entre las hembras y los machos de hasta 19 cm, lo que coincide con Núñez (1988). Por otro lado, los resultados del análisis del crecimiento no difirieron de manera significativa de los reportados para *P. californiensis* (Tabla 3) y otras especies del océano Pacífico (*P. vannamei*, *P. stylirostris*, y *P. brevivirostris*) y del Golfo de México (*P. aztecus*). Los resultados de mortalidad fueron muy similares a los de *P. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec (Arreguín-Sánchez, 1984) y *P. aztecus* del Golfo de México (Castro y Arreguín-Sánchez, 1991). La tasa de explotación (0.69) fue muy alta comparada con la reportada por esos autores (0.45-0.61) e indica que 69% de la mortalidad que sufre el camarón es por pesca. El reclutamiento de postlarvas de camarón, que se supone es mayor en los últimos cuatro o cinco meses del año, concuerda con los resultados de Godínez-Domínguez *et al.* (1996), quienes reportaron hembras maduras durante todo el año en las costas de Jalisco y Michoacán.

Por otro lado, la información sobre la dinámica de poblaciones de las diferentes especies de camarones del océano Pacífico es relativamente escasa, a diferencia de las pesquerías en el Golfo de México. Arreguín-Sánchez *et al.* (1997) diagnosticaron una "carencia de información, especialmente para la época reciente, que sustente las prácticas de manejo y las estrategias de explotación". Los mismos autores afirmaron que "bajo estas condiciones, la eficiencia de la explotación y el manejo de los recursos carecen de una expectativa clara hacia donde dirigir la actividad". De aquí la relevancia de realizar investigaciones sobre dinámica poblacional del camarón, uno de los recursos más importantes, económica y socialmente, por lo que es imprescindible contar con estudios de este tipo para lograr una administración pesquera adecuada. La falta de análisis de los datos de muestreos biológicos, así como la deficiencia en las estadísticas de captura, fueron mencionadas por Arreguín-Sánchez y Chávez (1985) y se manifiesta en la ausencia de publicaciones científicas. Rodríguez de la Cruz y Chávez (1996) recomendaron hacer evaluaciones permanentes de la pesquería de camarón en alta mar, para lo cual se requiere mantener un programa de muestreos de los desembarcos y que el registro estadístico de la

captura y el esfuerzo de pesca sea objetivo y confiable. Este problema es particularmente agudo en esta pesquería, como lo muestra la diferencia entre lo anotado en los avisos de arribo y lo realmente obtenido por los pescadores, ya que minimiza la importancia de la actividad y la oportunidad que pudieran tener los pescadores para allegarse apoyos que mejoren su forma de pesca y su modo de vida.

Por último, es necesario dejar en claro que los problemas que enfrentaba la pesquería de camarón en la laguna no eran de orden tecnológico, ni crediticio ni de infraestructura pesquera, idea que generalmente se asocia con la pesca ribereña (Lobato, 1996). Los conflictos fundamentales eran de orden social y de aplicación de la normatividad vigente; ya que a pesar de la carencia de información biológica, existían datos obtenidos en otras localidades que permiten diseñar las estrategias de manejo del recurso. Lobato (1996) aseveró que, salvo algunas excepciones, las cooperativas no pudieron dar prioridad y concretar los principios de equidad, participación, democracia en la toma de decisiones, ayuda mutua y búsqueda de bienestar común, por encima del lucro individual; ya que predominó el individualismo rapaz, irresponsable y con visión de corto plazo. En la laguna de Cuyutlán gran número de pescadores estaba consciente de esta problemática, lo cual confirmó lo atinado de la propuesta de Rojas (1996), en cuanto a que los pescadores (en su caso de pesca ribereña marina) deberían asumir una responsabilidad sobre el uso del recurso, para continuar utilizándolo sin llegar a la sobreexplotación.

En lo que respecta a la aplicación de la normatividad, Lobato (1996) manifestó que era evidente que la administración de las pesquerías tenía grandes deficiencias, y que los principales responsables no han sido los investigadores ni los técnicos, sino el hecho de que la actividad ha sido manejada por políticos y administradores improvisados; asimismo fue contundente al señalar que la organización de los pescadores no puede ser tarea del gobierno, si bien puede propiciarla, fomentarla, apoyarla y contribuir a mejorarla. Por lo anterior, sería benéfico un cambio de conducta de todos los participantes en la pesquería de camarón de la laguna de Cuyutlán.

Conclusiones

La pesquería de camarón es la más importante, en términos económicos, de la laguna de Cuyutlán. Sin embargo, los problemas sociales asociados a ella eran muy graves, existía divisionismo entre todas las cooperativas y dentro de ellas, como resultado, entre otras

causas, de la presencia de el Tapo y la falta de organización interna. Algunos de estos problemas continúan en el nuevo milenio, por lo que es imperativo que las autoridades correspondientes asuman su responsabilidad y propicien el desarrollo de un programa social que considere la capacitación a pescadores como una prioridad, y esté fundamentado en los estudios biológico-pesqueros ya realizados y en nuevos proyectos de investigación que incluyan, tanto análisis socioeconómicos, como el uso de modelos descriptivos y predictivos de la pesquería. Esto aportará más elementos para regular dicha actividad y fomentar el desarrollo armonioso de todos sus componentes.

Agradecimientos

Se reconoce a los pescadores y dirigentes de las cooperativas su paciencia e interés por proporcionar información, así como al personal de la Subdelegación de Pesca que amablemente compartió estadísticas pesqueras. También agradecemos las observaciones de los revisores y a Ma. del Carmen Jiménez Quiroz por sus valiosos comentarios al documento y su ayuda en la elaboración de gráficas.

Referencias bibliográficas

- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F. 1984. *Análisis de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec, México*. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. 60p.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F. y E.A. Chávez. 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 2(2):23-44.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., L.E. Schultz-Ruíz, A. Gracia, J.A. Sánchez y T. Alarcón. 1997. Las pesquerías de camarón de altamar: explotación, dinámica y evaluación. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.). *Recursos pesqueros críticos del Golfo de México*. EPOMEX, Serie Científica 7. pp.145-172.
- 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 CRIP-Manzanillo*, 2:1-22.
- ASCENCIO, B.F., C. Solís-Gil y L. Coba. 1987. Investigación biológico-pesquera del recurso camarón *Penaeus californiensis* (Holmes) en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Resumen VII Congreso Nacional de Oceanografía*, pp. 289-300.
- BALTIERRA, R., J.L., D. Aguilar M. y E. Aguilar M. 1987. *Distribución y abundancia de postlarvas de camarón en la Laguna de Cuyutlán, Col., México*. Informe de Investigación. CRIP-Manzanillo, INP, SEPESCA, Manzanillo. 30p.
- BARRAGÁN V., J. 1997. Population parameters of *Penaeus californiensis* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *NAGA, The ICLARM Quarterly*, 1997(1-2):43-45.
- BRETON, Y. 1991a. Desarrollo pesquero y paradigmas interdisciplinarios: el impacto de la globalización. Memoria El Mar y sus Recursos en la Cuenca del Pacífico. *Aportes de la UdeC*, 4:1-5.
- BRETON, Y. 1991b. Aspectos humanos y sociales de la administración pesquera: burocracia, comunidades y pescadores. Memoria El Mar y sus Recursos en la Cuenca del Pacífico. *Aportes de la UdeC*, 4:209-213.
- BRETON, Y. 1996. Antropología marítima y desarrollo económico en América Latina: ejes conceptuales, investigación e intervención. En: D. Quezada e Y. Breton (ed.). *Antropología marítima: pesca y actores sociales*. Univ. Autónoma de Yucatán, FOMES. pp. 73-92
- BRETON, Y. y E. López E. 1989. *Ciencias sociales y desarrollo de las pesquerías*. Colección Divulgación, Serie Ensayo. INAH, México. 327p.
- CASTRO, R.G. y F. Arreguín-Sánchez. 1991. Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral mexicano del noroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas*, 17(4):147-159.
- CHÁVEZ, E.A. y M.C. Rodríguez de la Cruz. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis* Holmes). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 32:111-127.
- CSIRKE, J. 1980. *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. Doc. Téc. Pesca 192, FAO, Roma. 82p.
- DANIEL, W.W. 1991. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Noriega-Limusa, México. 667p.
- DEFEO, O. 1987. Consideraciones sobre la ordenación de una pesquería en pequeña escala. *Biología Pesquera*, 16:47-62.
- DOF. 1992a. Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. 25 de junio de 1992: 62-68.
- DOF. 1992b. Reglamento de la Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. 21 de julio de 1992: 27-68.
- DOF. 1993. Norma Oficial Mexicana 002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. SEPESCA 31 de diciembre 1993. pp. 23-61.
- ERZINI, K. y M. Castro. 1991. *Microcomputer applications in fisheries. A manual for a course in the use of microcomputers in fisheries and stock assessment*. International Center for Marine Resource Development. 126 Woodward Hall. The University of Rhode Island, Kingston, EU. 176p.
- FAO. 1982. *Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces*. FAO, Circular Pesca 736, Roma. 101p.
- GALICIA, X., R. 1976. Crecimiento del "camarón azul" (*Penaeus stylirostris*) y "camarón café" (*Penaeus californiensis*) en la zona de Puerto Peñasco, Son. *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Guaymas, Son., Méx. SIC/ Subsecretaría de Pesca, INP. pp. 189-210.
- GAYANILO, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1996. *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 8, FAO, Rome. 126p.
- GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ, E., R. García de Quevedo y L.M. Saucedo. 1996. Madurez gonádica y distribución batimétrica de *Penaeus brevisrostris* y *P. californiensis* en la costa de Jalisco y Colima, Méx. *X Congreso Nacional de Oceanografía*. pp. 52-53.
- GULLAND, J.A. 1971. *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces*. FAO-Acribia, Zaragoza. 163p.
- GULLAND, J.A. 1983. *Fish stock assessment. A manual of basic methods*. FAO/Wiley Series, Chichester. 223p.
- HENDRICKX, M.E., 1996. *Los camarones Penaeoidea Bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico Mexicano*. CONABIO, ICMYL-UNAM, México. 147p.
- JIMÉNEZ-BADILLO, M.L. y A. Gracia. 1995. Evaluación de la pesquería multiespecífica de charales (*Chirostoma* spp., Pisces, Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales Inst. Biol. UNAM, Ser. Zool.*, 66(2):205-231.

- JONES, R. 1981. *The use of the length composition data in fish stock assessment (with notes on VPA and cohort analysis)*. Fisheries. Circular 734, FAO, Roma. 60p.
- LOBATO, P.M. 1996. Reflexiones en torno a la pesca ribereña. En: J.A. Nadal-Egea (ed.). *Esfuerzo y captura: tecnología y sobre-explotación de recursos marinos vivos*. El Colegio de México. Programa sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo, México. pp. 301-335.
- MENA, H., A. 1979. *Contribución al conocimiento de los factores que influyen en la productividad de la Laguna de Cuyutlán, Col., con énfasis en camarón*. Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias, UNAM, México. 46p.
- MENDENHALL, W. 1987. *Introducción a la probabilidad y estadística*. Iberoamérica, México. 628p.
- NOAA. 1983-1991. Oceanographic monthly summary. National Oceanographic and Atmospheric Administration. U.S. Dep. Of Commerce. *National Weather Service/ National Earth Satellite Service*, 83- 87(1): 1-12
- NÚÑEZ, P., A. 1988. *Crecimiento del camarón Penaeus vannamei, P. stylirostris, P. californiensis y su relación con factores ambientales (temperatura y salinidad) en las Lagunas de Huizache y Caimanero, Sinaloa, México*. Tesis de Maestría, ICMYL, UNAM, México. 82p.
- PANAYOTOU, T. 1983. *Conceptos de ordenación para la pesquería en pequeña escala: aspectos económicos y sociales*. Doc. Tec. Pesca 228, FAO, Roma. 60p.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 39(2):175-192.
- PAULY, D. 1983a. *Some methods for the assessment of tropical fish stocks*. Fish. Tech. Paper 234. FAO, Roma. 52p.
- PAULY, D. 1983b. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *ICLARM Fishbyte*, 1(2):9-13.
- PAULY, D. 1984a. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte*, 2(1):17-19.
- PAULY, D. 1984b. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (III: Conclusion). *ICLARM Fishbyte*, 2(3):9-10.
- PAULY, D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conf. Proc.*, 13:7-34.
- PAULY, D. y N. David. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28(4):205-211.
- PÉREZ-FARFANTE, I. y B. Kensley. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Memoires du Museum National d' Histoire Naturelle* 175, 233p.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board of Canada*, 191:1-382.
- RODRÍGUEZ, R., 1991. Comentarios acerca de las investigaciones realizadas sobre la pesca por la antropología social en México. Memoria El Mar y sus Recursos en la Cuenca del Pacífico. *Aportes de la UdeC*, 4:227-234.
- RODRÍGUEZ de la Cruz, M.C. y E.A. Chávez. 1996. La pesquería de camarón en alta mar. Pacífico de México. En: A. Sánchez-Palafox y D.F. Fuentes-Castellanos. *Pesquerías Relevantes de México*. xxx Aniversario del INP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, INP, México. pp. 3-28.
- RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, M.C. y F.J. Rosales. 1973. Sinopsis de *Penaeus (Melicertus) californiensis* Holmes. INP. *Serie Técnica*, 2, 23p.
- ROJAS C., V. 1996. *La situación socioeconómica actual de la pesca ribereña en la costa del Estado de Colima*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas. UdeC, Manzanillo. 71p.
- SALGADO M., M. y A. González B. 1996. Una aproximación a la solución de los problemas que afectan la actividad pesquera del tapo en la Laguna de Cuyutlán, Col. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 18:17-27.
- SALGADO M., M., A. González B. y E. Trejo O. 1996a. *Opinión técnica sobre la utilización de la red de cuchara en el tapo de la Laguna de Cuyutlán, Col.* Documento Interno. CRIP-Manzanillo. SEMARNAP/INP. Manzanillo. 5p.
- SALGADO M., M., A. González B. y E. Trejo O. 1996b. *Opinión técnica sobre la instalación del tapo en el Canal de Ventanas y la empalizada en el Malecón de Colomos*. Documento Interno. CRIP-Manzanillo, SEMARNAP/INP. Manzanillo. 6p.
- SPARRE, P. y S.C. Venema, 1995. *Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales*. Manual. FAO. Doc. Téc. de Pesca 306/1. Valparaíso, Chile. 420p.
- ZAR, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3a ed. Prentice-Hall, EU. 369p.

Dinámica poblacional de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863, en la laguna de Cuyutlán, Colima, México

Antonio Estrada Valencia*

Elaine Espino Barr**

Resumen

Se determinaron los principales parámetros de la población de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la Laguna de Cuyutlán, Colima. El muestreo se realizó en seis lugares diferentes, con 60 aros jaiberos en cada uno. Se capturaron 4 322 organismos (en promedio 360 por mes) desde abril de 1997 hasta marzo de 1998. Las dimensiones de los organismos capturados fueron de 3 a 13.4 cm de ancho de caparazón (AC); el intervalo del AC de los machos fue de 3.0 a 13.4 cm y el de las hembras de 3.5 a 11.2 cm. La talla de madurez sexual fue de 6 cm y la relación macho-hembras varió entre 1:0.3 y 1:1.1. Los machos y las hembras inmaduras se encontraron todo el año y se distribuyeron al azar; en contraste, las hembras ovígeras sólo se capturaron en abril, junio, noviembre, enero y marzo, en sitios con influencia marina. La relación peso:talla (P:AC) fue isométrica: $P = 0.074 AC^{3.028}$. Los parámetros de crecimiento fueron: $L_{\infty} = 16.09$ cm y $K = 1.43$ mes⁻¹; la tasa de crecimiento en longitud y peso fue de 0.93 cm·mes⁻¹ y 12.43 g·mes⁻¹, respectivamente. La fecundidad varió entre 228 862 y 2 522 020 (promedio: 793 798) huevos en hembras de 7.2 y 9.5 cm de AC, en ese orden.

Palabras clave: Jaiba, *Callinectes arcuatus*, edad, parámetros de crecimiento, fecundidad, ciclo reproductivo.

Introducción

Las jaibas son cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda), que se distinguen por su caparazón ancho, aplanado dorsalmente, con nueve dientes sobre el margen anterolateral, de los cuales el último es más largo; el propodio y el dácilo del quinto par de pereiópodos son aplanados y generalmente ensanchados para facilitar la natación. Habitan en aguas salobres y marinas (Williams, 1974; Hendrickx, 1995 a y b).

De las 16 especies que incluye el género *Callinectes*, tres se localizan en las costas del Pacífico mexicano: *C. arcuatus* Ordway, 1863; *C. bellicosus* (Stimpson, 1859) y *C. toxotes* Ordway, 1863 (Williams, 1984; Cervignón *et al.*, 1992; Hendrickx, 1995 a y b), y pueden aprovecharse comercialmente porque alcanzan tallas de hasta 25 cm de ancho de caparazón y hasta 300 g de peso; se distribuyen en aguas costeras y poco profundas, de fácil acceso; son depredadores diurnos fáciles de capturar con artes de pesca sencillos; en aguas tropicales abundan todo el año; se pueden comercializar vivas aún varios días después de su captura; y son de buena calidad nutricional (Ruíz-Durá, 1990; Rodríguez de la Cruz, 1988; Pacheco, 1993).

En 2001, de acuerdo con las estadísticas oficiales (SAGARPA, 2003), de los once estados donde tradicionalmente se pesca jaiba en el Pacífico mexicano, la producción (56 toneladas) de Colima ocupaba el séptimo lugar. La totalidad de la captura se realiza en la laguna de Cuyutlán, donde la pesquería se centra en la jaiba *Callinectes arcuatus*.

La producción anual de jaiba en este estado aumentó entre 1986 y 1992, cuando se obtuvieron 248 t, pero a partir de ese año disminuyó hasta 51 t en 2002 (SAGARPA, 2003). El número de pescadores, considerando los organizados en cooperativas y los "libres" que se dedican de manera constante a esta actividad, varía entre 20 y 30. Ellos venden el producto a las sociedades cooperativas pesqueras locales o a comer-

* Subdelegación de Gestión Ambiental, Delegación Colima, SEMARNAT, Victoria 360, Col. Centro, 28000, Colima, Col., Tel: 312 316 0507, correo electrónico: gestion@colima.semarnat.gob.mx; antonioestrada@hotmail.com

** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima C.P. 28200, México; Tel: (3) 33 2 37 50; Fax: (3) 33 2 37 51; correo electrónico: elespino@gmail.com

cializadores independientes, a un precio promedio por kilogramo de \$5.00 en 1998 y de \$8.00 en 2004. El arte de pesca más común es el "aro jaibero", aunque también se utilizan la atarraya y el gancho; los dos primeros permiten liberar vivos a los organismos cuya talla es menor a la comercial y a las hembras ovígeras.

Al disminuir la captura se incrementó el esfuerzo pesquero sobre el recurso, lo que condujo a la reducción de la talla promedio, por lo que es necesario reglamentar la talla mínima de captura y el esfuerzo pesquero para proteger a los juveniles y a las hembras reproductoras. En 1997 se decidió realizar este estudio debido al escaso conocimiento de la biología de la población de jaiba de la laguna de Cuyutlán, con el objetivo de determinar los parámetros biológico-pesqueros que podrían servir de fundamento para normar la pesquería; éstos incluyen la forma de distribución en el espacio y el tiempo, la proporción machos:hembras, la estructura de tallas, los periodos de reproducción, la fecundidad, la ecuación de crecimiento y la relación peso-talla.

Métodos y materiales

Descripción del área. La laguna de Cuyutlán se localiza entre las coordenadas 18°57' N y 19°05' N y los 103°57' O y 104°20' O, en la porción central de la línea costera del estado de Colima, entre la bahía de Manzanillo y el río Armería; ocupa una superficie aproximada de 68 km². Su longitud es de 30 km y su anchura varía entre 0.5 y 3 km. Durante la temporada de lluvias ingresa agua dulce a la laguna, pero el resto del año la salinidad es similar o mayor a la marina (SPP, 1981; INEGI, 1995). Durante el periodo de estudio la laguna se comunicaba por dos vías con el mar: un túnel, construido en 1937, que llega desde la bahía de Manzanillo y atraviesa el puerto; y el canal de Ventanas, en la población de Campos, abierto en 1978 para surtir de agua a la termoeléctrica. En el año 2000 se abrió el canal de Tepalcates (Fig. 1).

La laguna de Cuyutlán puede dividirse en cuatro vasos por su fisiografía y las obras de ingeniería construidas. El primero es el más hondo (profundidad máxima de 4.4 m), su área es reducida y la velocidad de las corrientes de agua es mayor que en el resto de la laguna debido a que está en comunicación permanente con el océano; allí la captura pesquera es mayor. En el segundo vaso la profundidad máxima es de un metro y, aunque abarca una superficie más grande, la circulación es menor que en el primero por la barrera que forma el terraplén del ferrocarril que cruza la laguna. En esta área también se practica la pesca artesanal. El tercer vaso es el de mayor super-

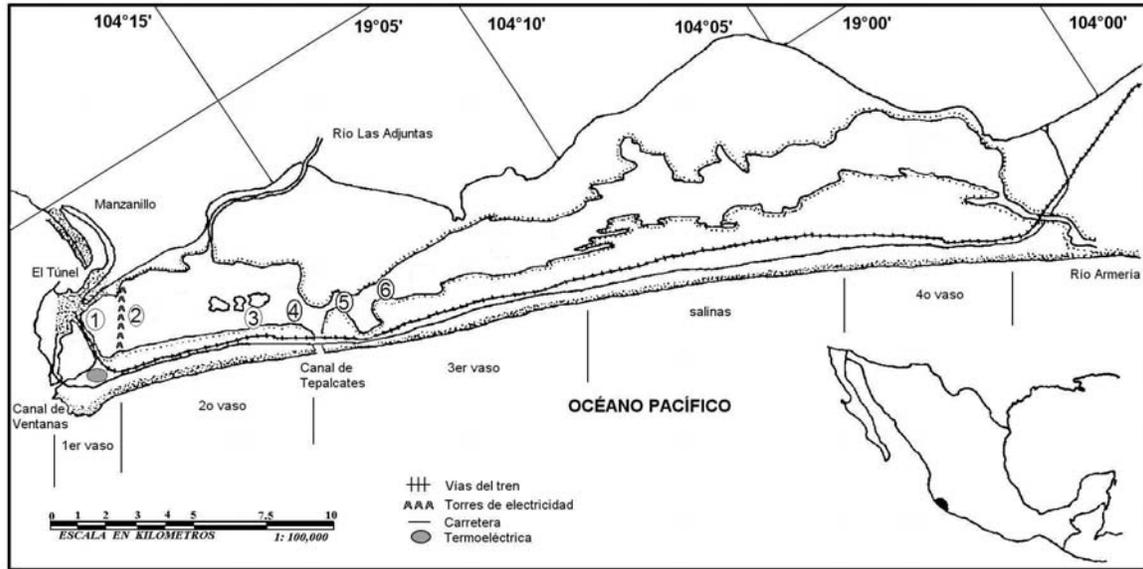
ficie pero la profundidad máxima es de 0.2 m; la velocidad de las corrientes de agua es lenta e incluso imperceptible. En la parte Este hay condiciones de hipersalinidad durante el estiaje (febrero a junio). El cuarto vaso también es somero (profundidad máxima 0.2 m), aunque es salobre porque recibe aportes de agua dulce y es el más alejado de los canales de comunicación con el mar.

Según la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), el clima en la zona es Awo (w), el menos húmedo de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y una precipitación invernal menor de 5 mm. La precipitación media anual fluctúa entre 800 mm y 1 200 mm, la temporada de lluvias generalmente es de julio a septiembre y la precipitación media en ese periodo se encuentra entre 200 y 210 mm mensuales, mientras que los meses más secos son febrero, marzo y abril (SPP, 1981). La temperatura media anual es mayor a 22 °C, con los valores más altos en mayo y junio (26- 27 °C) y los más bajos en enero (22 y 23 °C, en promedio).

Se realizaron 12 muestreos, uno por mes, desde abril de 1997 hasta marzo de 1998, en seis sitios de la laguna, seleccionados por la presencia de las jaibas y la experiencia de los pescadores (Fig. 1). En cada sitio se colocaron 60 aros jaiberos de 50 cm de diámetro, hechos con alambro de 6 mm y forrados con paño de 4 a 8 cm de tamaño de malla, se utilizaron envases desechables de plástico como boyas de señalamiento, amarrados con cabo de polietileno de 4 mm de diámetro. En cada aro se colocó un trozo de pez vela (*Istiophorus platypterus*) como carnada. También se registraron las características del sustrato, la temperatura del agua (con un termómetro de mercurio marca Brannan), con intervalo de -20 a 150 °C, con ± 1 °C de precisión y la salinidad, con un refractómetro portátil de escala 0 a 100‰. Los organismos recolectados se depositaron en bolsas de plástico llenas con agua de la laguna para mantenerlas vivas. Al término del muestreo se colocaron en hieleras con agua fría para disminuir su ritmo metabólico y facilitar su manejo en laboratorio.

La identificación de las especies se realizó de acuerdo con Williams (1974) y Hendrickx (1995a). Los individuos se clasificaron como: machos maduros (MM), machos inmaduros (MI), hembras inmaduras (HI), hembras maduras (HM) y hembras ovígeras (OV). A los machos se les reconoció porque su abdomen es largo y delgado, en forma de T; en los MI está sellado a la superficie ventral del caparazón, mientras que en los MM se desprende o está sujeto por un par de tubérculos de presión. Por otro lado, el abdomen de las HI es triangular y sellado al cuerpo, mientras que el de las HM es ancho, redondeado, semicircular y libre

Figura 1
Áreas de muestreo en Laguna de Cuyutlán, Colima

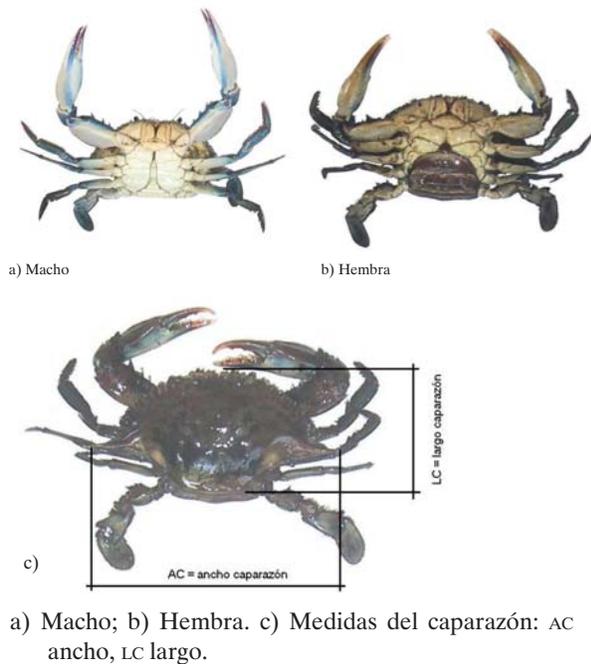


VASO 1: El Túnel (1); VASO 2: Las Torres (2), Los Islotes (3), Tepalcates (4); VASO 3: Puente Nuevo (5), Peña Blanca (6).

(Van Engel, 1958, 1990; Hendrickx, 1995a) (Fig. 2 a y b).

Las medidas tomadas a cada crustáceo fueron: el peso (P), con una balanza digital; el ancho de caparazón con espinas (AC), y el largo de caparazón (LC) con un vernier de 15 cm y 0.05 mm de precisión (Fig. 2c).

Figura 2
Morfología sexual del género *Callinectes*



Para su análisis, los datos se transfirieron a una hoja de cálculo (Excel 5.0, Microsoft Office). Las variaciones mensuales en la talla, peso, proporción sexual, madurez y abundancia se analizaron con la prueba de *t-Student* y el análisis de varianza (ANDEVA). La relación peso-talla (P-AC) se estableció con el método de regresión potencial aplicado a los datos mensuales:

$$\text{Ec. 1} \quad P = a AC^b$$

Donde: *a* es el factor de condición y *b* el alométrico (Sparre y Venema, 1995; Safran, 1992).

Para determinar que el exponente *b* no fue significativamente diferente de tres, así como para comparar los valores obtenidos entre hembras y machos, se utilizó el método estadístico *t-Student* (Daniel, 1991; Hanke y Raitsch, 1995).

El crecimiento se describió a partir de la distribución de frecuencia de tallas (Sparre y Venema, 1995), obtenida de cada muestreo mensual. Se utilizó el modelo de von Bertalanffy (Sparre y Venema, 1995) porque describe adecuadamente el crecimiento, aunque la fisiología de los crustáceos es diferente a la de los peces. La ecuación es:

$$\text{Ec. 2} \quad L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde L_t = longitud al tiempo *t*, L_∞ = longitud sub-infinito o asintótica, *K* = factor de crecimiento, *t* = tiempo y t_0 = longitud teórica a la edad 0.

Para el cálculo de los parámetros K y L_{∞} se usó el método ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), contenido en el paquete FISAT (FAO-Iclarm Stock Assessment Tools) (Battacharya, 1967; Pauly y David, 1981; Gayanilo *et al.*, 1996). Los intervalos de confianza se establecieron a partir de un re-muestreo:

$$\text{Ec. 3} \quad S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde: S es la desviación estándar, n el tamaño de muestra y x la media muestral.

Puesto que las hembras se aparean una sola vez en su vida, y mudan de inmaduras a maduras (Palacios-Fest, 2002; Ramírez-Félix y Singh-Cabanillas, 2003), el periodo de reproducción se identificó a partir del aumento de la proporción de hembras maduras y ovígeras (Van Engel, 1958, 1990; Cameron, 1985).

La fecundidad (Fec) se determinó con el método gravimétrico. Para ello se fijaron en alcohol a 70%, 27 jaibas ovígeras con huevos de color amarillo a naranja. Dichas masas se desprendieron de los pereiópodos y se colocaron en una estufa a 50 °C por ocho horas para deshidrarlas y homogeneizar su peso (Holden y Raitt, 1975; Quijano, 1985; Prager *et al.*, 1990). Los huevecillos (Hu) de tres muestras de 0.00125 g cada una, se contabilizaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss. El número total de huevos se extrapoló del promedio de las tres muestras (Holden y Raitt, 1975; Álvarez-Lajonchere, 1979; Pineda *et al.*, 1981; Finucane y Collins, 1984) con la función:

$$\text{Ec. 5} \quad Fec = \frac{nPg}{pg}$$

Donde: Fec = fecundidad, n = número promedio de huevos en la submuestra, Pg = peso total de la gónada, pg = peso de la submuestra.

Resultados

Características de los sitios de muestreo

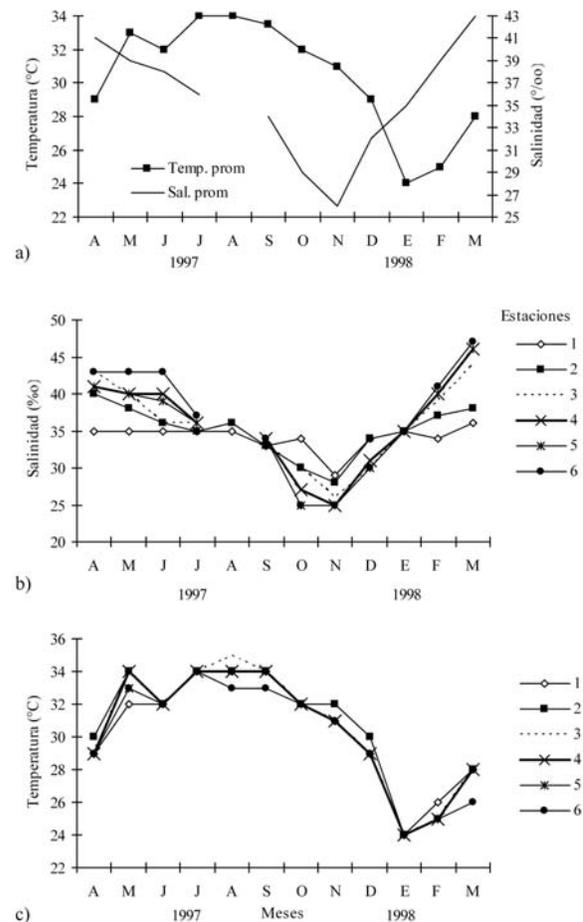
La profundidad de los lugares donde se realizaron los muestreos (Fig. 1) varió entre 0.50 m a 1.20 m. En el Túnel (1), Las Torres (2) y Peña Blanca (6), el fondo fue lodoso; mientras que en los Islotes (3) fue lodoso con conchas y en Tepalcates (4) y Puente Nuevo (5), de conchas de moluscos.

La temperatura superficial del agua fue más baja de enero a abril (mínima: 24 °C en enero), mientras que la más alta se registró entre julio y septiembre (máxima: 35 °C en septiembre). La temperatura promedio anual fue de 30.5 °C. La salinidad más baja se

registró en noviembre (26‰) y la más alta en marzo (43‰). En las tres primeras estaciones, ubicadas sobre los vasos uno y dos, los valores fueron muy cercanos a la concentración marina. En el interior de la laguna (estaciones 4, 5 y 6) la salinidad más baja se registró entre octubre y diciembre (30-25‰) como resultado de las lluvias y los escurrimientos, mientras que en febrero y marzo, durante el estiaje, alcanzó 47‰ (Fig. 3).

Figura 3

Temperatura y salinidad registrada en el área de estudio entre abril de 1997 y marzo de 1998



- a) Valores promedio. b) Variaciones de la salinidad por estación de muestreo. Esta gráfica permite distinguir los periodos de estiaje y lluvias. c) Cambios en la temperatura por estación de muestreo.

Distribución espacial y temporal. Se capturaron 4 322 especímenes de *C. arcuatus*, de los cuales 2 601 (60%) fueron machos y 1 721 (40%) hembras; los primeros fueron más abundantes hacia el interior de

Tabla 1
Ancho de caparazón de los ejemplares de *Callinectes arcuatus*.

	Machos				hi				hm			
	Prom.	DE	Máx.	Mín.	Prom.	DE	Máx.	Mín.	Prom.	de	Máx.	Mín.
Abr 97	9.48	1.79	13.4	5.0	6.69	1.13	8.2	3.5	8.88	1.04	11.2	6.4
May 97	8.95	1.84	12.5	4.2	6.88	1.01	8.9	4.9	9.24	0.87	10.9	6.0
Jun 97	8.88	1.44	11.9	4.6	6.88	0.97	8.8	4.2	9.24	0.67	10.5	7.6
Jul 97	8.71	1.61	11.4	3.0	6.29	1.27	8.1	3.6	8.93	0.55	9.8	7.7
Ago 97	7.72	1.76	11.6	4.1	6.25	1.19	10.3	4.0	9.25	0.66	10.5	8.0
Sep 97	8.72	1.58	11.8	4.4	6.76	0.94	8.4	3.9	8.99	0.51	10.3	7.5
Oct 97	8.79	1.71	11.7	3.5	6.77	0.98	8.4	3.6	8.96	0.57	10.3	7.4
Nov 97	8.37	1.77	12.3	4.5	6.92	0.84	8.8	5.0	8.76	0.72	10.4	6.3
Dic 97	8.83	1.63	12.7	4.4	7.23	0.77	8.8	4.7	8.91	0.82	11.0	7.0
Ene 98	8.19	1.67	12.6	4.7	6.88	0.84	9.2	5.1	8.95	0.67	11.0	7.5
Feb 98	8.16	1.34	13.1	4.9	7.32	0.74	8.4	5.0	8.75	0.69	10.3	6.7
Mar 98	7.79	1.53	11.3	3.3	5.92	1.15	8.4	3.6	8.34	0.66	9.8	7.1
Promedio total	8.55	1.64	12.19	4.2	6.73	0.98	8.7	4.31	8.93	0.67	10.5	7.1

DE: desviación estándar

la laguna ($p < 0.05$), mientras que las hembras inmaduras (HI) se distribuyeron casi al azar en el cuerpo de agua. En contraste, las hembras maduras (HM) y las ovígeras (OV) fueron más comunes en los sitios de muestreo cercanos a los canales de comunicación con el mar ($F'_{0.05, g.l. 5, 65} = 15.22$; $p < 0.01$), salvo en enero cuando se encontró una elevada cantidad en el tercer vaso.

Los machos fueron abundantes todo el año; sin embargo, los MI fueron particularmente numerosos en agosto, con valores elevados también en mayo y noviembre. Los MM pulularon en julio y posteriormente, entre septiembre y diciembre. Cabe mencionar que en primavera y verano la abundancia de los MI y MM mantuvo una relación inversa.

Las hembras mostraron otro tipo de variaciones: las inmaduras, como los MI, presentaron tres picos de abundancia, si bien el de agosto fue menos conspicuo que el de los machos; por otro lado, a diferencia de los MI, el pico de otoño se presentó en diciembre y no en noviembre. Las HM fueron más frecuentes entre septiembre y diciembre, como los MM. En comparación, las hembras ovígeras (OV) capturadas fueron escasas ($N = 38$) y la mayoría se obtuvo en dos periodos: marzo-abril y septiembre-enero; en febrero, mayo y agosto no se observaron.

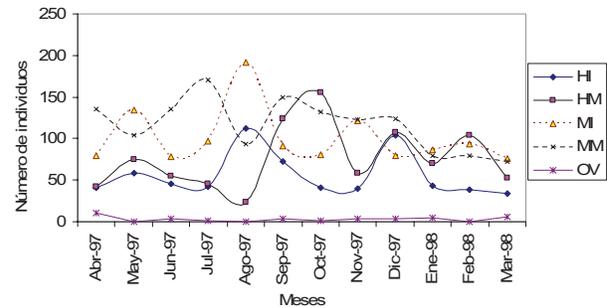
El intervalo de las tallas fue de entre 3.0 a 13.4 cm de ancho de caparazón (Tabla 1); todo el año se recolectaron individuos pequeños, por lo que las distribuciones de frecuencia presentaron varias modas.

La talla promedio mensual (\pm desviación estándar) de los machos fue de 8.5 ± 1.72 cm; los MI (7.12 ± 1.15 cm) fueron casi tres centímetros más pequeños que los maduros (9.80 ± 0.033 cm). La tendencia de la talla de los machos fue negativa a lo largo del periodo de estudio ($r = -0.68$; $p = 0.014$; $N = 12$), ya

que los individuos más chicos se registraron en agosto y en el invierno.

Las hembras (8.03 ± 1.37 cm) fueron menores que los machos; la anchura promedio del caparazón de las HI fue de 6.7 ± 1.06 cm, aunque en agosto y enero, algunas superaron los 9.0 cm. Las HI de menor tamaño, a diferencia de los machos, se recolectaron en el verano y en marzo, mientras que las más grandes en el otoño y el principio del invierno, por lo que la talla de estos organismos no siguió alguna tendencia (Fig. 4).

Figura 4
Número de hembras y machos a lo largo del año
(valores mensuales)

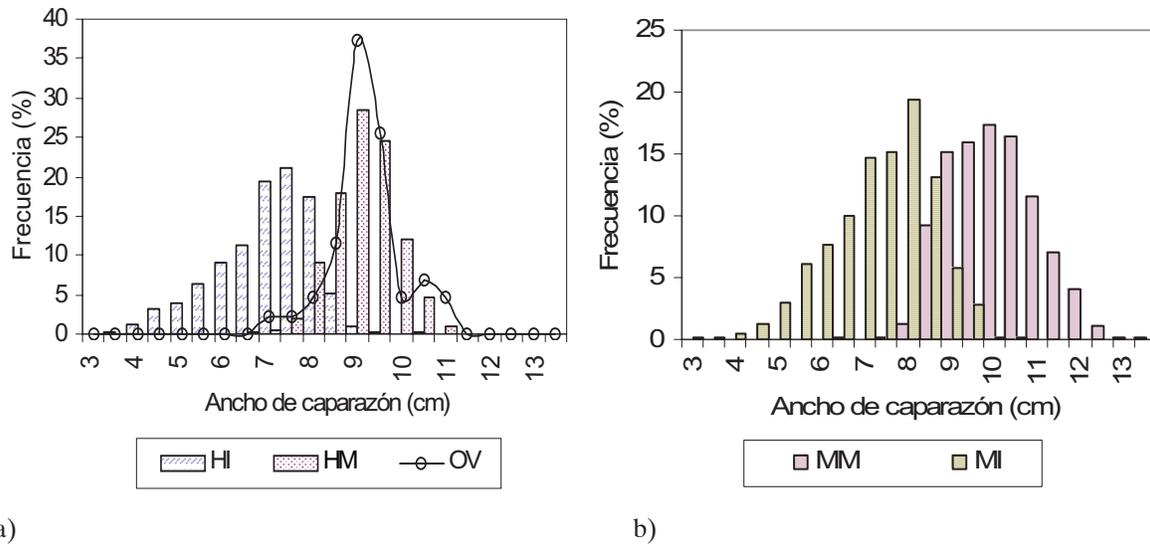


HI: hembras inmaduras, HM: hembras maduras, MI: machos inmaduros, MM: machos maduros y OV: hembras ovadas.

Las HM midieron en promedio 8.9 ± 0.72 cm, pero los 6.0 cm que se registraron en un individuo pueden considerarse como la talla mínima de reproducción, y el ejemplar más grande midió 11.2 cm (Fig. 5). La talla de las OV varió entre 7.0 cm y 11.0 cm (8.98 ± 0.83 cm). Como en el caso de los machos, las hembras

Figura 5

Frecuencia relativa de la talla (cm) de a) hembras inmaduras (HI), maduras (HM) y ovígeras (OV), y b) machos maduros (MM) e inmaduros (MI) de *Callinectes arcuatus*

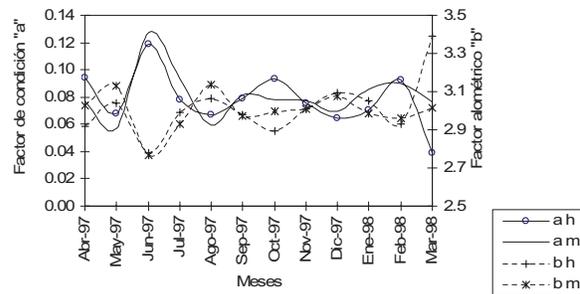


maduras más pequeñas se registraron en el invierno de 1998 y las más grandes en la primavera de 1997, por lo que se considera que la tendencia fue negativa ($r = -0.69$; $p = 0.012$; $N = 12$).

Las distribuciones de frecuencia de las tallas de cada uno de los meses fueron unimodales y las modas variaron entre 9 y 9.5 cm. El individuo más pequeño pesó dos gramos y el más grande 186.6 g (media = 51.1 ± 27.92 g). Los machos (55.96 ± 31.09 g) fueron más pesados que las hembras (43.41 ± 19.85 g), especialmente los maduros.

La relación peso-talla de la población fue: $P = 0.074 AC^{3.028}$ ($r = 0.985$; $N = 4322$), mientras que la de las hembras: $P = 0.073 AC^{3.024}$ ($r = 0.981$; $N = 1721$) y la de los machos: $P = 0.077 AC^{3.015}$ ($r = 0.987$; $N = 2601$). Las pendientes (b) de las funciones P-AC de las hembras y machos fueron muy similares ($F^2 = 2.34$; $p > 0.05$), lo que indica que el aumento de peso en relación con el ancho del caparazón fue semejante en ambos sexos; además, puesto que los exponentes no fueron significativamente diferentes de tres, puede concluirse que el crecimiento fue isométrico. El factor de condición a tuvo variaciones a lo largo del año, con aumentos en junio, septiembre, octubre, noviembre y febrero, lo que sugiere que los organismos estaban almacenando biomasa para la maduración gonádica, la producción de huevos y el desove, o para la siguiente muda; mientras que en los meses en que b fue grande, la energía se canalizó hacia el crecimiento (Fig. 6).

Figura 6
Factores de a) condición y b) alométrico mensuales de hembras (ah) y (bh) y machos (am) y (bm) a lo largo del año



Crecimiento

Las ecuaciones fueron:

$$\text{Talla: } AC_t = 16.09 (1 - e^{(-1.43(t+0.119))})$$

$$\text{Peso: } P_t = 331.38 (1 - e^{(-1.43(t+0.119))})^{3.028}$$

Los valores de peso y talla para cada edad se incluyen en la tabla 2. La tasa de crecimiento promedio mensual fue de 0.93 cm mes^{-1} y de $12.42 \text{ g} \cdot \text{mes}^{-1}$, y disminuyó paulatinamente desde 1.80 cm mes^{-1} y $0.43 \text{ g} \cdot \text{mes}^{-1}$ en las jaibas de un mes de edad hasta $0.38 \text{ cm} \cdot \text{mes}^{-1}$ y $15.08 \text{ g} \cdot \text{mes}^{-1}$ en los adultos de 14 meses. El crecimiento de hembras y machos menores de 11 cm de AC fue similar. La tabla 3 presenta los valores de los parámetros de crecimiento de la misma especie para otros lugares, y se puede observar que la población en

Cuyutlán crece más lentamente, pero puede alcanzar mayores tallas.

Tabla 2

Relación entre la edad y los incrementos de talla y peso

Edad (meses)	AC (cm)	Incremento de talla	P (g)	Incremento de peso
0	0	0.00	0.00	0.00
1	1.90	1.90	1.90	1.90
2	3.79	1.89	1.89	1.89
3	5.43	1.64	1.64	1.64
4	6.85	1.42	1.42	1.42
5	8.08	1.23	1.23	1.23
6	9.15	1.07	1.07	1.07
7	10.08	0.92	0.92	0.92
8	10.88	0.80	0.80	0.80
9	11.57	0.69	0.69	0.69
10	12.17	0.60	0.60	0.60
11	12.70	0.52	0.52	0.52
12	13.15	0.45	0.45	0.45
13	13.54	0.39	0.39	0.39
14	13.88	0.34	0.34	0.34

Reproducción

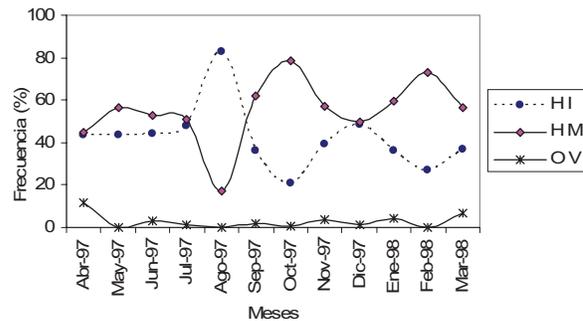
En octubre, diciembre y enero la proporción macho:hembra fue 1:1, pero el resto del año el número de machos fue mayor ($p < 0.05$) que el de las hembras, especialmente entre abril y septiembre (1:0.3-1:0.8). El incremento en la proporción de hembras coincidió con los meses finales de la temporada de lluvias. Por otro lado, en esos meses se recolectaron los individuos de mayor talla tanto entre los machos como entre las hembras.

Las proporción de HI y HM estuvo significativamente correlacionada, aunque el coeficiente fue negativo ($r = -0.97$; $p < 0.05$). Las HI fueron muy abundantes en agosto ($\approx 80\%$), mientras que el porcentaje de las HM en octubre y febrero fue de 78 y 82%, respectivamente (Fig. 7). El porcentaje de hembras ovígeras fue inferior a 10%, aunque alcanzó sus valores más grandes en abril, noviembre, enero y marzo. Las variaciones en la proporción de HM indican que el periodo de apareamiento más importante ocurrió de

septiembre a enero. Aunque se detectaron ov durante varios meses, se presentaron dos periodos de reproducción bien definidos: de julio a septiembre, con un máximo en agosto, y de noviembre a enero, con el máximo en diciembre (Fig. 7).

Figura 7

Frecuencia relativa mensual de *Callinectes arcuatus* de hembras inmaduras (HI; N = 687), hembras maduras (HM; N = 991) y hembras ovígeras (OV; N = 43), en la laguna de Cuyutlán, Colima, de abril de 1997 a marzo de 1998



Fecundidad y su relación con la talla de las hembras. El número de huevos promedio por hembra fue de 793 798. La fecundidad estuvo directamente relacionada con el tamaño del individuo ya que la regresión entre el número de huevos y el ancho de caparazón ($H_u = -1\ 645.6 + 2\ 898.9\ AC$), fue significativa ($r = 0.44$; $p < 0.05$; $N = 27$), a pesar de la dispersión de los datos. La relación entre el número de huevos y el peso ($H_u = 14.82\ PT^{0.99}$), también fue significativa ($r = 0.53$; $p < 0.05$; $N = 27$).

Discusión

El número de machos fue superior al de las hembras la mayoría de los meses. Paul (1981a, 1982) y Quijano (1985) también registraron más machos, pero las tasas fueron muy variables (1:0.25-1:0.85). La relación

Tabla 3
Parámetros de crecimiento de *Callinectes arcuatus* registrados por otros autores

Autor	L_{∞} (cm)	P_{∞} (g)	K	t_0	Método utilizado	Lugar
Hernández-Moreno (2000)	14.00		0.840	-0.124		Las Guásimas, Son.
Quijano (1985)	12.15	146	0.338	0.041	Ford-Walford	Huizache-Caimanero, Sin.
Salazar et al. (2003)	14.50		2.100	0.350		Sinaloa
Gil-López y Sarmiento-Náfate (2001)	15.30		0.630	0.109		Oaxaca
Gil-López ¹ (2006)	13.62	231	0.770	-1.137		Mar Muerto, Oax.
Salgado et al. (1994)	17.24	478	0.160	-1.360	Ford-Walford	Laguna de Cuyutlán, Col.
Este estudio	16.09	331	0.143	0.119	Elefan I	Laguna de Cuyutlán, Col.

observada puede deberse a: mortalidad selectiva, y en consecuencia los individuos de un género son más abundantes; a que nacen más organismos de un sexo como se ha observado en especies colonizadoras que tienen que maximizar su potencial reproductivo (Álvarez-Noguera,¹ comunicación personal), aunque probablemente éste no sea el caso; al método de muestreo, ya que según Gil-López (2006)², la proporción sexual en muestras obtenidas por arrastre y con aros jaiberos fue de 1:1 y 1.9:1, respectivamente, aunque en contra de esta hipótesis hay que señalar que en tres meses la tasa fue 1:1; a la conducta reproductiva de las hembras, ya que éstas tienden a agruparse en las zonas de los canales de comunicación con el mar donde la temperatura y la salinidad fueron estables todo el año, porque estos factores influyen sobre los procesos de muda, madurez sexual y desove (Churchill, 1919; Quijano, 1985; entre otros); y finalmente, a que las hembras se refugian durante la incubación de los huevos (Churchill, 1919; Quijano, 1985); así por ejemplo, las hembras de *C. sapidus*, se entierran para protegerse de los depredadores.

Los machos y las HI se encontraron distribuidos al azar durante todo el año, lo que indica que son más tolerantes a las condiciones extremas de salinidad y temperatura que se presentan en la laguna de Cuyutlán. En contraste, la mayor abundancia de HM y OV, en el Túnel y Las Torres, posiblemente sea resultado de que tanto las hembras reproductoras de *C. sapidus* como las de *C. arcuatus* migran hacia ambientes marinos para desovar y llevar a cabo la gestación (Estévez, 1972; Maduro, 1974; Norse y Estévez, 1977; Alcaraz, 1980; Paul y Flores-Verdugo, 1980; Paul y Bowers, 1982). Esta estrategia las mantiene en aguas relativamente profundas, estables y con salinidades constantes, parecidas a las del mar, ya que los huevecillos, al ser incapaces de osmorregular, deben encontrarse en condiciones isotónicas para desarrollarse, lo que ocurre cerca de los canales de comunicación con el mar (Paul, 1981a; Quijano, 1985).

En este estudio, en el que se utilizó el aro jaibero durante el muestreo, se capturaron desde juveniles hasta adultos muy grandes, lo que indica que este arte de pesca es poco selectivo en cuanto al tamaño (Pala-

cios-Fest, 2002). Las tallas y pesos de los machos fueron similares a los encontrados por Quijano (1985) en organismos de la laguna Huizache-Caimanero (Sinaloa); sin embargo, la talla máxima fue menor que la registrada en Colombia y Sinaloa (Estévez, 1972; Maduro, 1974; Paul, 1977, 1982), probablemente por el tamaño de la muestra y la disminución de la talla de la población de la laguna de Cuyutlán, como resultado de un esfuerzo de pesca excesivo, hipótesis con la que coinciden los mismos pescadores. Una evidencia del efecto de la sobreexplotación en el tamaño de los machos, es que las tallas de las HM y OV, que son regresadas a la laguna para proteger el recurso, son similares a las de otros sistemas lagunares.

Por otro lado, la medida del AC de la mayoría de las HI fue de 7.0 cm (promedio de 6.73 cm) y sólo una hembra en agosto de 1997 y otra en enero de 1998 fueron de mayor talla (10.3 y 9.2 cm, respectivamente). Las HM midieron en promedio 8.93 cm, lo que indica que, independientemente de la época del año, la mayoría de las hembras muda hacia la madurez después de los ocho centímetros.

La talla máxima registrada en las hembras inmaduras fue mayor que las reportadas por Quijano (1985) y Paul (1982) de 9.2 y 9.4 cm. Es posible que debido a las diferencias en las condiciones entre las localidades, se produzcan variaciones en las tallas a las que mudan las hembras.

Las tallas de las HM y OV fueron similares en este estudio. La amplitud del intervalo sugiere que realizaron una segunda muda después de alcanzar la madurez sexual, como ocurre con las hembras de esta misma especie en Huizache-Caimanero (Quijano, 1985) y las de *C. sapidus* (Archambault *et al.*, 1990) en Carolina del Sur (EU).

La talla mínima de la primera reproducción (6.0 cm) fue similar a la registrada en El Caimanero por Alcaraz (1980), Quijano (1985) y Paul (1982), pero diferente a la reportada por Paul (1981a, b) en esa misma localidad (Tabla 4), lo que sugiere que puede haber variaciones interanuales en la talla reproductiva, dependientes de la forma en que se realice el muestreo y de factores locales o regionales. Al comparar las tallas de las OV se presentó una situación similar, como se observa en la *tabla 5*.

Durante todo el año se observaron individuos en los diferentes estadios de madurez, así como organismos recién reclutados, como ha sido registrado en los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit (Alcaraz, 1980; Paul, 1981a, b, 1982; Paul y Bowers, 1982 y Quijano, 1985), con picos de abundancia en diferentes épocas del año.

El ancho del caparazón y el incremento de peso mantuvieron una relación isométrica. El crecimen-

1. Dr. Fernando Álvarez-Noguera. Investigador Instituto de Biología. UNAM.
2. Gil-López, H.A. 2006. *Aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros de las jaibas (Callinectes sp) en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México*. Avances de investigación que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en el Área de Ciencias Biológico Agropecuarias Postgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. San Blas, Nay. 57 pp.

Tabla 4
Tasas de crecimiento de poblaciones de *Callinectes arcuatus* del Pacífico mexicano.

Autor/año	Lugar	Talla o madurez	Tasa (cm mes ⁻¹)	Sexos
Paul (1977)	Sinaloa, Méx.		0.5 – 1.7	Ambos
Paul (1981b)	Costas de Sinaloa, Méx.		1.00	Ambos
Paul <i>et al.</i> (1983)*	Sinaloa, Méx.		1.58 (0.38- 0.93 mm día ⁻¹) 1.54 (0.45 - 0.81 mm día ⁻¹)	Machos Hembras
Paul (1982)	Huizache-Caimanero, Sin.		0.5 – 1.10	Ambos
Quijano (1985)	Huizache-Caimanero, Sin.	7.98 cm·8 meses ⁻¹ 6.49 cm·8 meses ⁻¹	1.00 0.81	Machos Hembras
Salgado <i>et al.</i> (1994)	Laguna de Cuyutlán, Col.		0.73	Ambos
Este estudio	Laguna de Cuyutlán, Col.		0.93	Ambos

*Condiciones de laboratorio.

Tabla 5
Características biométricas de individuos de *C. arcuatus* en varias localidades del Pacífico mexicano

Autor	Talla mín. (cm)	Talla máx. (cm)	Talla media (cm)	Talla mín. de reproducción (cm)	Peso máx. y medio (g)	Lugar
Paul (1981a)		12	9.6		200 g (media = 86.9)	Huizache – Caimanero, Sinaloa
Alcaraz (1980)	8 OV	14		6		Caimanero, Sinaloa
Quijano (1985)	6.0 MM 6.8 OV	13.0 MM 9.2 HI	9.6	6	174.9 g (media = 77.7)	Huizache – Caimanero, Sinaloa.
Maduro (1974); Paul (1977, 1981a, 1982)	8.2 OV	14.6 9.4 HI		6		Sinaloa Sinaloa
Paul <i>et al.</i> (1983) Hendrickx (1995a)	11.9	15 14				Sinaloa Pacífico Centro-Oriental
Gil-López (2006 ² , com. pers.)	2.5	13		6.7		
Este estudio	3 MI 5.1 MM 3.5 HI 6 HM 6.9 OV	10.3 MI 13.4 MM 10.3 HI 11.2 HM 11 OV	7.12 +1.16 MI 9.80+1.03 MM 6.74±1.06 HI 8.91±0.72 HM 8.98+0.83 OV	6	186.6 (media= 51.04±27.92)	

Claves: MI: machos inmaduros, MM: machos maduros, HI: hembras inmaduras, HM: hembras maduras, OV: hembras ovígeras.

to de las hembras y machos de hasta 11.0 cm de AC fue semejante, posteriormente los machos crecieron y pesaron más. Por otro lado, los parámetros de crecimiento de las diferentes poblaciones evaluadas a lo largo del Pacífico mexicano presentaron algunas diferencias, probablemente debidas al método analítico utilizado, al tamaño de la muestra, al intervalo de tallas, a características intrínsecas de las poblaciones, a los factores ambientales de cada localidad y, en algunos casos, a la forma en que se reportaron los resultados, ya que algunos se hacen de forma mensual, mientras que en este documento fueron anuales. Además, algunas muestras provienen de la captura comercial, lo que significa que se han seleccionado los organismos grandes y desechado los pequeños, y en muchas ocasiones también a las hembras. Esto dificulta la comparación de las tasas de crecimiento

obtenidas en este trabajo, con las de otras poblaciones de *C. arcuatus*, aunque es posible señalar, de manera general, que fueron “intermedias”, similares a las registradas por Paul (1977, 1981a, 1982) y Quijano (1985), aunque diferentes de la estimada por Paul *et al.* (1983), debido a que esta última fue obtenida en condiciones de laboratorio. En la laguna de Cuyutlán, Salgado *et al.* (1994) registraron una tasa de crecimiento promedio diferente a la calculada en este trabajo, probablemente porque ese autor extrajo su información de la captura comercial, que sólo incide sobre organismos adultos.

Aunque se detectaron ov durante todo el año en el área de estudio, se presentaron dos periodos de reproducción bien definidos. El primero ocurrió de julio a septiembre, con un máximo en agosto, mientras que el segundo de noviembre a enero, con valo-

res mayores en diciembre. En comparación, en Sinaloa, Paul (1977) encontró hembras ovígeras de esta especie durante todo el año, aunque en mayo fueron más abundantes. Alcaraz (1980) capturó mayor número de ov de septiembre a noviembre y de marzo a mayo en El Caimanero, en Sinaloa. Quijano (1985) indicó que la época de reproducción de *C. arcuatus* en Huizache-Caimanero, dura de cinco a seis meses, ya que inicia en febrero y concluye en junio. Estos resultados sugieren que esta especie puede reproducirse todo el año, aunque con uno o dos pulsos importantes, que posiblemente dependen de las características ambientales de los lugares y las variaciones entre los años de estudio.

La fecundidad de *C. arcuatus* en Cuyutlán superó los datos reportados por otros autores para esta especie, como Paul (1982), quien mencionó que la fecundidad se encontraba entre uno y dos millones de huevecillos por hembra.

Los coeficientes de correlación resultantes de la regresión realizada entre la fecundidad, la talla y el peso, fueron significativos, aunque muy bajos porque la dispersión de los datos fue grande, probablemente porque las hembras pueden desovar hasta tres veces en la misma temporada (Paul *et al.*, 1983; Quijano, 1985) y el número de huevecillos disminuye entre puestas subsecuentes. Esa variación también se presenta en algunas especies del género *Callinectes* que habitan en el Golfo de México (Tagatz, 1968a y b); empero, la dispersión también puede ser resultado de la pérdida de huevos durante la captura y el procesamiento de las muestras.

Conclusiones

La proporción por sexo de las jaibas capturadas en este estudio fue de 60% de machos y 40% de hembras, aunque hubo variaciones a lo largo del año.

Las tallas de las jaibas (N = 4 322) recolectadas estuvieron entre 3.0 y 13.4 cm, con un promedio de 8.4 cm, y moda de 9.0 cm; con pesos mínimo de dos gramos (2 g), y máximo de 186.6 g (promedio de 51.0 g). Las hembras maduras midieron de 6.0 cm a 11.2 cm (promedio de 8.9 cm), y sus pesos variaron de 18 g a 119 g (promedio de 54.8 g). La madurez sexual de las hembras de *C. arcuatus* se alcanza en tallas de 5.8 cm a 10.3 cm. Las hembras ovígeras midieron entre 7.0 cm y 11.2 cm (promedio de 8.9 cm) y pesaron de 24 g a 139.4 g (promedio de 71.2 gramos).

La población de jaiba de la laguna de Cuyutlán soporta una presión de pesca constante que ha provocado que las tallas promedio disminuyan, en parti-

cular en el caso de los machos. Hay un reclutamiento continuo durante el año, puesto durante todo el ciclo de muestreo se observaron jaibas de las clases más pequeñas. El tipo de crecimiento es isométrico y las variaciones del factor de condición indican que engordan en abril, junio, octubre y febrero. La tasa de crecimiento de *C. arcuatus* en la laguna de Cuyutlán, Colima, es de 0.93 cm·mes⁻¹ y 12.42 g·mes⁻¹ y sus ecuaciones son:

$$\begin{aligned} \text{Talla: } AC_t &= 16.09 (1 - e^{(-1.43(t+0.119))}) \\ \text{Peso: } P_t &= 331.38 (1 - e^{(-1.43(t+0.119))})^{3.028} \end{aligned}$$

Las condiciones de salinidad durante casi todo el año fueron superiores a las marinas, y las hembras ovígeras sólo se encontraron en los sitios con salinidades estables donde había influencia permanente del agua de mar. La fecundidad de *C. arcuatus* en la laguna de Cuyutlán varió de 228 862 a 2 552 020 Hu, con un promedio de 793 798 Hu.

Referencias bibliográficas

- ALCARAZ, T.J.N. 1980. *Contribución al conocimiento de la biología y algunos aspectos pesqueros de dos especies de jaibas Callinectes arcuatus Ordway y Callinectes toxotes Ordway, de la laguna de El Caimanero, Sinaloa, México*. Tesis Profesional. CICIMAR, IPN. La Paz, BCS. 107p.
- ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1979. *Modificaciones introducidas al método volumétrico para la determinación de la fecundidad en peces*. Centro de Investigaciones Marinas, Facultad de Biología, Universidad de la Habana, Cuba. pp. 47-56.
- ARCHAMBAULT, J.A., E.L. Wenner y J.D. Whitaker. 1990. Life history and abundance of blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, at Charleston Harbor, South Carolina. *Bulletin of Marine Science*, 46(1): 145-158.
- BATTACHARYA, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23(1): 1-10.
- CAMERON, J.N. 1985. La muda del cangrejo azul. *Investigación y Ciencia*, 106: 50-57.
- CERVIGNÓN, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M.E. Hendrickx, A.J. Lemus, R. Marquez, J.M. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1992. *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. Guías FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. FAO, Roma. 513p.
- CHURCHILL, E.P. 1919. Life history of the blue crab. *Bulletin of the Bureau of Fisheries*, 36: 95-129.
- DANIEL, W.W. 1991. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Noriega-Limusa, México. 667p.
- ESTÉVEZ, N. 1972. Estudio preliminar sobre la biología de dos especies alopátricas de cangrejos del Pacífico Colombiano. *Museo del Mar Bogotá, Colombia. Boletín*, 4:1-17.
- FINUCANE, H.J. y L.A. Collins. 1984. Reproductive biology of cero, *Scomberomorus regalis*, from the coastal waters of South Florida. *Northeast Gulf Science*, 7(1):101-107.
- GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptada a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía, UNAM, México. 24p.

- GAYANILO, F.C., P. Sparre and D. Pauly. 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) *User's Guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 8, Rome, FAO. 126p.
- GIL-LÓPEZ, H.A. y S. Sarmiento-Náfate. 2001. *Algunos aspectos biológicos y pesqueros de las jaibas (Callinectes spp) en el sistema lagunar Mar Muerto*, Oaxaca-Chiapas. Doc. Técnico. SAGARPA-INP, CRIP-Salina Cruz, Oaxaca. 41p.
- HANKE, J.E. y A.G. Raitsch. 1995. *Estadística para negocios*. Irwin Ed., España. 965p.
- HENDRICKX, M.E., 1995a. Cangrejos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Vol. I. Plantas e Invertebrados. FAO. Roma, Italia. pp: 565-636
- HENDRICKX, M.E. 1995b. Checklist of brachyura crabs (Crustacea: Decapoda from the eastern tropical Pacific. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Bruxelles*, 65:125-150.
- HERNÁNDEZ-MORENO, L.G. 2000. *Aspectos sobre ecología y biología de las jaibas Callinectes arcuatus y C. bellicosus (Crustacea: Portunidae) en la laguna costera de las Guásimas, Sonora, México*. Tesis de Maestría, Cibnor, La Paz. 125p.
- HOLDEN, M.J. y D.F.S. Raitt. 1975. *Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Parte 2. Manual de Ciencia Pesquera*. Documentos técnicos de la FAO sobre la pesca, 115 Revisión 1, Roma. pp. 123-131.
- INEGI, 1995. *Estudio hidrológico del Estado de Colima*. Aguascalientes, México. 110p.
- MADURO, V.E. 1974. *Contribución a la taxonomía de las jaibas de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda: Brachyura) de la costa pacífica de México y procesamiento bioestadístico de sus caracteres merísticos*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología, UNAM, México. 81p.
- NORSE, E. y M. Estévez. 1977. Studies on portunid crab from eastern Pacific. I. Zonation along environmental stress gradients from the coast of Colombia. *Marine Biology*, 40:365-373.
- PACHECO, C.J.A. 1993. Las jaibas de la Laguna de Términos. *Gaceta Universitaria. Universidad Autónoma del Carmen*. Ciudad del Carmen, Campeche, México. pp. 20-25.
- PALACIOS-FEST, M.R. 2002. *La jaiba, biología y manejo*. AGT, México. 152p.
- PAUL, R.K.G. 1977. *Bionomics of crabs of the genus Callinectes (Portunidae) in a lagoon complex on the Mexican Pacific coast*. Tesis Doctoral, Depto. Biol. Mar., Univ. Liverpool. Port Erin, Isle of Man, Great Britain. 136p.
- PAUL, R.K.G. 1981a. *The development of a fishery for portunid crabs of the genus Callinectes (Decapoda: Brachyura) in Sinaloa*. Estación Mazatlán-ICMYL, UNAM, México. 78p.
- PAUL, R.K.G. 1981b. Natural diet feeding and predatory activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Marine Ecology Progress Series*, 6: 91-99p.
- PAUL, R.K.G. 1982. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda-Brachyura: Portunidae) in a lagoon system on the Mexican Pacific Coast. *Estuarine Coast and Shelf Science*, 14: 13-26.
- PAUL, R.K.G. y A.B. Bowers. 1982. The ecology and *Penaeus* fishery of a coastal lagoon system in West Mexico. *Oceanol. Acta. Simposium sobre lagunas costeras*. SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14 de septiembre. pp. 383-388.
- PAUL, R.K.G., A.B. Bowers y F.J. Flores-Verdugo. 1983. *Growth and ecdysis of the portunid crab Callinectes arcuatus Ordway (Decapoda: Brachyura), with reference to the exploitation of soft-shell crabs in Sinaloa, México*. Final Report. Department of Marine Biology, Universidad de Liverpool, Port Erin, Isle of Man, Great Britain e ICMYL, Estación Mazatlán, Sinaloa, México. 74p.
- PAUL, R.K.G. y F.J. Flores-Verdugo. 1980. La ecología y posibilidades pesqueras de la jaiba *Callinectes* sp. en Sinaloa, México. Depto. de Pesca, *Boletín Informativo del Centro de Investigaciones Pesqueras de Mazatlán*. 18p.
- PAULY, D. y N. David, 1981. ELEFAN I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28(4): 205-211.
- PINEDA, B. J., C. A. J. Díaz de León y F. Uribe-O. 1981. Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1852) en Baja California. *Ciencia Pesquera*, 1(1): 99-118.
- PRAGER, M. H., J. R. McConaughy, C.M. Jones y P.J. Geer. 1990. Fecundity of blue crab, *Callinectes sapidus*, in Chesapeake Bay: biological, statistical and management considerations. *Bulletin of Marine Science*, 46(1): 170-179.
- QUIJANO, A.D. 1985. *Fecundidad y crecimiento en la jaiba Callinectes arcuatus Ordway 1863, en el sur de Sinaloa, México*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 65p.
- RAMÍREZ-FÉLIX, E. y J. Singh-Cabanillas. 2003. *La pesquería de jaiba (Callinectes spp.) en el Pacífico mexicano: diagnóstico y propuesta de regulación*. CONAPESCA-INP, SAGARPA, Mazatlán, Sinaloa, México. 47p.
- RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, M.C. 1988. Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías. *Anuario estadístico*. SEPESCA, México. pp:187-191.
- RUÍZ-DURÁ, M.F. 1990. Recursos Pesqueros de las costas de México. Limusa, México. pp. 103-106.
- SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Marine Biology*, 112: 545-551.
- SAGARPA, 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, México. 266p.
- SALAZAR, I., V. Macías y A. Ramos. 2003. *Estudio biológico-pesquero para el manejo sustentable de la pesquería de jaiba Callinectes bellicosus (Stimpson, 1859) y C. arcuatus (Ordway, 1863) en las bahías de Topolobampo, Navachiste, Santa María La Reforma, Ensenada el Pabellón-Altata y Ceuta, en las costas de Sinaloa, México*. Periodo: enero de 1999 a diciembre de 2001. Doc. Técnico. SAGARPA-INP, CRIP-Mazatlán. 42p.
- SALGADO, J.M., F. Ascencio y V.C. García. 1994. Algunos aspectos biológico-pesqueros de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la Laguna de Cuyutlán, Col. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 13: 15-27.
- SPARRE, P. y S.C. VENEMA. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. Documento Técnico de pesca, FAO 306/1. Valparaíso, Chile. 420p.
- SPP. 1981. *Síntesis Geográfica del Estado de Colima*. México, DF, 131p.
- TAGATZ, M.A. 1968a. Biology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fishery Bulletin*, 67(1): 17-33.
- TAGATZ, M.A. 1968b. Growth of juvenile blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fishery Bulletin*, 67(2): 281-287.
- VAN ENGEL, W.A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 2. Reproduction, early development, growth and migration. *Commercial Fisheries Review*, 20 (6): 6-17.
- VAN ENGEL, W.A. 1990. Development of the reproductively functional form in the male blue crab *Callinectes sapidus*. *Bulletin of Marine Science*, 46(1): 13-22.
- WILLIAMS, A. B., 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes*. *Fishery Bulletin*, 72 (3): 685-798.
- WILLIAMS, A. B., 1984. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of Eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 550p.

Biología y pesca de la langosta azul *Panulirus inflatus* en la costa central de Jalisco, México

Eduardo Juárez Carrillo^{*}
Eduardo Ríos Jara^{*}
Ernesto López Uriarte^{*}
José Luis Gómez Márquez^{**}
Elaine Espino Barr^{***}

Resumen

Se examinaron algunos aspectos de la biología y la pesquería de la langosta espinosa *Panulirus inflatus* de la costa central de Jalisco, México, que ayudarán en el manejo del recurso. La información se obtuvo de muestreos de la captura comercial (junio 1999-diciembre 2000; N = 1 410 langostas), entrevistas a los pescadores, los avisos de arribo de las oficinas de Pesca, las bitácoras de los pescadores y la bibliografía. La longitud del cefalotórax (Lc) varió entre 65 y 203 mm. La relación macho:hembra fue de 1.04:1. Durante todo el periodo hubo hembras ovígeras, pero su presencia fue mayor entre noviembre y julio. La fecundidad varió entre 33 672 y 924 334 huevos por hembra. El índice de potencial reproductivo más grande correspondió a los 120 mm de Lc (tres años de edad). Las ecuaciones de crecimiento en talla y peso fueron: $Lc = 244 [1 - e^{-0.235(t)}]$ y $P = 2,216 [1 - e^{-0.235(t)}]^{2.253}$, con una longevidad de 13 años. Los parámetros de mortalidad ($Z = 0.99$, $M = 0.35$ y $F = 0.65$) indicaron que la pesca ejerce una presión fuerte sobre el recurso y debe regularse inmediatamente. La extracción se realiza por buceo; se presenta una descripción de esta actividad y de las estimaciones del esfuerzo pesquero en la región.

Palabras clave: Langosta espinosa *Panulirus inflatus*, reproducción, fecundidad, crecimiento, mortalidad, pesquería en Jalisco, México.

Introducción

Las langostas espinosas o de roca (Crustácea: Decápoda: Palinuridae) son organismos que se encuentran en las zonas tropicales y templadas de todos los océanos del mundo. Tienen un innegable valor comercial, estético y alimentario, por lo que soportan algunas de las pesquerías industriales y artesanales más importantes del mundo. Desde el punto de vista ecológico, los palinúridos son un importante eslabón en la trama alimenticia (Gracia, 1985; Pérez-González *et al.*, 1992).

Los adultos habitan desde la zona intermareal hasta los 100 m de profundidad. Las larvas, denominadas filosomas, son planctónicas, mientras que los juveniles o puerulus, están asociados a macroalgas y a la vegetación del fondo marino. Los adultos abundan en áreas con sustratos duros constituidos por rocas y cascajeras con restos de concha y coral. Su amplia distribución refleja su éxito ecológico y evolutivo, por lo que deben estudiarse mejor para lograr su aprovechamiento sustentable.

Entre 1983 y 1998 el promedio anual de captura de langosta en México fue de 2 190 t, con un máximo de 2 554 t en 1996 y un mínimo de 1 552 t en 1997, mientras que en la costa del Pacífico fue de 1 415 t anuales en promedio, por lo que representó poco más de 50% del total nacional, con un máximo de 1 800 t en 1996 y un mínimo de 1 063 t en 1993. La mayor proporción de la captura se pescó en Baja California y estuvo compuesta por la langosta roja *Panulirus interruptus* (Chapa-Saldaña, 1964; Vega-Velásquez *et al.*, 2000).

En la región Pacífico centro se han identificado individuos de *Panulirus inflatus*, *P. gracilis* y *P. penici-*

* Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura, Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. A.P. 52-114, Zapopan, Jalisco, 45035, México. juarezcarrillo@hotmail.com, edurios@cucba.udg.mx, ernlopez@cucba.udg.mx

** Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores, Unidad Zaragoza, UNAM. lgomez@servidor.unam.mx

*** CRIP Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200, Correo electrónico: elespino@gmail.com

llatus. La especie más abundante es la langosta azul *P. inflatus*, aunque la importancia de su pesquería no es comparable con la de Baja California. Esta especie se distribuye desde Isla Margarita, Bahía Magdalena en la costa suroccidental de la península de Baja California, en ambas costas del litoral del Golfo de California, hasta Puerto Ángel, Oaxaca; aunque se han capturado algunos ejemplares aislados en la Isla Guadalupe, San Diego, California y en el archipiélago de Revillagigedo, es casi exclusiva de México (Ayala-Martínez *et al.*, 1988).

La Norma Oficial Mexicana NOM 006-PESC-1993 regula el aprovechamiento del recurso. La talla mínima de captura de las especies que se encuentran en Jalisco es de 82.5 mm de longitud de cefalotórax y el periodo de veda comprende desde el 1 de julio al 30 de noviembre, para proteger a las hembras ovígeras (DOF, 2004).

La mayor parte de la información sobre langostas espinosas de México se centra en los dos grandes polos de producción; el Pacífico norte (península de Baja California) y el Caribe (Chapa-Saldaña, 1964; Van Zalinge y Holguín-Quiñones, 1973; Malo, 1984; Morales, 1987; Ayala-Martínez *et al.*, 1988; González y Lelevier, 1992; Guzmán del Proo, 1992; Guzmán del Proo y Pineda-Barrera, 1992; González-Cano *et al.*, 1999; Vega-Velásquez *et al.*, 2000).

Existen algunos estudios sobre las langostas del estado de Guerrero, como los trabajos de Briones-Fourzán *et al.* (1981), Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez (1982, 1992, 2000), quienes estudiaron la biología, la pesca, el cultivo y presentaron algunas notas sobre nuevos registros de las langostas tropicales (*Panulirus inflatus*, *P. gracilis* y *P. penicillatus*). Gracia y Kensler (1980) y Gracia (1985) describieron la biología, la pesquería y las variaciones estacionales de la fecundidad de *P. inflatus* en esa región; mientras que Weinborn (1977) describió el ciclo reproductivo. La última revisión sobre el estado de las pesquerías de langosta en México (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2000) fue dedicada a las langostas espinosas, su pesquería y cultivo.

Destaca la escasez de datos sobre las poblaciones de langostas del Pacífico central mexicano, en particular de la costa de Jalisco, que permita conocer la situación pesquera, la biología y la ecología de las especies explotadas, información indispensable para regular el aprovechamiento del recurso. En el presente documento se analizan aspectos biológicos y pesqueros de la población de langosta *Panulirus inflatus* de la costa centro de Jalisco, con el objeto de conocer el estado actual del recurso y aportar sugerencias para su adecuado manejo.

Métodos y materiales

Área de estudio

La costa de Jalisco se caracteriza por su gran variedad de hábitats, ya que presenta bahías, acantilados con oleaje intenso, playas rocosas y arenosas protegidas o expuestas, zonas de manglares, estuarios y lagunas costeras. El fondo marino es también diverso, con arenas gruesas o finas, sustratos arcillosos, lodosos y mixtos. La plataforma continental es estrecha y tiene tres tipos de sedimento: limo-arcilla, limo-arena y arena-media (Ríos-Jara *et al.*, 2001a).

La temperatura media anual del aire en la costa del estado de Jalisco es de 26 °C, con máximos de 29 °C y mínimos de 23 °C (Espino-Barr *et al.*, 2003). Es posible diferenciar tres épocas climáticas durante el año: cálido-seca (marzo a mayo), cálido-húmeda (junio a octubre), y semi templada-seca (noviembre a febrero). En la cálido-húmeda se presentan ciclones y tormentas tropicales que generan grandes fluctuaciones de temperatura y de otras variables hidrofísicas (Filonov *et al.*, 2000).

Las aguas costeras de Jalisco son muy productivas por la influencia de la Contra Corriente Ecuatorial en verano y la Corriente de California en el invierno, con su alta salinidad y su baja temperatura (González-Ruelas, 2000).

Colecta. En visitas mensuales realizadas de junio de 1999 a diciembre de 2000 (con excepción de agosto de 1999) se obtuvieron datos y muestras a pie de playa de las capturas de langostas de los pescadores ribereños de las bahías de Careyes y Chamela (playas El Negrito y La Boquita). Se registraron 1 597 organismos de tres especies: 1 410 de la langosta de roca o azul *Panulirus inflatus* (88%), 174 de la langosta arenera, playera o verde *P. gracilis* (11%) y 13 organismos de la langosta reina o de Revillagigedo (1%), *P. penicillatus*.

El análisis estuvo centrado en la langosta azul, por lo que midió el largo total (L_{tot}) y del cefalotórax (L_c) en milímetros, con una cinta métrica y precisión de 1 mm; y el peso (P) con una balanza de precisión Ohaus con capacidad de 2 kg y precisión de 0.1 g, de cada ejemplar de esta especie. El sexo y el estadio de madurez reproductivo en las hembras se determinaron a partir de la descripción de Briones-Fourzán y Contreras-Ortiz (1999). Las masas de huevos de las hembras ovadas se separaron y fijaron en una solución de formaldehído a 7% y agua de mar, neutralizada con borato de sodio.

Análisis de talla y peso. Con la información de la talla y el peso de los organismos se realizaron histogramas de distribución de frecuencias y análisis de

varianza (ANDEVA) de una y dos vías para conocer las posibles diferencias de la longitud promedio entre los sexos y entre las hembras en diferente estadio reproductivo; también se elaboraron gráficas de los registros mensuales para evaluar sus variaciones a lo largo del tiempo. Los valores del peso individual fueron sometidos a la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov y se comprobó que su distribución no fue de tipo normal, por lo que se aplicó una transformación logarítmica (peso+1) (Zar, 1996), antes de aplicar el ANDEVA. Se realizaron regresiones para obtener el modelo lineal que describe las características morfométricas (L_{tot} -Lc) y el modelo potencial para la talla y peso (Lc-P) (Mendenhall, 1987; Zar, 1996).

Proporción sexual y fecundidad. Se calculó la proporción que guardan los sexos durante todo el periodo de estudio y en cada uno de los meses; estos valores se compararon con la prueba de *ji-cuadrada*. También se estimó el porcentaje de hembras ovígeras por época del año e intervalo de talla, y a partir de la frecuencia acumulada de estos últimos se obtuvo la talla de primera madurez L_{50} , que corresponde al valor en que 50% de las hembras está madura (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

La fecundidad (Fec) se analizó siguiendo las propuestas de Gracia (1985) y Briones-Fourzán y Contreras-Ortiz (1999). Las masas de huevos se separaron de los pleópodos, se secaron en un horno eléctrico a 45 °C durante 48 horas, se tamizaron y se pesaron; de cada masa se obtuvieron, al azar, tres submuestras de 0.01 g (± 0.001) cada una; los ovocitos se contaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico y se determinó el promedio. La fecundidad se calculó con la fórmula de Holden y Raitt (1975):

$$\text{Ec. 1} \quad \text{Fec} = nPg/pg$$

Donde: Fec = fecundidad o número de huevecillos (Hu) en el individuo; Pg = peso total de la gónada; pg = peso promedio de la submuestra y n = número promedio de óvulos en la submuestra.

Posteriormente se graficó el número de huevecillos (Hu) y la longitud del cefalotórax (Lc) y por regresión lineal y potencial se obtuvieron las ecuaciones que relacionan ambas variables.

Para cuantificar el número de huevecillos aportado por clase de talla se utilizó el índice de productividad (J) y para estimar la población se empleó el índice del potencial reproductivo (IPR). El primero se calculó con la fórmula:

$$\text{Ec. 2} \quad J = E A^{-1}$$

Donde E es el porcentaje de huevos que aporta cada clase de talla y A es el porcentaje de hembras de una clase de talla en relación con el número total de hembras.

El IPR se estimó de acuerdo con Kanciruk y Herrnkind (1976):

$$\text{Ec. 3} \quad \text{IRP} = (A \cdot B \cdot C) D^{-1}$$

Donde: A = proporción de hembras en cada clase de talla en relación al total de hembras en la muestra; B = proporción de hembras ovígeras en una clase; C = número promedio de huevos de la masa ovada de una clase de tallas; y D = constante.

Para determinar las diferencias entre el peso de los huevecillos de las gónadas en diferentes estadios de desarrollo se utilizó la prueba por rangos de Kruskal-Wallis (Mendenhall, 1987; Zar, 1996), cuando éste arrojó resultados significativos se empleó una prueba *a posteriori* para definir el estadio significativamente diferente.

Crecimiento y longevidad. La ecuación de Von Bertalanffy (1938) se utilizó para estimar el crecimiento de las langostas (Ehrhardt, 1981):

$$\text{Ec. 4} \quad Lc_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde: Lc_t = longitud del cefalotórax al tiempo t ; L_{∞} = longitud sub-infinito o asintótica; K = factor o velocidad de crecimiento (índice catabólico); t = tiempo; y t_0 = longitud teórica en la edad 0.

El parámetro t_0 fue el promedio de las t_0 de cada edad, según el método de Gulland (1983):

$$\text{Ec. 5} \quad t_0 = t + (K^{-1}) \cdot ((\ln(L_{\infty} - Lt)) / (L_{\infty}^{-1}))$$

Los parámetros de crecimiento se estimaron con el método indirecto del programa ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) contenido en el paquete FISAT (FAO-ICLARM) (Gayanilo *et al.*, 1993), que utiliza datos de distribución de frecuencia de tallas y, de forma iterativa, calcula el mejor ajuste al desplazamiento mensual de las modas.

La ecuación del crecimiento teórico en peso se obtuvo con la ecuación de von Bertalanffy de la siguiente forma:

$$\text{Ec. 6} \quad P = P_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b$$

Donde: P = peso al tiempo t ; P_{∞} = peso asintótico; b = pendiente de la relación potencial peso-talla (Lc).

Taylor (1960) considera la edad límite como el tiempo requerido para alcanzar 95% de la longitud

asintótica L_{∞} , de esta manera, el índice de longevidad es:

$$\text{Ec. 7} \quad A_{0.95} = t_0 + [2.996(K^{-1})]$$

Mortalidad. La mortalidad total (Z) se obtuvo por el método de la curva de captura, para lo cual se graficaron los valores de los logaritmos neperianos de las abundancias de cada edad, contra los grupos de edades (Sparre y Venema, 1995). El parámetro de mortalidad natural (M) se calculó con el método de Taylor (1958, 1959, 1960 y 1962):

$$\text{Ec. 8} \quad M = [2.996 (A_{0.95})^{-1}] - t_0$$

A partir de los valores de mortalidad Z y M se obtuvo la mortalidad por pesca (F), mientras que la sobrevivencia (S) se estimó con la ecuación descrita por Ricker (1948):

$$\text{Ec. 9} \quad S = e^{-Z}$$

Descripción de la pesquería y el esfuerzo

Captura y esfuerzo. La información sobre el volumen anual de la captura de langosta de 1972 a 2001 se obtuvo de varias fuentes. Los datos de 1972 a 1976 se extrajeron del trabajo de Ramírez-Granados (1977), y el resto de los anuarios estadísticos de pesca publicados por la dependencia gubernamental encargada del ramo (DEPESCA, 1980, 1981; SEPESCA, 1985 a, b y c; SEMARNAP, 1997, 1998, 1999, SAGARPA, 2000, 2002).

Los datos de captura se obtuvieron de los avisos de arribo proporcionados por la Oficina de Pesca de

Barra de Navidad, mientras que la captura de un pescador por día de trabajo se estimó por medio de los muestreos realizados en campo y de la información recabada de las bitácoras de los pescadores, la que se utilizó como indicador de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Arte y método de pesca. Sobre la base de la información recabada en el campo por las entrevistas y observaciones directas, se describieron los métodos y las artes de pesca, las características de la jornada y se estimó el esfuerzo pesquero que se ejerce sobre la langosta en el área de estudio.

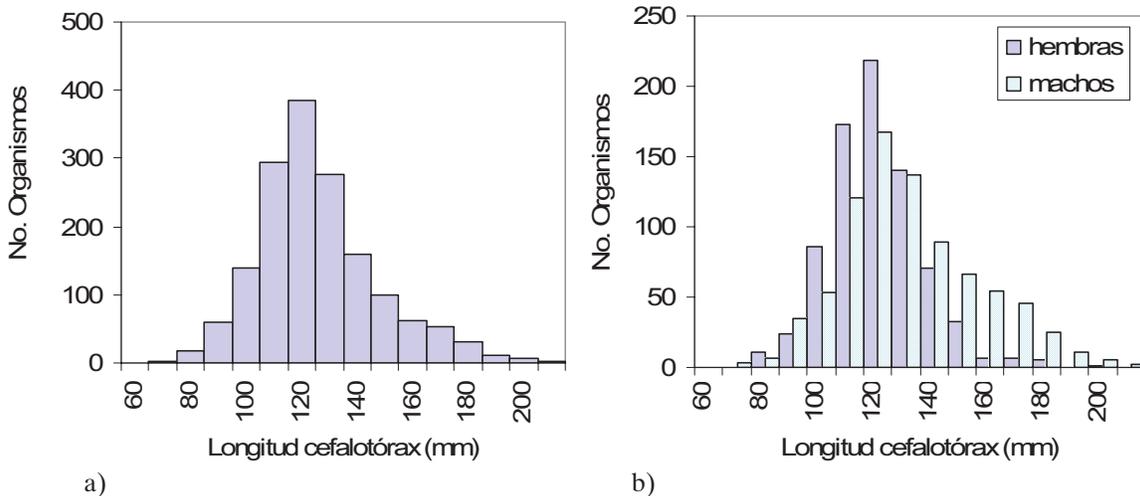
Resultados

Análisis de talla y peso

La distribución de frecuencias de la longitud del cefalotórax (L_c) mostró que la moda correspondió a 120 mm, tanto para la población total (Fig. 1a), como para los machos y hembras (Fig. 1b). El valor promedio general fue de 123.5 mm, con el mínimo de 65.0 mm y el máximo de 203.0 mm (Tabla 1). Las distribuciones de frecuencias de las tallas de los individuos de ambos sexos presentaron la misma forma, pero el ANDEVA de una vía mostró diferencias significativas ($F'_{0.05 (1,552)} = 63.37$), puesto que los machos alcanzaron un tamaño promedio mayor que el de las hembras. Por otro lado, la *tabla 1* muestra que en varios meses se presentaron individuos de tallas pequeñas, tanto entre las hembras como entre los machos, lo que sugiere que el reclutamiento en el área ocurrió durante todo el año.

Figura 1

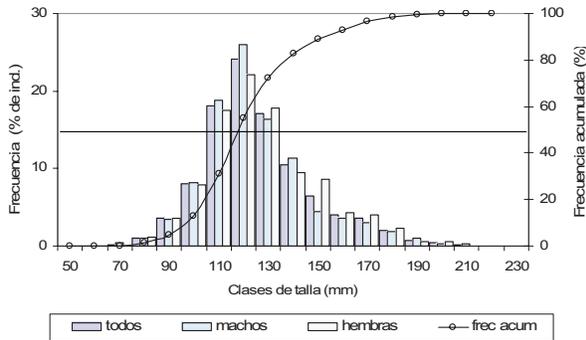
Distribución de frecuencia de la longitud del cefalotórax de los organismos de la costa de Jalisco



a) Total de individuos, b) Machos y hembras.

La distribución de tallas (L_c) y su frecuencia acumulada indicaron que 50% de los animales capturados era menor de 120 mm y 25% menor de 110 mm (Fig. 2), también muestra que el reclutamiento de la captura se inició a los 70 mm.

Figura 2
Distribución de tallas (longitud del cefalotórax) y frecuencia acumulada



La distribución de frecuencias del peso total (P) de los individuos, así como de los machos y las hembras, fue leptokúrtica y sesgada a la izquierda, con la moda ubicada entre 300 y 400 g (Fig. 3). El ANDEVA indica que hubo diferencia significativa entre el peso de los ejemplares de ambos sexos ($F'_{0.05(1,594)=3.85} = 52.85$), ya que los machos fueron más grandes. El peso total de las langostas varió entre 148 g y 1 927 g, con un promedio de 524 g. Los machos con menor y mayor pesos se presentaron en octubre de 1999 y noviembre de 2000, respectivamente; mientras que en el

caso de las hembras, en julio de 1999 y mayo de 2000, respectivamente (Tabla 2).

En la figura 4a se muestra la relación entre la longitud total (L_{tot}) y L_c ; mientras que los valores de la ecuación se presentan en la tabla 3. Allí se aprecia que la varianza explicada por la función fue mayor en los machos.

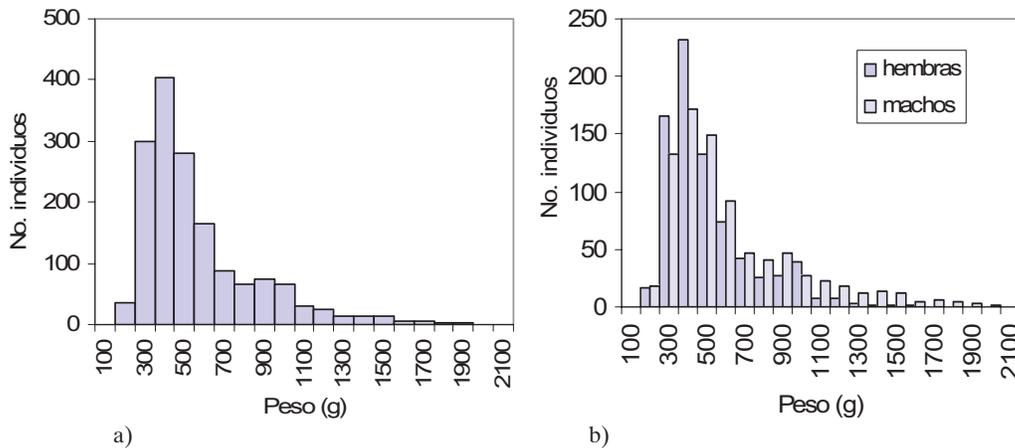
Aunque los gráficos que muestran que la relación entre la L_c y el P , de todos los valores, y de los machos y las hembras, fueron similares (Fig. 4b), el ANDEVA mostró diferencias significativas entre los sexos ($F'_{0.05(1,30)=49.39}$), lo que sugiere que el crecimiento de ambos sexos fue diferente.

Proporción sexual y fecundidad

La proporción de sexos (macho:hembra) fue de 1.04:1. Esta relación presentó algunos cambios, ya que el número de hembras aumentó en octubre de 1999 y disminuyó en julio de 2000; sin embargo, no fueron estadísticamente significativos ($F'_{0.05(1,30)=4.17} = 0.01$). Por otro lado, las variaciones en la proporción mensual de las hembras ovígeras sugieren que la temporada reproductiva fue de noviembre a julio (Fig. 5).

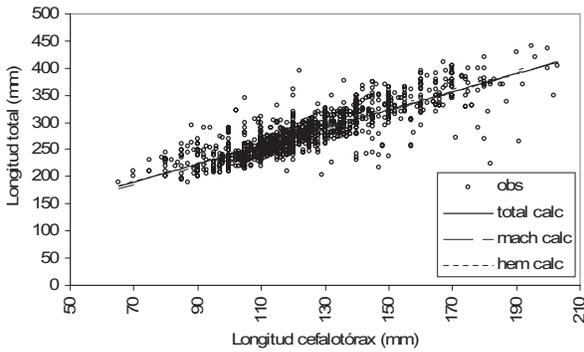
La proporción de hembras maduras dentro de cada clase de talla fue cercana a 50%, excepto en las langostas de la clase de 20 cm (las más grandes), en la que 100% portaba huevos. Al ordenar a las hembras ovígeras por talla se observó que las del grupo de 11 cm fueron las más abundantes; sin embargo, se detectaron diferencias de acuerdo con las estaciones del año (Fig. 6), ya que durante la cálida-húmeda se presentó mayor número de clases de talla.

Figura 3
Distribución de frecuencias del peso de los organismos de la costa de Jalisco

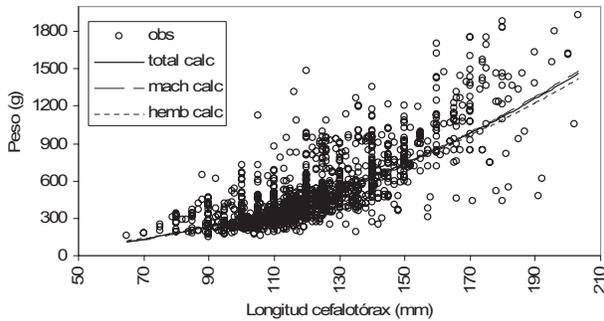


a) Total de individuos, b) machos y hembras.

Figura 4



a)

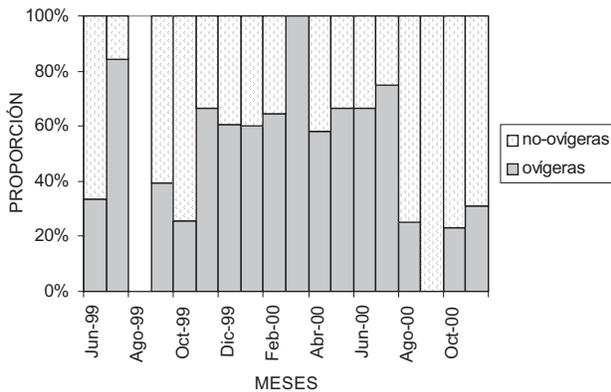


b)

Relación a) lineal entre la longitud total y la longitud del cefalotórax, y b) entre el peso total y la longitud del cefalotórax del total, de los machos y las hembras.

Figura 5

Distribución mensual de la proporción de hembras ovígeras

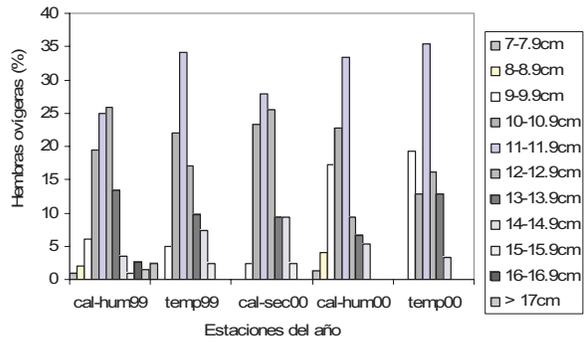


En agosto de 1999 no se realizó el muestreo.

La fecundidad (Fec) varió de 33 672 huevecillos (Hu) en una hembra de 100 mm de L_c , a 924 334 en una hembra de 140 mm. La ecuación obtenida entre

Figura 6

Proporción de hembras ovígeras en cada clase de edad

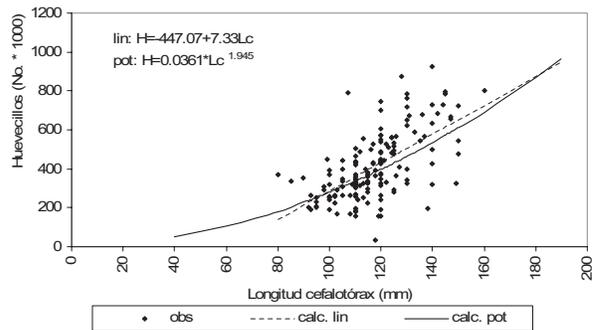


Temporadas cal-hum = cálido-húmedo, cal-sec= cálido-seco, temp = templado.

H_u y la L_c con el modelo lineal ($r = 0.614$, $N = 154$, $p < 0.05$) presentó mejor ajuste y el valor de la suma de cuadrados del error fue menor ($SCE = 2\ 841\ 547.4$) que la resultante del modelo potencial ($r = 0.521$, $N = 151$, $p < 0.05$ y $SCE = 2\ 958\ 707.1$) (Fig. 7). La variabilidad que se observa en el gráfico puede deberse a que se analizaron en conjunto los tres estadios de madurez.

Figura 7

Relación entre el número de huevecillos (H_u) y la longitud del cefalotórax (L_c)



El peso seco de las masas de huevos varió entre 0.5 g y 18.7 g, con una media de 8.56 (desviación estándar de ± 3.7). El ANDEVA por rangos de Kruskal-Wallis indicó que entre los estadios hubo diferencia significativa ($F'_{0.05(2,146)} = 20.765$), y la prueba *a posteriori*, que las masas en la fase III fueron más livianas, ya que al desarrollarse el embrión, éste absorbe agua y consume la grasa de la reserva vitelina. El número de huevos por gramo de muestra seca varió de 32 798 a 67 344, con una media de 49 061 ($\pm 5\ 558$). Las pruebas aplicadas para comparar el número de huevecillos por gramo de la masa ovada indicaron que la mediana

del estadio III fue estadísticamente diferente de la de los otros dos estadios ($F'_{0.05(2, 146)} = 19.37$).

Se analizaron 149 masas ovígeras, de las cuales 59% se encontró en estadio I, puesto que eran de color café claro; 16% correspondió al estadio II (masas anaranjadas) y 25% al III (huevos de color café oscuro). El ANDEVA aplicado al número de huevos cuantificado en los tres estadios de madurez indicó que existió diferencia estadística significativa entre éstos, y la prueba *a posteriori* mostró que el *Hu* fue menor en el estadio III.

El valor más alto del *IPR* se obtuvo en la clase de 120 a 129 mm de *Lc* (Tabla 4). El porcentaje de hembras ovadas se incrementó entre las de mayor talla, desde 45.5% en la clase de 80-89 mm de *Lc*, hasta 66.4% en la de 130 a 139 mm. Las hembras de las clases de 120-129 mm y 130-139 mm de *Lc* contribuyeron con 50% del total de huevos producidos. La producción más alta se encontró en la clase de 200-209 mm de *Lc* ($J = 3.09$), que fue seis veces más productiva que la de 80-89 ($J = 0.49$) (Tabla 4).

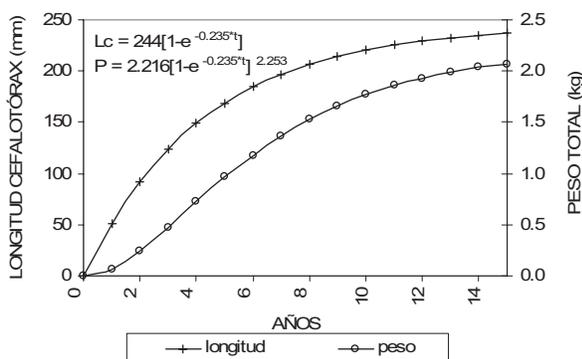
Aunque *Panulirus inflatus* es capaz de reproducirse varias veces en el año (Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2000), ya que se observó que las hembras colectadas presentaban nuevos espermátóforos cuando aún tenían masas de huevos, se desconoce el número de eventos reproductivos por año. En este análisis se consideró, de manera conservadora, un evento al año.

Crecimiento y longevidad

La ecuación de crecimiento teórico de von Bertalanffy en longitud de cefalotórax fue: $L_c = 24.4 (1 - e^{-0.235(t)})$ y en peso: $P = 2216(1 - e^{-0.235(t)})^{2.253}$ (Fig. 8). Con los parámetros $t_0 = 0$ y $K = 0.235$ se estimó una longevidad de 13 años.

Figura 8

Crecimiento teórico en talla y peso de la langosta de acuerdo al modelo de von Bertalanffy



La talla de los individuos capturados en la costa de Jalisco permite suponer que éstos pertenecían a los grupos de edad de tres a cinco años. Por otra parte, se estimó que la edad de los reclutas en el área era de dos años y que los organismos más viejos alcanzaron los nueve años.

Mortalidad

El valor de *Z*, calculado a partir de la pendiente de la curva de captura ($Y = 6.96 - 0.99x$, $r = -0.938$, $r^2 = 0.88$, $N = 21$) fue de 0.99. La mortalidad natural (*M*) fue de 0.35 y por pesca (*F*) de 0.65, mientras que la sobrevivencia (*S*) fue de 0.37, lo que significa que 63% de la población muere al año, 22 % por causas naturales y 41% como consecuencia de la pesca.

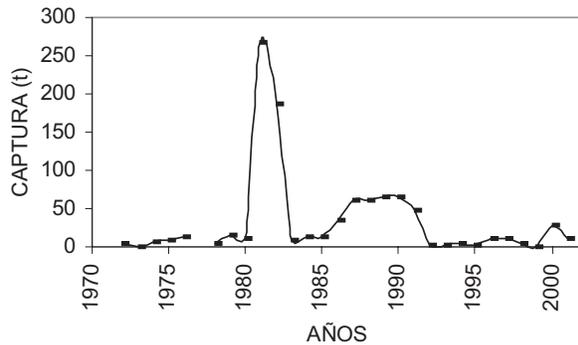
Descripción de la pesquería y el esfuerzo

En el área de estudio se capturan, en orden de importancia, representantes de *Panulirus inflatus*, *P. gracilis* y *P. penicillatus*. Estas especies conforman la reserva que es posible pescar del Pacífico tropical mexicano, ya que comparten un área geográfica común.

Captura y esfuerzo. En la figura 9 se observa la serie de datos de la captura comercial por año. La pesca de langosta se inició oficialmente en 1972, con variaciones anuales de una a 60 toneladas, excepto en 1981 y 1982, cuando se obtuvieron volúmenes excepcionales: 188 y 267 t, respectivamente. Estas grandes variaciones probablemente sean resultado, en parte, del decremento en el número de permisos vigentes de pesca comercial, que redundan en grandes deficiencias en el registro de las capturas (véase el trabajo sobre las pesquerías ribereñas de Jalisco de Espino-Barr *et al.*, en este mismo libro). En los últimos años solamente ha existido un permiso, que ampara tres embarcaciones de una sociedad cooperativa, mientras que en la década de años noventa había 10 permisos y en los años ochenta probablemente más (Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990; Martínez-González *et al.*, 2002). Cabe la posibilidad de que también sea resultado de ciclos propios de la especie y del efecto del ambiente (Vega-Velásquez *et al.*, 1992).

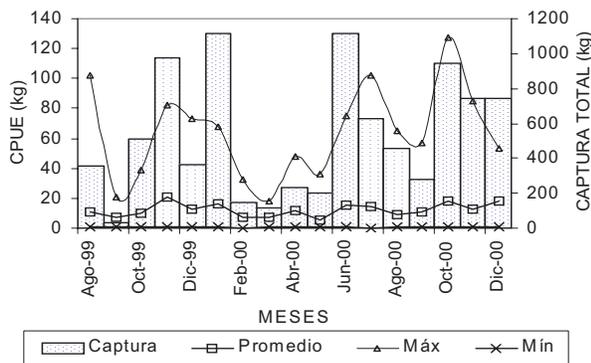
Se obtuvieron 743 registros de captura de 58 pescadores durante los 18 meses de muestreo, en los que es posible notar que la captura por día de trabajo fue muy variable (0.3-127 kg), pero el promedio fue de 13 kg (± 15.71). La mayor efectividad de pesca (*CPUE*) se observó en otoño, con picos en octubre, pero los meses con mayor captura fueron enero y junio; en contraste, el menor rendimiento se obtuvo en septiembre de 1999 y marzo de 2000 (Fig. 10), lo que sugiere que

Figura 9
Captura anual (t) de langosta en Jalisco



Fuente: Datos de 1972 a 1976 de Ramírez-Granados (1977), datos de 1978 a 2001 de los anuarios estadísticos de pesca (DEPESCA, 1980, 1981; SEPESCA, 1985 a, b y c; SEMARNAP, 1997, 1998, 1999, SAGARPA, 2000, 2002).

Figura 10
Valores de la captura total de langosta y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio, máxima y mínima



fue una actividad dirigida cuando el recurso fue más abundante, e incidental cuando escaseó.

Método y jornada de pesca. La captura de la langosta se realiza por buceo en embarcaciones de 7.5 m (25 pies) de eslora, impulsadas por motores fuera de borda. Algunos pescadores practican el buceo libre desde alguna lancha o desde la orilla; no obstante, la mayoría utiliza equipo de buceo semiautónomo tipo hooka, fabricado con la adaptación de un cilindro de gas y un compresor de refrigerador. La unidad de esfuerzo utilizada en este trabajo es un buzo en una embarcación con su cabo de vida, el equipo de buceo y un gancho. La captura por unidad de esfuerzo corresponde a un viaje o jornada.

El arte de pesca consiste en un gancho, construido con una barreta y un anzuelo recto del número 2

ó 3,¹ amarrado en un extremo. El pescador también lleva un costal en el que deposita otros organismos susceptibles de comercializarse, como el pulpo, el pepino de mar y algunas especies de caracoles (Ríos-Jara *et al.*, 2001b).

Las jornadas se realizan principalmente en la mañana, aunque algunos buzos prefieren trabajar de noche; la duración promedio del viaje es de cuatro horas. El buzo baja a los lugares de pesca, por lo general acantilados submarinos, y el bote con el cabo de vida lo sigue durante todo el recorrido. Conforme avanza por el fondo, busca entre los recovecos de las rocas y cuevas, y en donde ve las antenas de la langosta introduce el gancho para jalarla. El pescador puede estimar si el organismo es de talla comercial, por el tamaño de las antenas. Cuando el costal se llena con la captura, el buzo sube a la superficie.

Las inmersiones se conocen con el nombre de “porrazo” y duran de una a dos horas cada una. El día de pesca (también conocido como “marea”) se cuantifica por el número de porrazos que realiza el pescador, que generalmente es de dos diarios, lo que equivale a tres o cuatro horas en total bajo el agua; no obstante, cuando la captura es alta, se realizan hasta cuatro porrazos con un tiempo de inmersión de hasta seis horas en total.

El producto de la pesca se entrega en playa a intermediarios que lo transportan a las zonas hoteleras de la región o a mercados de productos marinos en la ciudad de México y Guadalajara.

Discusión

La estructura de tallas de la langosta *Panulirus inflatus* de la captura comercial mostró que los individuos que se extraen en la costa central de Jalisco fueron de mayor tamaño que los obtenidos en Zihuatanejo, Guerrero y Sinaloa (Tabla 5), aunque cabe mencionar que en todas las localidades los machos fueron de mayor tamaño que las hembras.

Las tallas y los pesos de las hembras y machos fueron estadísticamente diferentes, lo que sugiere que su forma de crecimiento es distinta, aunque también es posible que sean consecuencia de la manera en que se agregan las clases de tallas y del sesgo que resulta de obtener las muestras de la captura comercial, ya que en este caso se tiende a coleccionar a los individuos de mayor tamaño (Van Zalinge y Holguín-Quiñones, 1973).

1. La longitud total y la abertura de los anzuelos de acuerdo con su número es: núm. 2: de 7.5 y 2.5 cm; núm. 3: 7 y 2.3 cm.

La abundancia del recurso aumenta en otoño, al igual que lo reportado en Guerrero (Briones-Fourzán *et al.*, 1981), pero sin presentar las grandes variaciones latitudinales y en el tiempo que se han registrado en las poblaciones de la costa occidental de Baja California (Vega-Velásquez *et al.*, 1992) debido a las diferentes condiciones ambientales, ya que en el litoral del Pacífico central mexicano los cambios de temperatura a lo largo del año son menos pronunciados (véase el trabajo de Gallegos *et al.*, en este mismo libro) que en Baja California.

La proporción de sexos fue de 1:1, similar a la encontrada por Weinborn (1977) en Guerrero, aunque diferente a la reportada por Briones-Fourzán *et al.* (1981) en ese mismo estado (dos machos: una hembra). Vega-Velásquez *et al.* (1992) sugieren que hay variaciones estacionales en esta relación, resultado del comportamiento reproductivo de la especie y su tendencia a agruparse y migrar. En este estudio no se observaron estas diferencias, ya que el recurso vulnerable es aquel que se acerca a las zonas someras para reproducirse.

La L_c de la hembra ovígera más pequeña observada fue de 60 mm, mayor a la reportada en Guerrero: 54 mm (Briones-Fourzán *et al.*, 1981), 46 mm y 48 mm (Gracia, 1985). Esos autores sugieren que la presión por pesca obliga a los organismos a reproducirse a menor talla, aunque no más jóvenes.

Aunque todo el año se encontraron hembras ovígeras (con excepción de septiembre de 2000), los picos de reproducción se presentaron de noviembre a julio, lo que coincidió con lo registrado por Weinborn (1977) en Guerrero. Sin embargo, es probable que haya cambios a lo largo del tiempo, puesto que en ese mismo estado Briones-Fourzán *et al.* (1981) encontraron que hembras ovígeras fueron menos abundantes durante el invierno, mientras que Gracia (1985) reportó dos temporadas reproductivas delimitadas por la fecundidad: otoño con mayor potencial y primavera, con menos huevecillos.

La estimación de la fecundidad (Fec) presentó grandes márgenes de variación, ya que las masas de huevecillos no siempre están en el mismo estado de desarrollo y su peso cambia durante la gestación. El modelo lineal empleado para relacionar la L_c con la Fec muestra que esta última se incrementa proporcionalmente con la talla. Gracia y Fernández (1992) compararon los resultados de la aplicación de este modelo en *P. gracilis* y *P. inflatus* y encontraron que en la langosta verde la mayor fecundidad se presenta a menor talla que en la langosta azul.

La NOM 006-PESC-1993 que regula la veda y establece los lineamientos para la pesca de langosta, estipula que en Jalisco la *P. inflatus* debe capturarse cuan-

do pase los 8.25 cm de L_c (DOF, 2004). La población de la costa de Jalisco se aprovecha comercialmente a partir de los 65 mm, pero 50% de los organismos capturados supera los 120 mm. Si a esto se le agrega que las clases de talla de hembras que aportan mayor número de huevecillos son las que miden más de 120 mm, es posible suponer que el potencial reproductivo de la población podría mantenerse, siempre y cuando no disminuya la talla L_{50} . El análisis del índice del potencial reproductivo (IPR) destaca la importancia de las hembras grandes en la población y debe considerarse en el plan de manejo del recurso (Fonseca-Larios y Briones-Fourzán, 1998; Briones-Fourzán y Contreras-Ortiz, 1999).

El periodo de veda establecido en la NOM comprende desde el 1 de julio al 30 de noviembre, para proteger a las hembras ovígeras; no obstante, éstas fueron más abundantes entre noviembre y julio. En este sentido, Chapa-Saldaña (1964) reconoció que la veda basada en el ciclo reproductivo de *Panulirus interruptus* en aguas templadas del norte del Pacífico mexicano, no es operativa en regiones tropicales, porque las langostas de todas las especies presentan hembras ovadas durante casi todo el año.

Weinburn (1977) calculó un crecimiento anual de 50 mm en las clases de 37.5 a 77.5 mm de L_c , sobre la base del seguimiento modal de la distribución de tallas. Este incremento puede ser comparable con los resultados de la ecuación de crecimiento obtenida en este trabajo, ya que para la edad de un año fue de 50 mm; posteriormente, conforme avanza la edad, el incremento anual disminuye. La curva que representa el crecimiento de la población de langosta en Jalisco está calculada con ejemplares que casi han alcanzado los tres años. También es necesario considerar que el programa ELEFAN, utilizado en este análisis, puede sobrevaluar los parámetros de crecimiento (Espino-Barr, 1996). Por otro lado, los parámetros de crecimiento de la langosta roja *P. interruptus* de Baja California ($L_\infty = 190$ mm en hembras y 204 mm en machos, $K = 0.09$ hembras y 0.14 machos), reportados por Ayala-Martínez *et al.* (1988), fueron significativamente menores que los estimados en el presente documento y pueden ser resultado de las diferencias ambientales entre ambas regiones.

En su análisis de la pesquería de la langosta *Panulirus argus* en las Bahamas, Smith y van Nierop (1986) calcularon los parámetros de mortalidad como $Z = 1.28$, $M = 1.16$ y $F = 0.19$, por lo que concluyeron que la pesquería estaba subutilizada y que podía incrementarse 40%. En la costa de Jalisco la situación es diferente, porque la mortalidad por pesca ($F = 0.65$) es mayor que la natural ($M = 0.35$), lo cual muestra que no debe propiciarse el incremento en el esfuer-

zo de pesca y que deben tomarse medidas inmediatas para regularlo.

Aunque se desconoce el esfuerzo efectivo de pesca y el estatus de la langosta azul *Panulirus inflatus* en Jalisco, es necesario desarrollar un plan de manejo, para lo cual es indispensable otorgar permisos de pesca de fomento que permitan su estudio. Para apoyar el área de la investigación se sugiere instrumentar el uso de una bitácora que registre la actividad diaria por embarcación y que se realice un estudio, durante al menos cinco años, para conocer de manera más precisa la dinámica de las poblaciones en el estado de Jalisco ya que, si bien aparentemente la población es “sana”, falta más conocimiento sobre su biología. Es necesario también que se realicen evaluaciones de la distribución y la abundancia de las larvas, porque esto permitiría hacer correlaciones con el reclutamiento y ampliar el conocimiento del ciclo de vida de la especie.

Es indispensable comparar varios métodos de pesca, ya que el gancho no está aceptado en la NOM 006-PESC-1993 (DOF, 2004), aun cuando en Jalisco se ha observado que permite seleccionar a los individuos de tamaño comercial y descartar a los juveniles.

Entre las medidas que se proponen para regular su explotación, están la de establecer cuotas anuales de captura, definidas con base en la tendencia de la CPUE y los cambios de la especie determinados por su entorno; y que los permisos de pesca sean específicos para la pesca comercial de la langosta *Panulirus inflatus* y de vigencia limitada, determinada por la disponibilidad del recurso y el desempeño del pescador.

Referencias bibliográficas

- AYALA-MARTÍNEZ, Y., J. González-Avilés y G. Espinoza-Castro. 1988. Biología y Pesca de langosta en el Pacífico Mexicano. En: *Recursos Pesquero Mexicanos*. XXV Aniversario del INP, SEPESCA, México. pp. 251-296.
- BRIONES-FOURZÁN, P. y G. Contreras-Ortiz, 1999. Reproduction of the spiny lobster *Panulirus guttatus* (Decapoda: Palinuridae) on the Caribbean coast of México. *J. Crustacean Biol.*, 19(1):171-179.
- BRIONES-FOURZÁN, P. y E. Lozano-Álvarez. 1982. Nuevas localidades en la distribución de *Panulirus penicillatus* (Olivier) y *P. inflatus* (Bouvier) en México. (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM*, 9(1):389-394.
- BRIONES-FOURZÁN, P. y E. Lozano-Álvarez. 1992. Aspects of the reproduction of *Panulirus inflatus* (Bouvier) and *Panulirus gracilis* Streets (Decapoda:Palinuridae) from the Pacific Coast of México. *J. Crustacean Biol.*, 12(1):41-50.
- BRIONES-FOURZÁN, P. y E. Lozano-Álvarez. 2000. The spiny lobsters fisheries in México. En: B. F. Phillips y J. Kittaka (eds.). *Spiny lobsters: Fisheries and culture*. Blackwell Science, USA. pp. 153-168.
- BRIONES-FOURZÁN, P., E. Lozano-Álvarez, A. Martínez-Guerrero y A.S. Cortés. 1981. Aspectos generales de la biología y pesca de la langosta en Zihuatanejo, Gro., México (Crustácea: Palinuridae). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM*, 8(1):79-102.
- CHAPA-SALDAÑA, H. 1964. *Contribución al conocimiento de las langostas del Pacífico Mexicano y su pesquería*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Publicación 6, 68 p.
- DEPESCA. 1980. *Anuario estadístico de Pesca 1978*. Departamento de Pesca, México. 361p.
- DEPESCA. 1981. *Anuario estadístico de Pesca 1980*. Departamento de Pesca, México. 800p.
- DOF 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* 15 de marzo de 2004, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección, 128p.
- EHRHARDT, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones*. 1a.Parte. Estimación de parámetros poblacionales. INP, México. 150 p.
- ESPINO-BARR, E., 1996. *Edad y crecimiento del huachinango Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922), en las costas de Colima, México*. Tesis de Maestría, UNAM, México. 73p.
- ESPINO-BARR, E., E.G. Cabral-Solis, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2003. *Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa de Jalisco*. Informe Interno, INP/CRIP-Manzanillo, México. 52p.
- FILONOV, A.E., I.E. Tereshchenko, C.O. Monzón, M.E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 26(2):303-321.
- FONSECA-LARIOS, M.E. y P. Briones-Fourzán. 1998. Fecundity of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in the Caribbean coast of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 63(1):21-32.
- GAYANILO, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1993. *The FISAT User's Guide*. FAO Computerized Information Series Fisheries, 99. Draft. ICLARM, Philippines. 70p.
- GONZÁLEZ, J.G. y A. Lelevier. 1992. Análisis de 10 temporadas de pesca de langosta roja *Panulirus interruptus* en Baja California. En: S. Guzmán del Proo (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, BCS. SEPESCA e IPN, México. pp. 97-106 .
- GONZÁLEZ-CANO, J., V. Ríos-Lara, A. Ramírez-Estévez, C. Zetina-Moguel, C. Aguilar-Cardozo, K. Cervera-Cervera, J.D. Martínez, R. Mena-Aguilar y M. Cobá-Ríos. 1999. Langosta espinosa del Caribe, *Panulirus argus*. En: A. Aguilar-Ibarra, P. Arenas-Fuentes, L. Beléndez-Moreno (eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*. INP, SEMARNAP, México. pp. 632- 654
- GONZÁLEZ-RUELAS, M.E. 2000. *Estructura termohalina de las aguas, corrientes y ondas internas en la costa occidental de México*. Tesis doctoral, Programa Interinstitucional de Postgrado en Ciencias Marinas. Fac. de Veterinaria y Zootecnia, UdeC, México. 140p.
- GRACIA, A. 1985. Seasonal variation of the fecundity of the lobster *Panulirus inflatus* (Bouvier 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *Ciencias Marinas*, 11(1):7-27.
- GRACIA, A. y P. Fernández. 1992. Potencial reproductivo de las langostas *Panulirus gracilis* y *Panulirus inflatus*. En: Guzmán del Proo, S. (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, BCS. SEPESCA e IPN, México, 212p.
- GRACIA, A. y C.B. Kensler. 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 7(2):111-128.
- GULLAND, J.A. 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. FAO, Roma. 223p.

- GUZMÁN DEL PROO, S. (ed.), 1992. *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, BCS. SEPESCA e IPN, México, 212p.
- GUZMÁN DEL PROO, S. y J. Pineda-Barrera. 1992. Análisis poblacional de la pesquería de langosta (*Panulirus interruptus*) de 1971-1975, en La Bocana-Abrejos, BCS. México. En: S. Guzmán del Proo (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, BCS. SEPESCA e IPN, México, 212p.
- HOLDEN, M.J. y D.F.S. Raitt, 1975. *Manual de Ciencia Pesquera. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. ONU/FAO. Doc. Tec. Sobre Pesca, 115. rev. 1. 207p.
- KANCIRUK, P. y W.F. Herrnkind. 1976. Autumnal reproduction in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 26:417-432.
- MALO, A. 1984. Un caballero medieval de los bajos fondos. La hazaña de ser langosta. *Técnica Pesquera*, 19(219):6-13.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, G., F.R. Baiza-Seirano, V. García-Carvajal e I. Peña-Ramírez. 2002. *Reporte y comentarios de las demandas del sector pesquero, en la costa de Jalisco*. Documento interno. Subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, SAGARPA, Jalisco. 3p.
- MENDENHALL, W. 1987. *Introduction to probability and statistics*. University of Florida, Emeritus. 884p.
- MORALES, J.J. 1987. Un crustáceo que hizo cambiar la geografía. *Técnica Pesquera*, 19(219):15-18.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, R., L.M. Flores-Campaña y A. Núñez-Pasten. 1992. Análisis de la distribución de tallas, captura y esfuerzo en la pesquería de las langostas *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) y *P. gracilis* Streets, 1871 (Decapoda: Palinuridae) en las costas de Sinaloa, México. *Proc. San Diego Soc. Nat. History*, 15:1-5.
- RAMÍREZ-GRANADOS, R. 1977. *Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Colima*. DEPEs. Tomo 2, México. pp. 269-368.
- RICKER, W.E. 1948. Methods of estimating vital statistics of fish population. *Indiana Univ. Publ. (Sci. Ser.)*, 15: 101p.
- RÍOS-JARA, E., M. Pérez-Peña, R. Beas-Luna, E. López-Urriarte y E. Juárez-Carrillo. 2001a. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, México. *Rev. Biol. Trop.*, 49(3):785-789.
- RÍOS-JARA, E., M. Pérez Peña, E. Juárez Carrillo y E. López Uriarte. 2001b. *Recursos pesqueros de la costa de Jalisco*. Colección: Producción académica de los miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SIN), UdeG., México. 159p.
- RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. AGT, México. 79p.
- SAGARPA. 2000. *Anuario estadístico de pesca 1999*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura de SAGARPA, México. 280p.
- SAGARPA. 2002. *Anuario estadístico de pesca 2001*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura de SAGARPA, México. 290p.
- SEMARNAP. 1997. *Anuario Estadístico de Pesca 1996*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.
- SEMARNAP. 1998. *Anuario Estadístico de Pesca 1997*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.
- SEMARNAP. 1999. *Anuario Estadístico de Pesca 1998*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.
- SEPESCA. 1985a. *Anuario Estadístico de Pesca 1982*. Secretaría de Pesca, México. 513p.
- SEPESCA. 1985b. *Anuario Estadístico de Pesca 1983*. Secretaría de Pesca, México. 327p.
- SEPESCA. 1985c. *Anuario Estadístico de Pesca 1984*. Secretaría de Pesca, México, México. 338 p.
- SMITH, G.B. y M. van Nierop. 1986. Abundance and potential yield of spiny lobster (*Panulirus argus*) on the little and great Bahama bank. *Bull. Mar. Sci.*, 39(3): 646-656.
- SPARRE, P. y S.C. Venema, 1995. *Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales*. Parte I. Manual. Documento técnico de pesca 306/1. FAO. Roma. 420p.
- TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil*, 23(3):366-370.
- TAYLOR, C.C. 1959. Temperature and growth. The Pacific razor clam. *J. Conseil*, 25(1):93-101
- TAYLOR, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality – the Pacific cockle. *J. Conseil*, 26(1):177-124.
- TAYLOR, C.C. 1962. Growth equations with metabolic parameters. *J. Conseil*, 27(3):270-286.
- VAN ZALINGE N.P y O. Holguín-Quiñones, 1973. Relaciones de la longitud de carapacho, peso total y peso de la cola de las langostas *Panulirus inflatus* (Bouvier 1895) y *Panulirus interruptus* (Randall 1840), del territorio de Baja California. Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros de México. PNUD/FAO. INP. *Contribuciones al Estudio de las Pesquerías de México*. CEPM, 5:1-11.
- VEGA-VELÁSQUEZ, A., G. Espinoza-Castro, C. Castro-Aguirre, G. León-Carballo, J.R. Turrubiates-Morales y M.A. Reineke-Reyes, 1992. Variación espacio-temporal de la estructura poblacional e índices de abundancia relativa y su relación con el proceso de reclutamiento de las langostas (*Panulirus* spp.), en el litoral occidental de Baja California Sur. En: S. Guzmán del Proo (ed.). *Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, 25-29 de nov. 1991, La Paz, BCS. SEPESCA e IPN, México. pp. 1-45.
- VEGA-VELÁSQUEZ, A., C. Gómez-Rojo, G. Espinoza-Castro y P. Sierra-Rodríguez. 2000. Langosta de Baja California. En: A. Aguilar-Ibarra, P. Arenas-Fuentes, L. Beléndez-Moreno (eds). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1997-1998*. INP, SEMARNAP, México. pp. 265-297.
- VILLASEÑOR-ANGUIANO, S. y R. García de Quevedo. 1990. *La Universidad de Guadalajara y la pesca en Jalisco*. Informe Interno, UdeG, Guadalajara. 74p.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biol.*, 10(2):181-213.
- WEINBORN, J.A. 1977. Estudios preliminares de la biología, ecología y semicultivo de los Palinúridos de Zihuatanejo Gro. México: *Panulirus gracilis* Streets y *Panulirus inflatus* (Bouvier 1895). *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. UNAM*, 4(1):27-78.
- ZAR, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª ed. Prentice Hall. EU. 662p.

Tabla 1
Parámetros estadísticos descriptivos de la longitud del cefalotórax (mm) de *P. inflatus*. N = 1410

Mes	Machos				Hembras				Total			
	n	Mínimo	Promedio	Máximo	n	Mínimo	Promedio	Máximo	n	Mínimo	Promedio	Máximo
Jun-99	6	112.0	132.7	196.0	3	120.0	129.0	137.0	9	112.0	131.4	196.0
Jul-99	52	98.0	127.4	191.0	50	90.0	118.4	147.0	102	90.0	123.0	191.0
Sep-99	56	95.0	130.5	202.0	38	80.0	118.1	192.0	94	80.0	125.5	202.0
Oct-99	114	65.0	117.1	182.0	226	75.0	118.8	178.0	340	65.0	118.3	182.0
Nov-99	13	103.0	141.7	200.0	6	108.0	126.8	170.0	19	103.0	137.0	200.0
Dic-99	68	100.0	130.7	186.0	48	79.0	114.1	150.0	116	79.0	123.9	186.0
Ene-00	72	87.0	148.1	200.0	35	80.0	123.3	165.0	107	80.0	140.0	200.0
Feb-00	35	85.0	110.7	170.0	17	85.0	107.9	130.0	52	85.0	109.8	170.0
Mar-00	5	115.0	124.2	144.0	4	103.0	118.5	147.0	9	103.0	121.7	147.0
Abr-00	29	89.0	125.7	179.0	24	95.0	115.2	151.0	53	89.0	120.9	179.0
May-00	90	87.0	127.1	182.0	96	84.0	118.0	175.0	186	84.0	122.4	182.0
Jun-00	30	90.0	138.5	190.0	12	89.0	112.0	140.0	42	90.0	131.0	190.0
Jul-00	9	95.0	120.7	166.0	4	97.0	114.5	120.0	13	95.0	118.8	166.0
Ago-00	4	114.0	120.0	129.0	4	93.0	110.0	112.0	8	108.0	115.0	129.0
Sep-00	34	90.0	122.8	180.0	27	80.0	109.6	140.0	61	80.0	117.0	180.0
Oct-00	47	98.0	131.1	180.0	52	85.0	118.2	151.0	99	85.0	124.3	180.0
Nov-00	56	100.0	130.4	203.0	44	95.0	117.4	165.0	100	95.0	124.7	203.0
Total	720	65.0	128.4	203.0	690	75.0	117.6	192.0	1410	65.0	123.1	203.0

Tabla 2
Valores de la distribución mensual de peso total (g) de *P. inflatus*. N = 1410

Mes	Machos				Hembras				Total			
	n	Mínimo	Promedio	Máximo	n	Mínimo	Promedio	Máximo	n	Mínimo	Promedio	Máximo
Jun-99	6	250	603	1 800	3	369	469	581	9	250	558	1 800
Jul-99	52	184	418	1 254	50	148	342	810	102	148	380	1 254
Sep-99	56	189	566	1 700	38	193	358	649	94	189	482	1 700
Oct-99	114	163	538	1 480	226	186	574	1 459	340	163	562	1 480
Nov-99	13	282	680	1 618	6	308	559	1 190	19	282	642	1 618
Dic-99	68	249	599	1 476	48	252	392	868	116	249	513	1 476
Ene-00	72	165	847	1 827	35	186	461	1 052	107	165	721	1 827
Feb-00	35	167	322	846	17	199	321	752	52	167	322	846
Mar-00	5	242	401	639	4	225	397	770	9	225	399	770
Abr-00	29	191	491	1 755	24	216	352	704	53	191	428	1 755
May-00	90	199	516	1 574	96	187	440	1 503	186	187	476	1 574
Jun-00	30	194	752	1 749	12	269	455	925	42	194	667	1 749
Jul-00	9	235	463	1 035	4	372	453	560	13	235	460	1 035
Ago-00	4	339	430	563	4	277	316	356	8	277	373	563
Sep-00	34	276	745	1 834	27	262	515	813	61	262	643	1 834
Oct-00	47	241	580	1 748	52	178	424	1 084	99	178	498	1 748
Nov-00	56	205	601	1 927	44	197	453	1 145	100	197	536	1 927
Total	720	163	580	1 927	690	148	467	1 503	1 410	148	525	1 927

Tabla 3
Parámetros de las regresiones entre la longitud total (L_{tot}), el largo del cefalotórax (Lc) y el peso (P) de la langosta

Relación	Grupo	N	Ecuación	r ²	F'
Lc- L_{tot}	Todos	1368	$y = 73.22 + 1.667 x$	0.712	3 442.4
	Machos	690	$y = 66.61 + 1.698 x$	0.764	2 228.4
	Hembras	678	$y = 61.88 + 1.702 x$	0.618	1 095.7
Lc-P	Todos	1410	$y = 16.59 x^{2.253}$	0.578	1 927.8
	Machos	720	$y = 15.02 x^{2.290}$	0.677	1 506.6
	Hembras	690	$y = 19.39 x^{2.191}$	0.415	479.0

Tabla 4
Cálculo del índice potencial de reproducción (IPR) para hembras de la langosta

Clase de talla (mm)	H (núm.)	Ho (núm.)	A (H/HTot)	B (Ho/H)	C (Hu prom x 1000)	IPR	Hu (núm. x 1000)	E (%)	J (E/A)
70-79	0	0	.000		36.932		0	0.00	0.00
80-89	11	5	0.014	0.455	42.902		214	0.69	0.49
90-99	24	11	0.031	0.458	49.011	6.4	539	1.74	0.56
100-109	86	42	0.111	0.488	55.249	27.7	2 320	7.50	0.68
110-119	173	93	0.223	0.538	61.605	68.4	5 729	18.52	0.83
120-129	219	123	0.282	0.562	68.071	100.0	8 373	27.06	0.96
130-139	140	93	0.180	0.664	74.639	82.9	6 942	22.44	1.25
140-149	71	47	0.091	0.662	81.305	45.6	3,821	12.35	1.35
150-159	33	20	0.042	0.606	88.062	21.0	1,761	5.69	1.34
160-169	7	4	0.009	0.571	94.905	4.5	380	1.23	1.36
170-179	7	4	0.009	0.571	101.830	4.9	407	1.32	1.46
180-189	5	3	0.006	0.600	108.834	3.9	327	1.06	1.64
190-199	0	0	0.000		115.913	0.0	0	0.00	0.00
200-209	1	1	0.001	0.000	123.063	1.5	123	0.40	3.09
210-219	0	0	0.000		130.283	0.0	0	0.00	0.00
Total	777	446	1.000			0.108	30,937	100.0	

H: hembras; Ho: hembras ovígeras; Hu: huevecillos

Donde: A = proporción de hembras en cada clase de talla en relación al total de hembras en la muestra; B = proporción de hembras ovígeras en una clase; C = número promedio de huevos de la masa ovada de una clase de tallas; IPR = índice del potencial reproductivo; E = porcentaje de huevecillos que aporta cada clase; J = E/A, índice de productividad por tamaño de clase.

Tabla 5

Comparativo de valores morfométricos de la langosta *P. inflatus* en diferentes estados costeros del Pacífico

Lugar	Lc prom (cm)	P prom (g)	Autor
Zihuatanejo, Guerrero	5.5	200	Weinburn (1977)
Sinaloa	7.2-8.1	450	Pérez-González <i>et al.</i> (1992)
Jalisco	12	450	Este estudio

PESQUERÍAS

Equinodermos

Aspectos biológico-pesqueros de la población del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco, México

Arturo Nuño Hermosillo^{*}
Eduardo Ríos Jara^{*}
Elaine Espino Barr^{**}
José Luis Gómez Márquez^{***}

Resumen

Se caracterizó el hábitat y se describió el tamaño de organismos de *Isostichopus fuscus* recolectados en 16 localidades de la bahía Chamela (Jalisco) durante 19 muestreos (1999-2001), con la finalidad de conocer los parámetros de la población y las características de la pesquería que se desarrolló en la década de los años noventa. La densidad registrada en septiembre de 2000 fue menor (62.1 ± 17.5 ind·ha⁻¹) que la de marzo de 2001 (103.9 ± 12.51 ind·ha⁻¹). La talla media fue de 23.9 ± 4.19 cm (intervalo: 8-36 cm) y el peso promedio de 334 g (intervalo: 17-570 g). La relación entre el peso (P) y la longitud total (L_{tot}) fue: $P = 6.674L_{tot}^{1.216}$; el crecimiento fue de tipo alométrico negativo. La longitud y el peso promedio disminuyeron significativamente de junio a octubre. Los organismos más pequeños fueron más abundantes entre julio y octubre. La pesca se realizaba según la demanda. La extracción era manual por buceo semi-autónomo en jornadas de ocho a 10 hrs. Los organismos se evisceraban, hervían y deshidrataban a la intemperie. La pesca de pepino fue más intensa entre 1994 y 1998; en ese lapso, aunque en el resto del país estaba en veda, en Jalisco se otorgaron algunos permisos, pero el manejo de la pesquería fue ineficiente y el recurso se agotó, por lo que se cerró en 1998.

Palabras clave: *Isostichopus fuscus*, pesquería, densidad, relación talla-peso, Jalisco, México.

Introducción

Los pepinos de mar de la especie *Isostichopus fuscus* son equinodermos de la clase Holothuroidea. Su cuerpo es suave, alargado con la boca en posición anterior ventral (Fig. 1). Son suspensívoros y sedimentívoros (Brusca y Brusca, 1990). Poseen áreas ambulacrales así como interambulacrales dispuestas como meridianos alrededor de un eje polar alargado (Rupert y Barnes, 1996). Son bentónicos y habitan desde la zona submareal hasta los 40 metros de profundidad. La distribución de esta especie en el Pacífico oriental abarca desde el Golfo de California hasta el Ecuador (Maluf, 1988) y corresponde a la provincia Tropical definida por Cox y Moore (1993). Los datos sobre la densidad y las capturas obtenidas en las fronteras Norte (28°) y Sur (0°) de su distribución, muestran que es abundante en esas dos regiones. Por otro lado, en México también es numeroso en la costa de Oaxaca (Sierra-Rodríguez, 1994).

Figura 1
Pepino de mar *Isostichopus fuscus*



Foto de V. Teófilo Muñoz-Fernández.

* Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: arturonu@cucba.udg.mx, edurios@maiz.cucba.udg.mx
** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200. Correo electrónico: elespino@gmail.com
*** Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores, Unidad Zaragoza, UNAM. Correo electrónico: lgomez@servidor.unam.mx

La región del Indo-Pacífico es la más importante en la producción de pepino de mar (Van-Eys, 1986; Conand, 1989; Conand y Byrne, 1993; Aguilar *et al.*, 1993; Camhi, 1995; Powell y Gibbs, 1995) y los principales centros de acopio y consumo también están en Asia. En México no hay mercado para este recurso, pero en 1993 el producto cocido tenía un costo de 6.00 dólares por kilogramo y en estado seco de 25 dólares, por la enorme demanda del mercado coreano y japonés (Fajardo-León y Vélez-Barajas, 1996). Por otro lado, es un recurso muy rentable porque la captura y el procesamiento son muy sencillos y económicos.

La mayoría de las especies de pepinos de mar de importancia comercial en el mundo estaba sobreexplotada en la década de los años ochenta (Conand, 1996), por lo que la pesquería se extendió a Ecuador y México, en donde se otorgaron permisos de extracción de *Isostichopus fuscus*; sin embargo, por la intensidad de la explotación, en México se decretó una veda permanente entre 1994 y 2000; a partir de este último año se concedieron permisos de pesca de fomento en algunas localidades (DOF, 2004).

La pesquería de *I. fuscus* ha sido abordada en diferentes tipos de estudios, desde biológicos hasta pesqueros (Gil-López y Medrano-González, 1992; Salgado-Castro, 1994; Sierra-Rodríguez, 1994; Gutiérrez-García, 1995; Fajardo-León *et al.*, 1995; Martínez *et al.*, 1996; Mora-Álvarez, 1996; Fajardo-León y Vélez-Barajas, 1996; Singh-Cabanillas y Vélez-Barajas, 1996; Salgado-Castro, 1997; Reyes-Bonilla, 1997; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1998; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999; Jenkins y Mulliken, 1999); sin embargo, la mayoría se ha realizado en Baja California. En Jalisco la pesca de pepino fue una oportunidad valiosa para los pescadores que obtuvieron ganancias agregadas por la captura de un recurso que no había sido aprovechado, pero los estudios y evaluaciones sobre el recurso fueron escasos.

La explotación está reglamentada por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL); en la versión de 1994 fue incluida en la categoría de especie en peligro de extinción "P" (DOF, 1994), pero en la modificación a la NOM decretada en el año 2001 se cambió a la de especie sujeta a protección especial "Pr" (DOF, 2002).

La NOM 059 (DOF, 1994) estableció la veda permanente de pepino de mar *I. fuscus* en 1994; sin embargo, en Jalisco las autoridades de las oficinas de Pesca de Puerto Vallarta y Barra de Navidad otorgaron permisos de captura entre 1989 y 1998, cuando ya no fueron renovados por el agotamiento del recurso.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar algunos aspectos poblacionales de *I. fuscus* en bahía Chamela, Jalisco y conocer el tipo de hábitat así como conocer la distribución espacial y temporal del recur-

so en la zona. También se describen las características generales de la pesquería, los volúmenes y el valor de las capturas, las técnicas de extracción y el régimen de administración durante el periodo de aprovechamiento (1989 a 1998) y las posibles causas que llevaron a cerrar la pesquería.

Métodos y materiales

El área de estudio se localiza en la bahía de Chamela, Jalisco, desde Punta Soledad ($19^{\circ}37' N$, $105^{\circ}11' O$) hasta el islote Espíritu Santo ($19^{\circ}28' N$, $105^{\circ}04' O$) (Fig. 2). Los recorridos se realizaron en una panga de 23 pies con motor Yamaha® fuera de borda de 65 HP, provista de equipo de buceo semi-autónomo (tipo Hooka).

Figura 2
Área de estudio: bahía de Chamela, Jalisco



Fuente: Tomado de INEGI, 2000.

Características ambientales.

El clima en la zona costera de Jalisco es cálido subhúmedo, con una temperatura media anual mayor de 22 °C. La región presenta marcada estacionalidad.

Las temperaturas máximas se presentan en los meses de mayo, junio, julio y agosto (29-30 °C) y las mínimas en enero y febrero. En cuanto a la precipitación pluvial (pp), el periodo húmedo dura aproximadamente cinco meses (junio a octubre con pp total promedio = 851.6 mm) y la época seca, siete meses (Cuanalo de la Cerda *et al.*, 1989); por tal razón, en este trabajo se reconocen dos temporadas climáticas durante el ciclo anual: la cálida-lluviosa (TCL) de junio a octubre y la templado-seca (TTS) de noviembre a mayo.

El sustrato y el tipo de hábitat se caracterizaron de la siguiente manera: 1) Morro: montes o monolitos redondeados, de varios metros de diámetro, que pueden o no emerger a la superficie del mar; 2) piedras encampanadas: rocas grandes, similares a los morros, con cuevas, grietas y orificios; 3) pretilos: incluyen rocas sueltas, enterradas o emergidas del fondo, de un metro o más de diámetro y 4) casajera: sustrato formado por rocas sueltas menores de un metro de diámetro.

Aspectos poblacionales

Abundancia y distribución. La recolecta se realizó durante los meses representativos de las temporadas climáticas: septiembre de 2000 (TCL) y marzo de 2001 (TTS); el muestreo se hizo en 26 transectos en franja ubicados en 16 localidades, de las cuales 14 se visitaron durante la TCL y 12 en la TTS. Se registraron el tipo de sustrato y la profundidad máxima por sitio. Como unidad de muestreo se utilizó la superficie del transecto recorrido durante una inmersión; las áreas analizadas variaron entre 345 y 1 956 m² (promedio = 1 143.8 m²) y el tiempo de buceo entre 40 y 120 minutos, respectivamente. La densidad se estimó con el método de Conand (1993) y se expresó como número de individuos por hora de buceo y como número de individuos por hectárea. También se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) utilizando como indicador el número de individuos colectados por hora de buceo (Conand, 1982). La densidad de los pepinos entre las temporadas climáticas se comparó con un Análisis de Varianza (ANDEVA) de una vía, con un valor de significancia de 0.05.

La ubicación de cada transecto se estableció con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) Garmin 12 XL; esta información se usó para estimar su área; asimismo, se registraron el tipo de sustrato y la profundidad máxima de cada sitio.

Estructura de tallas y pesos. La estructura de tallas de la población se obtuvo midiendo un total de 1 118 individuos colectados por buceo en 19 muestreos mensuales realizados entre junio y diciembre de 1999 (excepto agosto y noviembre), 2000 y entre febrero y

abril de 2001. Los pepinos se colocaron, protegidos de la luz solar, en recipientes con agua de mar que se cambiaba cada hora. Los organismos se trasladaron al laboratorio de Punta Pérula, donde se midieron la longitud total con una cinta métrica flexible, y el peso drenado (se escurrió durante un minuto el agua de la cavidad corporal) con una balanza electrónica portátil Ohaus Scout con capacidad de 2 000 gramos.

Relación longitud-peso y tipo de crecimiento

La relación longitud-peso (L-P) se analizó con el modelo:

$$\text{Ec. 1} \quad P = aL_{\text{tot}}^b$$

Donde: P = peso drenado del organismo (g); L_{tot} = longitud total del organismo (cm); a = ordenada al origen de la curva o factor de condición (Safran, 1992); b = pendiente de la curva o coeficiente de alometría, que indica el tipo de crecimiento del organismo. Se aplicó una prueba de *t-Student* al valor de la pendiente b, para determinar si era estadísticamente igual a tres, lo cual indicaría que el tipo de crecimiento era isométrico (Ehrhardt, 1981; Mendenhall, 1987). El valor de significancia usado en esa prueba fue de 0.05.

Aspectos pesqueros

Técnicas de extracción y procesamiento. Las técnicas de extracción y procesamiento de *I. fuscus* que utilizan los pescadores se conocieron por medio de entrevistas y de las observaciones realizadas durante los muestreos que se llevaron a cabo con el apoyo y la asesoría de personas que se habían dedicado a esta pesquería.

Volúmenes de captura y administración del recurso. La estimación del volumen de las capturas y la descripción de la administración del recurso entre 1994 y 1996 se basaron en la información proporcionada por los pescadores y compradores de pepino de mar, así como en 13 reportes oficiales de captura de las oficinas de Pesca de Puerto Vallarta y Barra de Navidad de la Subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, en Guadalajara. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) del periodo 1991-1999 se calculó sobre la base de las entrevistas a pescadores.

Resultados

Aspectos poblacionales

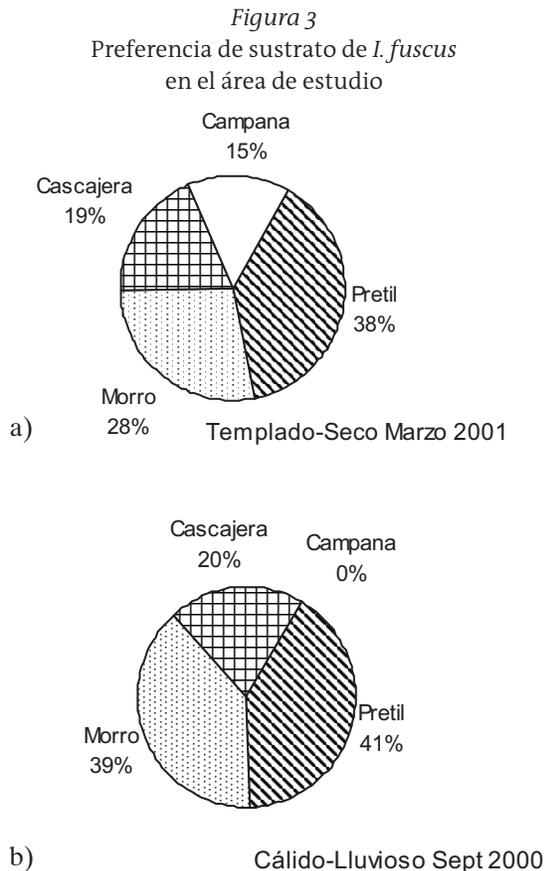
Densidad y distribución. En la temporada cálida lluviosa (TCL) la densidad promedio fue de 62.1±17.5

ind·ha⁻¹ (Tabla 1), equivalente a 14.5 ± 3.3 ind·h⁻¹. La superficie promedio de cada transecto fue de 0.094 ha y la profundidad máxima de las áreas de muestreo se encontró entre los ocho y 23 m. La velocidad de desplazamiento del buzo promedió 1.116 km·h⁻¹.

En la temporada templado seca (TTS) la densidad promedio registrada fue de 103.9 ± 12.51 ind·ha⁻¹ (Tabla 1), que equivalen a 73 ind·h⁻¹. La superficie promedio por transecto fue de 0.135 ha; la profundidad se mantuvo constante entre temporadas, sin considerar las mareas. La velocidad del buceador promedió 1.2 km·h⁻¹.

La densidad promedio en ambas temporadas fue de 81.6 ± 11.6 ind·ha⁻¹ ó 42 ± 8.7 ind·h⁻¹ en una superficie total muestreada de 2.93 ha. La velocidad promedio del buzo fue de 1.09 km·h⁻¹. La densidad de ambas temporadas fue significativamente diferente ($F'_{1,18} = 8.6$; $p < 0.05$).

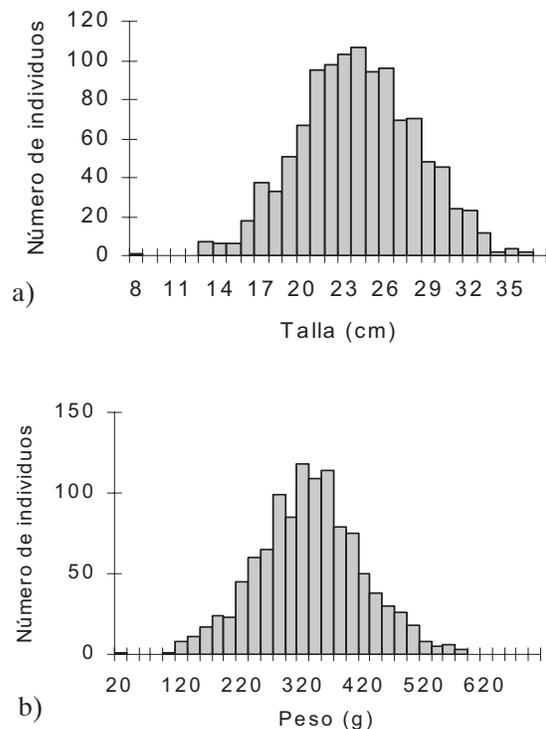
En el área de estudio, *I. fuscus* habita sobre rocas de diferente forma y tamaño: en la TCL se observó en pretils (41%), morros (39%) y cascajeras (20%); mientras que en la TTS se encontró en pretils (38%), morros (28%), cascajeras (19%) y piedras encampadas (15%) (Fig. 3).



Estructura de tallas y pesos. La longitud promedio de los organismos fue de 23.9 ± 4.19 cm. En mayo de 2000 se registró la mayor longitud promedio (26.9 ± 3.65 cm) y en julio de 1999 la menor (20.6 ± 4.06 cm). En la TCL la longitud total promedio fue de 22.0 ± 3.69 cm, y en la TTS de 25.7 ± 3.88 cm. Estas medidas fueron significativamente diferentes ($F'_{1,78} = 27.95$; $p < 0.05$).

El peso promedio de los individuos durante todo el estudio fue de 334 g; el valor promedio máximo fue de 379.2 g (abril de 2000) y el mínimo de 263.4 g (octubre de 1999). El mayor peso observado fue de 578 g y se registró en mayo de 2000, mientras el menor fue de 17 g, en agosto de 2000 (Fig. 4). La longitud y el peso promedio mensual durante el ciclo anual analizado (marzo 2000–febrero 2001) presentaron marcada estacionalidad: ambas medidas disminuyeron de junio a octubre, cuando la temperatura y la precipitación aumentaron (Fig. 5).

Figura 4
Histogramas de frecuencia (N = 1 118), a) de longitud y b) de peso de *I. fuscus* (junio de 1999 a abril de 2001)



Entre julio y septiembre de 1999 se observó un elevado número de juveniles, cuya longitud fue de 13 cm, aunque en marzo y abril también se registraron algunos individuos de esa talla; en el año 2000 la mayoría de los pepinos de ese tamaño se detectó en julio, agosto y octubre.

Figura 5

Variación de los valores promedio de longitud (a) y peso (b) comparados con la temperatura promedio mensual, durante un ciclo anual

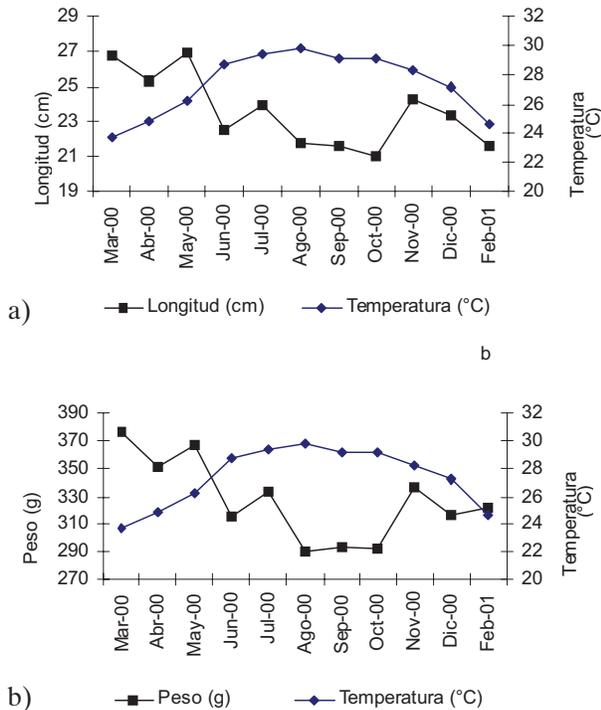
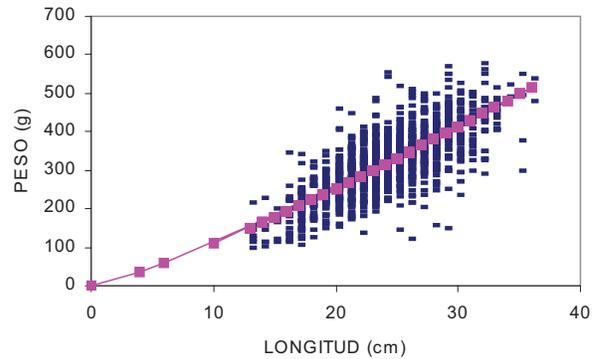


Figura 6

Relación peso-longitud de *I. fuscus* en bahía de Chamela (junio de 1999 a abril de 2001)



sados en la playa. Los instrumentos que se utilizaban eran de bajo costo (recipientes de 200 litros, combustible y agua de mar).

El procesamiento del animal consistía en eliminar las vísceras con una varilla de hierro, desde el ano hasta la boca; hervirlo en agua de mar dos veces durante aproximadamente 30 minutos en cada ocasión, y deshidratarlo exponiéndolo al sol durante varios días (se cubrían por la noche para evitar que se humedecieran). En esta pesquería, el pescador entregaba el pepino a un comprador, que a su vez lo vendía a otro intermediario que lo exportaba a California de donde se enviaba a Asia.

Volúmenes de captura y administración del recurso.

Los permisos de pepino de mar en la década de los años noventa se otorgaron en Jalisco después de que el personal del CRIP-Manzanillo realizara un estudio. Se pedía que el usuario o permisionario se comprometiera a entregar los formatos de "aviso de arribo" correctamente llenados. Sin embargo, la periodicidad de los reportes fue irregular (Fig. 7) y no se establecía la localidad o de cuántas localidades provenía esa captura, ni el número de pescadores. Los reportes oficiales mostraron que la captura total registrada se duplicó entre 1994 (6.816 t) y 1996 (13.896 t) aunque con variaciones mensuales muy grandes, como se aprecia en la figura 7; también es evidente que la producción fue más elevada en verano, invierno y primavera.

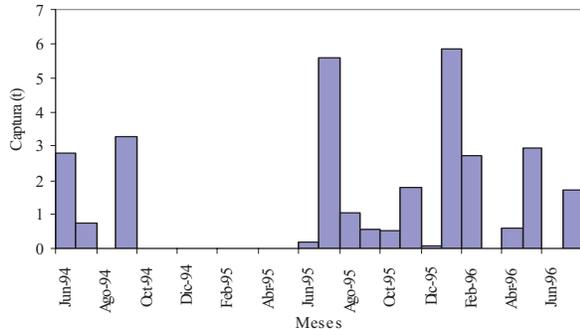
Por otra parte, los pescadores entrevistados mencionaron que entre 1990 y 1998 la CPUE disminuyó en casi un orden de magnitud (Tabla 2) y que el esfuerzo se incrementó sustancialmente. Ellos relataron que la captura por embarcación en una jornada laboral de seis a ocho horas diarias, disminuyó de entre 800 y 1 200 pepinos (equivalentes a 150 y 200 ind·h⁻¹) hasta una cantidad variable entre 80 y 120 pepinos (15 y 20 ind·h⁻¹).

Relación longitud-peso y tipo de crecimiento. Los valores más pequeños del factor de condición se presentaron de septiembre de 1999 a abril de 2000 y posiblemente muestren el periodo post-reproductivo, ya que en ese lapso disminuyó el peso corporal de los individuos. El exponente de la relación peso-longitud total ($b = 1.216$) mostró que el tipo de crecimiento fue alométrico negativo, ya que fue significativamente diferente de tres ($t = 13.69$; $p < 0.05$, $gl = 116$); una consecuencia de esta forma de crecimiento es la dispersión de los valores de peso de los organismos de 20 a 30 cm de talla (Fig. 6).

Aspectos pesqueros

Técnica de extracción y procesamiento. La captura se hacía por solicitud del comprador, aunque en algunos casos los pescadores almacenaban el producto en espera de algún interesado. Las jornadas de pesca iniciaban entre las 7:00 y 8:00 hr y terminaban entre las 14:00 y las 16:00 hr, en las cuales participaban uno o dos buzos por embarcación. La captura se realizaba manualmente, por buceo. Al terminar cada jornada, el producto se procesaba en campamentos improvisados

Figura 7
Captura comercial de *I. fuscus* de las distintas localidades costeras de Jalisco, reportada por permisionarios



Fuente: Subdelegación de Pesca en Jalisco, SEMARNAP.

Discusión

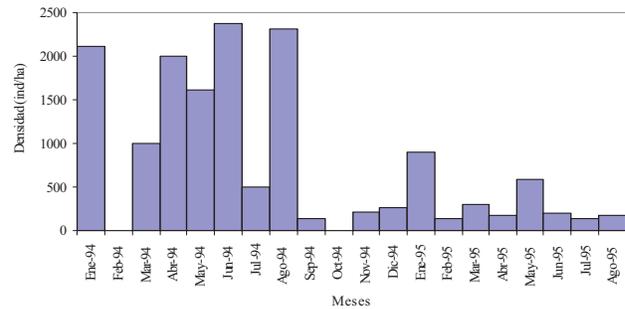
Los pescadores relataron que en 1994, cuando inició la veda en el resto del país, los pepinos se hallaban en abundancia, hecho que cambió, dicen, como resultado de los permisos de captura otorgados entre 1989 y 1998. Los pescadores consideraron que en 1999 y 2000 la abundancia representaba entre 10 y 20% de la existente al principio de la década de los años noventa. Desde 1998, tras una década de extracción, abandonaron la pesca de *I. fuscus* por las bajas utilidades que proporcionaba.

La falta de interés en la explotación de un recurso es un indicador cualitativo de su escasez, en especial en este caso, pues su captura es sencilla y económica. Sin embargo, hay una carencia muy grande de información cuantitativa, ya que en la costa de Jalisco las estimaciones sobre la abundancia del pepino de mar han sido esporádicas y se han realizado en lugares muy específicos.

En muestreos desarrollados en varias localidades ubicadas entre Melaque y Punta Pérula, la densidad se calculó en 50 y 62 ind·ha⁻¹ (CRIP-Manzanillo, 1991). En 1994 y 1995 el personal del CRIP volvió a realizar evaluaciones en esta última localidad (Espino-Barr,¹ com. pers.) y encontró que la densidad promedio en el primero de esos dos años (1 250 ind·ha⁻¹) fue elevada y casi cuatro veces mayor que la de 1995 (318 ind·ha⁻¹) (Fig. 8). En otra prospección realizada en Yelapa, en mayo de 1994, la densidad fue de 2 202 y 15 000 ind·ha⁻¹ (Tabla 3).

1. Dra. Elaine Espino-Barr. Investigadora del CRIP-Manzanillo, INP-SAGARPA.

Figura 8
Densidad por hectárea de *I. fuscus* en varias localidades de Jalisco



En este trabajo el número de organismos estimado durante la temporada cálido-húmeda fue similar al de 1991 (62.1 ± 17.5 ind·ha⁻¹), pero el de la templado-seca fue varias veces inferior a la estimada en otros años y localidades (104 ind·ha⁻¹).

El contraste entre los registros de captura y las estimaciones de densidad sugiere que algunos muestreos se realizaron en las áreas de agregación de los individuos, aunque también es probable que se deba a las diferencias en la habilidad de los pescadores para localizar el pepino (Herrero-Pérezrul,² com. pers.). García-Boa (com. pers.³) sugiere que los pescadores ocultan sus zonas de pesca, lo que sesga los resultados de las evaluaciones de densidad cuando ellos apoyan en los muestreos.

Lawrence (1979) postula que hay una relación inversa entre la talla y la densidad intraespecífica de los pepinos de mar. Los aspidóquiritidos, incluyendo a *I. fuscus*, son considerados de talla grande, por lo que se presentan en densidades intermedias o bajas en comparación con pepinos de mar más pequeños. Empero, en Chamela la abundancia de este pepino es menor a la reportada en otras regiones, como la Isla Fernandina (archipiélago de las Galápagos, Ecuador) donde la talla promedio es de 20.7 cm y la densidad media de 6.24 ind·m⁻² (Aguilar *et al.*, 1993), cifra 760 veces mayor que la de Chamela. Estos datos sugieren que en la costa de Jalisco la abundancia es menor que en otras zonas.

De manera similar, la captura comercial de *I. fuscus* en Salina Cruz, Oaxaca (Sierra-Rodríguez, 1994), así como estimaciones realizadas en Islas Blancas, Guerrero (Gil-López y Medrano-González, 1992),

2. Dra. Dinorah Herrero-Pérezrul. Investigadora del CICIMAR-IPN. La Paz, BCS.

3. Ing. Pesq. Arturo García-Boa. Investigador del CRIP--Manzanillo, INP-SAGARPA.

muestran que la densidad del recurso en esas localidades era considerablemente mayor que la encontrada en Jalisco (Tabla 3), lo cual puede deberse a que el Golfo de Tehuantepec es una zona rica en nutrientes, resultado de la intensa mezcla de sus aguas, consecuencia del régimen de vientos prevaleciente en esa región (Robles-Jarero y Lara-Lara, 1993). En contraste, la plataforma continental de Jalisco es estrecha y las surgencias se presentan durante cortos periodos de tiempo (véase el trabajo de Bulgakov y Martínez-Zatarain en este mismo libro).

En bahía de Chamela, donde el sustrato está compuesto principalmente por arena y formaciones rocosas, se observó que esta especie habita sólo sobre rocas, por lo que el hábitat se caracterizó según la morfología de estas estructuras. *I. fuscus* habita preferentemente sobre rocas con diámetro mayor a un metro, y es probable que esto se deba a su forma irregular y la protección que brindan, así como a la posibilidad que presentan para contener alimento en las oquedades. Maluf (1988) y Mora-Álvarez (1996) mencionan que el hábitat de *I. fuscus* en el Pacífico centro oriental está formado por coral, lodo, arena y rocas, aunque Mora-Álvarez (1996) también señala que en las costas de Zihuatanejo, Guerrero, *I. fuscus* prefiere sustratos rocosos de diámetros aproximados a un metro.

La talla promedio estimada para *Isostichopus fuscus* (23.9 cm) en este trabajo es similar a la registrada en otras localidades de México y Ecuador (Tabla 4), aunque difiere de los cálculos de Fajardo-León *et al.* (1995). Es posible que la técnica de medición utilizada por los distintos autores haya influido en esas estimaciones, ya que Reyes-Bonilla (1997) utilizó la longitud curva *in situ*, mientras que Fajardo-León *et al.* (1995) determinaron la longitud recta.

En la región de Chamela la mayor talla promedio mensual (26.9 cm) se observó en mayo de 2000, mes en que la temperatura superficial del mar alcanzó un valor cercano a los 26 °C (Anónimo, 2003b⁴), valor intermedio comparado con los valores extremos que se han registrado en esta zona (22-31 °C). En julio y agosto, cuando la TSM alcanza su valor máximo (30-31 °C), se observó la menor talla promedio mensual (20.6 cm), mientras que el mayor peso se observó en mayo de 2000.

Por otro lado, la tendencia oscilante del peso y la talla, que se observa a lo largo del año, parece indicar la existencia de dos épocas de desove (Nuño-Hermosillo, 2003) y dos periodos de reclutamiento.

La disminución de la talla promedio registrada entre mayo y julio se asocia al reclutamiento que se presenta al año de edad (Nuño-Hermosillo, 2003). En este caso en particular, el término “reclutamiento” se refiere al momento en que los juveniles abandonan el hábito críptico tras el primer año de vida, por lo que se pueden observar a simple vista, ya que en general se considera que el reclutamiento de las especies cuyo ciclo de vida es larvario-béntico, sucede cuando los juveniles se fijan al sustrato tras la etapa larval, cuando los individuos alcanzan un milímetro de longitud, entre las tres y cuatro semanas de edad (Hamel *et al.*, 2003). En algunas especies de holoturoideos la variación estacional de la talla se relaciona con migración estacional batimétrica de acuerdo con el tamaño de los individuos (Conand, 1993). Algunos buzos comerciales de la región de Chamela comentan que los organismos de mayor talla de *I. fuscus* migran a aguas más profundas en el verano y sólo los pequeños permanecen a profundidades de captura. Además, la variación estacional puede estar relacionada con el periodo reproductivo, ya que durante los meses más cálidos se registraron individuos de *I. fuscus* de menor peso; lo que también fue observado por Morgan (2000), quién reportó que el ciclo gametogénico de *Holothuria scabra* coincide con la pérdida de peso de la pared corporal.

Los resultados del presente estudio indican un crecimiento alométrico negativo ($b = 1.216$), como el registrado en las poblaciones del Golfo de California ($b = 1.83$) (Herrero-Perezrul *et al.*, 1999), aunque el exponente b fue más pequeño. Esta diferencia posiblemente se deba a que el intervalo de tallas registrado en el Golfo de California fue mayor (cinco a 40 cm) que el de Bahía Chamela (13 a 36 cm). Es importante considerar que estos organismos son muy flexibles y que expulsan el agua y las vísceras cuando están fuera del mar, por lo que la medición de su longitud y su peso depende de la técnica empleada, que a su vez afecta el cálculo del coeficiente de alometría. Conand (1993) atribuye el valor de $b = 2.49$ de *Stichopus variegatus* a la forma cilíndrica, lo cual deberá también tomarse en cuenta, ya que la morfología de *I. fuscus* es similar.

Administración del recurso. La captura de pepino se realiza por buceo semi-autónomo, método que también se utiliza para la pesca de pulpo, langosta y moluscos. Los pepinos de mar carecen de depredadores en su fase adulta, por lo que no presentan hábitos ni habilidades de huida, y su captura es sumamente sencilla. El amplio margen de ganancia y la facilidad de su captura propiciaron la sobreexplotación y la rápida reducción de las poblaciones en la región de Chamela. En este sentido, la pesca en Baja California

4. Anónimo, 2003b: <http://www.saa.noaa.gov/>

es similar, y al igual que en Jalisco ha sufrido fuertes oscilaciones anuales con tendencia negativa, tras haber tenido un auge transitorio (Sánchez-Juárez,⁵ com. pers.). Allí la captura disminuyó de 1 230 t en 1991 a 467 t en 1994, aunque de acuerdo con Gutiérrez-García (1995), la información debe “interpretarse con cautela, ya que los últimos registros podrían referirse a producto seco”; si éste fuera el caso, entonces las 467 t reportadas en 1994, representarían aproximadamente 5 000 t de peso fresco, volumen cuatro veces mayor que el registrado en 1991. Esta cifra equivaldría a una cantidad variable entre 12 y 14 millones de organismos, cuota de captura alguna vez reportada en una sola temporada en Galápagos, Ecuador, en donde la abundancia es considerablemente mayor. Volúmenes de esta magnitud no se han registrado en México, por lo que puede suponerse que el peso reportado era del organismo fresco y es posible corregir los datos de captura mediante la consulta de reportes y bitácoras de exportación de los permisionarios.

Los reportes oficiales en Jalisco muestran un incremento de la captura, que puede deberse al aumento de la demanda y de la población de pescadores dedicados a esta actividad en la costa de Jalisco (6.816 t en 1994, 9.848 t en 1995 y 13.896 t en 1996); además, la pesca del pepino de mar podía alternarse con la pesca tradicional de otros organismos bentónicos. De esta manera, el número de buzos dedicados a esta actividad aumentó gradualmente, cuando debería haberse limitado, tanto por la escasez como por la vulnerabilidad y la situación del recurso en la Norma Oficial Mexicana.

A pesar de que las pesquerías de otras especies de pepino de mar en el mundo son anteriores a 1989, el sector pesquero de Jalisco desconocía el potencial económico del recurso, lo que propició un régimen de explotación precipitado y poco eficiente en términos de manejo, así como beneficios poco equitativos para los pescadores ribereños, debido a la falta de información.

La pesquería de pepino de mar fue ocasional muchas veces, sin épocas definidas, ya que los buzos sólo se dedicaban a su captura exclusiva cuando era rentable, pero también la combinaban con la de otras especies. No existió un número constante de embarcaciones ni de buzos dedicados a esa pesquería. En la playa, el pepino de mar se negociaba por número de organismos, lo que hace menos confiables los reportes oficiales, expresados en peso. Por otro lado, esta

información es poco fiable porque la especie ha sido siempre relegada en las estadísticas dentro del grupo de “especies varias”, o simplemente considerada como “pepino de mar”, junto con otras especies de pepinos. Los datos de captura existentes son inútiles como indicadores de abundancia o de la CPUE, ya que no precisan el número de buzos dedicados a la actividad.

En 2002 la explotación de *I. fuscus* en Baja California se desarrollaba en la modalidad denominada Pesca de Fomento (Sánchez-Juárez,⁵ com. pers.). Este esquema de manejo favorece la vigilancia de la extracción al establecerse, con base en estudios poblacionales previos, una cuota de captura para un periodo de tiempo definido, de acuerdo con el ciclo reproductivo de la especie; sin embargo, en Jalisco la información sugiere que no es posible establecer alguna clase de pesquería.

La inclusión de *I. fuscus* en la NOM como especie en peligro de extinción, quizás fue una medida sin sustento biológico (Reyes-Bonilla, 1997), pero benéfica para su recuperación en algunas áreas cuya administración pesquera era deficiente; empero, en la costa de Jalisco fue inútil debido a los permisos otorgados por la Delegación de Pesca y a la falta de control de la pesquería.

Conclusiones

1. La densidad de *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco, durante el periodo de estudio fue de 81.6 ind·ha⁻¹ y 42 ind·h⁻¹. En la temporada cálida-lluviosa la densidad fue menor (62.1±17.5 ind·ha⁻¹) que en la templado-seca (103.9±12.51 ind·ha⁻¹). En esta región la densidad fue menor que en Baja California y Oaxaca.
2. *I. fuscus* prefiere los sustratos rocosos de tipo pretil o rocas sueltas, semienterradas en el fondo, de un metro o más de diámetro.
3. La talla media fue de 23.9±4.19 cm (intervalo: 8-36 cm) y el peso promedio de 334 g (intervalo: 17-570 g).
4. Las variaciones del peso y la talla a lo largo del año sugieren que hay dos épocas de desove. La disminución de la talla promedio entre mayo y julio se asocia al reclutamiento que se presenta al año de edad.
5. La ecuación de la relación talla-peso fue $P = 6.674 L_{tot}^{1.216}$, y el crecimiento fue de tipo alométrico negativo. La longitud y el peso promedio disminuyeron significativamente de junio a octubre, cuando la temperatura y la precipitación fueron más elevadas.

5. MC Enrique Sánchez-Juárez. Investigador del CRIP--Ensenada, INP- SAGARPA

6. La pesca se realizaba según la demanda. La extracción era manual, por buceo semi-autónomo en jornadas de ocho a 10 hr. Los organismos se evisceraban, hervían y se deshidrataban manteniéndolos a la intemperie.
7. La pesca fue más intensa entre 1994 y 1998, cuando la pesquería se cerró porque no era rentable. En ese periodo, aunque en el resto del país el pepino estaba en veda, en Jalisco se otorgaron algunos permisos, pero la forma de explotación fue precipitada y poco eficiente en términos de manejo, por lo que los pescadores ribereños obtuvieron pocos beneficios. Actualmente la población de *I. fuscus* no soporta una pesquería en Jalisco.

Referencias bibliográficas

- AGUILAR, F., X. Chalén, F. Castro, J. Sonnenholzner y M. Herrera. 1993. *Evaluación del recurso pepino de mar, Holothuroidea, al este de la Isla de Fernandina de la Provincia de Galápagos*. Informe interno. INP, Guayaquil, Ecuador. 22p.
- ANÓNIMO, 2003a. *Segundo Informe de la pesquería del pepino de mar 2003 Acumulado*. Equipo de Investigación y Monitoreo Biológico-Pesquero. Parque Nacional Galápagos-Estación Científica Charles Darwin. Ecuador. 6p.
- BRUSCA, R.C. y G.J. Brusca. 1990. *Invertebrates. Phylum Echinodermata*. Sinauer Assoc, Massachusetts, USA. pp. 801-839.
- CAMHI, M. 1995. Industrial fisheries threaten ecological integrity of the Galápagos Islands. *Cons. Biol.*, 9(4):715-724.
- CONAND, C. 1982. *Reproductive cycle and biometric relations in a population of Actinopyga echinites (Echinodermata: Holothuroidea) from the lagoon of New Caledonia, western tropical Pacific*. International Echinoderms Conference, Tampa Bay, J.M. Lawrence, Balkema, Rotterdam. pp. 437-442.
- CONAND, C. 1989. *Les holothuries aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie: biologie, écologie et exploitation*. Etudes et theses, ORSTOM, Paris. 393p.
- CONAND, C. 1993. Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus* an Indo-Pacific coral reef sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea). *Bull. Mar. Sci.*, 52(3):970-981.
- CONAND, C. 1996. Over exploitation in the present world sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. *IX Intern. Echinod. Confer.* San Francisco, Calif. Acad. Sci., San Francisco. 43p.
- CONAND, C. y M. Byrne. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Mar. Fish. Rev.*, 55(4):1-13.
- COX, C.B. y P.D. Moore. 1993. *Biogeography. An ecological and evolutionary approach*. Blackwell Sci. Pub., Oxford. 326p.
- CRIP-MANZANILLO. 1991. *Opinión técnica para la explotación de pepino de mar por la SCPF Ribera de Melaque, Jalisco*. Documento interno, INP-SEPESCA, Manzanillo. 10p.
- CRIP-MANZANILLO, 1994. *Opinión técnica sobre la extracción de pepino de mar en Yelapa, Jalisco*. Documento interno, INP-SEPESCA, Manzanillo. 11p.
- CUANALO DE LA CERDA, H., E. Ojeda-Trejo, A. Santos-Ocampo, C.A. Ortiz-Solorio. 1989. *Provincias, regiones y subregiones terrestres de México*. Colegio de Posgraduados, México. 23p.
- DOF, 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, México, mayo 16, 1994.
- DOF, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo 2002.
- DOF. 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* 15 de marzo de 2004, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección, 128 p.
- EHRHARDT, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones*. 1a.Parte. Estimación de parámetros poblacionales. INP, México. 150p.
- FAJARDO-LEÓN, M. del C., E. Michel-G., J. Singh-C., J.A. Vélez-B. y J.A. Massó-R. 1995. Estructura poblacional y ciclo reproductor del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Santa Rosalía, BCS, México. *Ciencia Pesquera*, 11:45-53.
- FAJARDO-LEÓN, M. del C. y A. VÉLEZ-BARAJAS. 1996. Pesquería de pepino de mar. En: M. Casas-Valdéz y G. Ponce (eds.). *Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola de Baja California Sur*. VOL. I SEMARNAP, CICIMAR, La Paz, BCS. pp. 151-165.
- GIL-LÓPEZ, H.A. y P.M. Medrano-González. 1992. *Prospección de pepino de mar (Holoturoideos) en la costa de Guerrero*. Tesis profesional. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. UAN., Bahía de Matanchén, Nayarit. 51p.
- GUTIÉRREZ-GARCÍA, A. 1995. *Feasibility of an on-growing system for culturing the sea cucumber Isostichopus fuscus in the Sea of Cortez, México*. Internal Document. Institute of Aquaculture. University of Stirling. Stirling, Scotland. 28p.
- HAMEL, J. F., R. Ycaza-Hidalgo y A. Mercier. 2003. Larval development and juvenile growth of the Galápagos sea cucumber *Isostichopus fuscus*. *spc Beche-de-Mer Info. Bull.*, 18:3-8.
- HERRERO-PÉREZRUZ, M.D., H. Reyes-Bonilla y F. García-Domínguez. 1998. Casual hermaphroditism in gonochoric *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) of the southern Gulf of California, Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 63(3):611-615.
- HERRERO-PÉREZRUZ, M.D., H. Reyes-Bonilla, F. García-Domínguez y C.E. Cintra-Buenrostro. 1999. Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Mar. Biol.*, 135:521-532.
- INEGI, 2000. *Imagen cartográfica digital*. Condensados estatales. Topográficos Serie II, CD.
- JENKINS, M. y T. Mulliken. 1999. La evolución de la explotación en las Islas Galápagos: el comercio del pepino de mar de Ecuador. *Traffic Bulletin*, 17(3):28.
- LAWRENCE, M.J. 1979. Numbers and biomass of the common Holothuroids on the windward reef flat at Enewetak Atoll, Marshal Islands. *Proc. Eur. Colloq. Echinod.*, Bruselas. pp. 201-204.
- MALUF, L.Y. 1988. Composition and distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles. Tech. Rep.* (2): 242 p.
- MARTÍNEZ, P.C., M.V. Toral y R.H. Bustamante. 1996. Population and reproductive biology of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the Galápagos Islands. *IX Intern. Echinod. Confer.* San Francisco, Calif. 88 p.
- MENDENHALL, W. 1987. *Introduction to probability and statistics*. pws-Kent Publishing, EU. 884p.
- MORA-ÁLVAREZ, B.X. 1996. *Distribución y abundancia de Isostichopus fuscus (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en Zihuatanejo, Guerrero, México*. Tesis Profesional. Facultad de Biología, Univ. Michoacana San Nicolás Hidalgo, Morelia, Mich. 45p.

- MORGAN, D.A. 2000. Aspects of the reproductive cycle of the sea cucumber *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea). *Bull. Mar. Sci.*, 66(1):47-57.
- NUÑO-HERMOSILLO, A. 2003. *Ecología poblacional, ciclo reproductivo e historia de la pesquería del pepino de mar Isostichopus fuscus (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en Bahía Chamela, Jalisco, México*. Tesis de maestría, CUCBA, UdeG, Guadalajara, 111p.
- POWELL, J.R. y J.P. Gibbs. 1995. A report from Galápagos. *Tree*, 10(9):351-354.
- REYES-BONILLA, H. 1997. *Biología poblacional de Isostichopus fuscus (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en el sur del Golfo de California*. Proyecto H2176. Convenio CONABIO-UABC FB315/H216/96, México. 83 p.
- ROBLES-JARERO, E.G. y J.R. Lara-Lara. 1993. Phytoplankton biomass and primary productivity by size classes in the Gulf of Tehuantepec, México. *J. Plankton. Res.*, 15(12):1341-1358.
- RUPERT, E.E. y R.D. Barnes. 1996. *Zoología de los invertebrados*. McGraw Hill Interamericana, México. 1114p.
- SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the Weight-Length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.*, 112: 545-551.
- SALGADO-CASTRO, L.R. 1994. The fishery of the sea cucumbers *Isostichopus fuscus* and *Parastichopus parvimensis* in Baja California, Mexico. En: B. David, A. Guille y J.P. Feral (eds.). *Echinoderms through time*, A.A. Balkema, Rotterdam. 50p.
- SALGADO-CASTRO, L.R. 1997. Review of recent developments in the Baja California, México *Isostichopus fuscus*, *Holothuria impatiens* and *Parastichopus parvimensis* fisheries. *IX Intern. Echinod. Confer. San Francisco*, Calif. 40p.
- SIERRA-RODRÍGUEZ, P. 1994. *Análisis de la primera captura del pepino de mar Stichopus fuscus en las escolleras de Salina Cruz, Oaxaca*. Informe interno. CRIP-Salina Cruz, INP, Oaxaca. 15p.
- SINGH-CABANILLAS, J. y A. Vélez-Barajas. 1996. La pesquería del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en la costa oriental de Baja California Sur y propuestas de regulación. *Ciencia Pesquera*, 12:13-18.
- VAN-EYS, S. 1986. The international market for sea cucumber. *In-fish. Mark. Dig.*, 5:41-44.

Tabla 1

Individuos observados (N), superficie de muestreo m² (SUP), densidad en individuos por hectárea (D) y profundidad (PROF.)

TEMPORADA CÁLIDA						
Localidad	Latitud	Longitud	N	SUP	D	PROF
1. Isla Espíritu Santo	19°28'39"	105°04'04"	0	990	0	17
2. Punta Caleta	19°28'47"	105°03'42"	3	864	35	15
3. Punta Morro Frío (sur)	19°29'16"	105°03'58"	2	765	26	14
4. Morro Frío	19°29'45"	105°04'04"	1	984	10	13
5. Frente a Veleros (Tambora)	19°30'24"	105°04'47"	4	684	59	15
6. Isla Rayito	19°31'24"	105°05'24"	3	1 365	22	13
7. Isla Cocinas (Sur)	19°32'50"	105°06'20"	3	1 200	25	8
8. Isla Cocinas (Oeste)	19°32'52"	105°06'44"	0	501	0	8
9. Isla Cocinas (Elefante)	19°32'48"	105°06'48"	6	345	174	10
10. Isla Pajarera	19°33'23"	105°07'32"	20	945	212	23
11. Punta Soledad	19°37'03"	105°11'50"	13	990	131	22
12. El Salto del Chivo	19°36'20"	105°09'50"	6	1 008	59	18
13. Con Claro	19°35'22"	105°09'19"	8	1 119	71	23
14. El Estrecho	19°34'19"	105°08'05"	6	1 344	45	23
Total:			75	13 104		
Promedio			5.4	936	62.1	15.9
Desviación estándar			5.5	291.4	65.3	5.4
TEMPORADA TEMPLADA						
Localidad	Latitud	Longitud	N	SUP	D	PROF
1. Isla Espíritu Santo (Centro)	19°29'34"	105°03'55"	8	1 530	52	15
2. Isla Espíritu Santo	19°28'38"	105°04'04"	14	1 392	101	17
3. Punta Caleta	19°29'14"	105°03'57"	13	1 956	66	15
4. Morro Frío	19°29'45"	105°04'03"	7	1 404	50	13
5. Frente a Veleros (Tambora)	19°29'00"	105°04'29"	17	1 188	143	15
6. Veleros	19°30'25"	105°04'50"	19	984	193	18
7. Isla Rayito	19°31'22"	105°05'24"	24	1 764	136	13
8. Isla Cocinas (Sur)	19°32'52"	105°06'21"	13	954	136	8
9. Isla Pajarera	19°33'22"	105°07'04"	18	1 458	123	23
10. Punta Soledad	19°37'03"	105°11'52"	10	1 068	93	22
11. Con Claro	19°35'11"	105°09'19"	9	1 092	82	23
12. El Estrecho	19°34'24"	105°07'48"	10	1 428	70	23
Total			162	16 218		
Promedio			13.5	1 351.5	104	17.1
Desviación estándar			5.1	309.9	43.3	4.9

Tabla 2

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE = individuos capturados por hora de buceo) según pescadores

Entrevistado	Localidad	1991-1992	1995	1998-1999
Rodolfo Mendoza	Bahía Chamela - Careyes	200	30	10
Crisanto Valdés	Chamela	120		20
Gabriel Valdés	Chamela	200		12.5
Salvador Escareño	Chamela	165	40	
Alberto "Maya"	Chamela	120		15
Daniel Kosonoy	Costa Sur de Jalisco	125		
	Barra de Navidad-Tenacatita			12.5
Félix Valdés	Costa centro y sur de Jalisco	150		20

Tabla 3

Densidad estimada (ind·ha⁻³) de *Isostichopus fuscus* en Oaxaca, Guerrero y Chamela, Jalisco

Localidad	Densidad ind·ha ⁻¹	Fuente
Puerto Ángel, Oaxaca	200.0	Sierra-Rodríguez (1994)
Estero de S. Cruz, Oaxaca	17 000.0	Sierra-Rodríguez (1994)
Sitios varios entre Salina Cruz y Puerto Ángel, Oaxaca	< 5 000.0	Sierra-Rodríguez (1994)
Islas Blancas, Gro., 17°39' N	2 250.0	Gil-López y Medrano-González (1992)
Punta Godornia, Ixtapa, Gro. 17°37'20" N	4 500.0	Gil-López y Medrano-González (1992)
Puerto Gro., 17°16'30" N	500.0	Gil-López y Medrano-González (1992)
Localidades entre Melaque y Punta Pérula, Jalisco	50.0*	CRIP -Manzanillo (1991)
Localidades entre Melaque y Punta Pérula, Jalisco	62.0*	CRIP -Manzanillo (1991)
Yelapa, Jalisco	2 202.0	CRIP -Manzanillo (1994)
Yelapa, Jalisco	15 000.0	CRIP-Manzanillo (1994)
Chamela, Jalisco, 19°30' N	81.6	Este estudio

* = Aunque es muy probable que estos reportes incluyan a *I. fuscus*, no se especifica.

Tabla 4

Talla promedio de *I. fuscus* en otras localidades del Pacífico mexicano y el área de estudio

Localidad	Talla (cm)	Autor
Guerrero	23.8	Gil-López y Medrano-González (1992)
Isla Espíritu Santo (BCS)	23.3	Reyes-Bonilla (1997)
Santa Rosalía, México	25.1	Fajardo-León <i>et al.</i> (1995)
San Cristóbal Sureste	23.5	Anónimo (2003a)
Jalisco	23.9	Este estudio

PESQUERÍAS

Peces

Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán

Daniel Hernández Montaña*
Carlos Meléndez Galicia*
Andrés Arellano Torres*

Resumen

El huachinango *Lutjanus peru* es la especie objetivo de la pesquería artesanal del estado de Michoacán; para conocer algunos aspectos biológico-pesqueros se realizó un estudio poblacional en 2002. Se calculó que la población alcanza una $L_{\infty} = 76.5$ cm de longitud estándar (Ls), con un parámetro de curvatura de $K = 0.18 \text{ año}^{-1}$. Esta especie se reproduce en dos periodos: el primero, de mayor intensidad, es de abril a mayo, y el segundo de septiembre a diciembre. La talla de primera captura es menor que la reportada con anterioridad. El rendimiento actual es de 232 g-recluta⁻¹, con una edad de primera captura (T_c) de 0.92 años y una mortalidad por pesca (F) de 1.72; para aumentar este rendimiento a 400 g-recluta⁻¹, es necesario incrementar T_c a 2.5 años y reducir F a 0.40.

Palabras clave: Huachinango, Michoacán, evaluación pesquera, rendimiento pesquero.

Introducción

El huachinango *Lutjanus peru* es la especie objetivo de la pesquería artesanal del estado de Michoacán, ya que al ser una de las de mayor demanda en el estado, brinda los mejores ingresos a los pescadores. La pesquería tiene carácter multiespecífico porque durante el viaje de pesca se atrapa gran diversidad de especies (Amezcuca-Linares, 1985 y 1996; Pérez-Mellado y Findley, 1985; Van der Heiden, 1985; Madrid-Vera *et al.*, 1989, 1997; Pérez-Vivar, 1995); las más importantes pertenecen a las familias Lutjanidae, Haemulidae,

Carangidae, Scombridae, Sciaenidae, Serranidae, Ostreidae, Balistidae, Dasyatidae y Carcharhinidae, entre otras (Cruz-Romero *et al.*, 1989; del Monte-Luna *et al.*, 2001; Espino-Barr *et al.*, 2003).

La producción de huachinango en el litoral del Pacífico mexicano ha oscilado entre 3 300 y 4 800 toneladas en el periodo que abarca de 1993 a 2002 (SAGARPA, 2003); en el estado de Michoacán la captura de esta especie ha variado entre 179 y 330 t en ese mismo periodo. La *Carta Nacional Pesquera* (DOF, 2004) menciona que esta pesquería se encuentra aprovechada al máximo sustentable y que la medida de referencia en Michoacán es de 200 t, por lo que debe evaluarse el estado de la población cuando la producción sea inferior.

Para tener acceso a este recurso es necesario contar con un permiso de pesca comercial de escama. La unidad de esfuerzo pesquero es una embarcación menor, de longitud máxima de ocho metros, con motor fuera de borda. La jornada de trabajo varía de seis a 12 horas. Los principales artes de pesca son línea de mano y anzuelo ("cuerda"), la red agallera de fondo y el palangre escamero. La abertura de malla recomendada es de cuatro pulgadas y los anzuelos deben ser rectos de los números siete a nueve (DOF, 2004).

El propósito del presente documento es aportar información sobre la captura y sobre algunos aspectos de la población del huachinango *Lutjanus peru*, como los parámetros de crecimiento, periodos de reproducción, la edad y la talla de primera captura, el rendimiento por recluta y la mortalidad por pesca, con el fin de evaluar el estado en que se encuentra el recurso en la costa michoacana y para que sean considerados en la administración de este recurso.

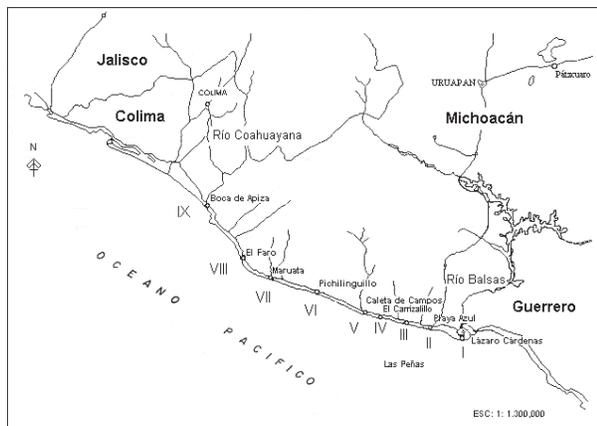
* CRIP-Pátzcuaro, Instituto Nacional de la Pesca. Ibarra #28, Col. Ibarra. Pátzcuaro, Michoacán. Correos electrónicos: daniel_hdzm@hotmail.com; cmelendez64@hotmail.com; arellanotorres@hotmail.com

Métodos y materiales

Área de estudio

La costa del estado de Michoacán tiene una extensión aproximada de 246 km, la conforman los municipios de Lázaro Cárdenas, Aquila y Coahuayana. Las comunidades de mayor importancia pesquera son: Boca de Apiza, Caleta de Campos, Caletilla, El Carrizal, El Faro, Lázaro Cárdenas, La Manzanilla, Las Peñas y Pichilinguillo. El tipo de clima es Aw(w), cálido subhúmedo, con lluvias en verano y precipitación invernal menor a 5%. La temperatura media anual es de 26 a 28 °C. La época de lluvias abarca los meses de junio a octubre. La precipitación media anual es de 894.8 mm (García, 1973).

Figura 1
Principales áreas de desembarco de la pesquería artesanal de Michoacán



I: Lázaro Cárdenas; II: Playa Azul; III: Las Peñas; IV: el Carrizalillo; V: Caleta de Campos; VI: Pichilinguillo; VII: Maruata; VIII: El Faro; IX: Boca de Apiza.

Análisis de la captura y del viaje de pesca

La captura se analizó a partir de los datos incluidos en los avisos de arribo de un periodo de 12 años, proporcionados por las Oficinas de Pesca de Lázaro Cárdenas y Coahuayana. Estos documentos contienen los volúmenes de captura mensual por especie, por organización pesquera y, en algunos casos, por pescador. Esta información permite describir las temporadas de pesca.

El volumen obtenido por viaje se utilizó como indicador de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Estos registros se obtuvieron en los muestreos de la captura comercial del huachinango *Lutjanus peru*, realizados en los centros de acopio más grandes (Lá-

zaro Cárdenas y Coahuayana) entre abril y diciembre de 2002.

Estimación de parámetros poblacionales. Se realizaron muestreos de peces obtenidos en la captura comercial en las nueve zonas de mayor captura, entre abril y diciembre de 2002, en total se colectaron 2 038 organismos. A cada individuo se le midió la talla (cm) y se le tomó el peso (g). La identificación del sexo se realizó mediante la inspección macroscópica de las gónadas; el estado de madurez se determinó según la escala modificada de Holden y Raitt (1975) que reconoce seis etapas, según el volumen que ocupan los órganos reproductores en la cavidad abdominal y de su coloración.

La relación longitud-peso (L-P) se utilizó para determinar el tipo de crecimiento. Antes de aplicar este método se efectuó un análisis de Covarianza (Ott, 1993; Zar, 1996) para establecer el efecto del sexo en la longitud del pez, con el peso como covariante. La ecuación empleada para describir la relación L-P fue:

$$\text{Ec. 1} \quad P = a L_{\text{tot}}^b$$

Donde: P = peso; L_{tot} = longitud total del pez; a = ordenada al origen y b = pendiente de la ecuación. Posteriormente se calculó el factor de condición (FC):

$$\text{Ec. 2} \quad FC = PL^{-3}$$

El FC promedio mensual se graficó contra el tiempo, con el fin de delimitar la época de reproducción.

Los parámetros de crecimiento se calcularon con la función de Von Bertalanffy (1938):

$$\text{Ec. 3} \quad L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde: L_t = longitud al tiempo t; L_{∞} = longitud infinita o asintótica, valor teórico que limita la curva de crecimiento; K = factor de crecimiento o de velocidad a la que la curva alcanza la asíntota, controla la forma de la curva, t = tiempo; t_0 = longitud teórica en la edad 0. El crecimiento en peso se obtuvo sustituyendo L_t y L_{∞} por P_t y P_{∞} , respectivamente, en la ecuación de Von Bertalanffy (1938).

Los parámetros de crecimiento se estimaron con el método indirecto, no paramétrico, de análisis de frecuencia de tallas incluidos en el programa ELEFAN I (Brey y Pauly, 1986), que examina una serie de muestras de frecuencias de longitud arregladas secuencialmente en el tiempo, sobre la que se trazan curvas de crecimiento que interceptan las modas, que representan los grupos de edad; se selecciona la curva que pasa por el mayor número de picos (grupos de edad). Este

método utiliza diferentes combinaciones de longitud máxima del stock L_{∞} y el parámetro de curvatura K para generar una superficie de respuesta (Rn) llamada índice de bondad de ajuste, donde el máximo valor indica la mejor combinación de estos dos parámetros (Gayaniilo y Pauly, 1997). El parámetro t_0 se obtiene de la ecuación empírica de Pauly (1984):

$$\text{Ec. 4} \quad \text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - (0.2752(\text{Log}_{10} L_{\infty}) - (1.038(\text{Log}_{10} K)))$$

La mortalidad total (Z) se estimó con el método de la curva de captura a edades relativas (Pauly, 1984) que considera que Z es diferente para cada edad.

La mortalidad natural (M) se calculó a partir de la ecuación empírica de Pauly (1980) que relaciona la mortalidad natural, los parámetros de crecimiento y la temperatura promedio anual del agua (T°), que en el periodo de estudio fue de 26°C (Secretaría de Marina¹).

$$\text{Ec. 5} \quad \text{Log}_{10} M = -0.0066 - (0.279 \text{Log}_{10} L_{\infty}) + (0.6545 \text{Log}_{10} K) + (0.4634 \text{Log}_{10} T^{\circ})$$

La tasa de mortalidad por pesca (F) se obtuvo por la diferencia entre Z y M , sobre la base de la función $Z = F + M$. La razón de explotación (E) resultó del cociente: $E = FZ^{-1}$

La talla de primera captura (L_c) se determinó a partir de la curva de reclutamiento (Beverton y Holt, 1957); para construir esta gráfica, las longitudes promedio de los organismos se colocan en el eje de las abscisas y la frecuencia relativa acumulada, en el de las ordenadas. La curva resultante fue sigmoide y la longitud correspondiente a la ordenada de 50% mostró la talla de primera captura (Gulland, 1983). Esta medida fue convertida a la edad de primera captura (T_c) despejando t de la ecuación de crecimiento.

El rendimiento se estimó con el modelo de estructura por edades de Beverton y Holt (1957), que es eficiente cuando los datos de captura y esfuerzo son escasos; este modelo describe el rendimiento por recluta de acuerdo con los siguientes supuestos: los patrones de pesca han sido los mismos a lo largo del tiempo, el reclutamiento es constante, todos los peces de una cohorte nacen al mismo tiempo y las mortalidades por pesca y natural son constantes desde el momento en que los reclutas entran a la fase de ex-

plotación (Sparre y Venema, 1997). El rendimiento por recluta (Y/R) se estimó con los parámetros de crecimiento, la mortalidad y las edades de primera captura y de reclutamiento:

Ec. 6

$$Y/R = F \cdot e^{-M(T_c - T_r)} \cdot P_{\infty} \left(\frac{1}{Z} - \frac{3 \cdot S}{Z + K} + \frac{3 \cdot S^2}{Z + 2K} - \frac{S^3}{Z + 3K} \right)$$

Donde:

$$\text{Ec. 7} \quad S = e^{(-K \cdot T_c - t_0)}$$

La edad de primera captura T_c y la mortalidad por pesca (F) se utilizaron para localizar el rendimiento actual y posteriormente encontrar los Puntos de Referencia de la pesquería. F_{max} se refiere al valor de F que maximiza el rendimiento promedio de cada recluta que se incorpora a la pesquería, mientras que $F_{0.1}$ es la tasa de mortalidad por pesca a la cual la pendiente de la curva de rendimiento por recluta, como una función de la mortalidad por pesca, está a 10 % de su valor en el origen. Este último es un punto de referencia objetivo más conservador (Gulland y Boerema, 1973).

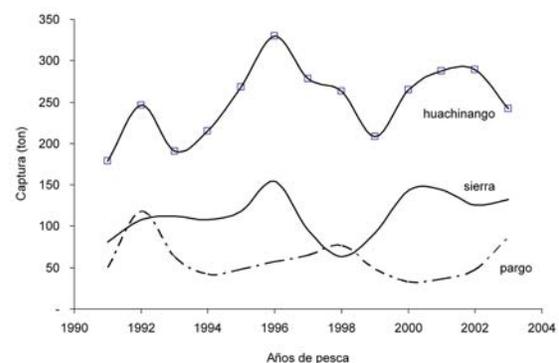
Resultados

Variaciones de la captura

Las especies objetivo de la flota artesanal de la costa michoacana son el huachinango (*Lutjanus peru*), la sierra (*Scomberomorus sierra*) y el pargo (*L. guttatus*), de las cuales, el huachinango es la más importante (Fig. 2). El volumen capturado de las tres especies varió ampliamente en el intervalo de estudio, aunque fue más abundante en 1996 y 2002.

Figura 2

Captura de las tres especies objetivo de la pesquería ribereña de la costa de Michoacán

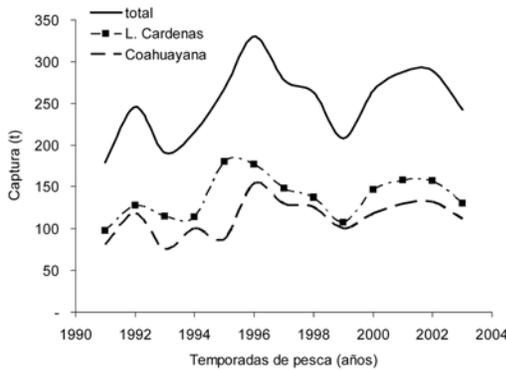


1. La temperatura superficial se obtuvo en la página web de la Secretaría de Marina: <http://www.semarmar.gob.mx/meteorologia/prono.htm>

La captura de huachinango entre 1990 y 2002 se encontró entre 170 y 270 t por año, por lo que el promedio fue de 251 ± 23.41 t, la magnitud de la desviación estándar muestra que podría considerarse constante. La producción fue inferior o muy próxima al valor de referencia de 200 t en 1991, 1993 y 1999. Por otro lado, aunque la captura en la región de Lázaro Cárdenas fue ligeramente mayor que en Coahuayana, las variaciones fueron similares (Fig. 3).

Figura 3

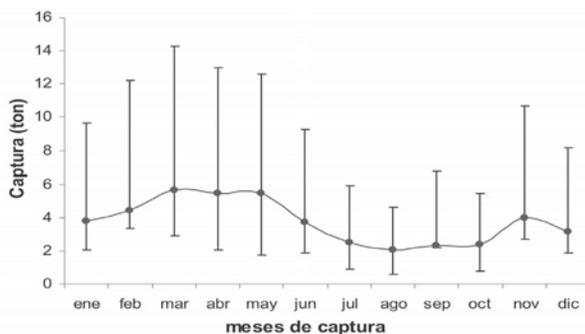
Captura de huachinango total y por región de la costa de Michoacán, en el periodo 1990-2003



La temporada de pesca varía de acuerdo con la disponibilidad del recurso; en el caso del huachinango hay dos periodos en el año: febrero-mayo, en el que es más abundante, y noviembre-diciembre. La figura 4 muestra la captura promedio mensual en toda la costa de Michoacán, durante un periodo de cinco años.

Figura 4

Captura mensual promedio \pm desviación estándar del huachinango durante el periodo 1995-1999



Esta especie se captura en la costa de Michoacán principalmente con redes agalleras de fondo, líneas y anzuelos (“cuerda”) y con el palangre escamero (“cimbra”). Es posible ver una descripción más amplia

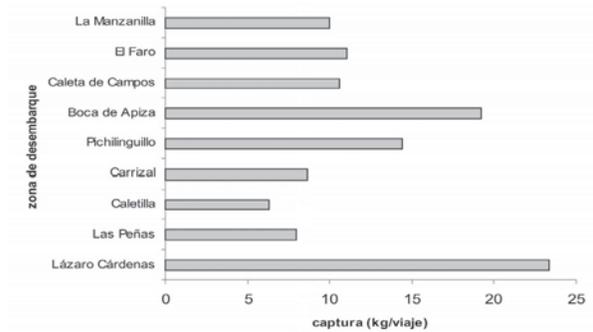
sobre las características de estos artes en el trabajo de Meléndez y colaboradores, en este mismo libro.

Análisis de la captura por viaje de pesca

De acuerdo con el análisis de la captura por unidad de esfuerzo del huachinango, basado en el viaje de pesca, se observó que los pescadores de la zona de Lázaro Cárdenas obtuvieron los mayores volúmenes ($23.35 \text{ kg-viaje}^{-1}$), seguidos por los de Boca de Apiza ($19.19 \text{ kg-viaje}^{-1}$); en el resto de las áreas la captura media fue de 14 kg-viaje^{-1} (Fig. 5).

Figura 5

Captura promedio de huachinango por zona de desembarque en la costa de Michoacán. Datos de la Subdelegación de Pesca en el estado

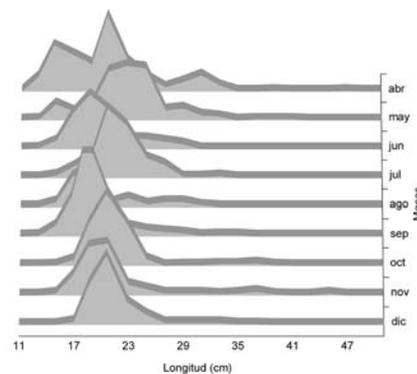


El arte de pesca que mostró los mejores rendimientos ($29.41 \text{ kg-viaje}^{-1}$) fue el palangre, mientras que con la cuerda y la red agallera se obtuvieron 15 y 10 kg-viaje^{-1} en promedio, respectivamente.

Estimación de parámetros poblacionales. La composición de tallas de la muestra total de la captura de huachinango está sesgada por la selectividad del arte de pesca (Fig. 6). De la captura, 84% estuvo compuesto de organismos cuya longitud estándar (Ls) se encontraba entre 17 y 25 cm, y su peso entre 130 y 380 g.

Figura 6

Distribución de frecuencia de talla de la captura comercial de huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán en 2002



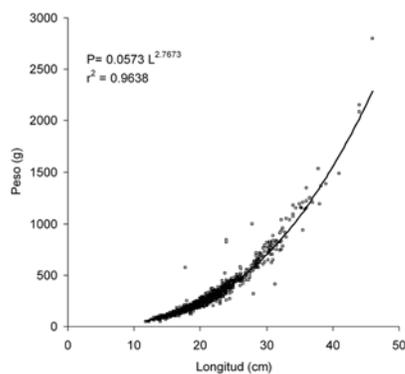
De los organismos, 96% fue capturado antes de alcanzar la talla de primera madurez, estimada para las hembras en 29 cm (longitud furcal) por Lucano-Ramírez (1998) y 30 cm (longitud total) por Santamaría-Miranda *et al.* (2003). La *tabla 1* muestra que la mayoría de los peces sacrificados era inmadura, ya que la talla media era inferior a la de primera madurez sexual. Por otro lado, los individuos cuya *Ls* fue superior a los 30 cm representaron 3.8% de la muestra.

Tabla 1
Características morfométricas del huachinango
Lutjanus peru de la costa de Michoacán

	Longitud estándar	Peso (g)	L-P		M:H	N
	(cm)		a	b		
\bar{x}	20.29	263.0	0.0573	2.7673	1:1.48	2 038
Mínimo	11.80	45.0				
Máximo	46.00	2 800.0				
Desviación estándar	4.016	189.5				

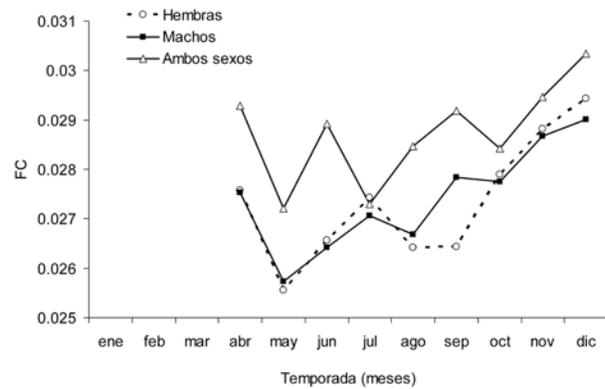
La relación longitud-peso (Fig. 7) se obtuvo a partir de la población total, ya que el Análisis de Covarianza no mostró diferencia entre sexos ($p = 0.11$). El valor de la pendiente (b) de la ecuación potencial indica que el crecimiento del huachinango fue de tipo alométrico, ya que fue significativamente diferente de tres ($t = -7.1$; $p < 0.01$).

Figura 7
Relación longitud-peso del huachinango
Lutjanus peru de la costa de Michoacán
(P = Peso, L = Longitud). N = 2 036



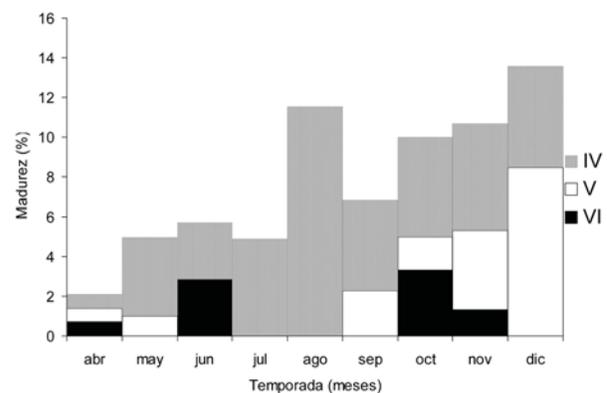
Las variaciones del Factor de Condición (FC) estimado para cada sexo (Fig. 8) muestran que disminuyó en mayo, cuando ambos sexos presentaron un decremento similar, y entre agosto y septiembre, cuando fue mayor en las hembras que los machos. La proporción sexual fue de un macho por 1.48 hembras.

Figura 8
Variación del Factor de Condición (fc) del huachinango
Lutjanus peru de la costa de Michoacán



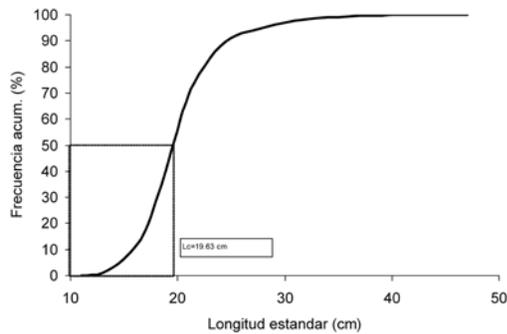
Para observar con mayor precisión las variaciones del estadio de madurez a lo largo del año, se excluyeron las primeras etapas (I, II y III), debido a que la muestra estuvo compuesta en un elevado porcentaje por organismos inmaduros (41%). Los cambios en el tiempo de la proporción de la muestra con individuos en los estadios IV, V y VI (Fig. 9), indican que hay dos periodos de reproducción al año, el primero, entre abril y mayo, y el segundo, entre septiembre y diciembre.

Figura 9
Proporción de la captura en estadios de madurez gonádica (excluyendo las etapas I, II y III) del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Michoacán. N = 1 200



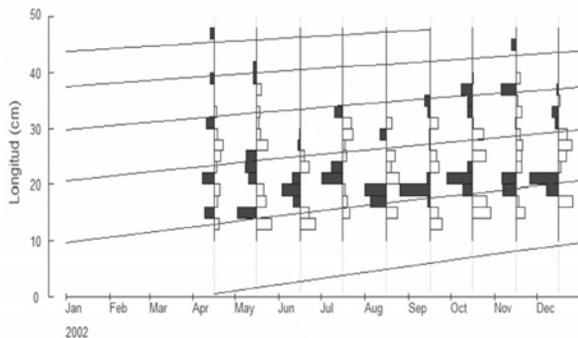
La talla de primera captura (L_c) fue de 19.63 cm de *Ls* (Fig. 10) y correspondió a una edad (T_c) de 0.92 años.

Figura 10
Talla de primera captura (L_c) del huachinango
Lutjanus peru



Los resultados de la aplicación del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (Fig. 11) mostraron que, para el periodo de estudio, el parámetro K fue de 0.18 año^{-1} y la longitud asintótica (L_∞) de 76.5 cm de longitud estándar ($R_n = 430$).

Figura 11
Curva de crecimiento del huachinango
Lutjanus peru de la costa de Michoacán



La mortalidad natural de la población de huachinango fue de $M = 0.43$, la total $Z = 2.14$ (Fig. 12) y la producida por la pesca $F = 1.72$. La tasa de explotación $E = 0.80$ y la sobrevivencia anual $S = 0.46$. Esto significa que de la población de huachinango, al cabo de un año sobrevive 46% y muere 54%, de los cuales 80% fue por pesca y solamente 20% por muerte natural.

Según el modelo de Beverton y Holt (B-H), la pesquería de huachinango registró un rendimiento por recluta (Y/R) de $232 \text{ g-recluta}^{-1}$, a pesar de que el máximo que se podría obtener es de $426 \text{ g-recluta}^{-1}$. La figura 13 presenta el Y/R en función de la mortalidad por pesca (F); en ese gráfico, el modelo muestra que la F ha excedido hasta en 430% el valor máximo ($F_{\max} = 0.40$) que podría soportar la pesquería de huachinango. Se observa, además, que el punto de referencia $F_{0.1}$ es muy cercano a F_{\max} .

Figura 12
Curva de captura a edades relativas del huachinango
Lutjanus peru de la costa de Michoacán

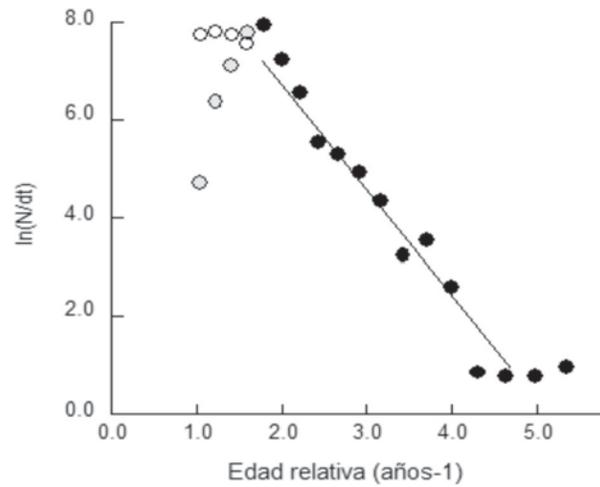
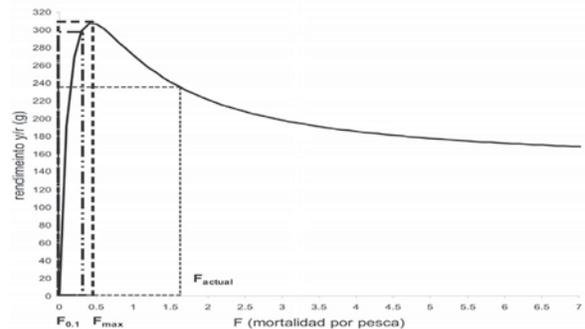


Figura 13
Rendimiento por recluta del huachinango
Lutjanus peru

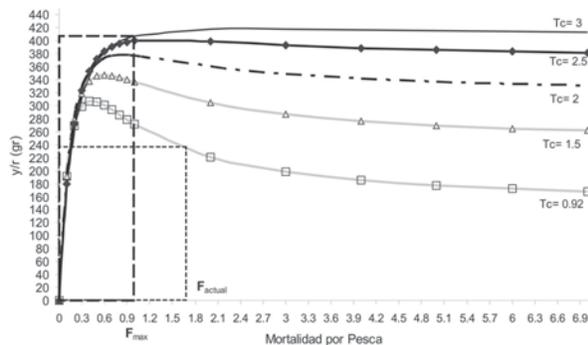


También se calculó el rendimiento por recluta variando la edad de primera captura (Fig. 14), y se encontró que la T_c se debe incrementar de 0.92 a 2.5 ó 3 años; con este cambio el rendimiento podría llegar a los $400 \text{ g-recluta}^{-1}$.

Discusión

La producción de huachinango que registra la costa de Michoacán se ha mantenido más o menos constante desde la década de los años noventa; las variaciones muestran que sólo en tres años fue inferior al valor de referencia establecido en la *Carta Nacional Pesquera* (DOF, 2004), lo que podría sugerir que la población permanece estable. Desafortunadamente no hay datos del esfuerzo neto para determinar la pre-

Figura 14
Simulación del rendimiento por recluta
(Y/R) variando la talla de primera captura del
huachinango *Lutjanus peru*



sión por pesca, sus variaciones y si la explotación del recurso se encuentra al máximo valor permisible, se puede incrementar o debe limitarse. En este sentido, los parámetros biológicos evaluados en este estudio permiten valorar el estado del recurso.

Hay grandes variaciones en la CPUE a lo largo de la costa michoacana, relacionadas con las diferencias que hay en el poder de pesca. En la región de Lázaro Cárdenas la mayoría de los pescadores están equipados con Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) y algunos de ellos también llevan videosonda; por otro lado, la densidad de pescadores es mayor y la extensión territorial es más grande, por lo que hay mayor cantidad de campos de pesca. En el resto de las regiones, la población y los recursos tecnológicos y de infraestructura son más escasos. Otro factor que probablemente este relacionado con la CPUE es la cercanía a los centros de consumo, ya que es más fácil comercializar los peces obtenidos en las inmediaciones de Lázaro Cárdenas y Boca de Apiza.

Por otra parte, los consumidores están requiriendo organismos cuyos pesos se encuentren entre 400 y 600 g por individuo, conocidos como *platilleros*; por esta razón, aunque el análisis de la captura diaria por arte de pesca muestra que el palangre es selectivo hacia los peces de mayor tamaño, en campo se observó que los pescadores prefieren utilizar redes agalleras (Hernández *et al.*, 2002). En el mercado también hay demanda por los huachinangos de menos de 150 g de peso, conocidos por los pescadores como *baby*, lo que ha conducido al uso de redes con abertura de malla ($2\frac{3}{4}$ ") y de anzuelos número 3 y 4, más pequeños que los señalados por la *Carta Nacional Pesquera* (DOF, 2004). Estos organismos se capturan principalmente en marzo y abril, cuando la disponibilidad del recurso es mayor.

El efecto del esfuerzo realizado para satisfacer esa demanda es negativo para la población, ya que

la mayoría de los organismos capturados era inmadura y la T_c fue dos centímetros más pequeña que la reportada por Hernández *et al.* (2002) en muestreos realizados en el año 2001 (22.3 cm de Ls) en la misma zona. Este problema se debe resolver reduciendo el comercio de estos individuos, ya que podría afectar el stock en el mediano plazo.

El huachinango alcanza una L_∞ de 76.5 cm de Ls, con un parámetro de curvatura K de 0.18 año^{-1} . Estos parámetros son similares a los obtenidos por el método directo de la lectura de escamas por Ruiz-Luna *et al.* (1985) y Madrid-Vera (1990) en el estado de Michoacán. En ambos trabajos se utilizó la longitud total y las L_∞ obtenidas fueron de 80.5 con un parámetro de curvatura $K = 0.19$ y 81.5 cm con un parámetro de curvatura K de 0.19, respectivamente.

Los periodos reproductivos corresponden a los encontrados por otros autores (Ruiz *et al.*, 1982; Ruiz, 1983; Aguilar, 1986 y Madrid-Vera, 1990) en la misma área de estudio de Michoacán. Estos lapsos coinciden con los periodos en que hay mayor disponibilidad y explotación del recurso, si a esto se adiciona que se está capturando mayor proporción de hembras que de machos, es posible suponer que la explotación del recurso está deteriorando el estado de la población. Proponer una veda para esta especie es muy difícil porque la pesquería es multiespecífica, pero es indispensable reglamentar las tallas mínimas de captura, prohibiendo el uso de redes agalleras con tamaño de malla menor de 3.5 pulgadas.

De acuerdo con el modelo de Beverton y Holt, para aumentar el rendimiento del recurso es necesario incrementar la T_c al menos a 2.5 años y disminuir la mortalidad por pesca. Por otro lado, utilizando como Punto de Referencia $F_{0.1}$, la mortalidad por pesca se debe reducir en 430%.

Conclusiones

La producción del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán ha permanecido estable desde la década de los años noventa; sin embargo, la mayor parte del esfuerzo pesquero está dedicada a extraer organismos inmaduros y se ejerce durante el periodo de reproducción, lo que afectará a la población en el mediano plazo.

Referencias bibliográficas

- AGUILAR, S.F.A. 1986. *Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico Mexicano Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) por el método de lectura

- de escamas. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM, México. 76p.
- AMEZCUA-LINARES, F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. PUAL, ICMYL-UNAM, INP, México. pp. 39-94.
- AMEZCUA-LINARES, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. ICMYL-UNAM, CONABIO, México. 184p.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt. 1957. *On the dynamics of exploited fish population*. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food 19, Reino Unido. 533p.
- BREY, T y D. Pauly. 1986. *Electronic length frequency analysis. A revised and expanded user's guide to ELEFAN 0,1 y 2*. ICLARM, Manila, Philippines. 50p.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del Estado de Colima. 1980-1987. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 9: 17-29.
- DEL MONTE-LUNA, P., R. Moncayo-Estrada y S. Sánchez-González. 2001. Determinación de la especie objetivo de la captura comercial registrada en La Cruz de Huanacastle, Nayarit, durante el periodo 1987-1997. *Ciencia Pesquera*, 15: 127-129.
- DOF. 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* del 15 de marzo de 2004, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección. 128p.
- ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, México. 160p.
- GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptada a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía-UNAM., México. 243p.
- GAYANILO, F.C. Jr. y D. Pauly (eds.). 1997. *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT)*. Reference Manual. FAO Computerized Information Series, Fisheries 8, Roma. 262p.
- GULLAND, J.A. 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. FAO/Wiley series on food and agriculture. Wiley Interscience, Chichester, Reino Unido. 223p.
- GULLAND, J.A. y L.K. Boerema. 1973. Scientific advice on catch levels. *Fish. Bull.*, 71(2): 325-335.
- HERNÁNDEZ, D., C. Meléndez-G. y C. Romero-A. 2002. *Evaluación de recursos pesqueros (escama) en la costa de Michoacán*. Informe interno. CRIP Pátzcuaro. INP-SAGARPA, Pátzcuaro, Mich. 17p.
- HOLDEN, M.J. y D.F.S. Raitt. 1975. *Manual de Ciencia Pesquera*. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. ONU/FAO. Doc. Tec. Sobre Pesca, 115. 207p.
- LUCANO-RAMÍREZ, G. 1998. *Ciclo reproductivo de Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae)*. Tesis de Maestría, Fac. Ciencias, UNAM, México. 83p.
- MADRID-VERA, J. 1990. *Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial*. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, México. 179p.
- MADRID-VERA, J., N.M.L. Gutiérrez y S.M. Herrera. 1989. *Parámetros ecológicos de las comunidades de peces del Litoral de Michoacán, México*. Informe interno. Biología de Campo. Fac. Ciencias, UNAM, México. 40p.
- MADRID-VERA, J., P. Sánchez y A.A. Ruiz-Luna. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific shelf of Michoacán, México. *Estuarine Coastal and Shelf Sci.*, 45: 485-495.
- OTT, R.L. 1993. *An introduction to statistical methods and data analysis*. Duxbury Press, EU. 1184p.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39(2): 175-192.
- PAULY, D. 1984. *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators*. ICLARM Stud. Rev. 8., Manila, Philippines. 344p.
- PÉREZ-MELLADO, J. y L.T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y N de Sinaloa. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. PUAL, UNAM-ICMYL, INP, México. pp. 201-251.
- PÉREZ-VIVAR, T.L. 1995. *Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México*. Tesis Profesional, UdeG, Guadalajara. 110p.
- RUIZ, S.H. 1983. *Reproducción del huachinango Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces Lutjanidae), del Pacífico Sur de México* Tesis Profesional. Facultad de Biología, U. Nal. Federico Villareal, Perú. 72p.
- RUIZ, S.H. A. Ocegueda, M. Guzman y S. Coronel. 1982. *Ciclo reproductor del huachinango, Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces Lutjanidae), del Pacífico Sur de México*. Informe de Investigación. UNAM-ICMYL, México. 15p.
- RUIZ-LUNA, A., E. Girón-B., J. Madrid-V. y A. González-B., 1985. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922). *Memorias del VIII Congreso Nacional de Zoología*, Morelia, Mich., México. pp. 188-201.
- SAGARPA. 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, México. 266p.
- SANTAMARÍA-MIRANDA, A., J.F. Elorduy-Garay, M. Villalejo-Fuerte y A.A. Rojas-Herrera. 2003. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop.*, 51(2): 489-502.
- SPARRE, P. y S.C. Venema. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos tropicales*. Manual FAO, Documento Técnico de Pesca 306/1, FAO, Roma. 420p.
- VAN DER HEIDEN, A.M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. PUAL, UNAM-ICMYL, INP, México. pp. 149-200.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.
- ZAR, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª. ed., Prentice Hall, EU. 662p.

Algunos parámetros biológicos del cocinero *Caranx caballus* en la costa de Colima, México

Manuel Gallardo Cabello*

Elaine Espino Barr**

Arturo Garcia Boa**

Esther Guadalupe Cabral Solís**

Marcos Puente Gómez**

Resumen

La edad del cocinero *Caranx caballus* se determinó por el método de la frecuencia de tallas ($N = 1736$) y por la lectura de las líneas de crecimiento de los otolitos sagittae ($N = 79$). Se identificaron cinco grupos de edad por el primer método y los parámetros de crecimiento fueron: $L_{\infty} = 55.38$ cm, $P_{\infty} = 3\ 841.65$ g, $K = 0.34$, $t_0 = -0.0084$ con una estimación de longevidad de $A_{0.95} = 8.82$ años. La lectura de otolitos arrojó cuatro grupos de edad y los parámetros fueron $L_{\infty} = 52.02$ cm, $P_{\infty} = 3\ 205.60$ g, $K = 0.362$, $t_0 = -0.085$ y $A_{0.95} = 8.20$ años. Los parámetros del crecimiento se compararon con los de otras especies del mismo género. También se estimaron el factor de condición y los índices gonadosomático, hepatosomático y de repleción gástrica. El factor de condición aumentó de abril a julio, tras un periodo de crecimiento en peso y de maduración gonadal. El índice gonadosomático se incrementó en junio, y en octubre este último fue de mayor magnitud, lo que coincidió con el aumento del índice de repleción gástrica y la disminución del hepatosomático. La semejanza de los resultados de este trabajo con el de otras evaluaciones realizadas a esta especie en la misma región sugiere que la biomasa de la población de *C. caballus* está en equilibrio.

Palabras clave: *Caranx caballus*, edad y crecimiento, frecuencia de tallas, otolitos, índices biológicos.

Introducción

Caranx caballus Günther, 1868 (Fig. 1) es una especie gregaria demersal y pelágica que vive sobre la plataforma continental del Pacífico central oriental, desde México hasta el norte del Perú (Chirichigno *et al.*, 1982). En la costa de Colima, México, se pesca durante todo el año y sus volúmenes de captura sólo son superados por los miembros de la familia Lutjanidae, compuesta por los pargos y huachinangos (Cruz-Romero *et al.*, 1996 a y b; Espino-Barr *et al.*, 2003); no obstante, por su escaso valor comercial no se registra en los anuarios estadísticos que incluyen la información de todo el país, ya que los carángidos se consideran como especies de segunda, segunda alta y tercera clase con un precio de \$ 5.00 por kilogramo en la playa y de \$8.00 a \$15.00 en el mercado (registrado entre los años 2003-2005), debido a ello se utilizan como carnada y para el consumo humano directo entre las clases sociales de más bajos ingresos.

Figura 1

Caranx caballus Günther, 1868



Esta especie, conocida localmente como “cocinero”, representó en promedio 6% de la producción pesquera total en el estado. Los avisos de arribo de los pescadores de Colima del intervalo 1980-2002¹, muestran que se pescaron entre nueve y 250 t anuales

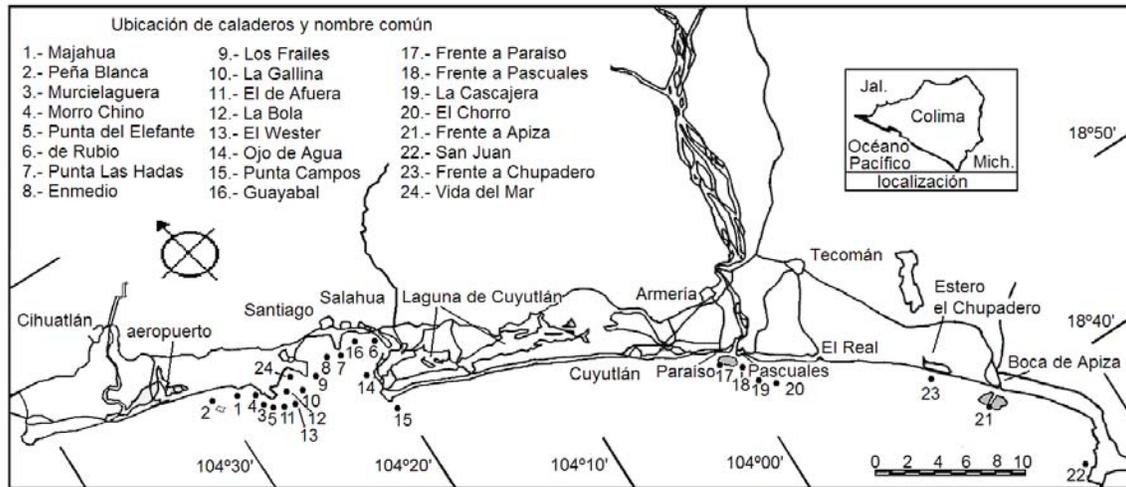
* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado Postal 70-305, CP: 04510, México, DF, correo electrónico: gallardo@mar.icmyl.unam.mx

** CRIP-Manzanillo, INP, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200, México, Tel: 01 (314) 33 32 37 50; Fax: 01(314) 33 32 37 51. Correo electrónico: elespino@gmail.com

1. Información proporcionada por la Oficina de Pesca de la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA del estado de Colima.

Figura 2

Mapa de los bajos pesqueros en la costa de Colima, México



de este carángido, con un promedio de 93 t. El esfuerzo pesquero por año se encontró entre tres mil y 28 mil viajes, mientras que la captura promedio por viaje fluctuó alrededor de los 4.5 kg, con pocas variaciones. Esta especie es más abundante de marzo a mayo y de septiembre a diciembre (Espino-Barr *et al.*, 2004). El cocinero es parte de la captura incidental de los peces pelágicos costeros de importancia comercial, como la sierra y el jurel. Los artes con los que se pesca son la red agallera, la almadraba, el chinchorro playero, la línea de mano, el curricán y la atarraya.

Los estudios de esta especie se refieren principalmente a su descripción taxonómica (Castro-Aguirre, 1978; Chirichigno *et al.*, 1982; van der Heiden, 1985; Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al.*, 1995). Los análisis biológico-pesqueros son escasos, aunque Cruz-Romero *et al.* (1986, 1988, 1989, 1993) y Espino-Barr (2000) analizaron algunos aspectos de esta pesquería en Colima.

Por otra parte, la determinación de la edad es indispensable para conocer la estructura de una población y analizar los cambios en su distribución y abundancia a lo largo del tiempo. Los métodos para estimar la edad pueden ser directos o indirectos: los primeros estudian las estructuras duras, como huesos y otolitos, en las que los materiales que las forman se depositan con una periodicidad estacional, y permiten distinguir zonas de crecimiento rápido y lento, y con ello determinar la edad y calcular los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy (1938). Los métodos indirectos consisten en el análisis de las tallas o longitudes para identificar, sobre las curvas polimodales que se forman en sus distribuciones de frecuencia, las agrupaciones que puedan corresponder a grupos de edad y con ellas estimar los parámetros de la ecuación

de crecimiento. Cabe mencionar que el uso de diferentes métodos da validez a los parámetros de crecimiento de una especie (Joseph, 1962).

A pesar que la familia Carangidae tiene gran diversidad de especies y muchas de ellas son protagonistas de pesquerías, hay poca información documentada sobre su ciclo de vida, por lo que con la finalidad de aportar información biológica básica para el estudio de la pesquería y su manejo, se calculó la edad por medio del análisis de la distribución de las frecuencias de tallas y de la identificación de los anillos de crecimiento en los otolitos sagittae. También se describieron las características del crecimiento y se obtuvieron los valores de los índices del factor de condición, gonadosomático, hepatosomático y de repleción gástrica, que pueden explicar las marcas de crecimiento y evidenciar la temporada de reproducción.

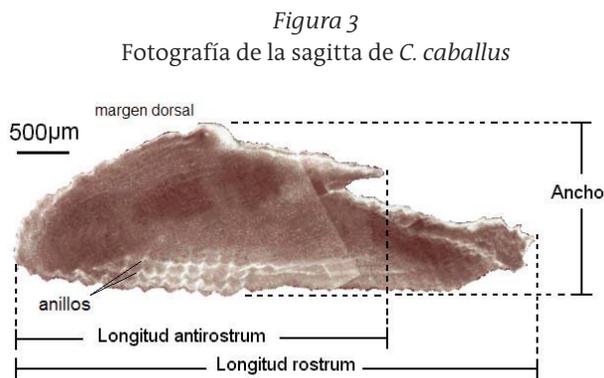
Los parámetros de crecimiento estimados con el método de frecuencia de tallas se compararon con los calculados por otros autores en esta misma región en la década de los noventa, con el propósito de evaluar los cambios, ya que éstos son un indicador de las variaciones en la estructura de la población como consecuencia de la pesca.

Métodos y materiales

El trabajo se dividió en dos fases: la primera consistió en coleccionar mensualmente aproximadamente 50 ejemplares ($N_{\text{total}} = 748$), capturados con la almadraba, el chinchorro playero, la línea de mano y las redes agalleras, con la intención de obtener representantes del mayor número de tallas posible. Estos organismos se llevaron al laboratorio del CRIP-Manzanillo, en

donde se registró la longitud total (L_{tot}), el peso del organismo entero (P) y eviscerado (Pe), así como el peso de las gónadas (Pg), el estómago (Pes) y el hígado (H), de cada ejemplar.

Por otro lado, cada mes se extrajeron los otolitos sagittae de tres a 10 organismos (79 en el año). El peso (Sp) de estas estructuras se determinó con una balanza analítica marca Ohaus Analytical Plus, y a cada una de ellas se le midió la longitud total del rostrum (Sr), antirostrum (San) y el ancho (Sa) siguiendo los criterios de Campana y Thorrold (2001). Las medidas se muestran en la figura 3.



El otolito sagitta se analizó con luz transmitida en un microscopio estereoscópico para detectar y cuantificar los anillos de crecimiento. La identificación se llevó a cabo en el borde dorsal del otolito, porque allí las líneas son más evidentes ya que se deposita más material que en otras áreas. El análisis se basó en el supuesto de que cada anillo representa un año de vida (Joseph, 1962).

Las longitudes (Sr , San , Sa) y el peso (Sp) de la sagitta se relacionaron con la L_{tot} del pez mediante una regresión potencial; posteriormente se aplicó el análisis de varianza para determinar la alometría y la significancia de los análisis (Zar, 1996). El número de anillos (equivalente a la edad) se relacionó con la longitud de la sagittae (Sr) y la L_{tot} con un análisis de regresión lineal de Pearson a 95% de confianza.

La segunda fase del muestreo se realizó en los centros de acopio de Manzanillo, Colima y consistió en un muestreo masivo, por lo que se midieron 988 organismos para determinar su longitud total (L_{tot}) y el peso (P) de los individuos completos.

Los histogramas de frecuencias de tallas, realizados con los datos de 1 736 individuos, se procesaron con el programa ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), incluido en el FISAT (FAO-Iclarm Stock Assessment Tools), para estimar las tallas promedio asociadas a cada grupo de edad (Gayanilo *et al.*, 1994).

Las constantes del crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (1938), L_{∞} , K y t_0 se determinaron con los métodos de Ford (1933), Walford (1946) y Gulland (1964) y se ajustaron con el método iterativo de convergencia por el algoritmo de interpolación de Newton (Burden y Faires, 1985) del programa Solver de Excel (Microsoft, 1992).

La relación peso-longitud se obtuvo con la función potencial:

Ec. 1
$$P = a L_{tot}^b$$

Donde: a es la ordenada al origen y b , la constante de la función. El tipo de crecimiento se determinó a partir del exponente b , para lo cual se aplicó una prueba de t -Student; cuando este valor es estadísticamente igual a tres indica que el crecimiento es isométrico (Ehrhardt, 1981; Mendenhall, 1987). El valor de confianza usado en la prueba fue de 95%. El crecimiento en peso se obtuvo sustituyendo Lt y L_{∞} por Pt y P_{∞} , respectivamente, en la ecuación de von Bertalanffy (1938), y aplicando la relación peso-longitud.

La ecuación de Taylor (1958 y 1960) se utilizó para calcular la edad límite o longevidad ($A_{0.95}$ ó 95% de la L_{∞}), característica dependiente de las condiciones del medio que permite comparar especies o épocas (Nikolsky, 1963). También se estimó la longevidad de esta especie y de otras del género *Caranx*, a partir de los datos reportados por otros autores, así como el índice Φ' (fi prima), con la fórmula $\Phi' = \log_{10} K + 2\log_{10} L_{\infty}$, para comparar la curva de crecimiento de las diferentes especies (Longhurst y Pauly, 1987; Pauly, 1991; Sparre y Venema, 1995).

Los valores mensuales del factor de condición se establecieron a partir del coeficiente a de la relación peso-longitud calculada tanto con el peso total (a_{tot}), como con el eviscerado (a_{evi}), los cuales son indicadores del estado de robustez de los individuos a lo largo del año (Safran, 1992).

El índice gonadosomático (IGS) y el hepatosomático (IHS) se determinaron de acuerdo con las fórmulas descritas por Rodríguez-Gutiérrez (1992):

Ec. 2
$$IGS = [Pg \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

Donde Pg es el peso de la gónada.

Ec. 3
$$IHS = [H \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

Donde H es el peso del hígado. El índice de repleción gástrica (IRG) se calculó con el método de Sierra y Potota (1982) citado en Rojas-Herrera (2001):

Ec. 4 $IRG = [Pes \cdot P^{-1}] \cdot 100$
 Donde Pes es el peso del estómago.

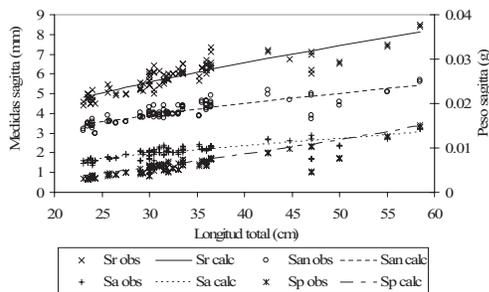
Resultados

Relación entre la longitud del otolito sagittae y la longitud total del pez

La figura 4 muestra la gráfica de las relaciones que guardan las medidas y el peso del otolito sagittae con respecto a la L_{tot} del pez; y la tabla 1, los parámetros de estas relaciones. Todas las regresiones fueron significativas ($p < 0.05$) y los coeficientes de determinación (r^2) se encontraron entre 0.82 y 0.91; en todos los casos la alometría fue negativa. El ancho de la sagittae fue la medida que presentó la correlación más alta con la L_{tot} del pez ($b = 0.674$; $r^2 = 0.86$).

Figura 4

Relación de la longitud total del pez (cm) y de la longitud del otolito sagitta (mm) de *C. caballus*



Longitud del rostrum (Sr), longitud del antirostrum (San), ancho del otolito (Sa) y peso del otolito (Sp).

Tabla 1

Parámetros de las regresiones elaboradas entre la longitud total (L_{tot}) de *C. caballus* (cm), las medidas del otolito (mm) y su peso (g). Todas las regresiones fueron significativas ($p < 0.05$)

Variables	a	b	n	r ²	F'
Longitud Rostrum	0.829	0.561	74	0.825	344
Longitud Antirostrum	0.722	0.496	78	0.838	392
Ancho	0.194	0.675	78	0.863	479
Peso	0.00004	1.457	74	0.915	776

La ecuación de la relación lineal entre el número de anillos (edad) y la longitud de la sagittae fue $Sr = 4.009 + edad \cdot 1.006$ ($r^2 = 0.788$; $p < 0.05$) y la longitud del pez fue $L_{tot} = 16.313 + (edad \cdot 9.256)$ ($r^2 = 0.863$; $p < 0.05$). Puesto que ambas relaciones fueron signifi-

cativas, es posible concluir que los otolitos describen el crecimiento de esta especie.

Crecimiento en longitud. El intervalo de tallas se encontró entre los 12 y 46 cm (Fig. 5), con medias mensuales de 20 a 26 cm, e intervalos de confianza promedio de ± 10 cm (Fig. 6).

La tabla 2 presenta las tallas medias observadas para cada grupo de edad de *C. caballus* calculadas por el análisis de frecuencias de tallas y la lectura del otolito sagittae, así como los valores estimados por el procedimiento iterativo. Los resultados de los dos métodos fueron similares para las primeras cinco edades, pero a partir de la sexta, las tallas calculadas por la técnica indirecta fueron más grandes que las obtenidas por el conteo de líneas de crecimiento. También se observó que durante el primer año de vida de *C. caballus*, el incremento en longitud fue mayor que en los años posteriores. El análisis de tallas muestra que entre las edades uno y dos, los peces crecieron 11.39 cm; entre la dos y la tres, 8.11 cm; entre la tres y la cuatro, 5.77 cm y 4.11 cm entre las edades cuatro y cinco. Las tallas estimadas por medio de la lectura de otolitos fueron menores, por lo que el crecimiento ocurrió de la siguiente forma: 10.96 cm de la edad uno a la dos, 6.88 de la dos a la tres y 5.60 de la tres a la cuatro. Por otro lado, los parámetros de crecimiento del análisis de frecuencia de tallas fueron: $L_{\infty} = 55.38$, $K = 0.340$ y $t_0 = -0.008$; y de la lectura de otolitos: $L_{\infty} = 52.02$, $K = 0.362$ y $t_0 = -0.085$.

En la tabla 2 se observa que las tallas promedio de cada grupo de edad calculadas en este trabajo, fueron mayores que las estimadas por Cruz-Romero *et al.* (1993), quienes sólo utilizaron el método de frecuencia de tallas, probablemente porque en este análisis se usó una muestra más grande.

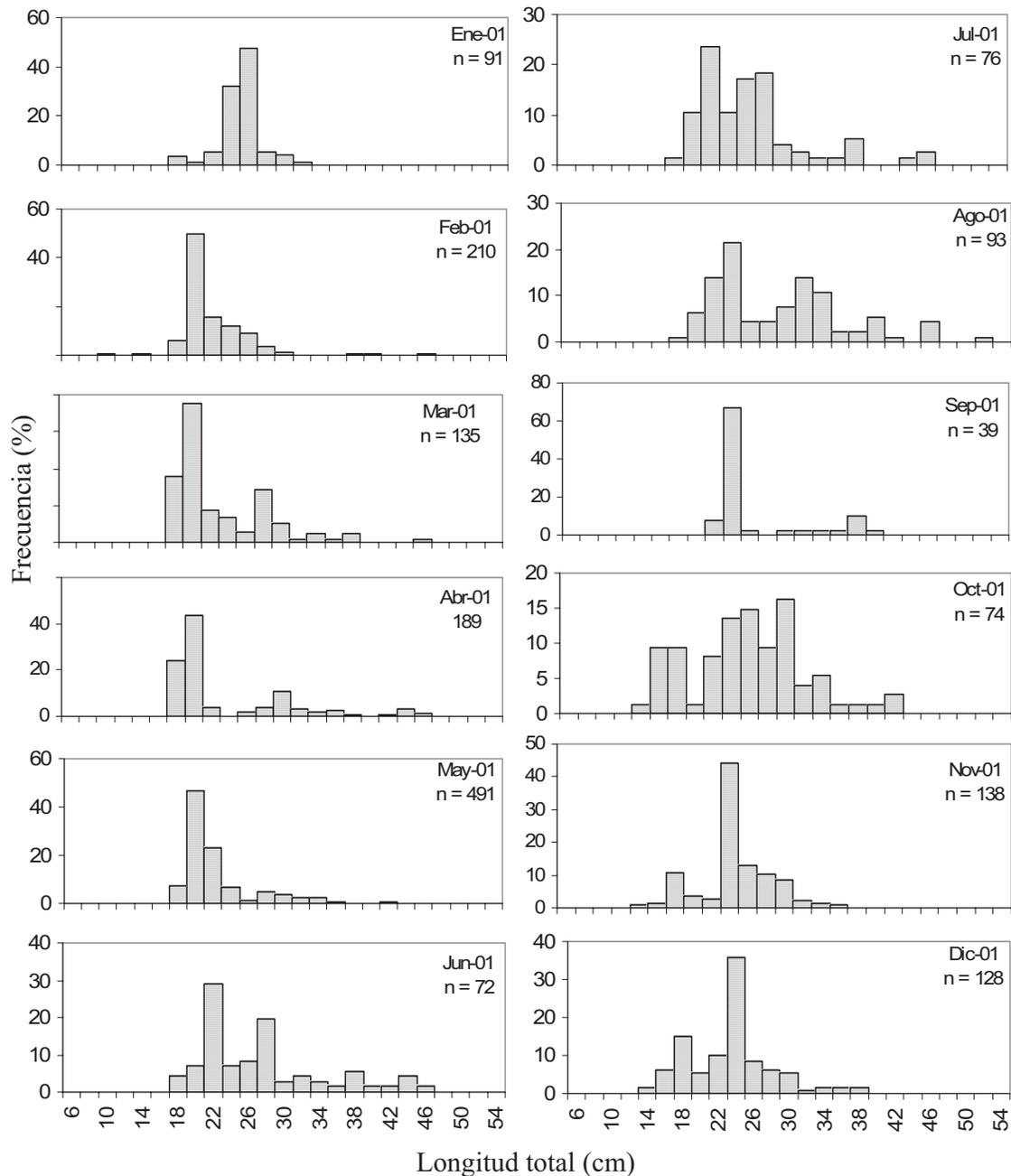
Tabla 2

Longitud total (L_{tot}) promedio (cm) observada y calculada para cada grupo de edad de *C. caballus*, con el método directo, frecuencia de tallas y ajustado con el algoritmo de Newton

Edad	Método				
	Otolitos		Frecuencia de tallas		
	$L_{tot} obs$	$L_{tot} calc$	$L_{tot} obs$	$L_{tot} calc$	$L_{tot} calc$ *
1	16.82	16.88	15.86	15.85	15.27
2	27.78	27.54	27.26	27.24	25.58
3	34.66	34.97	35.37	35.35	32.96
4	40.27	40.14	41.14	41.13	38.24
5		43.78	45.25	45.23	42.02
6		46.27		48.16	44.72
7		48.00		50.24	46.65
8		49.19		51.72	48.04

* Cruz-Romero *et al.* (1993).

Figura 5
Distribución de frecuencia de longitud total (cm) de cocinero *C. caballus*
en la costa de Colima durante 2001 (N = 1736)

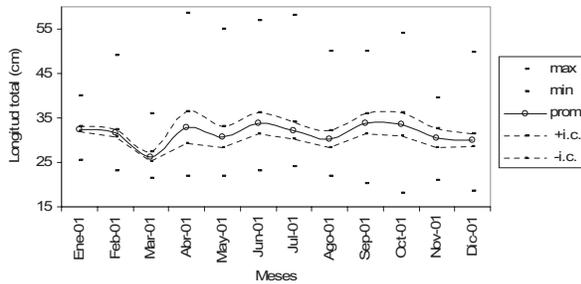


Crecimiento en peso. El coeficiente de crecimiento alométrico de la relación peso-longitud (b) fue de 2.91 con el animal entero y de 2.92 cuando estuvo eviscerado; ambos valores tienden a la isometría (Fig. 7), como lo muestra el análisis de *t-Student* ($t = 1.965$, $p > 0.05$).

Los valores del crecimiento teórico en peso total (P) y eviscerado (Pe), para cada edad, obtenidos con los dos métodos, se muestran en la *tabla 3*. Los valores del peso obtenidos por medio del análisis de la frecuencia de tallas fueron: $P_{\infty} = 3\ 841.65$ g y $Pe_{\infty} = 3\ 486.65$ g, y por la lectura de otolitos, $P_{\infty} = 3\ 205.60$ g y $Pe_{\infty} = 2\ 905.04$ g. Las diferencias entre los resulta-

Figura 6

Distribución de los valores máximos (max.), mínimos (min.), promedio (prom.) e intervalos de confianza a 95% (i.c.) de la longitud mensual de *C. caballus*



dos se deben a los modelos empleados, ya que el método indirecto tiende a sobreestimar los parámetros.

En la tabla 4 se muestran los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para varias especies del género *Caranx*, estimados con la L_{tot} del pez. La familia Carangidae está compuesta por especies de gran variedad de tamaños, desde las que miden 41 cm hasta las que alcanzan 1.80 m. El índice Φ' de la familia se encontró entre 2.5 y 3.53, los valores más bajos correspondieron a las especies de crecimiento más lento y de mayor tamaño.

Longevidad (Edad $A_{0.95}$). *Caranx caballus* podría alcanzar 95% de su L_{∞} a los 8.82 años, según los resultados del análisis de frecuencia de tallas, y a los 8.20 años, de acuerdo con la lectura de otolitos. Esta edad correspondería a un organismo de 50 cm de longitud y un peso promedio de tres kilogramos.

Índices biológicos

En la figura 8 se presentan los valores mensuales del factor de condición (a), estimado con el organismo entero y eviscerado, así como de los índices gonadosomático (IGS), hepatosomático (IHS) y de repleción gástrica (IRG). Los valores más altos del factor de condición se observaron en julio y septiembre, y los incrementos de abril a julio, de manera paralela en los organismos con y sin vísceras, resultado de la temporada de crecimiento y de maduración gonadal.

Durante todo el año se colectaron hembras maduras; sin embargo, el IGS fue elevado en junio y octubre (Fig. 8), lo que indica que probablemente ocurrieron desoves masivos en los meses siguientes. Por otro lado, los altos valores del IRG registrados durante los periodos marzo - abril y septiembre - octubre, muestran que durante esos meses la alimentación fue más intensa, en preparación para la maduración de las gónadas.

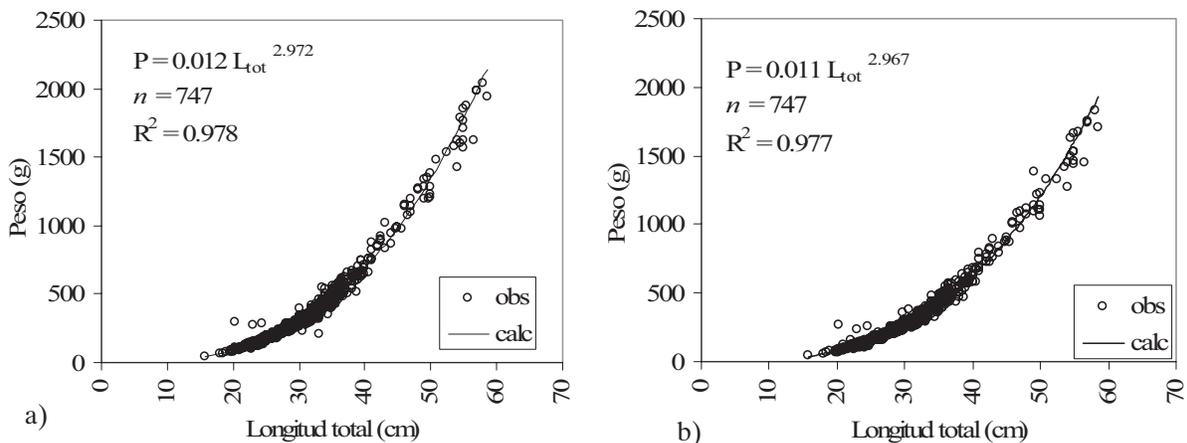
La tendencia del IHS fue positiva en el periodo febrero-junio y negativa entre julio y octubre; puesto que en este último intervalo la tendencia fue inversa a la del IGS, se sugiere que es resultado del desove de junio-julio.

Discusión

Mucho se ha escrito acerca de los problemas para evaluar el crecimiento de las especies tropicales (Manooch III, 1987); uno de ellos es que la reproducción

Figura 7

Relación entre la longitud total (L_{tot}) y a) el peso total (Pt) y b) el peso eviscerado (Pe) de *C. caballus*



Nota: obs = observado; calc = calculado.

Tabla 3

Pesos promedio total a cada (Pt) y eviscerado (Pe), expresados en gramos, de los organismos de cada grupo de edad

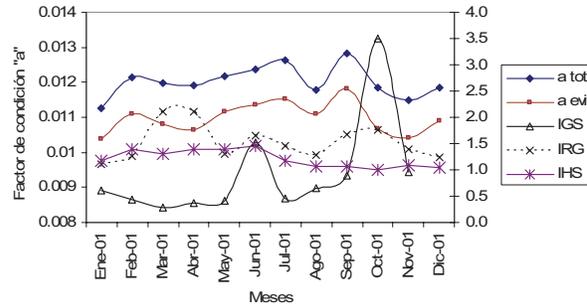
Edad	Método			
	Frecuencia de tallas		Otolitos	
	Pt	Pe	Pt	Pe
1	101	90	121	108
2	488	439	504	453
3	1 041	940	1 009	910
4	1 616	1 462	1 508	1 362
5	2 132	1 931	1 941	1 755
6	2 558	2 318	2 280	2 063
7	2 894	2 623	2 536	2 297
8	3 149	2 856	2 725	2 468

ocurre durante todo el año, aunque con pulsos importantes (Grimes, 1987). En este caso se supone que el desove es anual y que la periodicidad de los anillos de crecimiento en los otolitos mantiene la misma frecuencia (Longhurst y Pauly, 1987). Las variaciones de los índices biológicos sugieren que hay dos periodos de desove en el año; no obstante, los valores elevados de los r^2 obtenidos de las regresiones elaboradas entre el número de anillos y las longitudes del otolito y el pez, sugieren que el supuesto es válido y que estas estructuras sirven para evaluar el crecimiento de la población de cocinero de Manzanillo.

El método de frecuencia de tallas tiende a sobreestimar los parámetros de crecimiento y las distribuciones de frecuencia pueden estar sesgadas, dependiendo del arte de pesca empleado, pero tiene las ventajas de que incorpora mayor número de organismos, el muestreo es muy fácil de llevar a cabo y el método es más sencillo de aplicar. Por otro lado, la

Figura 8

Valores mensuales de los índices del factor de condición a del peso total (a_{tot}) y eviscerado (a_{evi}), gonadosomático (IGS), hepatosomático (IHS) y de repleción gástrica (IRG)



determinación de la edad por medio del conteo de los anillos de crecimiento en los otolitos, permite evaluar los resultados obtenidos del análisis de las tallas.

En este trabajo las tallas promedio calculadas con los dos métodos fueron similares para los individuos de hasta cinco años; a partir de la edad seis, tanto los anillos como las modas empezaron a traslaparse porque la velocidad de crecimiento es menor y por tanto se reduce la eficiencia de los dos métodos. Por otra parte, puesto que el intervalo de tallas de poco más de 95% de los organismos se encontró entre 12 y 44 cm, es posible suponer que la edad estimada a partir del método indirecto es adecuada.

La semejanza entre las características del crecimiento descritas por Cruz-Romero *et al.* (1993) y en este trabajo, sugiere que los procesos de reclutamiento y crecimiento de las poblaciones de *C. caballus* se encuentran en equilibrio con la mortalidad (natural y por pesca), de modo que la pesca ribereña sustrae

Tabla 4

Valores de los parámetros de crecimiento y longevidad para distintas especies del género *Caranx*

Especie	Autor	Lugar	L_{∞} (cm)	K	t_0	$A_{0.95}$	Φ'
<i>Caranx ruber</i>	García-Arteaga y Reshetnikov (1985)	Cuba	56.00	0.100	-1.728	33.42	2.50
<i>Caranx ignobilis</i>	Sudekum <i>et al.</i> (1991)	Hawai, EU	183.80	0.100	-0.097	30.06	3.53
<i>Caranx melampygus</i>	Sudekum <i>et al.</i> (1991)	Hawai, EU	89.70	0.230	-0.044	13.07	3.27
<i>Caranx caninus</i>	Torres-Aguilar (2002)	Michoacán, México	119.90	0.080	-1.572	39.02	3.06
<i>Caranx caninus</i>	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1993)	Colima, México	74.41	0.260	-0.250	11.77	3.16
<i>Caranx caninus</i>	Espino-Barr <i>et al.</i> **	Colima, México	76.00	0.260	-0.069	11.59	3.18
<i>Caranx bucculentus</i>	Brewer <i>et al.</i> (1994)	Australia	53.88	0.305	*	9.82	2.95
<i>Caranx crysos</i>	Goodwin y Johnson (1986)	Norte del Golfo de México, EU	41.20	0.350	-1.17	9.73	2.77
<i>Caranx sexfasciatus</i>	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1993)	Colima, México	75.58	0.339	-0.063	8.90	3.29
<i>Caranx caballus</i>	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1993)	Colima, México	51.51	0.335	-0.03	8.97	2.95
<i>Caranx caballus</i>	Este estudio (frecuencia de tallas)	Colima, México	55.38	0.340	-0.008	8.82	3.02
<i>Caranx caballus</i>	Este estudio (otolitos)	Colima, México	52.02	0.362	-0.085	8.20	2.99

* No reportado.

**Véase el trabajo de Espino-Barr *et al.* sobre *Caranx caninus* en este mismo libro.

cantidades que no afectan a la biomasa de la población. Cruz-Romero *et al.* (1993) encontraron que el índice de crecimiento alométrico fue negativo (2.78); sin embargo, en este estudio se obtuvo un valor más próximo a la isometría (2.91), posiblemente porque la diversidad de tallas fue mayor, aunque también es probable que las condiciones ambientales en las que se desarrollaron los organismos evaluados en este trabajo hayan sido más favorables.

En la *tabla 4* se observa la tendencia inversa que presentan los parámetros de crecimiento K (0.08 a 0.26) con respecto a L_{∞} y la longevidad de *C. caninus*, *C. ruber*, *C. ignobilis* y *C. melampygus*. *Caranx caballus* pertenece a las especies de menor tamaño que presentan mayor valor del índice K y menor L_{∞} y longevidad, como es el caso de *C. crysos* y *C. bucculentus*. Estos parámetros también están relacionados con el hábitat y el nicho de las especies (Nikolsky, 1963). En cuanto a las diferencias en el crecimiento entre los resultados de Cruz-Romero *et al.* (1993) y de este trabajo, se pueden explicar por diversas situaciones que tienen que ver con la población (e.g. presiones inter e intraespecíficas, migraciones), que requieren estudiarse en un área más extensa para tener una mejor idea de los cambios que presenta.

En los periodos de reproducción, disminuye el índice de reservas grasas (IHS), ya que el desgaste corporal del pez es muy grande (Nikolsky, 1963). Asimismo, en las etapas previas al desove o durante este proceso, el índice de repleción gástrica tiende a aumentar como resultado del incremento en la alimentación, lo que favorece la formación de los productos sexuales tanto en calidad, como en cantidad.

Conclusiones

Según el método de análisis de frecuencia de tallas, la longevidad de *C. caballus* es de 8.823 años y su ecuación de crecimiento $L_{tot} = 55.38 [1 - e^{-0.34(t+0.0084)}]$; por el método de lectura de otolitos, su longevidad es de 8.20 años y la ecuación es: $L_{tot} = 52.02 [1 - e^{-0.362(t+0.085)}]$. La similitud de los resultados obtenidos con los dos métodos validó los resultados del análisis de frecuencia de tallas.

El factor de condición aumentó desde abril hasta julio y septiembre, tras un periodo de crecimiento en peso y de maduración gonadal. El índice gonadosomático se incrementó en junio y en octubre, este último fue de mayor magnitud, lo que coincidió con el aumento del índice de repleción gástrica y la disminución del hepatosomático. Estas variaciones sugieren que el desove ocurrió en junio-agosto y octubre-noviembre y el periodo de crecimiento en primavera.

La semejanza de los resultados de este trabajo con el de otras evaluaciones realizadas a esta especie en la misma región, sugiere que la biomasa de la población de *C. caballus* está en equilibrio.

Referencias bibliográficas

- ALLEN, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, México. 327p.
- BREWER, D.T., S.J.M. Blaber, D.A. Milton y J.P. Salini. 1994. Aspects of the biology of *Caranx bucculentus* (Teleostei: Carangidae) from the Gulf of Carpentaria, Australia. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 45(3): 413-427.
- BURDEN, R.L. y J.D. Faires, 1985. *Análisis Numérico*. Iberoamérica, México. 620p.
- CAMPANA, S.E. y S.R. Thorrold. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 30-38.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Depto. Pesca, INP, Serie Científica 19, México. 298p.
- CHIRICHIGNO, N., W. Fischer y C.W. Nawen (comps.). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. INFOPECA. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. FAO/PNUD, SIC/82/2, Roma. 588p.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y R. Macías-Zamora, 1986. Análisis de la captura de escama ribereña del Estado de Colima. Temporada 1980-1985. *Memorias en extenso del VII Congreso Nacional de Oceanografía*. SEPESCA-INP, Ensenada, B.C. pp. 313-322
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1988. Estimación preliminar del índice de rendimiento máximo sostenible para la captura de escama ribereña. *Acta Científica Potosina*, 10(2): 109-123.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería Ribereña del Estado de Colima. 1980-1987. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 9: 17-29
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1993. Carán-gidos: aspectos biológico-pesqueros en el litoral colimense. *Cuad. Mex. Zool.*, 1(2): 81-88.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1996a. Estudio de aproximación del rendimiento máximo sostenible de la pesca ribereña en el Estado de Colima. *Ciencia Pesquera*, 12: 30-35
- CRUZ-ROMERO, M., E.A. Chávez, E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1996b. Assessment of a snapper complex (*Lutjanus* spp.) of the Eastern Tropical Pacific, En: F. Arreguín-Sánchez, J.L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.). *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers*. ICLARM Conf. Proc. 48, México. pp. 324-330.
- EHRHARDT, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1a.Parte. Estimación de parámetros poblacionales*. INP, México. 150p.
- ESPINO-BARR, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis de Doctorado, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Tecmán. 84p.
- ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima*, México. CONABIO, CRIP-Manzanillo INP, Manzanillo. 106p.

- ESPINO-BARR, E., M. Gallardo-Cabello, E.G. Cabral-Solís, A. García-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Aspectos biológico pesqueros del jurel Caranx caninus Günther, 1868 y del cocinero Caranx caballus Günther 1868, en la costa de Colima*. Informe interno. CRIP-Manzanillo, INP, SAGARPA, Manzanillo. 37p.
- FISCHER, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (ed.). 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. Vols. II y III, FAO, Roma. pp. 644-1813.
- FORD, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 19: 305-384.
- GARCÍA-ARTEAGA, J.P. y Y.S. Reshetnikov. 1985. Age and growth of the barjack (*Caranx ruber*) off the coast of Cuba. *J. Ichthyol.*, 25: 120-131.
- GAYANILO, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1994. *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries), 6, Roma, FAO. 186p.
- GOODWIN, J.M. y A.G. Johnson. 1986. Age, growth, and mortality of blue runner, *Caranx crysos* from the northern Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science*, 8(2): 107-114.
- GRIMES, C.B. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Westview Press, EU. pp. 239-294.
- GULLAND, J.A. 1964. *Manual of methods of fish population analysis*. FAO Fish. Tech. Paper, 40, Roma. 60p.
- JOSEPH, D.C. 1962. Growth characteristics of two Southern California Surf-fishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. The Resources Agency of California. *Dep. of Fish and Game. Fish Bull.*, 119: 1-54.
- LONGHURST, A.R. y D. Pauly. 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, San Diego. 407p.
- MANOOCH III, C.S. 1987. Age and growth of snappers and groupers. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Westview Press Boulder, EU. pp. 329-373.
- MENDENHALL, W., 1987. *Introduction to probability and statistics*. PWS-Kent Publishing, EU. 884p.
- MICROSOFT, 1992. *Manual de usuario. Referencia de funciones*. Microsoft Excel, EU. 702p.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, Londres. 351p.
- PAULY, D. 1991. Growth performance in fishes: rigorous description of patterns as a basis for understanding causal mechanisms. *ICLARM Contribution* 793, 4(3): 3-5.
- RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. AGT, México. 79p.
- ROJAS-HERRERA, A.A. 2001. *Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México*. Tesis doctoral, UdeC, Tecomán. 194p.
- SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.*, 112: 545-551.
- SPARRE, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1 - Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma. 420p.
- SUDEKUM, A.E., J.D. Parrish, R.L. Radtke y S. Ralston. 1991. Life history and ecology of large jacks in undisturbed, shallow, oceanic communities. *Fish. Bull.*, 89: 493-513.
- TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil*, 23(3): 366-370.
- TAYLOR, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality—the Pacific cockle. *J. Conseil*, 26(1): 177-124.
- TORRES-AGUILAR, M. 2002. *Estudio preliminar de edad y crecimiento del jurel, Caranx caninus (Günther, 1867), con base en vértebras y espinas, en las costas de Guerrero y Michoacán*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 56p.
- VAN DER HEIDEN, A.M. 1985. Taxonomía. Biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La Pesca acompañante del camarón*. Progr. Univ. de Alimentos. ICMYL, UNAM, IPN, México. pp. 149-200.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.
- WALFORD, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, 90(2): 141-147.
- ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3a. ed., Prentice Hall, EU. 662p.

Aspectos biológico pesqueros del jurel *Caranx caninus* Günther, 1868, en la costa de Colima

Elaine Espino Barr*
Manuel Gallardo Cabello**
Esther Guadalupe Cabral Solís*
Arturo Garcia Boa*
Marcos Puente Gómez*

Resumen

Se describen características biológicas, poblacionales y pesqueras del jurel (*Caranx caninus*); ya que aunque esta especie se captura incidentalmente, puede ser un indicador del “estado de salud” de la pesca ribereña de Colima. Con el análisis de las frecuencias de las tallas (N = 1021) se identificaron seis grupos de edad; los parámetros de crecimiento y la longevidad fueron: $L_{\infty} = 104.1$ cm; $P_{\infty} = 13\ 895.99$ g; $K = 0.18$; $t_0 = -0.067$ y $A_{0.95} = 16.7$ años. El crecimiento fue isométrico. En un año muere 47.8% de la población reclutada: 27.5% por causas naturales y 72.4% por pesca. El desove fue mayor en mayo y noviembre, mientras que la alimentación fue más activa en invierno y en la época de lluvias. La captura promedio entre 1982 y 2002 fue de 88 (± 67.26) t·año⁻¹, aproximadamente 6% de la captura total. El rendimiento máximo sostenible es de 176.08 t según el modelo de Schaefer y de 119.68 t según el de Fox; el esfuerzo óptimo estimado por cada modelo fue de 15 660 viajes y 15 625 viajes, respectivamente. El rendimiento por recluta (162 g·recluta⁻¹) podría llegar a 770 g·recluta⁻¹ retrasando la edad de primera captura de 1.5 a 4.5 años. Los parámetros biológicos sugieren que la población de jurel y la comunidad íctica permanecen estables, aunque no debe incrementarse el esfuerzo pesquero.

Palabras clave: *Caranx caninus*, edad y crecimiento, pesquería, abundancia, estado de la población y de la comunidad.

Introducción

El jurel *Caranx caninus* (Fig. 1) es una especie pelágica y costera que habita desde las costas de California, EU, hasta el norte del Perú (Chirichigno *et al.*, 1982). Forma cardúmenes y es de hábitos migratorios; es depredador y se alimenta de peces e invertebrados. Durante su fase juvenil se introduce a las lagunas costeras. (Fischer *et al.*, 1995).

Figura 1
Caranx caninus, Günther, 1868



En el litoral del estado de Colima (México) el jurel se captura durante todo el año, aunque de manera incidental durante la pesca de la sierra (*Scomberomorus sierra*). Es posible obtener esta especie con diversos sistemas de pesca, como la almadraba¹, el chinchorro playero, el curricán, la red agallera y la atarraya. El jurel se considera una especie de tercera clase, por lo que su valor económico es de \$8.00 el kilogramo en la playa y \$15.00 en el mercado (precio en 2006). No obstante, su importancia radica en su abundancia, ya que la familia Carangidae representa hasta 15% de la captura promedio anual total (Cruz-Romero *et al.*, 1993).

Se han realizado algunos estudios sobre la descripción taxonómica (Castro-Aguirre, 1978; Chirichigno *et al.*, 1982; Van der Heiden, 1985), aspectos

* CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, CP. 28200, México, Tel: 01 (314) 33 32 37 50; Fax: 01(314) 33 32 37 51; Correos electrónicos: eespino@gmail.com y escama@webtelmex.net.mx

** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado Postal 70-305, CP. 04510, México, DF. Correo electrónico: gallardo@mar.icmyl.unam.mx

1. Véase el trabajo de Espino-Barr *et al.* (en este mismo libro) para información sobre los volúmenes capturados en la almadraba que se instala en la Bahía de Santiago (municipio de Manzanillo, Colima).

generales de la pesquería (Ramírez-Granados, 1977; Cruz-Romero *et al.*, 1987, 1988, 1989a, 1989b, 1990; Espino-Barr, 2000; Espino-Barr *et al.*, 2003, 2004) y la biología de esta especie (Cruz-Romero *et al.*, 1993); sin embargo, aún se desconocen muchos aspectos de su ciclo de vida. Por otro lado, aunque la importancia económica del *C. caninus* es pequeña, los cambios en los parámetros biológicos y pesqueros de su población pueden servir como un indicador de las condiciones de la comunidad íctica del litoral del estado de Colima.

Existen varios métodos para describir la dinámica poblacional. Los análisis sobre la edad y el crecimiento son necesarios para comprender las fluctuaciones de la biomasa de las poblaciones en el tiempo y en el espacio (Ehrhardt, 1981). Por otro lado, las variaciones de los índices gonadosomático y de repleción gástrica contribuyen a entender los procesos de crecimiento y maduración gonádica, así como de la dinámica trófica de las poblaciones en estudio (Saucedo-Lozano, 2000).

El índice del factor de condición, que se calcula a partir de la relación peso-longitud, muestra las variaciones en el peso de los organismos durante un ciclo anual (Safran, 1992). Los parámetros de crecimiento, la mortalidad y las relaciones morfométricas se utilizan en modelos matemáticos que estiman el rendimiento con diferentes valores de explotación (Beverton y Holt, 1957; Ehrhardt, 1981; Sparre y Venema, 1995) y proporcionan criterios para el manejo del recurso.

En este trabajo se estimaron las tallas promedio para cada edad, así como los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (1938), la longevidad y la mortalidad (Ricker, 1948; Taylor, 1958 y 1960). También se describen los periodos de reproducción y aquellos en los que la alimentación es más activa, sobre la base de las variaciones de los índices del factor de condición, gonadosomático y de repleción gástrica. Asimismo, se incluye la descripción de algunas características de la pesquería y sugerencias para su regulación con base en el rendimiento por recluta (Beverton y Holt, 1957). El propósito de este trabajo fue incrementar el conocimiento del ciclo de vida de esta especie, describir su papel en la pesca ribereña y comparar los parámetros de crecimiento con los estimados por Cruz-Romero *et al.* (1993) para detectar los cambios en la población y la comunidad.

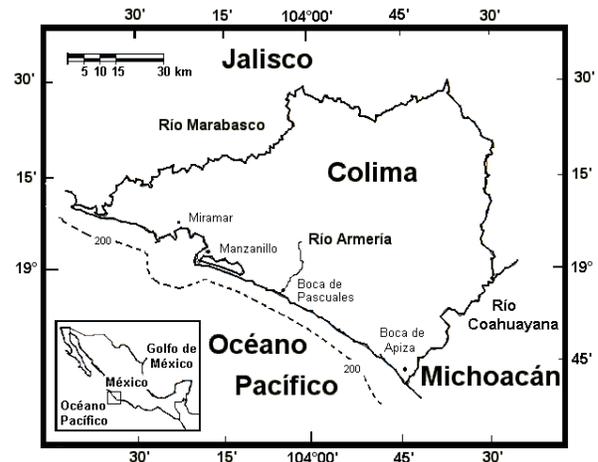
Métodos y materiales

Parámetros biológicos

Entre enero y diciembre de 2002 se obtuvieron mensualmente 50 ejemplares ($N_{\text{total}} = 600$) de jurel

C. caninus de la pesca ribereña de Manzanillo (Fig. 2). La mayoría de estos organismos fue capturada con el chinchorro playero. De cada individuo se anotaron la longitud total (L_{tot}), el peso total (P) y eviscerado (Pe), así como el peso de las gónadas (Pg) y del estómago (Pes).

Figura 2
Centros de acopio de la pesquería ribereña de Colima, México



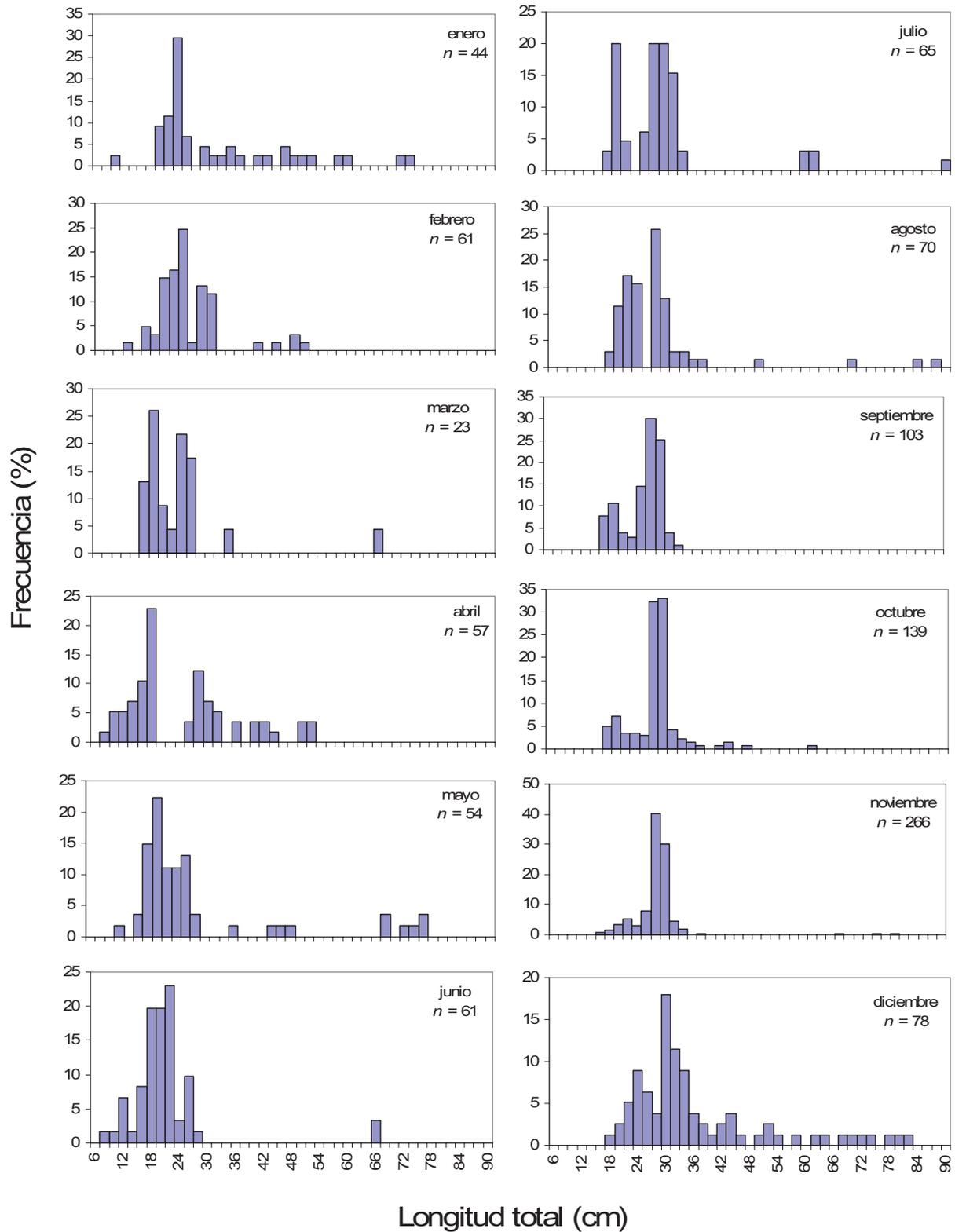
Durante el muestreo también se midieron y pesaron organismos enteros; a partir de los datos obtenidos se elaboraron histogramas de frecuencia de la L_{tot} (Fig. 3), que se analizaron con el programa ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), incluido en el FISAT (FAO-Iclarm Stock Assessment Tools) (Gaynilo *et al.*, 1994) para determinar las tallas promedio para cada grupo de edad (L_t). Posteriormente se calcularon los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy (1938):

$$\text{Ec. 1} \quad L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Donde: L_{∞} es la longitud infinita, valor teórico que limita la curva de crecimiento; K es la velocidad a la que la curva alcanza la asíntota y controla la forma de la curva; t_0 es la longitud teórica en la edad 0. Las constantes se ajustaron por medio de iteraciones realizadas por el algoritmo de interpolación de Newton (Burden y Faires, 1985) incluido en la función Solver de Excel (Microsoft, 1992). El parámetro t_0 se generó de la sustitución de K y L_{∞} en la fórmula de Gulland (1964):

$$\text{Ec. 2} \quad t_0 - t + \frac{1}{K} * h \frac{(L_{\infty} - L_t)}{L_{\infty}}$$

Figura 3
Histogramas de distribución de frecuencia relativa de tallas (N = 1 021)



Para establecer la relación peso-longitud (P-L) se utilizó la función $P = a L_{\text{tot}}^b$; la alometría se determinó a partir del análisis del exponente b y una prueba de *t-Student*. El peso en cada edad fue calculado a partir de la ecuación de crecimiento en longitud y de la relación P-L_{tot}; sustituyendo L_t y L_{∞} por P_t y P_{∞} , respectivamente en la ecuación de von Bertalanffy (1938). El factor de condición es equivalente a la constante a de la relación peso-longitud y se estimó con el peso del organismo entero y eviscerado (Safran, 1992).

La edad límite o longevidad es el lapso de tiempo requerido para alcanzar 95% de la L_{∞} , y se obtuvo empleando la ecuación de Taylor (1958 y 1960).

$$\text{Ec. 3} \quad A_{0.95} = -\ln(1-0.95) / K + t_0$$

La talla de primera captura es igual al valor de los percentiles de 25% (L_{25}) y 50% (L_{50}) de la distribución de frecuencia acumulada de los organismos con madurez reproductiva. La edad de esas tallas se determinó por sustitución en la ecuación de von Bertalanffy (1938).

La mortalidad (Z) se calculó por el método de la curva de captura linealizada a edades relativas (Ricker, 1948; Pauly, 1984):

$$\text{Ec. 4} \quad \ln C(t, t+1) = g - Z \cdot t$$

Donde Z = mortalidad total; C = captura para cada intervalo de edad; g = término constante de ordenada al origen.

La mortalidad natural se estimó con la fórmula de Taylor (1960):

$$\text{Ec. 5} \quad M = -\ln(1-0.95) (A_{0.95})^{-1}$$

Mientras que la mortalidad por pesca (F) se obtuvo por la diferencia entre Z y M, sobre la base de la función $Z = F + M$. La sobrevivencia (S) se relaciona con la tasa intrínseca de mortalidad total (Z) de la siguiente manera:

$$\text{Ec. 6} \quad S = e^{-Z}$$

El índice gonadosomático (IGS) se determinó de acuerdo con la fórmula descrita por Rodríguez-Gutiérrez (1992):

$$\text{Ec. 7} \quad IGS = [Pg \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

El índice de repleción gástrica (IRG), se calculó de acuerdo con Sierra y Popota (1982) citados en Rojas-Herrera (2001):

$$\text{Ec. 8} \quad IRG = [Pes \cdot P^{-1}] \cdot 100$$

Características de la pesquería

La información sobre la captura de esta especie se extrajo de los avisos de arribo del estado de Colima del periodo 1982–2002, proporcionados por la Oficina de Pesca de la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA de ese estado. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se estimó a partir de muestreos realizados mensualmente en cuatro centros de acopio de la costa de Colima (Fig. 2), entre 1982 y 2002. El viaje se utilizó como indicador de la unidad de esfuerzo (González-Becerril *et al.*, 2000).

Los modelos de Schaefer (1957) y Fox (1970) se utilizaron para calcular el rendimiento máximo sostenible (RMS) en relación con el esfuerzo óptimo (f_{opt}). El modelo de Schaefer es:

$$\text{Ec. 9} \quad C_i = a \cdot f_i + b \cdot f_i^2$$

Donde: C_i = captura anual en toneladas; f_i = esfuerzo de pesca en miles de viajes anuales; a y b = constantes del modelo lineal:

$$\text{Ec. 10} \quad C_i / f_i = a + b \cdot f_i$$

Donde: C_i / f_i = captura por unidad de esfuerzo (o CPUE) expresada en toneladas, sobre miles de viajes.

El rendimiento máximo sostenible (RMS) y el esfuerzo óptimo (f_{opt}) se determinaron a partir de:

$$\text{Ec. 11} \quad RMS = -0.25 \cdot a^2 / b$$

$$\text{Ec. 12} \quad f_{\text{opt}} = -0.5 \cdot a / b$$

El modelo de Fox (1970) es:

$$\text{Ec. 13} \quad C_i = f_i \cdot e^{(c + d \cdot f_i)}$$

Donde: C_i = captura anual en toneladas; f_i = esfuerzo de pesca en miles de viajes anuales; c y d = parámetros del modelo:

$$\text{Ec. 14} \quad \ln(C_i / f_i) = c + d \cdot f_i$$

Los valores de RMS y f_{opt} según el modelo de Fox son:

$$\text{Ec. 15} \quad RMS = -(1/d) \cdot e^{(c-1)}$$

$$\text{Ec. 16} \quad f_{\text{opt}} = -1/d$$

El rendimiento por recluta (Y/R) se determinó con el modelo de Beverton y Holt (1957):

Ec. 17

$$Y/R = F \cdot e^{-M(Tc-Tr)} \cdot P_{\infty} \left(\frac{1}{Z} - \frac{3 \cdot Si}{Z+K} + \frac{3 \cdot Si^2}{Z+2K} - \frac{Si^3}{Z+3K} \right)$$

donde: $Si = e^{(-K \cdot Tc - t_0)}$; Tc = edad de primera captura; Tr = edad de reclutamiento al arte de pesca; P_{∞} = peso correspondiente a la longitud asintótica L_{∞} .

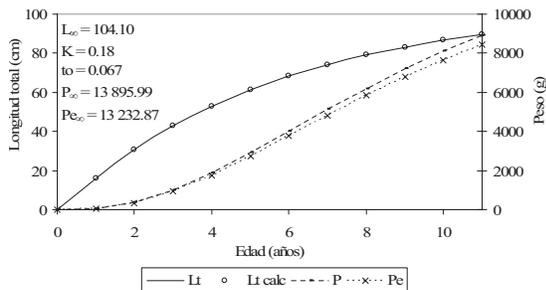
Resultados

Crecimiento

Las tallas promedio estimadas para cada grupo de edad de *C. caninus* con el método del ELEFAN (Gayanilo *et al.*, 1994) se observan en la *tabla 1*. En el primer año el organismo crece 16.08 cm y alcanza 57 g de peso total y 50 g eviscerado; en ese periodo ocurre el mayor incremento en longitud (Fig. 4), mientras que en los años siguientes el crecimiento disminuye, así, entre la edad uno y dos el incremento es de 14.5 cm; de la dos a la tres de 12.11 cm, de la tres a la cuatro de 10.12 cm, de la edad cuatro a la cinco de 8.45 cm y de la cinco a la seis de 7.06 centímetros.

Figura 4

Curva de crecimiento teórico en longitud total (Lt), peso total (Pt) y peso eviscerado (Pe) de *C. caninus*



La *tabla 1* presenta los valores del crecimiento teórico en peso total y eviscerado, para cada edad. Por otro lado, el tipo de crecimiento fue isométrico, ya que el coeficiente de alometría con el peso entero ($b = 2.944$; $t = 0.561 < t_{0.05(2)897}$) y eviscerado ($b = 2.985$; $t = 0.875 < t_{0.05(2)686}$), no fue significativamente diferente de tres (Fig. 5).

Longevidad (Edad $A_{0.95}$). La edad teórica a la que el pez alcanza 95% de la longitud infinita (L_{∞}) es de 16.7 años. En la *tabla 2* se proporcionan los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy y las tallas promedio para cada edad de varias especies del género *Caranx*, así como su longevidad, estimada con el método de Taylor (1958 y 1960). Las especies de mayor

Tabla 1

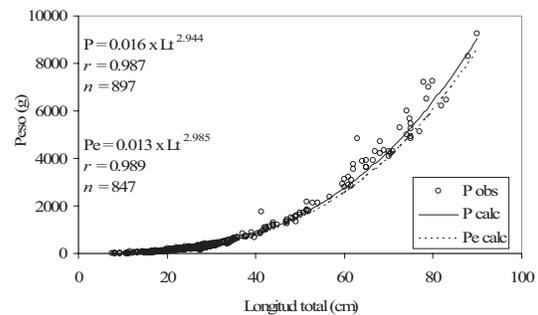
Longitud total promedio (cm) y peso total y eviscerado (g) para cada grupo de edad (años) de *C. caninus*

Edad	Longitud total (cm) *	Peso total (g)	Peso eviscerado (g)
1	16.08	57	50
2	30.58	377	342
3	42.69	1 008	925
4	52.81	1 885	1 746
5	61.26	2 918	2 719
6	68.32	4 022	3 765
7	74.21	5 131	4 819
8	79.14	6 201	5 839
9	83.25	7 197	6 791
10	86.69	8 108	7 664
11	89.56	8 924	8 446

* Resultados del análisis con FISAT (Gayanilo *et al.*, 1994), ajustados con Solver (Microsoft, 1992)

Figura 5

Relación entre la longitud total (Lt) y el peso total (Pt) y el peso eviscerado (Pe) de *C. caninus*



talla son más longevas (Polovina y Ralston, 1987). En este trabajo se encontró un valor medio entre el de Torres-Aguilar (2002) y el de Cruz-Romero *et al.* (1993), debido a que los métodos de evaluación son sensibles a las características de la muestra (Espino-Barr, 2000). Se utilizaron organismos con tallas de ocho a 90 cm (Fig. 3), mientras que Cruz-Romero *et al.* (1993) analizaron peces de 13 a 84 centímetros.

Mortalidad. La mortalidad total ($Z = 0.65$) y la sobrevivencia ($S = 0.522$), indican que en un año muere 47.80% de la población reclutada: 27.58% por causas naturales ($M = 0.179$) y 72.42% por pesca ($F = 0.471$).

Índices biológicos. En la figura 6 se presentan los valores mensuales del factor de condición (a) y de los índices gonadosomático (IGS) y de repleción gástrica (IRG). Estos indicadores muestran que los periodos en que el desove fue más abundante ocurrieron después de los máximos del IGS, en mayo y noviembre. Durante el segundo trimestre del año las tendencias del IRG y el factor de condición fueron negativas, mientras

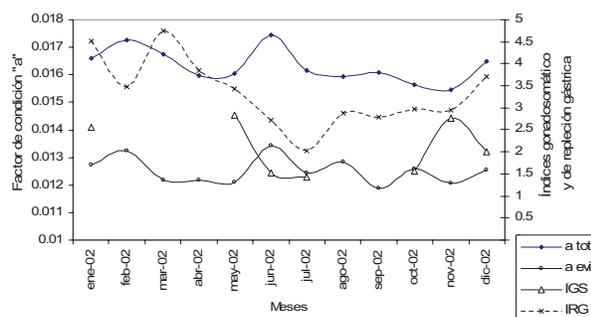
Tabla 2
Parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy y tallas promedio para cada edad de varias especies del género *Caranx*

Autor	García-Arteaga y Reshetnikov (1985)	Goodwin y Johnson (1986)	Sudekum et al. (1991)	Sudekum et al. (1991)	Cruz-Romero et al. (1993)	Cruz-Romero et al. (1993)	Gallardo-Cabello et al. *	Cruz-Romero et al. (1993)	Torres-Aguilar (2002)	Este trabajo
Lugar	Cuba	Norte del Golfo, EU	Hawaii, EU	Hawaii, EU	Colima, México	Colima, México	Colima, México	Colima, México	Michoacán, México	Colima, México
Especie	<i>C. ruber</i>	<i>C. crysos</i>	<i>C. ignobilis</i>	<i>C. melampygus</i>	<i>C. sexfasciatus</i>	<i>C. caballus</i>	<i>C. caballus</i>	<i>C. caninus</i>	<i>C. caninus</i>	<i>C. caninus</i>
L_{∞} (cm)	56.00	41.20	183.80	89.70	75.58	51.51	55.38	74.41	111.90	104.10
K	0.100	0.350	0.100	0.230	0.339	0.335	0.340	0.260	0.080	0.180
t_0	-1.728	-1.170	0.097	0.044	0.063	0.030	0.008	0.250	-1.572	0.067
$A_{0.95}$	29.96	8.56	29.96	13.03	8.84	8.94	8.81	11.52	37.45	16.70
Edad	*									
1	13.37	21.92	15.87	17.71	20.57	14.29	15.85	13.18	20.81	16.08
2	17.43	27.62	31.85	32.50	36.39	24.89	27.24	27.20	27.81	30.58
3	21.10	31.63	46.31	44.25	47.65	32.46	35.35	38.01	34.28	42.69
4	24.42	34.45	59.39	53.59	55.68	37.89	41.13	46.34	40.25	52.81
5	27.42	36.45	71.23	61.01	61.40	41.76	45.23	52.77	45.76	61.26
6	30.14	37.85	81.95	66.90	65.48	44.54	48.16	57.72	50.84	68.32
7	32.60	38.84	91.64	71.59	68.38	46.52	50.24	61.54	55.54	74.21
8	34.83	39.54	100.41	75.31	70.45	47.94	51.72	64.49	59.87	79.14
9	36.85	40.03	108.34	78.27	71.93	48.96	52.78	66.76	63.87	83.25
10	38.67		115.52	80.62				68.51	67.56	86.69
11	40.32		122.02	82.48				69.86	70.97	89.56
12	41.81		127.90	83.96				70.90	74.12	
13	43.16		133.22	85.14					77.02	
14	44.38		138.03						79.70	
15	45.49		142.39						82.18	

* Véase las características del crecimiento de *C. caballus* en este mismo libro.

Figura 6

Valores mensuales de los índices del factor de condición (a_{tot} = peso total y a_{evi} = eviscerado), del gonadosomático de hembras (IGS) y de repleción gástrica (IRG)



que durante el segundo semestre la tendencia del IRG fue positiva.

La pesquería. La producción promedio durante el período 1980-2002 fue de 88 (± 67.26) toneladas (Fig. 7), con grandes fluctuaciones a lo largo de los años y un esfuerzo pesquero variable entre mil y 40 mil viajes por año. El volumen pescado de jurel corresponde aproximadamente a 6% (entre uno y 12%) de la captura total en la costa de Colima, la que a su vez representa 3.5% del total de la costa del Pacífico mexicano (SAGARPA, 2003).

Los valores promedio mensuales de la producción y la CPUE varían poco a lo largo del año, aunque la captura aumenta de septiembre a enero (Fig. 8a) y la CPUE de marzo a abril, así como en septiembre (Fig. 8b). Este gráfico (Fig. 8b) muestra valores negativos, resultado de la variabilidad de la producción, ya que esta especie forma parte de la captura incidental y no es objetivo.

Figura 7
Captura (t) y esfuerzo relativo (número de viajes) de *C. caninus* en la pesca ribereña de Colima, de 1980 a 2002

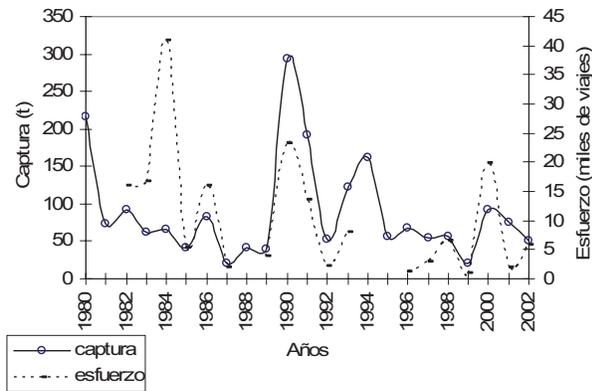
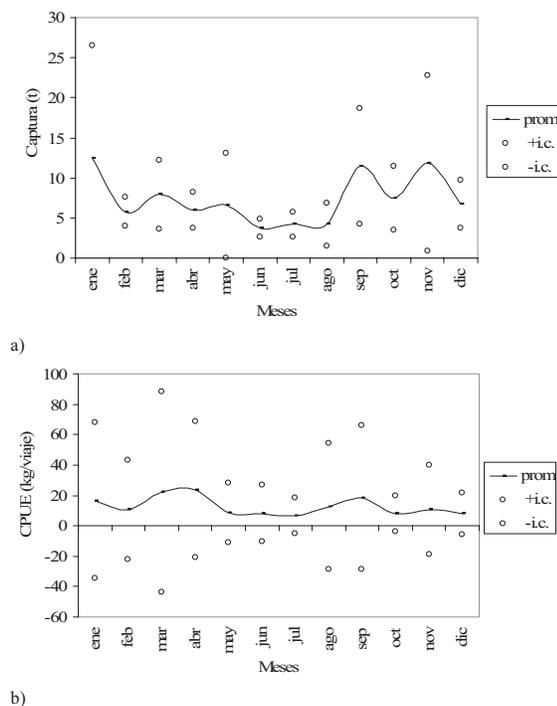


Figura 8
Valores promedio e intervalo de confianza de a) la captura (t) y b) la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) mensuales de *C. caninus*

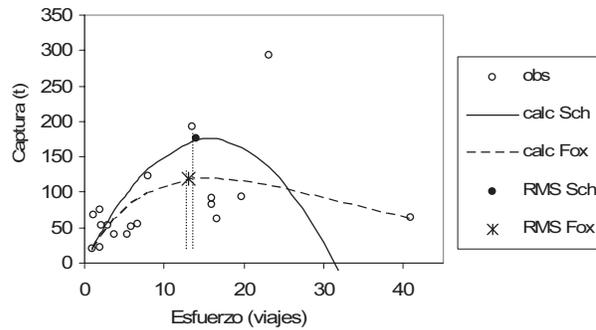


Fuente: a) Oficina de Pesca del estado de Colima de 1982 a 2002 (N = 275) y b) muestreos en zonas de acopio de 1982 a 2002 (N = 572).

El rendimiento máximo sostenible según Schaefer es de 176.083 toneladas anuales con un esfuerzo óptimo de 15 660 viajes y, según Fox, de 119.680 t con

15 625 viajes. Esto muestra que la pesquería alcanzará en algunos años el valor máximo de captura sugerido por los modelos, por lo que es recomendable no incrementar el esfuerzo pesquero (Fig. 9).

Figura 9
Ajuste de los métodos de Schaefer (calc Sch) y Fox (calc Fox) a los datos de captura y esfuerzo del jurel *C. caninus*, de 1983 a 2002



Rendimiento por recluta. Los resultados del análisis de rendimiento por recluta indican que la mortalidad por pesca ($F = 0.471$) es mayor a la $F_{max} = 0.2$ (Fig. 10), por lo que el esfuerzo debe disminuir y la edad de primera captura debe aumentar.

La figura 11 muestra que en 2002 se pescaban organismos de 1.5 años, de modo que el rendimiento era pequeño ($L_{tot} = 23.6$ cm y $P = 162$ g). En esa misma figura se observa que con el mismo esfuerzo pesquero, pero retrasando la edad de primera captura a 4.5 años, sería posible obtener un rendimiento de 770 g·recluta⁻¹ ($L_{tot} = 53$ cm).

Figura 10
Rendimiento por recluta del jurel *C. caninus* de la costa de Colima, en 2002

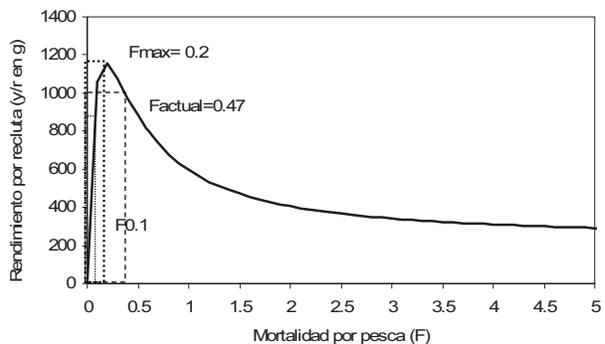
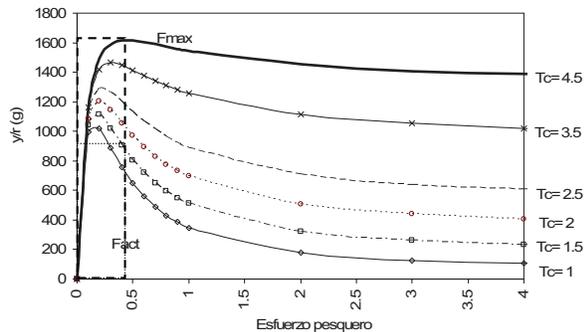


Figura 11

Simulación del rendimiento por recluta (y/R), variando la talla de primera captura (T_c) con datos de la jurel de la costa de Colima, 2002



Discusión y Conclusiones

Ciclo de vida

Las variaciones del IGS junto con las del factor de condición (a) y de repleción gástrica (IRG) muestran que los principales periodos de desove ocurren en mayo y noviembre; en esos meses, a y el IRG disminuyen, porque durante la freza el desgaste corporal es muy grande. Por el contrario, los valores máximos del IRG se presentan durante las temporadas en las que la alimentación es más activa, lo que ocurre principalmente durante el invierno, cuando la productividad de la región es elevada como resultado de los afloramientos de agua subsuperficial que se producen en la costa de Colima, y durante la época de lluvias (mayo a julio).

La actividad reproductiva del jurel difiere de la del cocinero *C. caballus*, cuyos meses de reproducción son junio y octubre (véase el trabajo de Gallardo-Cabello *et al.* en este libro). El desfase existente entre las temporadas reproductivas de las dos especies puede ser una forma de evitar la competencia entre ellas (Ibáñez-Aguirre, 1995; Rojas-Herrera, 2001). Estas dos especies difieren principalmente en el tamaño, ya que tienen características y comportamientos muy similares. Desde el punto de vista pesquero se capturan de la misma manera.

La longevidad es un valor teórico (Taylor, 1958) que se estima a partir de la fórmula de von Bertalanffy (Taylor, 1960); la información obtenida del jurel y otras especies de carángidos indican que su longevidad supera los ocho años. En Colima se encontraron valores de 11.5 y 16.7 años (Cruz-Romero *et al.*, 1993 y este trabajo), mientras que en Guerrero y Michoacán (Torres-Aguilar, 2002) de 37 años, dato que es muy elevado para un pelágico costero. Esta especie, así como las poblaciones de *C. caninus* de Michoacán (Torres-

Aguilar, 2002), *C. ruber*, *C. ignobilis* y *C. melampygus* se encuentran entre los carángidos más longevos.

Los resultados de la comparación de los parámetros de crecimiento de diferentes especies del género *Caranx* (Tabla 2) muestran que cuando el valor del índice K (0.26 a 0.35) es más grande, la pendiente de la curva es más pronunciada y la L_{∞} se alcanza con mayor rapidez, como ocurre en *C. crysos*, que crece 21.92 cm en el primer año, como una estrategia para sobrevivir a la depredación (Margalef, 1980).

Características de la población y la comunidad

La elevada presión pesquera modifica la estructura de las poblaciones y de las comunidades. Los cambios significativos en las tallas promedio de cada edad y de los parámetros de crecimiento a lo largo del tiempo, son síntomas de la sobreexplotación de las poblaciones (Espino-Barr, 2000); mientras que las variaciones en la proporción que representa la captura de esta especie indican las modificaciones que sufre la comunidad de peces (Bundy y Pauly, 2001; Arreguín-Sánchez, 2006).

Las tallas estimadas para cada edad fueron ligeramente más elevadas que las calculadas en otros dos trabajos realizados sobre esta especie (Tabla 2), en los que se utilizaron el análisis de frecuencia de tallas (Cruz-Romero *et al.*, 1993) y el reconocimiento de anillos de crecimiento en las vértebras y las espinas (Torres-Aguilar, 2002); puesto que los métodos indirectos para calcular los parámetros de edad y crecimiento deben ser validados con técnicas directas (Joseph, 1962), y que las diferencias no fueron significativas en las primeras tres edades, a las que correspondió la mayoría de los organismos, es posible concluir que el método aplicado en este estudio describe adecuadamente el crecimiento.

Por otro lado, los parámetros de crecimiento estimados en este trabajo fueron más elevados que los reportados por Cruz-Romero *et al.* (1993), porque los individuos analizados eran de mayor tamaño, pero dado que no ha habido cambios en los artes empleados en su captura, es posible suponer que las poblaciones se han mantenido estables a pesar de las fluctuaciones ambientales y la extracción pesquera.

El índice de crecimiento alométrico encontrado por Cruz-Romero *et al.* (1993) fue menor a tres ($b = 2.28$), mientras que en este trabajo no fue significativamente diferente de ese valor. Este índice tiene cambios intra-anales e interanales, ya que depende en gran medida de la relación del organismo con su medio (Espino-Barr, 2000) y es inversamente proporcional al factor de condición (Safran, 1992). Es probable que el valor del índice obtenido en este trabajo

sea consecuencia de condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de los organismos que las prevalecientes hace poco más de una década.

Otros elementos que permiten plantear esta hipótesis son la “reducción” del parámetro K , así como de Z y F , detectadas al comparar los resultados de Cruz-Romero *et al.* (1993) y este trabajo. El parámetro Z disminuyó de 0.79 a 0.65 y M se mantuvo en 0.24. Por otro lado, el rendimiento por recluta, estimado con el modelo de Beverton y Holt (1957), destaca la importancia de proteger a los individuos de tallas pequeñas con el propósito de incrementar la captura.

Las diferencias del parámetro K reportado por Cruz-Romero *et al.* (1993), y en este trabajo, tal vez también indiquen variaciones en las presiones inter e intraespecíficas, que deberán ser estudiadas con mayor detalle para obtener mejores indicadores del estado de las poblaciones que componen la pesquería ribereña de Colima.

La producción de esta especie en el litoral colimense varía de un año a otro, de manera proporcional a la captura total, como otras muchas especies de la pesca ribereña, (Cruz-Romero *et al.*, 1995; Espino-Barr, 2000). Por otro lado, las variaciones de la CPUE muestran que hay dos periodos en los que *C. caninus* es más abundante: primavera (marzo y abril); y otoño (septiembre). Esta especie es migratoria (Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al.*, 1995), por lo que su abundancia a lo largo del año está relacionada con el desplazamiento de los cardúmenes. Por otro lado, los cambios en la producción a lo largo de la serie de tiempo es probable que también reflejen esos movimientos.

El análisis del rendimiento máximo sostenible por los métodos de Schaefer (1957) y Fox (1970), aunque podría considerarse como un ejercicio exploratorio (Larkin, 1977), muestra que en algunos años se han pescado cantidades similares (1993-1994) e incluso muy superiores de las máximas recomendables (1990), mientras que en otros se podría haber capturado un mayor volumen (2001-2002). Es probable que las variaciones en los parámetros de crecimiento y mortalidad sean resultado de los cambios en la intensidad del esfuerzo aplicado entre 1990 y 2002. La evaluación de Cruz-Romero *et al.* (1993) se llevó a cabo en los primeros años de la década de los noventa, después de un periodo en que el esfuerzo fue intenso y cuando las condiciones ambientales correspondieron a un evento El Niño, que disminuyó la productividad en el Pacífico (Blackburn, 1956; Laevastu, 1995), mientras que para el muestreo correspondiente a este trabajo las condiciones fueron casi normales. Esto indica que es necesario analizar la productividad

costera para contar con elementos que permitan explicar estos cambios.

Los análisis biológico-pesqueros de las especies de segunda categoría comercial, como es el caso del jurel, forman parte del gran análisis de la pesquería ribereña y del estudio de la comunidad íctica costera. Cabe señalar que aunque esta especie se captura incidentalmente, su presencia puede ser un indicador de la salud de la pesca ribereña en Colima; la serie de tiempo muestra que el porcentaje de la familia Carangidae representa 18% ($\pm 6\%$) de la producción total y de jurel es de aproximadamente 6%. Puesto que esta proporción no se ha modificado sustancialmente en el periodo analizado, indica que se ha mantenido el equilibrio entre las diferentes poblaciones de peces explotadas por la pesca ribereña.

Referencias bibliográficas

- ALLEN, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, México. 327p.
- ARREGUIN-SÁNCHEZ, F. 2006. Pesquerías de México. En: P. Guzmán-Amaya y D. Fuentes-Castellanos (eds.). *Pesca, Acuacultura e Investigación en México*. Comisión de Pesca, Cámara de Diputados, México. pp. 13-36.
- BEVERTON, R.J.H. y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B. (2 Sea Fish)*, 19:533p.
- BLACKBURN, M. 1956. Real and apparent changes in size of marine animal populations during the Australian fisheries investigations. *J. Du Conseil Intern. pour l'Exploration de la Mer*, 21(3): 284-295.
- BUNDY, A. y D. Pauly. 2001. Selective harvesting by small-scale fisheries: ecosystem analysis of San Miguel Bay, Philippines. *Fish. Res.*, 53: 263-281.
- BURDEN, R.L. y J.D. Faires. 1985. *Análisis Numérico*. Iberoamérica, México. 620p.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica 19. Depto. Pesca, INP, México. 298p.
- CHIRICHIGNO, N., W. Fischer y C.W. Nawen (comps.). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. INFOPECA. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. FAO/PNUD, SIC/82/2, Roma. 588p.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1988. Estimación preliminar del índice de rendimiento máximo sostenible para la captura de escama ribereña. *Acta Científica Potosina*, 10(2): 109-123.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1989a. Lista de peces del litoral Colimense. INP-SEPESCA, *Serie: Documentos de Trabajo Año*, 1(9): 1-21.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1989b. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del estado de Colima, 1980-1987. *Boletín Informativo CRIP-Manzanillo*, 9: 17-29.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1990. *Evaluación del potencial de la pesca ribereña del estado de Colima*.

- Informe Técnico. CRIP-Manzanillo, INP-SEPECA, Manzanillo. 20p.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1993. Carángidos: aspectos biológico-pesqueros en el litoral colimense. *Cuad. Mex. Zool.*, 1(2): 81-88.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y R. Macías-Zamora, 1987. Análisis de la captura de escama ribereña del estado de Colima. Temporada 1980-1985. *Memorias en extenso del VII Congreso Nacional de Oceanografía*. UABC, SEPECA-INP, Ensenada, BC. pp. 313-322.
- EHRHARDT, N. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1ª Parte. Estimación de parámetros poblacionales*. INP, México. 150p.
- ESPINO-BARR, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multispecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis de Doctorado, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Tecomán. 84p.
- ESPINO-BARR, E., E.G. Cabral-Solís, A. García-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México*. SAGARPA-INP, México. 145p.
- ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, CRIP-Manzanillo, INP, Manzanillo. 106p.
- FISCHER, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (eds.). 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. Vols. II y III, FAO, Roma. pp. 644-1813.
- FOX, W.W. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99: 80-88.
- GARCÍA-ARTEAGA, J.P. y Y.S. Reshetnikov. 1985. Age and growth of the bar jack (*Caranx ruber*) off the coast of Cuba. *J. Ichthyol.*, 25: 120-131.
- GAYANILO, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1994. *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 6, Roma, FAO. 186p.
- GONZÁLEZ-BECERRIL, A., E. Espino-Barr, M. Cruz-Romero y A. Ruiz-Luna. 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. *Ciencias Marinas*, 26(1): 113-124.
- GOODWIN, J.M. y A.G. Johnson. 1986. Age, growth, and mortality of blue runner, *Caranx crysos* form the northern Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Science*, 8(2): 107-114.
- GULLAND, J.A. 1964. Manual of methods of fish population analysis. FAO Fish. Tech. Paper. 40, Roma. 60p.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. 1995. *Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de Mugil cephalus (Linneo, 1758) y M. curema (1836) (Pisces: Mugilidae) en la laguna de Tamiahua, Veracruz*. Tesis doctoral, UNAM, México. 216p.
- JOSEPH, D.C. 1962. Growth characteristics of two southern California surf fishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. *Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull.*, 119: 1-54.
- LAEVASTU, T. 1995. *Marine climate, weather and fisheries*. John Wiley & Sons, Nueva York. 204p.
- LARKIN, P.A. 1977. An epitaph for the concept of maximum sustained yield. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106(1): 1-11.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Planeta, España. 252p.
- MICROSOFT. 1992. *Manual de usuario*. Referencia de funciones. Microsoft Excel. EU. 702p.
- PAULY, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev.* 8, Philippines. 344p.
- POLOVINA, J.J. y S. Ralston. 1987. *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Westview Press Boulder, Londres. 659p.
- RAMÍREZ-GRANADOS, R. 1977. *Estudio de la factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Col.* Depto. Pesca, México. 338p.
- RICKER, W.E. 1948. Methods of estimating vital statistics of fish population. *Indiana Univ. Publ. (Sci. Ser.)* 15: 101p.
- RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. AGT, México. 79p.
- ROJAS-HERRERA, A.A. 2001. *Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México*. Tesis doctoral, UdeC, Tecomán. 194p.
- SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.*, 112: 545-551.
- SAGARPA. 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, México. 266p.
- SAUCEDO-LOZANO, M. 2000. *Alimentación natural de juveniles de Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) y Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México*. Tesis de Maestría, PICP, UdeC., Tecomán. 68p.
- SCHAEFER, M.B. 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bull.*, 2(6): 245-285.
- SPARRE, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1 - Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma. 420p.
- SUDEKUM, A.E., J.D. Parrish, R.L. Radtke y S. Ralston, 1991. Life history and ecology of large jacks in undisturbed, shallow, oceanic communities. *Fish. Bull.*, 89: 493-513.
- TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil*, 23(3): 366-370.
- TAYLOR, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality—the Pacific cockle. *J. Conseil*, 26(1): 177-124.
- TORRES-AGUILAR, M. 2002. *Estudio preliminar de edad y crecimiento del jurel, Caranx caninus (Günther, 1867), con base en vértebras y espinas, en las costas de Guerrero y Michoacán*. Tesis de Maestría, UNAM, México. 56p.
- VAN DER HEIDEN, A.M., 1985. Taxonomía. Biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. Progr. Univ. de Alimentos. ICMYL, UNAM, IPN. pp. 149-200.
- VON BERTALANFFY, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.

Dinámica poblacional de la lisa *Mugil curema* (Valenciennes, 1836), en la laguna de Cuyutlán, Colima

Esther Guadalupe Cabral Solís^{*}
Elaine Espino Barr^{**}
Manuel Gallardo Cabello^{***}
Ana Laura Ibáñez Aguirre^{***}

Resumen

Con el fin de obtener información que ayude en la evaluación de la pesquería de tipo artesanal en la Laguna de Cuyutlán, se estudió la dinámica de la población de la lisa *Mugil curema*. Para ello se determinaron la edad y el crecimiento a partir del método de lectura de escamas; se identificaron seis grupos de edad y se obtuvo una ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para todos los individuos: $L_{\infty} = 364.7$ mm, $P_{\infty} = 456.61$ g, $K = 0.219$, $t_0 = -1.557$, y la longevidad ($A_{0.95}$) de 15 años. Las hembras fueron más grandes y longevas. Los parámetros de crecimiento de esta población difirieron de los de otras localidades probablemente por las condiciones del medio en que habitan. También se estimaron la mortalidad, la sobrevivencia y la tasa de explotación a partir de la información de los muestreos. Los resultados fueron: $Z = 0.80$, $M = 0.20$, $F = 0.60$, $S = 0.449$, $E = 0.75$, que indican que la lisa de la laguna de Cuyutlán está sobreexplotada, mientras que el volumen de las capturas obtenidas entre 1988 y 2000 mostró que la producción va en declive. Es necesario tomar medidas para que la población se recupere.

Palabras clave: *Mugil curema*, edad, escamas, validación de la edad, ecuación de von Bertalanffy, crecimiento, longevidad, mortalidad, tasa de explotación.

Introducción

Mugil curema (Cuvier y Valenciennes, 1836) (Fig. 1) se distribuye desde Cabo Cod, Estados Unidos a Brasil

en el Atlántico y de Bahía Magdalena, México a Chile en el Pacífico (Jordan y Everman, 1896). Esta especie, conocida comúnmente como lisa, liseta o lebrancha, es una importante fuente de alimento en varios países y es consumida tradicionalmente en México, tanto en las costas del Golfo de México como en la del Pacífico, por lo que hay registros estadísticos continuos sobre su producción. En 1997 la captura de lisa *Mugil curema* fue de 10 737 t, de las cuales el litoral del Pacífico aportó 31% (3 326 t) y el área del Golfo de México y el Caribe 70.41% (7 025 t), y el estado de Colima sólo 4.7% (SAGARPA, 2003). Los pocos estudios que se han realizado sobre esta especie se han enfocado en su ecología y la dinámica de sus poblaciones (Angell, 1973; Richards y Castagna, 1976; Álvarez-Lajonchere, 1976, 1979, 1981; Phillips *et al.*, 1989; Pérez-García e Ibáñez-Aguirre, 1992; Ibáñez-Aguirre y Leonart, 1996; Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 1996 a, b, c; Ibáñez-Aguirre *et al.*, 1999). Los individuos de esta especie viven normalmente en lagunas costeras en condiciones que varían desde salobres hasta hipersalinas, aunque migran al mar para reproducirse.

Figura 1
Mugil curema (Valenciennes, 1836)



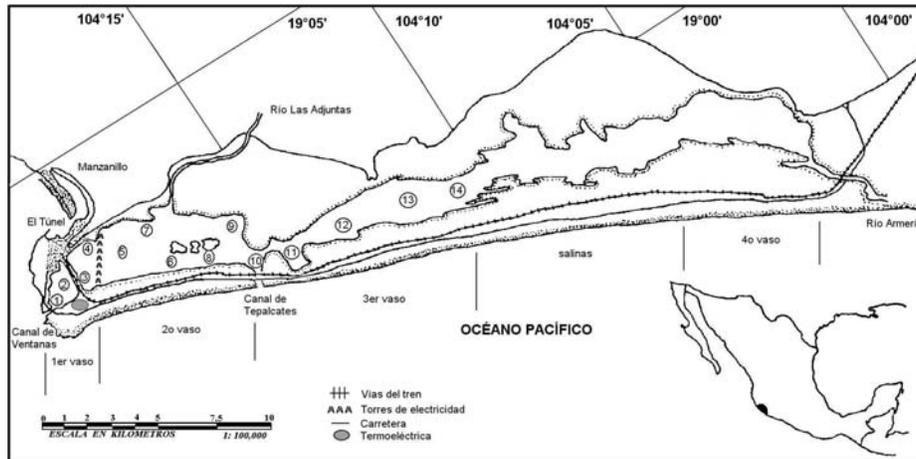
La captura de esta especie en el Pacífico representó entre 30 y 50% de la producción nacional entre 1982 y 1997 (SEMARNAP, 1998). En la laguna de Cuyutlán, Colima, se obtiene aproximadamente de 0.29 a 2.55% de la producción del Pacífico de *Mugil* spp. (SEMARNAP, 1998); sin embargo, aunque esta cantidad es muy pequeña y su precio es bajo, su extracción es

* CRIP-Manzanillo, INP. Correo electrónico: teltal@hotmail.com, elespino@gmail.com

** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Correo electrónico: gallardo@mar.icmyl.unam.mx

*** Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Correo electrónico: ana@xanum.uam.mx

Figura 2
Mapa de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Se presentan los cuatro vasos que forman el cuerpo de agua



una actividad importante para los pescadores ribereños de la laguna.

Mugil curema es capturada con red agallera y atarraya, cuya abertura de luz de malla es de $2\frac{1}{4}$ y $2\frac{1}{2}$ pulgadas, para cumplir con su regulación (NOM-016-PESC-1994 citada en el DOF, 2006). La pesca se desarrolla desde embarcaciones menores provistas con motor fuera de borda, construidas de madera o fibra de vidrio, de cinco a seis metros de eslora por 1.20 m de manga. Cuando se utiliza la atarraya, se trabaja a pie de playa (Cabral-Solís, 1999).

La laguna de Cuyutlán está ubicada al sur del Puerto de Manzanillo y ha sufrido varias modificaciones para adecuarla al desarrollo urbano e industrial del puerto (Cabral-Solís *et al.*, 2002; Cabral-Solís y Espino-Barr, 2004), que a su vez han influido en la comunidad de peces. Otro elemento que afecta la estructura de las poblaciones es la pesca ilegal, ya sea por el uso de redes de luz de malla no reglamentaria o por quebrantar los periodos de veda

Las características poblacionales, tales como la estructura de edades, el crecimiento y la mortalidad, permiten evaluar el estado en que se encuentra una especie en un sitio específico (Gulland, 1983; Sparre y Venema, 1995). Uno de los métodos más utilizados para la determinación de la edad consiste en la identificación de anillos en las escamas (Heald y Griffiths, 1967; Ehrhardt, 1981; Lagler y Bardach, 1984), ya que éstos corresponden a periodos de crecimiento rápido y lento, relacionados con la disponibilidad del alimento, la reproducción y las migraciones (Joseph, 1962; Heald y Griffiths, 1967; Beamish y McFarlane, 1983; Casselman, 1983; Jearld, 1983). Es importante mencionar que esta especie es catádróma, por lo que

durante los muestreos no se obtuvieron individuos de todos los grupos de edad.

Este estudio analiza las características morfológicas y morfométricas de las escamas de *Mugil curema* y determina el tiempo de formación de las bandas de crecimiento, la relación edad-longitud, las características del crecimiento en longitud, peso, por sexos y la longevidad. Asimismo, se estima la mortalidad y se presentan algunas características de la pesquería, con la finalidad de obtener información necesaria en la evaluación de la pesquería y poder dictaminar acerca del uso del recurso y diseñar las bases para su manejo.

Métodos y materiales

Los ejemplares se obtuvieron de las capturas comerciales realizadas en la laguna de Cuyutlán (Fig. 2), ubicada entre las coordenadas $103^{\circ}57'$ y $104^{\circ}19'0$ y $18^{\circ}57'$ y $19^{\circ}50'N$. El arte de pesca empleado para la recolecta de organismos fue una red agallera de $2\frac{1}{2}$ pulgadas (6.35 cm) de abertura de malla. Las recolectas se realizaron mensualmente entre marzo de 1997 y febrero de 1998. Se midió la longitud total (L_{tot}) y se determinó el peso total (P) y el eviscerado (P_e) de cada individuo; asimismo, se extrajeron 15 escamas, en promedio, del área ubicada detrás de la aleta pectoral y debajo de la línea lateral (Ruiz-Durá *et al.*, 1970; Holden y Raitt, 1975; Ehrhardt, 1981).

Las escamas se procesaron con el método de Holden y Raitt (1975), posteriormente se midió su largo (L_{esc}) y su ancho (A_{esc}) con la ayuda de un microproyector Ken-A-Vision, modelo Tech A-II, con un objetivo de 16 mm para amplificar su tamaño 30 veces.

Las medidas obtenidas de la escama proyectada se transformaron a los valores originales. El conteo de anillos de crecimiento fue realizado de manera independiente por dos personas para evitar el sesgo de los resultados. La longitud a las edades "0" y "1" se estimó con la ecuación de Lee (Heald y Griffiths, 1967) ya que estos individuos comúnmente no son capturados por los pescadores. Los anillos se validaron por medio del análisis del incremento marginal mensual en las escamas; en este proceso se emplearon los datos de todos los individuos con la finalidad de estimar la periodicidad de la marca de crecimiento. Se aplicaron análisis de varianza (ANDEVA) para identificar el valor mínimo (y significativamente diferente), que señala el momento en el que se empieza a formar el anillo anual.

La relación peso-longitud del organismo se analizó por el método de regresión, con la función $P = a L_{tot}^b$, donde P es peso y L_{tot} la longitud total. Las constantes de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (1938), L_{∞} , K y t_0 se calcularon combinando los métodos de Ford (1933), Walford (1946), Beverton (1954), Tomlinson y Abramson (1961), Gulland (1964), Allen (1966) y Prager *et al.* (1987), para comparar los resultados y obtener el de mejor ajuste. El crecimiento fue para cada sexo y los valores estimados se evaluaron por la suma de las diferencias al cuadrado (Σe_i^2).

Los datos del crecimiento en longitud y la relación peso-longitud fueron empleados para obtener el peso en cada edad. El crecimiento en peso se obtuvo sustituyendo L_t y L_{∞} por P_t y P_{∞} , respectivamente, en la ecuación de von Bertalanffy. La ecuación de Taylor (1958 y 1960) se utilizó para calcular la edad límite o longevidad (95% de la L_{∞}).

La mortalidad total (Z) se calculó a partir del método de curva de captura linealizada de los datos de muestreo, basada en la composición por edad (Ricker, 1948 y 1975; Ehrhardt, 1981; Sparre y Venema, 1995):

$$\text{Ec. 1} \quad \ln C(t, t+1) = g - Z \cdot t$$

Donde: Z = mortalidad total; C = captura para cada intervalo de edad; g = ordenada al origen.

La mortalidad natural (M) se calculó por el método de Taylor (1958, 1960), que supone que en condiciones naturales los peces crecen hasta 95% de su longitud asintótica L_{∞} y que la longevidad de la especie es indirectamente proporcional a M , así como al número de individuos presentes en el tiempo (t). Si se considera la longevidad del pez como la edad límite ($A_{0.95}$), o sea el tiempo requerido para alcanzar 95% de la longitud asintótica L_{∞} , y la tasa de crecimiento como K , se expresa como:

$$\text{Ec. 2} \quad A_{0.95} = -\ln(1-0.95)/K + t_0$$

y la mortalidad natural como:

$$\text{Ec. 3} \quad M = -\ln(1-0.95)/A_{0.95}$$

y por ende la mortalidad por pesca,

$$\text{Ec. 4} \quad F = Z - M$$

La relación entre la sobrevivencia (S) y la tasa intrínseca de mortalidad total (Z) es:

$$\text{Ec. 5} \quad S = e^{-Z}$$

La tasa de explotación (E) se estima como: $E = F/Z$. Según Gulland (1983), el punto de referencia límite ($E_{0.5}$) es aquel en que se extrae 50% de la biomasa existente; la tasa óptima es $E_{0.33}$, donde la $F = M$ (Gulland, 1964) y puede ayudar a determinar la intensidad con la que se explota el recurso (sobre o sub pesca).

Los datos de la captura mensual de *M. curema* de la laguna de Cuyutlán se obtuvieron de los Avisos de Arribo de la captura que los pescadores presentan a la Oficina de Pesca de Manzanillo y son el primer registro de la actividad.

Resultados

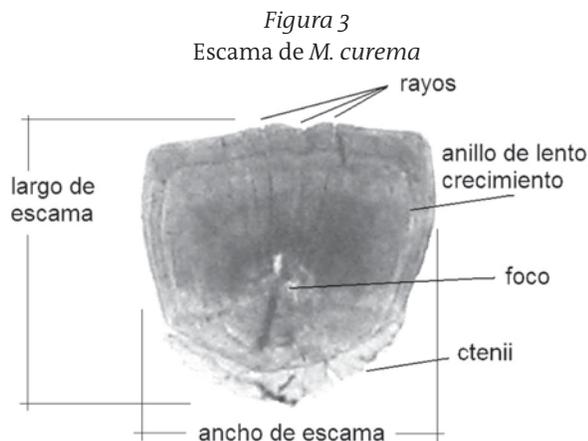
Durante los muestreos se recolectaron 548 organismos: 60.28% hembras y 37.82% machos. Las clases de tallas presentaron un intervalo de 70 a 320 mm y el peso de 3.43 a 318.64 gramos.

Morfología de la escama

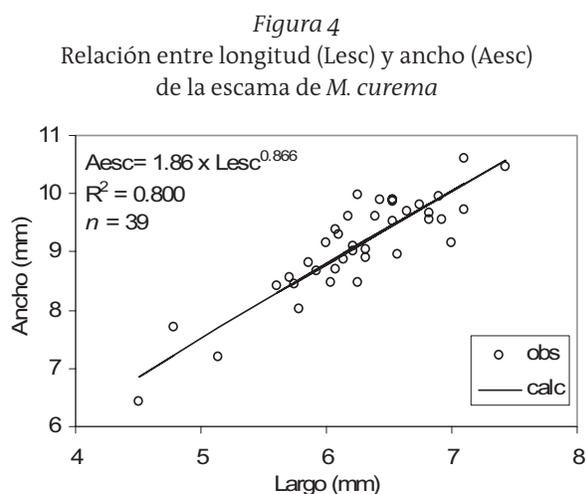
Las escamas de *M. curema* son ctenoideas, la longitud está contenida de 1.16 a 1.49 veces en la anchura. El número de rayos varía entre cuatro y 10, están bien definidos y son más evidentes que en *M. cephalus* (Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 1996a). El foco está bien representado y tiene una posición excéntrica debido al mayor crecimiento del área anterior con respecto a la posterior.

Los anillos están bien definidos y presentan marcas de crecimiento rápido y lento. Estos últimos se observan como una fina cresta calcificada alrededor de la escama. Los *ctenii* son triangulares (Fig. 3).

Los resultados de la relación entre la longitud del pez (L_{tot}) y el tamaño de la escama (L_{esc} y A_{esc}) se muestran en la *tabla 1*. La función para el largo de la escama es $L_{esc} = 0.843 + L_{tot}^{0.607}$ ($r^2 = 0.590$) y el ancho



$A_{esc} = 0.709 \cdot L_{tot}^{0.773}$ ($r^2 = 0.97$). La función potencial que relaciona el largo y el ancho de la escama explica la variación de 79.5% (Fig. 4) y el valor de la pendiente ($b = 0.866$) indica que el crecimiento es de tipo alométrico negativo, ya que la estructura crece menos a lo ancho que a lo largo.



Anillos de crecimiento

Durante el primer año la escama aumentó 1.73 mm, mientras que entre el primer y segundo año el crecimiento fue aproximadamente la mitad de ese valor (Tabla 2). El incremento marginal de anillos que se formaron en los años posteriores fue menor en casi un orden de magnitud que en el primer año (0.17-0.14 mm). Por otro lado, el incremento mínimo que se registró entre las edades (2) y (3) podría reflejar el cambio de juvenil a adulto y el desplazamiento de los individuos hacia el mar para reproducirse.

Validación de los anillos de crecimiento. a) Análisis del incremento marginal. En agosto se observa-

Tabla 1
Clases de tallas, longitud y ancho de la escama de *Mugil curema* con base en los cálculos de las fórmulas descritas en resultados

Longitud total (mm)	Longitud de la escama (mm)	Ancho de la escama (mm)
70	2.75	3.19
80	2.98	3.54
90	3.20	3.88
100	3.41	4.21
110	3.61	4.53
120	3.81	4.84
130	4.00	5.15
140	4.18	5.46
150	4.36	5.75
160	4.54	6.05
170	4.71	6.34
180	4.87	6.63
190	5.04	6.91
200	5.19	7.19
210	5.35	7.46
220	5.50	7.74
230	5.65	8.01
240	5.80	8.28
250	5.95	8.54
260	6.09	8.81
270	6.23	9.07
280	6.37	9.32
290	6.51	9.58
300	6.64	9.84
310	6.78	10.09
320	6.91	10.34

Tabla 2
Relación entre edad, anchura de los anillos de crecimiento e incremento de las escamas de *Mugil curema*. El incremento corresponde a la diferencia entre la edad $i+1$ y la i

Edad (i) (años)	Ancho (mm)	Incremento (mm)
1	1.736	
2	0.793	0.94
3	0.744	0.05
4	0.577	0.17
5	0.442	0.14

ron los valores más pequeños (extremos y promedio), mientras que en el mes anterior, julio, se registró el incremento marginal máximo (Fig. 5); esto permite deducir que la mayoría de los individuos formaron anillo en agosto. Los promedios y sus intervalos de confianza muestran que los organismos crecieron activamente entre febrero y abril.

Según los intervalos de confianza, se encontraron diferencias significativas en el crecimiento entre edades consecutivas, excepto entre los grupos de las edades cinco y seis (Fig. 6).

Figura 5

Valores mensuales; máximos, promedio, mínimos e intervalos de confianza (ic) de los incrementos marginales de las escamas de *M. curema*

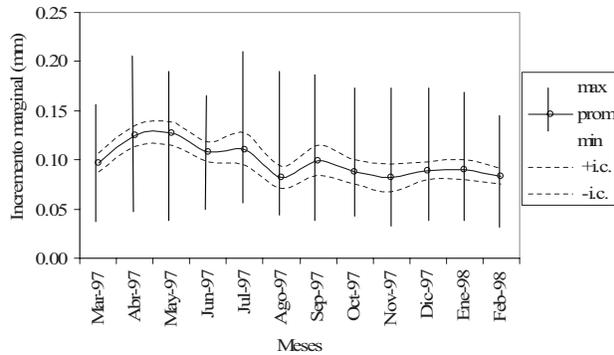
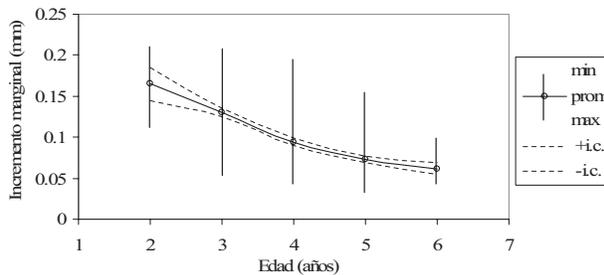


Figura 6

Incrementos marginales de la escama (mm) por edad: máximo, promedio, mínimo y el intervalo de confianza de 95 por ciento



b) Relación entre el tamaño de la escama y la longitud del pez. El valor del coeficiente de isometría obtenido entre la longitud del pez y las medidas de la escama (Fig.7) muestra que las variaciones en tamaño de esta estructura permiten describir el crecimiento del organismo y que la anchura es un mejor indicador ($b = 0.77$ y $r = 0.77$).

c) Relación entre el tamaño del pez y el número de anillos. La figura 8 muestra la distribución de frecuencia de tallas para cada edad, resultado de las lecturas de las líneas de crecimiento de las escamas. Conforme el pez crece, el número de individuos de cada edad es menor e incluso hay un traslape entre las tallas de los peces de las edades (5) y (6).

Interpretación de los anillos de crecimiento. En la tabla 3 se describen las tallas promedio para cada grupo de edad de *M. curema*: antes del primer año, que arbitrariamente se define como edad "0", ya que todavía no se ha formado la primera marca de crecimiento, los organismos miden $106.6 (\pm 13.24)$ de desviación estándar o DE) mm; $153.2 (\pm 17.89)$ mm al pri-

Figura 7

Relación entre el largo total del pez (Ltot) y longitud de la escama (Lesc) y ancho de la escama (Aesc) de *Mugil curema*

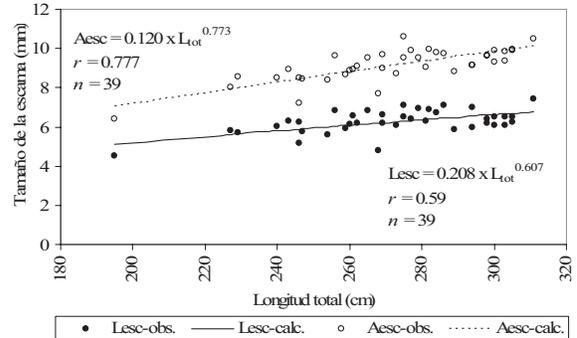
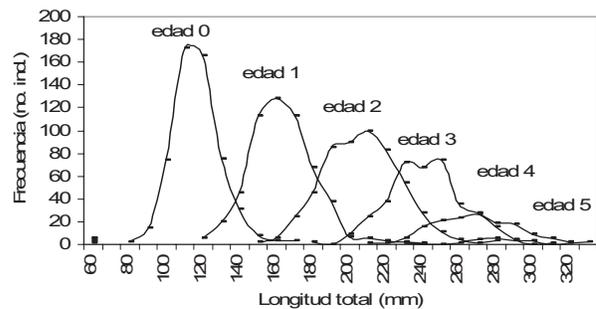


Figura 8

Distribución de frecuencia (número de individuos) por edad de *M. curema*



mer año; $197.5 (\pm 19.37)$ al segundo; $231.3 (\pm 20.29)$ mm a los tres años; $258.2 (\pm 21.85)$ mm a los cuatro y $276.0 (\pm 23.71)$ mm a los cinco años. En la misma tabla se presentan los resultados de otros autores a manera de comparación.

Crecimiento. Los valores de L_{∞} y K ajustados por diversos métodos fueron similares entre sí (Tabla 4), pero con mayores diferencias con los cálculos por el método de Ford (1933), Walford (1946) y Gulland (1964). El uso de la ecuación de Beverton (1954) mejoró los valores calculados obtenidos por Ford (1933), Walford (1946), Gulland (1964) y Allen (1966). En relación con los métodos de Tomlinson y Abramson (1961) y Prager et al. (1987), el ajuste de Beverton (1954) no mejoró la información obtenida.

La curva estimada que se ajustó mejor a los datos de las escamas correspondió a los parámetros calculados con el método de Prager et al. (1987). En la tabla 5 se observan los valores de la longitud promedio en cada edad, obtenidos con esta técnica. La figura

Tabla 3
Longitud total promedio (mm) para cada edad, estimada en diferentes localidades

Autor	Localidad	Estructura analizada	Edad						
			0	1	2	3	4	5	6
Este estudio	Cuyutlán, México	Escamas	106.6	153.2	197.5	231.3	258.2	276.0	
Ibáñez-Aguirre <i>et al.</i> (1999)	Tamiahua, México	Otolitos	184.2	220.5	252.1	279.6	303.4	324.1	
Richards y Castagna ² (1976)	Virginia, EU	¹		226.9	322.5	360.3	386.4	395.6	
Álvarez-Lajonchere (1979)	La Habana, Cuba	Espinas		265.2	290.6	310.5	334.3		
Phillips <i>et al.</i> (1987)	Costa Rica	¹		227.2	319.6	370.3	398.2	413.4	421.8

¹ Método no indicado.

² La longitud furcal se convirtió a L_{tot} con la ecuación de Thompson *et al.* (1991).

Tabla 4
Constantes de la ecuación de von Bertalanffy obtenidas por diversos métodos. En negritas se presentan los parámetros que proporcionaron el mejor ajuste

Método	L_{∞} (mm)	K	t_0	SD^2
Ford-Walford-Gulland	366.20	0.2127	-0.6387	0.2761
Regresión de Beverton	366.20	0.2154	-0.5877	0.1903
Tomlinson y Abramson	364.19	0.2193	-0.5537	0.1827
Regresión de Beverton	364.19	0.2188	-0.5635	0.1840
Allen	363.76	0.2206	-0.5528	0.1911
Regresión de Beverton	363.76	0.2193	-0.5636	0.1851
Prager <i>et al.</i>	364.70	0.2190	-1.5557	0.1809
Regresión de Beverton	364.70	0.2178	-0.5720	0.1869

9 muestra las curvas teóricas de crecimiento para *M. curema* para las edades de “0” a cinco años. Durante el primer año de vida se observó el mayor incremento en longitud, posteriormente el crecimiento disminuyó marcadamente, de la siguiente manera: 50.93 mm de la edad 0 a uno; 41.04 del primero al segundo años; 32.92 mm entre el segundo y el tercer años; 26.44 mm entre el tercer y cuarto años y 21.20 mm entre el cuarto y el quinto años. La reducción de la tasa de crecimiento a partir del primer año de edad puede estar relacionada con la primera madurez sexual.

El método de Prager *et al.* (1987) también se utilizó para la determinación del crecimiento de los individuos de cada sexo, porque fue el que presentó mejor ajuste en la obtención de los parámetros de crecimiento de la población. Los valores calculados de las longitudes promedio para las diferentes edades aparecen en la tabla 5 y los valores de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy en la tabla 6. El valor del índice K fue mayor en los machos que en las hembras, lo que sugiere que ellos alcanzarían el valor de L_{∞} más pronto que las hembras y muestra que la curva de crecimiento es más convexa.

Crecimiento en peso. En la figura 10 se observa que la relación entre la longitud y el peso tiende a la isometría, tanto cuando se utiliza el peso total ($b =$

Figura 9
Curva de crecimiento teórico de *M. curema* en las lagunas de Cuyutlán y Tamiahua

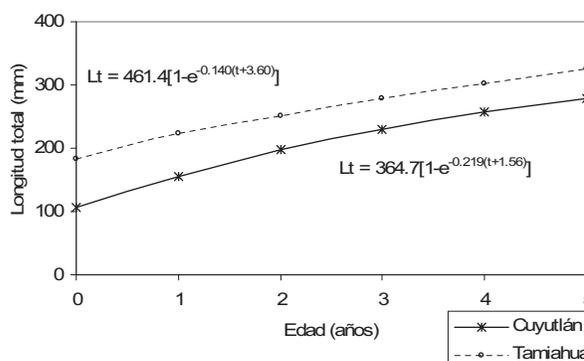


Tabla 5
Longitud promedio (mm) para cada grupo de edad (años) de *M. curema*

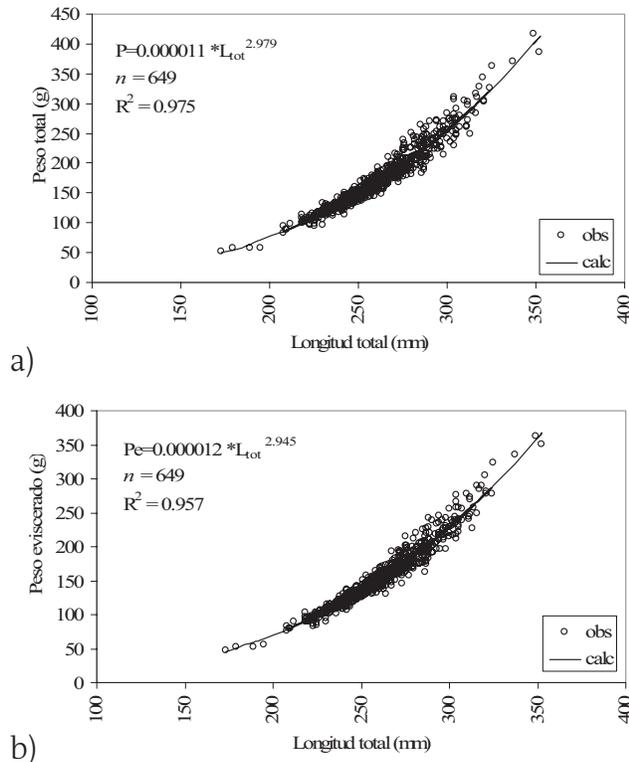
Edad	Población	Hembras	Machos
0	105.37	103.50	97.73
1	156.30	155.51	147.51
2	197.34	197.21	186.24
3	230.26	230.64	216.38
4	256.70	257.44	239.82
5	277.90	278.92	258.07

2.979, $t = 0.014$, $p > 0.05$), como el eviscerado ($b = 2.945$, $t = 0.037$, $p > 0.05$).

La ecuación del crecimiento teórico en peso total es $P = 456.41 [1 - e^{-0.219(t + 1.557)}]^{2.978}$, y la del peso eviscerado, $Pe = 406.71 [1 - e^{-0.219(t + 1.557)}]^{2.945}$.

Longevidad (Edad $A_{0.95}$) y mortalidad. La población de *M. curema* de la laguna alcanzó 95% de la L_{∞} a los 15 años, los machos a los 12 y las hembras a los 13 (Tabla 6). La mortalidad fue de $Z = 0.80$, $M = 0.20$ y $F = 0.60$ y la sobrevivencia $S = 0.449$. Estos resultados significan que de cada 100 organismos, 55 mueren en el año, de los cuales 25% lo hace por causas naturales y 75 % por la pesca ribereña. La tasa

Figura 10
Relación entre peso y longitud de *M. curema*:
a) peso total; b) peso eviscerado



$E = 0.75$ significa que la extracción de esta especie en la laguna de Cuyutlán ha excedido el límite máximo y que deben aplicarse medidas que la mitiguen.

Pesquería. La captura promedio de lisa en el estado de Colima entre 1982 y 2002 fue de 130 t; el máximo se alcanzó en 1996 (203 t) y el mínimo en 2002 (64 t). En Cuyutlán la lisa *M. curema* se captura con redes agalleras de malla de 2¼ y 2½ pulgadas, de 100 metros de largo o más, que se tienden en forma circular y se recogen pasados 15-20 minutos. Desde hace 20 años existen en la laguna 13 permisos de pesca, por lo que podría suponerse que no hay cambios en el esfuerzo pesquero.

La laguna de Cuyutlán es el principal cuerpo de agua del estado de Colima y la captura de lisa representó entre 2000 y 2003, entre 12% a 20% de la anual. En la figura 11a se observa que la serie de capturas de 10 años de lisa, tanto en el estado como en la laguna, son similares entre sí, y que siguen una tendencia negativa. La figura 11b muestra que la proporción de la captura total de la laguna, que corresponde a la lisa, es la más grande y que ambas han menguado en los últimos años.

Discusión

Parámetros biológicos. Durante todos los meses se observaron incrementos marginales de diferentes tamaños, lo que sugiere que los anillos de crecimiento pueden estarse formando durante todo el año; esto apoya la hipótesis de que en aguas tropicales los peces se reproducen durante todo el año, pero que esta actividad se incrementa en determinados momentos y, por tanto, puede dar lugar a la formación de los anillos en las partes duras de muchas especies (Polovina y Ralston, 1987; Longhurst y Pauly, 1987). También se ha sugerido que los cambios ambientales que influ-

Tabla 6
Parámetros de crecimiento de poblaciones de *M. curema* en esta y otras localidades

Autor	Localidad	Método	sexo	L_{∞}	K	t_0	$A_{0.95}^1$
Este estudio	Cuyutlán, México	Escamas	F	365.8	0.221	-0.505	14.0
		Escamas	M	322.0	0.251	-0.441	12.0
		Escamas	Total	364.7	0.219	-1.557	15.0
Ibáñez-Aguirre <i>et al.</i> (1999)	Tamiahua, Mexico	Otolitos	F	454.6	0.140	-3.900	19.2
		Otolitos	M	411.8	0.19	-3.000	14.0
		Otolitos	Total	461.4	0.14	-3.600	18.7
Richards y Castagna, (1976)	Virginia, EU	²	Total	403.4	0.78	-0.060	3.8
Alvarez-Lajonchere (1979)	La Habana, Cuba	Espina	Total	532.0	0.10	-5.900	30.0
Phillips <i>et al.</i> (1987)	Costa Rica	²	Total	432.0	0.60	-0.244	5.0

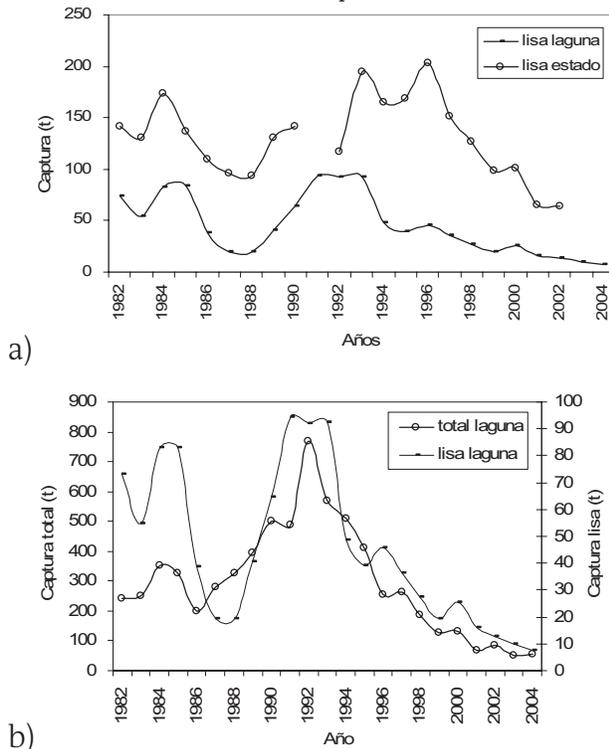
Fuente: Modificado de Ibáñez-Aguirre *et al.*, 1999.

Nota: Los análisis se realizaron con la L_{tot} , excepto en el estudio de Richards y Castagna, (1976), en cuyo caso la longitud furcal se transformó a total con la ecuación de Thompson *et al.* (1991)

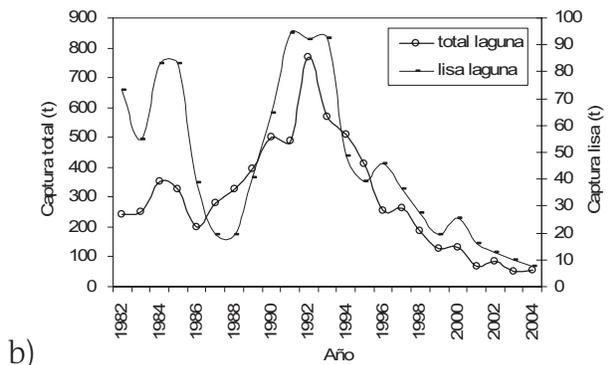
¹ Los valores de longevidad fueron obtenidos en este estudio por la aplicación del método de Taylor (1958) a los parámetros de crecimiento aportados por los autores mencionados en esta tabla.

² Método no indicado.

Figura 11
Tendencia de la captura de lisa



a)



b)

a) en la laguna de Cuyutlán y el estado de Colima de 1989 a 2004, b) en la captura total y de lisa únicamente en la laguna de Cuyutlán de 1982 a 2004

yen en la disponibilidad de alimento se marcan en el crecimiento de las estructuras duras de los peces. En julio la tasa de crecimiento disminuye y se forma el anillo; mientras que las tasas más grandes se alcanzan después de octubre.

Este estudio muestra que la formación del anillo coincidió con el periodo de reproducción de julio y agosto, como lo establecieron Cabral-Solís (1999) y Vidaurri-Sotelo (1982). Debido a que esta especie es catádroma y debe emigrar al océano para desovar, su gasto de energía es mayor. Ibáñez-Aguirre (1995) observó algo similar en la población de *M. curema* de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

Se observaron diferencias en el crecimiento de la población de lisa de Tamiahua analizada por Ibáñez-Aguirre (1995) y la de este estudio, ya que los peces de Tamiahua fueron más grandes a cada edad: +77.6 mm en la edad cero; +67.3 mm en la edad uno; +56.6 mm en la edad dos; +48.3 mm en la edad tres; +45.2 mm en la edad cuatro y +48.1 mm en la edad cinco. Esto se debe probablemente a las características hidrológicas de cada laguna costera y a la disponibilidad del alimento; así como al uso de diferentes ta-

maños de malla en las redes agalleras (Cabral-Solís y Espino-Barr, 2004).

Según Taylor (1958, 1960), los organismos que habitan en localidades ubicadas en mayores latitudes alcanzan tallas más grandes a edades similares y mayor longevidad que los que viven más al sur. En el presente trabajo se encontró que esa regla se aplica, como lo muestran los parámetros de crecimiento estimados en Virginia, Estados Unidos y La Habana, Cuba, presentados en la tabla 6. Sin embargo, también hay excepciones a esta situación, como lo muestran los valores estimados para una población de Costa Rica (Tabla 6).

Los índices de K calculados en este estudio fueron mayores que los reportados en poblaciones de Veracruz y Cuba (Álvarez-Lajonchere, 1979; Ibáñez-Aguirre *et al.*, 1999), pero menores a los de Virginia (Richards y Castagna, 1976), lo que permite suponer que su ubicación geográfica es determinante. Empero, en este trabajo no se encontró la relación inversa esperada entre K y L_{∞} , según la propuesta de Taylor (1958, 1960), lo que puede deberse a los modelos empleados para describir el crecimiento, a la presión de pesca o a las condiciones del cuerpo de agua en que se desarrolla la población. Por otro lado, el tamaño más pequeño de los individuos de cada edad probablemente sea resultado de la excesiva presión de pesca que se ejerce en la laguna de Cuyutlán.

En general, los coeficientes de la relación entre la longitud y el peso en este análisis fueron similares a los presentados por Angell (1973), Richards y Castagna (1976) e Ibáñez-Aguirre *et al.* (1999), lo que muestra que la forma corporal de la especie es similar, con independencia de su lugar de origen.

La longevidad de *M. curema* más prolongada se registró en Cuba (30 años) y la más pequeña en Virginia (3.8 años). Phillips *et al.* (1987) estimaron que en Costa Rica la longevidad puede llegar a los cinco años, e Ibáñez-Aguirre *et al.* (1999), en Veracruz, hasta 19 años. En Cuyutlán se calculó una longevidad de 12 a 15 años, valor medio al reportado por otros autores (Tabla 6).

Pesquería. La pesca de la lisa en las costas mexicanas es la única pesquería ribereña regulada (DOF, 2006). En la normatividad (NOM-016-PESC-1994) se establece un periodo de veda durante los meses de junio y julio; también que la captura debe hacerse con red agallera de $2\frac{3}{4}$ pulgadas de tamaño de malla. En la laguna de Cuyutlán no se aplica esta reglamentación porque se pesca con redes de malla más pequeña ($2\frac{1}{4}$ y $2\frac{1}{2}$ pulgadas) y, aunque no se registra la captura de lisa en las estadísticas oficiales durante la veda, la extracción del recurso es continua porque la pesquería ribereña no es selectiva.

La serie histórica de datos muestra que los volúmenes de captura han disminuido, y la información biológica, que hay sobrepesca. En consecuencia, es necesario aplicar la NOM 016, para que el esfuerzo pesquero disminuya durante la veda y al utilizarse la malla reglamentaria, el tamaño y peso de los organismos capturados sea mayor, ya que así, además de aportar mayor valor económico por kilogramo, también habrán tenido oportunidad de reproducirse.

Referencias Bibliográficas

- ALLEN, K. R. 1966. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *J. Fish. Res. Board Can.*, 23(3): 163-277.
- ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1976. Contribución al ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes in Cuvier et Valenciennes, 1836 (Pisces: Mugilidae). *Rev. Invest. Mar.*, 28: 1-130.
- ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1979. *Estudios de las lisas (Pisces, Mugilidae) en Cuba con especial atención al género Mugil Linne; la biología pesquera de las especies predominantes y la evaluación de sus potencialidades para ser sometidas a cultivo*. Resumen de tesis doctoral. Facultad de Biología, Centro de Investigaciones Marinas. U. de la Habana, Cuba. 15p.
- ÁLVAREZ-LAJONCHERE, L. 1981. Determinación de la edad y del crecimiento de *Mugil curema*, *M. hospes*, *M. trichodon* y *M. liza*. *Rev. de Invest. Marinas*, 2: 142-162.
- ANGELL, C.L. 1973. Algunos aspectos de la biología de la lisa *Mugil curema* Valenciennes en aguas hipersalinas del nororiente de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat.*, 96: 223-237.
- BEAMISH, R.J. y G.A. McFarlane. 1983. The forgotten requirement for age validation in Fisheries Biology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112: 735-743.
- BEVERTON, R.J.H. y S.J. Holt. 1954. Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish populations. *U.S. Fish. Lab., Beaufort, N.C., Misc. Contrib.*, 2:159p.
- CABRAL-SOLÍS, E.G. 1999. *Estudio sobre el crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha Mugil curema Cuvier y Valenciennes, 1836, en la laguna de Cuyutlán, Colima*. Tesis de Maestría, UdeC, Tecomán. 91p.
- Cabral-Solís, E.G. y E. Espino-Barr. 2004. Distribución y abundancia espacio-temporal de los peces en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Oceánides*, 19(1): 19-27
- CABRAL-SOLÍS, E.G., E. Espino-Barr, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2002. *Distribución y abundancia de peces en la Laguna de Cuyutlán, México, durante 2001 y 2002*. Informe de Investigación, INP, CRIP-Manzanillo, México. 55p.
- CASSELMAN, J.M. 1983. *Age and growth assessment of fish from their calcified structures – techniques and tools*. NOAA Technical Report NMFS 8, Miami, Fla. 17p.
- DOF. 2006. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* 25 de agosto de 2006, SAGARPA, CONAPESCA, Segunda Sección. 128p.
- EHRHARDT, N.M. 1981. *Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1ª Parte: Estimación de Parámetros Poblacionales*. SIC/INP, México, 132p.
- FORD, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 19: 305-384.
- GULLAND, J.A. 1964. *Manual of methods of fish population analysis*. Fish. Tech. Paper 40, FAO, Roma. 60p.
- GULLAND, J.A. 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. FAO, Roma. 223p.
- HEALD, E.J. y Griffiths, R.C. 1967. La determinación por medio de la lectura de escamas, de la edad de la sardina *Sardinella anchovia*, del Golfo de Cariaco, Venezuela Oriental. *Serie Recursos y Explotación Pesqueros*, 1(10): 374-422.
- HOLDEN, M.J. y Raitt, D.F.S. 1975. *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. FAO 115, INP, México. 211p.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. 1995. *Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de Mugil cephalus (Linneo, 1758) y M. curema (Valenciennes, 1836) (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 216p.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y M. Gallardo-Cabello. 1996a. Determinación de la edad de la lisa *Mugil cephalus* L. y la lebrancha *Mugil curema* V. (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *Ciencias Marinas*, 22(3): 329-345.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y M. Gallardo-Cabello. 1996b. Total and natural mortality of *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in Tamiahua Lagoon, Veracruz. I. Selectivity. *Hidrobiológica*, 6(1-2): 9-16.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y M. Gallardo-Cabello. 1996c. Age determination of the grey mullet *Mugil cephalus* L. and the white mullet *M. curema* V. (Pisces: Mugilidae) in Tamiahua lagoon, Veracruz. *Ciencias Marinas*, 22(3): 329-345.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L., M. Gallardo-Cabello y X. Chiappa-Carrara. 1999. Growth analysis of striped mullet, *Mugil cephalus*, and white mullet, *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in the Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 97: 861-872.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A.L. y J. Lleonart. 1996. Relative growth and comparative morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. in the Gulf of Mexico. *Scientia Marina*, 60(2-3): 361-368.
- JEARLD, A. 1983. Age determination. En: L.A. Nielsen y D.L. Johnson (eds.). *Fisheries Techniques*. Amer. Fish. Soc., Virginia, EU. pp. 301-324.
- JORDAN, D.S. y B.W. Everman. 1896. The fishes of the North and Middle America. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 1-4(47): 1-3313.
- JOSEPH, D.C. 1962. Growth characteristics of two southern California surfishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. *Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull.*, 119: 1-54.
- LAGLER, K. y J. Bardach. 1984. *Ictiología*. AGT, México. 48p.
- LONGHURST, A.R. y D. Pauly. 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, San Diego. 407p.
- PÉREZ-GARCÍA, M. y A.L. Ibáñez-Aguirre. 1992. Morfometría de los peces *Mugil cephalus* y *M. curema* (Mugiliformes - Mugilidae) en Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop.*, 40(3): 335-339.
- PHILLIPS, P., Y. Astorga, C. Hidalgo y A. Villareal. 1987. El cultivo de la lisa, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), en el área del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Lat. Acui.*, 31: 17-56.
- POLOVINA, J.J. y S. Ralston. 1987. *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Westview Press Boulder, Londres. 659p.
- PRAGER, M.H., S.B. Saila y C.M. Recksiek. 1987. *Fishpam: a micro-computer program for parameter estimation nonlinear models in fishery science*. Technical Report 10. Dep. Oceanography, Old Dominion Univ., Norfolk, VA. 18p.
- RICHARDS, C.E. y M. Castagna. 1976. Distribution, growth and predation of juvenile white mullet (*Mugil curema*) in ocean-side waters of Virginia's eastern shore. *Chesapeake Sci.*, 17(4): 308-309.
- RICKER, W.E. 1948. Methods of estimating vital statistics of fish population. *Indiana Univ. Publ. (Sci. Ser.)* 15: 101p.

- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 191: 1-382.
- RUIZ-DURÁ, M.F., Y. Orijel-Arenas y G. Rodríguez-Hernández. 1970. *Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México*. Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesc.-sic. Serie Investigación Pesquera, Estudio 2, 97p.
- SAGARPA. 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, México. 266p.
- SEMARNAP. 1998. *Anuario Estadístico de Pesca 1997*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 241p.
- SPARRE, P. y S.C. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 - Manual*. FAO Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma. 420p.
- TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Conseil*, 23(3): 366-370.
- TAYLOR, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality—the Pacific cockle. *J. Conseil*, 26(1): 177-124.
- THOMPSON, B.A., J.H. Render, R.L. Allen y D.L. Nieland. 1991. *Fisheries independent characterization of population dynamics and life history of stripped mullet in Louisiana*. Coastal Fisheries Institute. Department of Commerce—National Marine Fisheries Service of United States, LSU-CFI-90-01, 92p.
- TOMLINSON, P.K. y N.J. Abramson. 1961. Fitting a von Bertalanffy growth curve by least squares. *Fish Bull.*, 116(1):3-69.
- VIDAURRI-SOTELO, A.L. 1982. *Maduración gonádica de la lisa (Mugil curema Linnaeus) en la Laguna de Cuyutlán, Col., México*. Tesis de licenciatura, UAG, México. 95p.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.
- WALFORD, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, 90(2): 141-147.

La pesca ribereña en la costa de Jalisco, México

Elaine Espino Barr^{*}

Arturo García Boa^{*}

Esther Guadalupe Cabral Solís^{*}

Marcos Puente Gómez^{*}

Resumen

Con la finalidad de describir la actividad pesquera se muestreó de abril de 2002 a diciembre de 2003 (frecuencia mensual) en 23 localidades, ubicadas entre Barra de Navidad y Puerto Vallarta, Jalisco. Los métodos consistieron en entrevistas a los pescadores y dirigentes de 17 de las 37 asociaciones registradas, la recopilación de datos históricos, la medición de las artes de pesca, así como en la identificación y medición de los organismos capturados. El número de pescadores es de 551, aunque es probable que haya otra cantidad similar de trabajadores sin autorización. El número de permisos fue de 41, lo que representa 35% de los existentes diez años antes. La unidad de pesca está formada por la embarcación con motor fuera de borda y un arte de pesca. El número de embarcaciones registradas fue de 357 y el de equipos de pesca, 970; las más comunes fueron las redes agalleras, los anzuelos en línea de mano o en palangre, las atarrayas y el equipo de buceo. Se identificaron 136 especies en la captura comercial: 89% peces, 8% crustáceos, 6% moluscos y 1% equinodermos. Entre los peces, la familia más importante fue la Lutjanidae, con nueve especies que representaron más de 30% del total. La captura promedio por viaje fue de 60 ± 26 kg, con amplias fluctuaciones diarias, por lo cual algunos pescadores trabajaron tres o cinco días por semana. La riqueza específica, la gama de tallas y la efectividad de pesca por viaje, permiten suponer que la pesca ribereña es multiespecífica y aparentemente saludable, aunque es necesario registrar y reglamentar el esfuerzo efectivo de pesca y continuar los monitoreos de la pesca ribereña.

Palabras clave: Pesca ribereña, métodos de pesca, CPUE, especies comerciales, Jalisco.

Introducción

La pesca ribereña, de pequeña escala o artesanal, es aquella que se lleva a cabo en la franja costera, en embarcaciones de 10 a 14 m de eslora que realizan viajes diarios, con artes de pesca armados por los propios pescadores; y cuya captura generalmente es reducida y multiespecífica (Lobato-González, 1996). La pesca ribereña de cada lugar presenta características propias que dependen del tipo de organismos capturados, de las condiciones ambientales, la cantidad de pescadores, la distancia y la facilidad de desplazarse a los centros urbanos y comerciales.

En la costa de Jalisco esta actividad es tradicional, aunque los primeros registros se llevaron a cabo hasta la década de los sesenta. Las especies más importantes han sido los huachinangos, los pargos, el pulpo y la langosta (Ramírez-Granados, 1977). La riqueza de especies en la región es elevada, ya que Ríos-Jara *et al.* (2001) registraron 70 especies marinas comerciales entre peces, crustáceos y moluscos y Espino-Barr *et al.* (2004) identificaron 125 especies. Por otra parte, en Bahía Banderas se describieron 30 especies de peces en la captura, de las cuales, los miembros de la familia Lutjanidae y en especial el huachinango, representaron 43% del total (Pérez-Flores, 2000). En la Bahía Navidad, Rodríguez-Ibarra (1995) encontró 215 especies de peces, una elevada proporción de las cuales se obtuvo con red agallera, mientras que Lucano-Ramírez *et al.* (2001) registraron 173 especies recolectadas con ese mismo arte de pesca.

Los estudios sobre los aspectos sociales de la pesca son escasos, pero revelan la debilidad del sector. Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo (1990) describieron la actividad pesquera en la costa de Jalisco como un producto de la experiencia profesional que

* CRIP-Manzanillo, INP, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200, México, Tel. 01 (314) 33 32 37 50; Fax: 01(314) 33 32 37 51; correo electrónico: elespino@gmail.com

se hereda de generaciones; ellos encontraron pocos pescadores registrados, a pesar del elevado número de sociedades cooperativas de Producción Pesquera (SCPP), la mayoría de las cuales estaba muy desorganizada. Los autores calcularon que 38% de las capturas totales no se registraba. Por otra parte, en los centros de acopio la infraestructura era insuficiente y estaba muy deteriorada, además de que se carecía de los servicios más elementales, como agua, hielo y combustibles. Esquivel-Hernández y Plascencia-Reyes (1999) describieron la desorganización de las SCPP: muchos pescadores trabajaban sin permisos (“libres”) y, por ende, sin registrar su captura. La infraestructura aún era insuficiente, y el abastecimiento de los insumos se encontraba en manos de los intermediarios.

Los pescadores ribereños desempeñan una actividad de importancia social y económica (Fuentes-Castellanos, 1996); sin embargo, en algunos lugares como Puerto Vallarta, El Rebasito, Melaque y Barra de Navidad han sido desplazados de sus asentamientos originales para dar paso a los macro-proyectos turísticos y al crecimiento de los puertos (Alcalá-Moya, 1995).

En el presente documento se describen aspectos generales de la actividad pesquera de la costa de Jalisco: los actores, los sistemas de pesca y la composición de las capturas. Se analizan los cambios en las capturas específicas y su estacionalidad. Se pretende que estos elementos sirvan como base para posteriores evaluaciones del estado del recurso pesquero.

Materiales y métodos

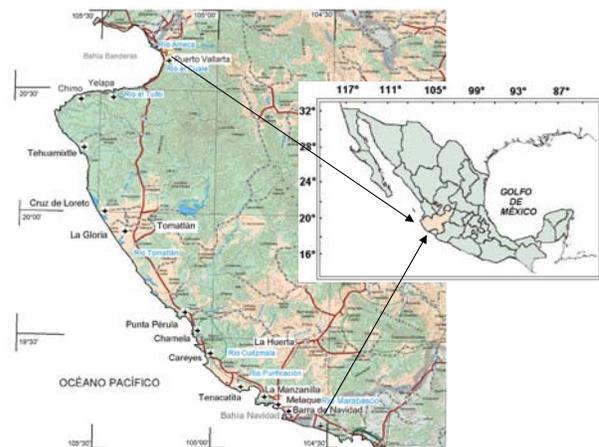
La zona costera del estado de Jalisco se ubica entre los 19°15' y 20°45' N y de los 104°45' a 105°30' O. Esta franja abarca los municipios de Cihuatlán, La Huerta, Tomatlán, Cabo Corrientes y Puerto Vallarta y es la menos poblada ya que representa 5.4% del total estatal (INEGI, 1995). Hay dos puertos importantes: uno de altura ubicado en Puerto Vallarta, y otro de cabotaje localizado en Barra de Navidad.

La longitud de la costa es de aproximadamente 350 km y sus características topográficas permiten dividirla en tres zonas: 1) Puerto Vallarta a Tehuamixtle, en donde el declive de las montañas llega al mar en forma de riscos y acantilados; 2) del Valle de Tomatlán a Punta Pérula, con playones abiertos en cuyas tierras bajas se alojan albuferas, pequeños estuarios y salinas; 3) de Chamela a la desembocadura del río Cihuatlán¹, en donde algunas bahías presentan gran-

des accidentes geográficos (Fig. 1) (INEGI, 1995). Esta diversidad de ambientes a lo largo de la costa propicia un elevado número de especies marinas, de las cuales, el grupo de los peces es el más conocido y estudiado por su potencial económico (Fischer *et al.*, 1995). En la literatura hay listas de las especies de peces y de moluscos que forman parte de las comunidades de la costa jalisciense: Mariscal-Romero (2002) registró 169 especies en fondos suaves, Aranda-Mena (2000) identificó 159 en arrecifes rocosos. Holguín-Quiñónez y González (1994) determinaron que existen 228 especies de moluscos en las zonas rocosas; y en un trabajo más puntual, Solís-Gil y Escobedo-Quintero (2002) describieron los cambios estacionales en la composición de la comunidad íctica de Bahía de Banderas.

Figura 1

Mapa de la costa del estado de Jalisco donde se muestran los nombres de los centros de acopio importantes



Fuente: tomado de INEGI, 2000.

El tipo de clima en la costa de Jalisco es tropical lluvioso, aunque presenta variaciones latitudinales determinadas por la influencia de las corrientes marinas, hacia Bahía de Banderas es tipo $Aw_1(w)(i)w$ de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1973), ya que la humedad es mayor que hacia el centro y sur de la costa, donde es tipo $Aw_0(w)i$. La precipitación varía entre 100 y 1 500 mm anuales y la temperatura media anual es de 26 °C (Rodríguez-Ibarra, 1995).

Cada mes, entre abril de 2002 y diciembre de 2003, se realizaron muestreos con duración de una semana a lo largo de la costa. Durante los primeros diez meses se recorrió toda la costa para detectar los centros de acopio más importantes y se entrevistó a

1. También conocido como río Marabasco.

los directivos de las cooperativas y a los pescadores acerca de la actividad. En los meses siguientes el trabajo se realizó en los centros de acopio más importantes, ya que allí descarga aproximadamente 80% de las embarcaciones de la costa jalisciense.

La información recopilada fue de dos clases: la primera fue obtenida por encuestas con preguntas abiertas a cerca de 30 pescadores, en el momento en que arribaban a los centros de acopio, y con los dirigentes de 17 sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP), y consistió de datos sobre la cantidad y las características de los sistemas de pesca y las embarcaciones, la duración y las particularidades de la jornada, la captura por viaje total y por especie. Los miembros de seis SCPP proporcionaron los registros de la captura por viaje de cada embarcación (periodo de octubre 2001 a diciembre 2003), para hacer los análisis de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), ya que esta variable puede considerarse como un indicador de abundancia del recurso porque existe periodicidad en algunas especies (González-Becerril *et al.*, 2000). Se calculó el intervalo de confianza para cada mes:

$$\text{Ec. 1} \quad \tilde{y} \pm \frac{z_{\alpha/2} \sigma}{\sqrt{n}}$$

Donde: \tilde{y} = media; $z_{\alpha/2}$ = área de una cola de la distribución z ; n = tamaño de la muestra y σ = desviación estándar.

El segundo tipo de datos consistió en la identificación taxonómica y la medición de cada uno de los organismos capturados por los pescadores, conforme éstos iban llegando al centro de acopio (entre 750 y 1 500 organismos por semana de muestreo). Para ello se utilizó literatura especializada como: Ramírez-Hernández y González-Pagés (1976), Castro-Aguirre (1978), Thomson *et al.* (1979), Chirichigno *et al.* (1982), Allen (1985), Cruz-Romero *et al.* (1989), Heemstra y Randall (1993), Allen y Robertson (1994), Fischer *et al.* (1995), Amezcua-Linares (1996), de la Cruz-Agüero (1997), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Espino-Barr *et al.* (2003). Un ejemplar de cada especie se fotografió y se conservó en formol a 10 %, para la colección de referencia del Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (CRIP). Cada organismo se midió (longitud estándar, total y altura) y se pesó (entero o eviscerado).

En las Oficinas de Pesca de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (SAGARPA) de Barra de Navidad y Puerto Vallarta se recopilaron las estadísticas de pesca de los avisos de arribo (forma oficial en que el pescador registra su producción) en resúmenes mensuales de 1992 a 1996, mientras que de la

Subdelegación de Pesca del estado se obtuvieron las de 1997 a 2002. Con esta información se describió la tendencia de la captura, los cambios estacionales y la proporción que corresponde a cada especie que la compone.

Resultados

Los pescadores y los centros de acopio

En la costa de Jalisco se identificaron 23 centros de acopio, cuya importancia depende del número de embarcaciones que arriban y de la frecuencia con la que operan (Tabla 1). En los más grandes se comercializa el producto diario de más de 100 lanchas, como es el caso de Barra de Navidad, mientras que en los más pequeños se recibe la captura de alrededor de una docena de embarcaciones cada tercer día, como en Yelapa (ubicado en la ribera sur de Bahía Banderas). También existen entre seis y 12 campamentos provisionales o temporales, donde el intermediario recoge el producto con la periodicidad necesaria. Estos lugares se encuentran alejados de las localidades habitadas y son de difícil acceso, por lo que los pescadores se apoyan en el intermediario para abastecerse de agua, hielo, gasolina y alimentos. En esos lugares no hay infraestructura por lo que el acopio se realiza en la playa y el producto se almacena en hieleras comunes.

En la Subdelegación de Pesca hay 551 pescadores registrados que forman parte de 37 grupos (entre cooperativas, grupos, uniones y permisionarios) con representación legal. Se calculó, sobre la base de las observaciones realizadas durante los recorridos y las entrevistas con los pescadores, que hay aproximadamente 500 pescadores “libres”, cuya producción puede alcanzar un monto similar al que se registra legalmente. La densidad de pescadores a lo largo de la costa es muy variable, ya que se distribuyen por los campos pesqueros productivos y los centros urbanos importantes. Los lugares donde se concentra 80% de los pescadores son: Puerto Vallarta y Chimo (en la zona norte), Cruz de Loreto (en la zona medio), Punta Pérula, Melaque y Barra de Navidad (en la zona sur) (Fig. 1).

La mayoría de las asociaciones de pescadores (cooperativas, uniones y grupos) pertenece a una Federación de Cooperativas, a la que están afiliadas voluntariamente y aportan cuotas. La Federación puede apoyar en los trámites de permisos y en el llenado de formatos y solicitudes; por lo general, tiene comunicación con la Subdelegación de Pesca y con los consejos consultivos regionales (organismos donde participan representantes de los productores, del

gobierno estatal, del federal y de la academia) y puede, por esos canales, hacer gestiones para solucionar las necesidades de los agremiados, aunque no realiza actividades de capacitación.

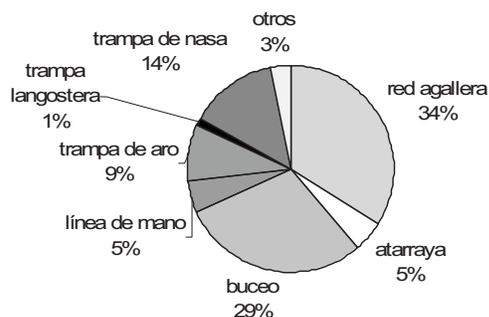
Cada una de las 37 asociaciones tiene permisos de pesca comercial; 30 de éstos se dedican a la captura de escama marina en general, 20 al pulpo y 15 al ostión; sólo una cooperativa está autorizada para extraer langosta.

Los avisos de arribo, con los cuales las agrupaciones informan a las autoridades administrativas del gobierno federal, se presentan con diferente periodicidad según su lejanía y acuerdo con la Oficina de Pesca: algunas cooperativas elaboran un aviso por semana, mientras que otras los entregan cada tercer día. En estos documentos se incluyen las capturas de todos los socios, lo que impide deducir el esfuerzo individual aplicado.

El precio del producto a menudo está relacionado con la cercanía del campo pesquero al mercado, y puesto que la mayoría de los pescadores está lejos de los grandes centros urbanos, los precios deben ser bajos para que sean competitivos. La comercialización se efectúa en algunas cooperativas de forma individual, cada pescador busca al comprador que más le convenga, mientras que los socios de otras cinco o seis, como es el caso de la cooperativa de la Cruz de Loreto, entregan su producto para que se comercialice de forma global, para alcanzar un mejor precio.

Descripción de la unidad de pesca y características de los métodos de captura y su operación. Los pescadores ribereños utilizan embarcaciones de fibra de vidrio de 25 a 33 pies (7.5-10 m) de eslora con motor fuera de borda de 48 a 85 HP; la *tabla 1* muestra el número de embarcaciones por agrupación. La unidad de pesca se conforma con la embarcación con motor y su arte de pesca.

Figura 2
Sistemas de pesca utilizados en la costa de Jalisco, N = 1.000

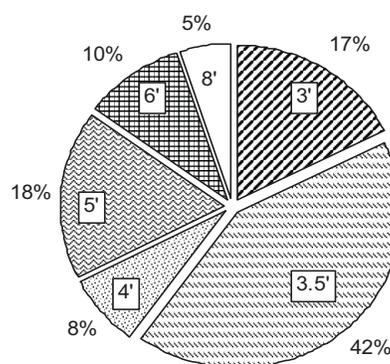


Fuente: Subdelegación de Pesca, 2002.

Los métodos y artes de pesca más socorridos son el enmalle de los organismos con la red agallera y el uso del gancho por buceo; no obstante, según la Subdelegación de Pesca en la costa de Jalisco, existen 970 equipos para la pesca: 340 redes agalleras, 50 líneas de mano con anzuelos, 290 equipos de buceo 50 atarrayas y 240 trampas de aro, nasas y langostas (Fig. 2). Los palangres escameros no están registrados, a pesar de que se observaron 250.

Las redes agalleras utilizadas en Jalisco pueden ser de fondo o superficie (“aboyadas”) y su luz de malla es de tres a ocho pulgadas, según las especies que se pretenda capturar; la longitud de las redes es muy variable (200 a 600 m) y son armadas con paños de nylon monofilamento. Las más comunes son las de fondo de 3½ pulgadas (Fig. 3) y se emplean para las especies demersales, tales como el huachinango, la sarangola, los burros y las mojarras. Las de cuatro pulgadas de luz de malla se usan para la pesca de zulema, palmeta, ojo de perra, medregal y lunarejo; y las de seis pulgadas para pargos y robalo. Las redes de superficie son de tres a seis pulgadas de tamaño de malla y se utilizan para especies pelágicas, como la sierra. A lo largo del año los artes y métodos de pesca van cambiando dependiendo de la(s) especie(s) objetivo.

Figura 3
Redes agalleras según el tamaño de malla (en pulgadas) utilizadas por los pescadores ribereños en la costa de Jalisco (N = 340), observadas entre abril 2002 y diciembre 2003



La línea de mano lleva de uno a tres anzuelos de tipo noruego (también conocidos como “rectos” o tipo “J”), del número ocho a 10 de tamaño,² con car-

2. La longitud total y la abertura de los anzuelos de acuerdo con su número: 12: 2.9 y 1.1 cm; 10: 3.3 y 1.2 cm; 9: 3.6 y 1.3 cm; 8: 3.8 y 1.5 cm; 7: 4.8 y 1.8 cm; 5: 5.9 y 2.2 cm.

nada de calamar, sardina o pejerrey. Con este arte, los pescadores capturan pargos y huachinango en bajos pesqueros o zonas de fondos rocosos. Algunas cooperativas no promueven el uso de este método de pesca, para evitar la captura de huachinango y pargos de tallas menores a 20 cm. El palangre escamero consta de una línea madre de 500 a 800 m de longitud, con 200 reinales, cada uno de los cuales tiene un anzuelo tipo noruego del número cuatro o cinco, se utiliza en temporada de lluvias para la pesca del pargo colmillón, la raya y el medregal.

Los buzos capturan muchas especies que no se obtienen con otros métodos. El pulpo se pesca todo el año, aunque en mayor cantidad entre junio y octubre, durante la época de lluvias. También se obtiene langosta todo el año, aun cuando el permiso está en trámite, ya que los pescadores afirman que este recurso está disponible cuando otros disminuyen. En ambos casos se utiliza un gancho. En el trabajo de Juárez-Carrillo y colaboradores, incluido en este mismo libro, se describen la forma y el uso de estos artefactos para la recolecta de langosta.

Algunas artes son de apoyo a otros métodos, como la atarraya, que se utiliza principalmente para obtener carnada para la pesca con línea de mano. Existen otros equipos que se utilizan en lagunas costeras y por temporadas, como las nasas y las trampas de aro, para la pesca de jaiba. Las trampas langosteras están registradas en la Subdelegación de Pesca, pero no se utilizan.

Los viajes son diarios y según el arte de pesca, varía la duración de la jornada. La red agallera se tiende alrededor de las 8:00 pm y se recoge al siguiente día, después de las 6:00 am, aunque en la época de mucha pesca se revisa a media noche. Los buzos salen temprano en la mañana y regresan entre mediodía y 3:00 pm o a media noche para regresar a las 3:00 am; pescan de tres a cuatro horas, mientras que con la línea de mano con anzuelo (también conocida como "cuerda") se trabaja durante un periodo de seis a 14 horas, a partir de las 5:00 am. A lo largo de la semana se trabajan entre tres y cinco días, si el estado del mar lo permite, ya que hay periodos en los que las condiciones meteorológicas hacen imposible salir al mar.

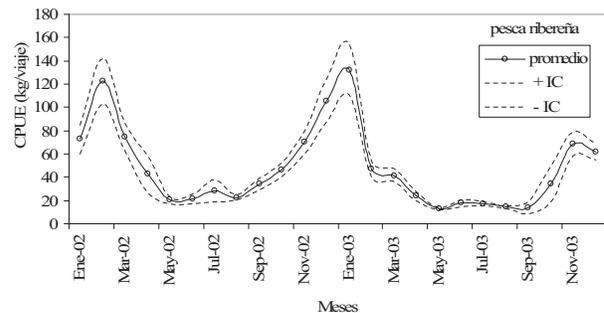
La captura por viaje o por unidad de esfuerzo (CPUE). De octubre de 2001 a diciembre de 2003 se obtuvieron 5 775 registros de la captura diaria por embarcación directamente en campo y de los archivos de las cooperativas. Cabe mencionar que en 60 % de los viajes se utilizó la red agallera; en 10 % la línea de mano; y en 3% el palangre escamero. Del esfuerzo, 27% correspondió al buceo.

La CPUE se encontró entre unos pocos kilogramos y 603 kg; los valores promedio mensuales variaron en-

tre 20 y 140 kg con el promedio de 60 kg diarios y el intervalo de confianza de 26 kg (Fig. 4). La CPUE fue mayor durante el invierno y menor en la primavera y el verano. Estas variaciones están relacionadas con los cambios de métodos de pesca y de las especies objetivo, que se suceden con las fluctuaciones ambientales; así por ejemplo, entre noviembre y abril, cuando la temperatura del agua disminuye, es más común el enmalle en redes agalleras, mientras que de mayo a octubre, cuando aumenta la temperatura (véase el trabajo de Gallegos y colaboradores en este mismo libro) el método más empleado es el buceo.

Figura 4

Captura por viaje promedio mensual (kg) en la costa de Jalisco. Las líneas punteadas representan el intervalo de confianza (I.C.) de cada mes

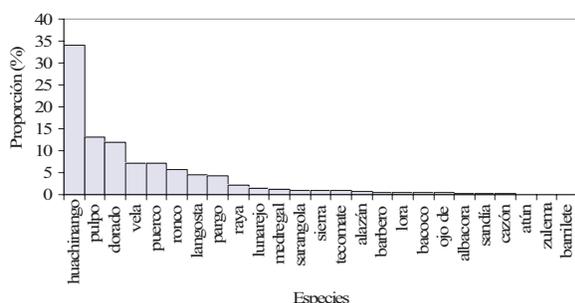


El huachinango (*Lutjanus peru*) se pescó en la mayoría de los viajes (1 564), con un volumen promedio de 17.57 kg y valores máximo y mínimo de 275 y 0.5 kg, respectivamente. Otras especies registradas con frecuencia fueron el pulpo (*Octopus hubbsorum*) que se reportó en 999 viajes y la langosta (*Panulirus inflatus*) en 559 (Tabla 2). La captura de algunos organismos fue elevada, aunque por periodos breves, como el puerco (*Suflamen verres*) y la sierra (*Scomberomorus sierra*), que alcanzaron hasta 582 kg y 200 kg por viaje como máximo, respectivamente, pero que se observaron en 42 y 198 viajes cada uno.

La captura del huachinango (*Lutjanus peru*) representó 35% del total (Fig. 5), mientras que el pulpo 13%, y el dorado (*Coryphaena hippurus*) 12%. Otras especies que alcanzaron entre cinco y 10% fueron el pez vela (*Istiophorus platypterus*), el puerco (*Suflamen verres*), el ronco (*Haemulon* sp.) y el pargo (*Lutjanus* sp.).

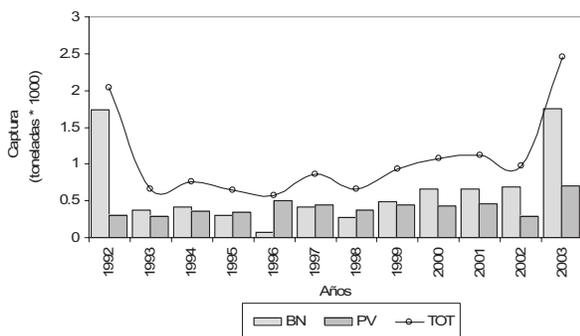
Las pesquerías que tienen por especies objetivo el pulpo y la langosta (*Panulirus inflatus*), se realizan por buceo. Los pescadores que se dedican a esta actividad están muy especializados y también capturan moluscos y peces relacionados con las zonas rocosas.

Figura 5
Proporción de especies en la captura registrada en los centros de acopio de enero 2002 a diciembre 2003, en la costa de Jalisco



Estadísticas de pesca de los avisos de arribo. La captura registrada por los pescadores en las Oficinas de Pesca de Puerto Vallarta y Barra de Navidad presentó variaciones entre 500 y 2 500 t anuales (Fig. 6). En 1996, la Oficina de Pesca en Barra de Navidad registró solamente 70 toneladas, aparentemente porque omitió información, mientras que la proporción que representa, en comparación con los datos de Vallarta, se incrementó en 2003. Los registros de las Oficinas de Pesca de Barra de Navidad y Puerto Vallarta sugieren que las capturas fueron mayores en la zona sur, pero no se detectó diferencia estadística entre los datos de ambas oficinas, cuando se compararon con un análisis de varianza ($F'_{0.05(1,22)} = 2.33; p > 0.05$).

Figura 6
Capturas registradas en los avisos de arribo de las Oficinas de Pesca de Barra de Navidad (BN) y Puerto Vallarta (PV), de enero 1992 a diciembre de 2003



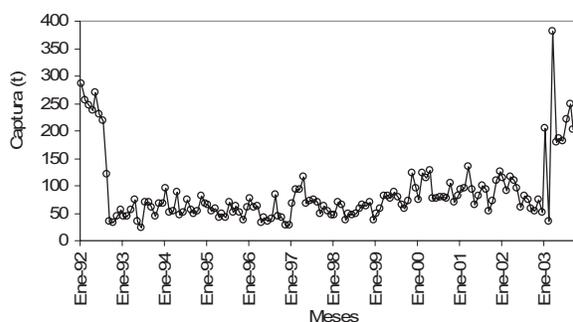
Fuente: Subdelegación de Pesca en Jalisco (SAGARPA).

La captura promedio fue de 89 t mensuales (± 23 t de desviación estándar) con fluctuaciones periódicas anuales (Fig. 7). En los primeros meses de 1992 y 2003, se obtuvieron volúmenes superiores a las 150 t men-

suales, casi el doble que en el resto de la serie; esto puede deberse a que se capturan diferentes recursos, tanto los demersales, como los pelágicos, que migran en esa época por los cambios en la temperatura del agua.

En los avisos de arribo se registraron 98 especies por su nombre común, algunos de los cuales incluyen a varias especies, como es el caso del “pargo” y el “ronco” que se refieren a varios miembros de las familias Lutjanidae y Haemulidae, respectivamente. Entre los nombres comunes, 79 representan a peces teleósteos, cinco a tiburones y rayas, cinco a moluscos, cuatro a crustáceos y uno a equinodermos (el pepino de mar). Seis registros incluyen peces clasificados por su importancia económica o su presentación como: “segunda”, “tercera”, “revuelto”, “basura”, “filete” y “molida”. Es necesario organizar a los productores para que el registro de su actividad sea adecuado.

Figura 7
Captura ribereña mensual en la costa de Jalisco, enero 1992 a diciembre 2003



Fuente: Subdelegación de Pesca en Jalisco (SAGARPA)

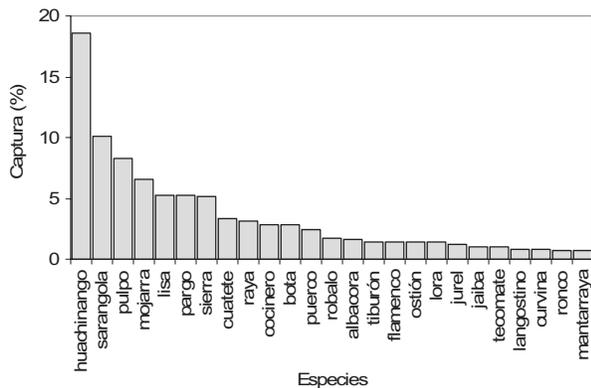
Al separar las capturas por especie (Fig. 8), el huachinango es la predominante, seguida por la sarangola (*Microlepidotus brevipinnis*) y el pulpo (*Octopus hubbsorum*). El huachinango es la especie objetivo y la más abundante en la captura diaria y total, mientras que la sarangola es de segunda categoría y con frecuencia se pesca con los pargos, porque comparten el hábitat. Ambos se capturan con redes agalleras o línea de mano, mientras que el pulpo se recolecta por buceo libre o con compresor.

El huachinango se obtiene en cualquier mes del año, aunque es más abundante de marzo a mayo, mientras que es más fácil encontrar la sarangola de febrero a mayo, y el pulpo de junio a agosto (Fig. 9).

Identificación taxonómica y características merísticas de las especies que se capturan comercialmente. Durante los muestreos de campo (20 meses), se identificaron 121 especies de peces, ocho moluscos, seis crustáceos y un equinodermo.

Figura 8

Proporción de especies en la captura ribereña de Jalisco



Fuente: Avisos de Arribo 1992-2003.

Los ejemplares de la familia Lutjanidae fueron los más abundantes, ya que se capturaron nueve especies, de las cuales el huachinango *Lutjanus peru* y el lunarejo *L. guttatus* siempre fueron los más importantes. Le siguieron en orden de abundancia o presencia en las capturas comerciales, 15 especies de la familia Haemulidae, 13 de la Serranidae, 17 de la Carangidae y seis de la Sciaenidae.

En la tabla 3 se presentan las tallas de los ejemplares capturados con mayor frecuencia en la pesca ribereña. A pesar de que los compradores prefieren las tallas “platilleras” (entre 350 y 500 g por individuo), se observó un intervalo amplio en todas las especies. Por ejemplo, la longitud estándar del huachinango varió de 12 a 74 cm, lo que correspondió a un intervalo de peso entre 50 g y 10 kg. En el caso del pulpo y de la langosta, aunque el comprador exige que los organismos sean mayores 350 g, se observaron organismos de hasta 2 kg para el primero y 1.5 kg para la segunda.

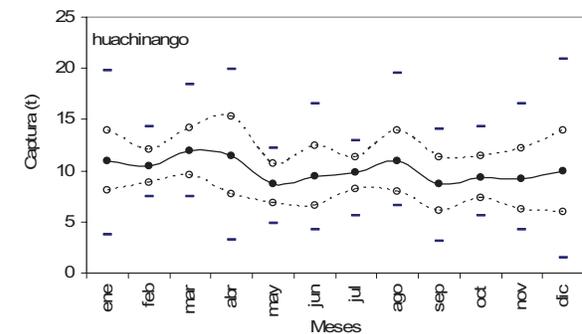
Discusión

A lo largo de la costa de Jalisco la pesca ribereña es de tipo artesanal, con la participación de 551 pescadores registrados con 41 permisos para escama, 25 de pulpo, 10 de ostión y uno para la pesca comercial de langosta (aunque en 2005 se dieron ocho permisos de fomento por un año y en 2006 se estaban tramitando permisos para ocho cooperativas). Aun así, hay muchos pescadores libres que no cuentan con permisos, ni registro y por lo tanto no se conocen sus métodos y artes de pesca, ni los montos de su captura.

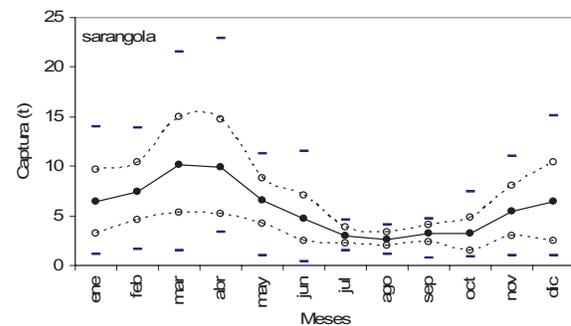
El número de permisos que había en 2002 era menor a la mitad de los 145 otorgados entre 1989 y

Figura 9

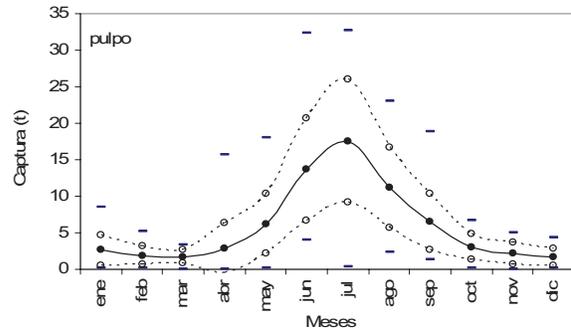
Valores promedio, máximos y mínimos de la captura mensual de enero de 1992 a diciembre de 2003



a)



b)



c)

Las líneas punteadas representan los intervalos de confianza (IC); a) huachinango, b) sarangola y c) pulpo. Fuente: Avisos de arribo.

1990 (Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990), que incluían una amplia variedad de recursos. Martínez-González *et al.* (2002) calcularon que 80% de los permisos vigentes era para la pesca de la escama, 18% para el pulpo, 2% para el ostión y sólo uno para la langosta. Detectaron que por deficiencias administrativas dos cooperativas perdieron el registro y otras cinco, los permisos.

El oficio de pescador en Jalisco es tradicional, ya que se hereda por generaciones (Villaseñor-Anguiano y García de Quevedo, 1990); sin embargo, el número de personas que se dedican a esta actividad es pequeño, ya que se identificaron aproximadamente 1 000 trabajadores en los 350 km de costa; aunque esta cantidad puede variar a lo largo del año porque hay quienes pescan por temporadas cuando la demanda aumenta, como en cuaresma. Por otro lado, en algunas localidades, los trabajadores han dejado esta actividad porque han sido desplazados por la industria turística (Alcalá-Moya, 1995).

Aproximadamente la mitad de los trabajadores están registrados ante las autoridades y cuentan con el permiso correspondiente. La queja más común de estos pescadores es la falta de vigilancia por parte de las autoridades correspondientes (inspectores de SAGARPA), lo que permite la pesca furtiva o ilegal. Por otro lado, los pescadores agrupados mencionaron que no han recibido capacitación en cooperativismo y administración, lo que aparentemente ha agudizado la problemática.

La comercialización es difícil debido a la dispersión de las comunidades pesqueras y a la variabilidad de la captura. En muchos lugares dependen de un intermediario que los abastece de hielo y gasolina a cambio de mantener la compra de la captura. Las cooperativas que comercializan su producto son pocas, a pesar de que esto les proporciona mejor ingreso por él.

La captura registrada por viaje durante los muestreos puede considerarse como un indicador de la abundancia del recurso (González-Becerril *et al.*, 2000), por lo que debe continuarse con su evaluación para observar sus cambios y considerarlos en la administración de la actividad. También es necesario que al registrar la captura se indique el método de pesca utilizado, ya que ello permitiría analizar la selectividad por arte y tamaño de malla o anzuelo, según el caso, ya que actualmente el tipo y la cantidad de artes se registra de manera general (ya sea de red, anzuelo, atarraya o arpón) en la Subdelegación de Pesca (Martínez-González *et al.*, 2002).

Las variaciones en la riqueza específica de la captura comercial son un indicador de los cambios dentro de la comunidad. Con los resultados de los muestreos de uno o dos años se pueden describir los cambios estacionales y con series de tiempo más largas es posible inferir el efecto de factores externos, tales como la pesca (Berlangua *et al.*, 1997; Espino-Barr *et al.*, 2002). Los resultados del muestreo en los centros de acopio muestran que el número de familias y especies es elevado, lo que puede relacionarse con la variedad de hábitats que se encuentran en la costa de Jalisco, compuesta en alta proporción por playas rocosas.

La amplia gama de tallas observadas, los valores de CPUE, el pequeño número de pescadores y la riqueza de especies en la captura comercial, sugieren una baja presión de pesca en comparación con la costa de Colima, donde la población de pescadores es también de alrededor de 1 000 pescadores (Cruz-Romero *et al.*, 2000). En Colima se han identificado 110 especies de peces comerciales, mientras que en Jalisco se han encontrado 145 y se siguen observando algunas que no habían sido identificadas previamente (Espino-Barr *et al.*, 2003 y 2004).

El intervalo de tallas observado en los peces medidos en los centros de acopio sugiere que los métodos de pesca son apropiados, ya que además de recoger individuos con tallas "platilleras", también capturan organismos más grandes, que ya se han reproducido. No obstante, es necesario evaluar constantemente los métodos de pesca para cuidar que respeten las tallas reproductivas de las especies más importantes. Según Cruz-Romero *et al.* (1991), el huachinango alcanza la madurez sexual a los 22 cm en machos y los 23 cm en hembras, por lo cual debe vigilarse que el tamaño de malla utilizado en las redes agalleras no sea menor de 3.5 pulgadas (véase el trabajo de Lucano-Ramírez y Ruiz-Ramírez, en este mismo libro).

La pesca ribereña no es una actividad estable o predecible, tiene una dinámica que no depende solamente del esfuerzo, el arte o la presión de pesca. Existen factores intrínsecos de la comunidad, como la densidad de población y la competencia, así como factores interespecíficos y ambientales, como los cambios meteorológicos y oceanográficos, que pueden influir en el volumen capturado y las especies disponibles (Blackburn, 1956; Dementeva, 1959; Claro, 1991; Laevastu, 1995; Mann y Lazier, 1996).

Finalmente, cabe señalar que la manera de registrar los datos de los avisos de arribo presentados ante la Subdelegación de Pesca oculta información necesaria para establecer el Plan de Manejo de la pesquería. Por otro lado, la información es incompleta y las series de tiempo más largas se refieren solamente a Puerto Vallarta y Barra de Navidad, donde el registro de las capturas se inició después de la década de los sesenta (INP, 1982).

Referencias bibliográficas

- ALCALÁ-MOYA, G. 1995. Los pescadores del litoral del occidente de México y el turismo. *Estudios Jaliscienses*, 20: 27-44.
- ALLEN, G.R. 1985. *Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date*. FAO Species catalogue 125(6), FAO Fish. Synop., Roma. 208p.
- ALLEN, G.R. y D.R. Robertson, 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, México. 327p.

- AMEZCUA-LINARES, F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. CONABIO, UNAM, México. 184p.
- ARANDA-MENA, O.S. 2000. *Lista sistemática de los peces de arrecife de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México*. Tesis de Licenciatura, UdeG, Guadalajara. 64p.
- BERLANGA, R., C.A., A. Ruiz-Luna, M.R. Nepita-V. y J. Madrid-Vera. 1997. Estabilidad y diversidad de la composición de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Rev. de Biol. Trop.*, 45(4): 1554-1558.
- BLACKBURN, M. 1956. Real and apparent changes in size of marine animal populations during the Australian fisheries investigations. *J. Du Conseil Intern. pour l'Exploration de la Mer*, 21(3): 284-295.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica 19. Depto. Pesca. INP., México. 298p.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., H.S. Espinosa Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Serie Biotecnologías, IPN y Noriega-Limusa, México. 711p.
- CHIRICHIGNO, N., W. Fischer, C.W. Nawen (comps.). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. INFOPECA, PNUD, SIC, FAO, Roma. 588p.
- CLARO, R. 1991. Changes in fish assemblages structure by the effect of intense fisheries activity. *Trop. Ecol.*, 32(1): 36-46.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989. Lista de Peces del litoral colimense. *Serie: Documentos de Trabajo SEPESCA/INP*, 9(1):1-21.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr, J. Mimbela-L., A. Garcia-Boa, L.F. Obregón-A. y E. Girón. 1991. *Biología reproductiva en tres especies del género Lutjanus en la costa de Colima, México*. Informe final de Conacyt clave PO2PCCPR892739 (inédito), México. 115p.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr, P. del Monte-Luna, A. Garcia-Boa, A. Ayala-Cortés, J.J. González-Ruiz y S. Sánchez-González. 2000. Huachinango del Pacífico. En: M.A. Cisneros-Mata, L. Meléndez-M. (ed.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000*. INP-SEMARNAP, México. pp. 297-326.
- DE LA CRUZ-AGÜERO, J. 1997. *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*. CICIMAR-IPN, CONABIO, México. 346p.
- DEMENTEVA, T.F. 1959. *Methods of studying the effect of environmental factors on the fluctuations in the abundance of the Azov anchovy*. Translation Series 239. Fisheries Research Board of Canada. 45p.
- ESPINO-BARR, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial en la costa de Jalisco, México*. INP, SAGARPA, México. 135p.
- ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, México. 106p.
- ESPINO-BARR, E., A. Ruiz-Luna y A. Garcia-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: A case study in the Pacific off central Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12(4):393-401.
- ESQUIVEL-HERNÁNDEZ, M.A. y E.C. Plascencia-Reyes. 1999. *Análisis de la problemática de la pesca costera de los estados de Jalisco y Colima, México*. Tesis de Licenciatura, Fac. de Biología, UdeG, Guadalajara. 240p.
- FISCHER, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y U.H. Niem (eds.). 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. FAO, Roma. 1813p.
- FUENTES-CASTELLANOS, C.D., 1996. Panorama de la pesca ribereña nacional. En: *Pesquerías relevantes de México*. xxx Aniversario del INP. SEMARNAP, México. pp. 639-648.
- GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptada a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía-UNAM, México. 243p.
- GONZÁLEZ-BECERRIL, A., E. Espino-Barr, M. Cruz-Romero y A. Ruiz-Luna. 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. *Ciencias Marinas*, 26(1): 113-124.
- HEEMSTRA, P.C. y J.E. Randall 1993. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). *An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and luretial species known to date*. Species catalogue, Fish. Synopsis. 125(16). FAO, Roma. 522p.
- HOLGUÍN-QUIÑÓNEZ, O. y A.C. González-P. 1994. *Moluscos de la franja costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México*. IPN, México. 133p.
- INEGI. 1995. *Los municipios de Jalisco*. Colección: Enciclopedia de los Municipios de México. México. 264p.
- INEGI. 2000. *Imagen cartográfica digital*. Condensados estatales, Topográficos Serie II. CD
- INP, 1982. *Diagnóstico de la situación actual de las pesquerías de México*. SIC, PNUD-FAO, México. 685p.
- LAEVASTU, T. 1995. *Marine climate, weather and fisheries*. John Wiley & Sons, Nueva York. 204p.
- LOBATO-GONZÁLEZ, P. 1996. Reflexiones en torno a la pesca ribereña. En: A. Nadal Egea (ed.). *Esfuerzo y Captura. Tecnología y sobreexplotación de recursos marinos vivos*. El Colegio de México, México. pp. 301-335.
- LUCANO-RAMÍREZ, G., S. Ruiz-Ramírez, B. Aguilar-Palomino y J.A. Rojo-Vázquez. 2001. Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y Mar*, 5(15): 13-20.
- MANN, K.H. y J.R.N. Lazier. 1996. *Dynamics of marine ecosystems. Biological-physical interactions in the oceans*. Blackwell Science. Reino Unido. 394p.
- MARISCAL-ROMERO, J. 2002. *Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. Tesis Doctoral. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Tecomán. 143p.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, G., F.R. Baiza-Serrano, V. García-Carvajal e I. Peña-Ramírez. 2002. *Reporte y comentarios de las demandas del sector pesquero, en la costa de Jalisco*. Documento interno. Subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco, SAGARPA, Guadalajara. 3p.
- PÉREZ-FLORES, A. 2000. *La actividad pesquera durante 1996 en la Bahía Banderas (Nayarit-Jalisco) y áreas de influencia*. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco. 107p.
- RAMÍREZ-GRANADOS, R. 1977. *Estudio de factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Colima*. DEPEs. Tomo 2, México. pp. 269-368.
- RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, E. y A. González-Pagés (eds.). 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. SIC/INP. México, 462p.
- RÍOS-JARA, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo y E. López-Uriarte. 2001. *Recursos pesqueros de la costa de Jalisco*. Colección: Producción académica de los miembros del Sistema Nacional de Investigadores, CUCBA-UdeG, Guadalajara. 159p.
- RODRÍGUEZ-IBARRA, L.E. 1995. *Ictiofauna de la región de la Bahía de Navidad, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura, UdeG, Guadalajara. 73p.
- SOLÍS-GIL, C. y J.L. Escobedo-Quintero. 2002. *Índices de diversidad y similitud de comunidades estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas, México. Temporada 1996*.

Tesis de Maestría en Ciencias, Fac. de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit y UdeG, Tepic. 37p.
 THOMSON, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California*. John Wiley & Sons, EU. 302p.

VILLASEÑOR-ANGUIANO, S. y R. García de Quevedo M. 1990. *La Universidad de Guadalajara y la pesca en Jalisco*. Informe Interno, UdeG, San Patricio Melaque, Jalisco. 74p.

Tabla 1

Agrupaciones de pescadores de la costa de Jalisco. Se incluyen dos permisionarios (*)

SCPP: Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera. udep: Unión de Pescadores

Asociación	Municipio	Lugar de desembarco	Embarcaciones (núm.)
<i>Oficina de Pesca de Barra de Navidad</i>			
SCPP de Rivera y de Consumo Puerto Viejo	Cihuatlán	Barra de Navidad	6
SCPP Pescadores y Buzos del Pacífico SCL	Cihuatlán	Barra de Navidad	1
SCPP Pri, SC de RL	Cihuatlán	Barra de Navidad	9
udep Las Perlitas	Cihuatlán	Barra de Navidad	13
SCPP Cabo Corrientes, SCL	Cihuatlán	Playa de Melaque	4
SCPP Punta Farallón SCL	Cihuatlán	Playa de Melaque	9
SCPP Ribera de Melaque, SCL	Cihuatlán	Playa de Melaque	9
SCPP Río Marabasco, SCL	Cihuatlán	Estuario del río Marabasco	8
SCPP Liberación Campesina, SCL	La Huerta	Playa La Manzanilla	14
udep La Colimense	La Huerta	Playa La Manzanilla	1
SCPP Tenacatita del Rebalcito, SC de R	La Huerta	Playa La Saucera	5
SCPP Bahía de Chamela SC de RL	La Huerta	Chamela	11
SCPP Ejidal La Fortuna, SCL	La Huerta	Playa Pérula	10
SCPP La Jaiba Azul, SC de RL	La Huerta	Playa Pérula	4
SCPP Punta Pérula SCL	La Huerta	Playa Pérula y Playa Careyitos	14
udep Buzos y Pescadores El Delfin	La Huerta	Playa Pérula	8
udep El Playón	La Huerta	Playa Pérula	5
<i>Oficina de Pesca de Puerto Vallarta</i>			
SCPP Estero El Chorro, SCL	Tomatlán	Estero El Chorro y Laguna La Sabanita	19
SCPP Cruz de Loreto, SCL	Tomatlán	Estero El Ermitaño y Laguna Agua Dulce	62
SCPP Laguna de Paramán, SCL	Tomatlán	Playa de Chalacatepec	9
SCPP Las Marismas SCL	Tomatlán	Las Marismas de la Laguna de Agua Dulce	1
SCPP Roca Negra, SCL	Tomatlán	Estero de Majaguas	3
SCPP Servicios El Chambe SC de RL	Tomatlán	Campamento de Benito	4
udep Laguna El Capulín	Casimiro Castillo	Laguna el Capulín	3
SCPP Tehuamixtle, SC de RL	Cabo Corrientes	Playa Tehuamixtle	16
udep La Conchita	Cabo Corrientes	Boca de Tomatlán	2
José Miguel Cruz Castellón*	Cabo Corrientes	Playa Chimo	4
SCPP Ribera de Suchitlán, SCL	Cabo Corrientes	Playa Chimo	10
Pedro Fernández Orozco*	Cabo Corrientes	Playa Yelapa	6
SCPP Boca de Tomatlán, SCL	Cabo Corrientes	Boca de Tomatlán	18
SCPP Pescadores del Rosita, SCL	Puerto Vallarta	Playa del Rosita	8
udep Buzos La Boquita, SCL	Puerto Vallarta	Playa Peñitas, Piedra Lumbre	3
SCPP La Majahuita de Vallarta, SCL	Puerto Vallarta	Los Peines	28
SCPP Vicente Riva Palacios, SCL	Puerto Vallarta	Los Peines	3
udep La Pesquera	Puerto Vallarta	Los Peines	2
SCPP Boca de Tomates, SCL	Puerto Vallarta	Boca de Tomates	15
udep Boca Negra	Puerto Vallarta	Boca de Tomates	10

Tabla 2

Nombre común y científico, número de viajes y valor promedio, máximo y mínimo de la captura por viaje (kg) de las 30 especies más importantes de la pesca ribereña de la costa de Jalisco, de abril 2002 a diciembre 2003

Nombre común		Nombre científico	Viajes (núm.)	Captura (kg)			
				Máximo	Mínimo	Promedio	Desv. est.
INVERTEBRADOS							
1	Pulpo	<i>Octopus hubbsorum</i>	999	250.00	0.90	21.18	19.52
2	Langosta	<i>Panulirus inflatus</i>	559	100.00	0.40	9.43	10.80
3	Ostión	<i>Crassostrea iridescens</i>	20	164.00	9.00	61.65	52.31
4	Callo de hacha	<i>Atrina tuberculosa</i>	5	6.30	1.70	3.03	1.87
PECES							
5	Huachinango	<i>Lutjanus peru</i>	1564	275.00	0.50	17.57	19.40
6	Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	281	503.00	2.00	71.62	83.04
7	Tecomate	<i>Hoplopagrus guntheri</i>	243	80.00	0.50	8.80	10.55
8	Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	198	201.50	0.50	19.93	32.65
9	Alazán	<i>Lutjanus argentiventris</i>	125	33.00	0.50	8.79	7.43
10	Sarangola	<i>Microlepidotus brevipinnis</i>	77	125.00	0.50	14.22	18.16
11	Lunarejo	<i>Lutjanus guttatus</i>	74	114.00	1.50	16.79	16.72
12	Bacoco	<i>Anisotremus interruptus</i>	65	113.00	0.30	12.68	14.76
13	Medregal	<i>Seriola rivoliana</i>	54	86.50	1.00	13.56	14.49
14	Ronco	<i>Haemulon flaviguttatum</i>	51	205.00	1.00	16.25	31.46
15	Robalo	<i>Centropomus nigrescens</i>	48	75.00	2.00	16.31	15.99
16	Puerco	<i>Balistes polylepis</i>	42	582.00	1.50	63.96	112.42
17	Sandía	<i>Lutjanus inermis</i>	37	14.00	0.30	3.97	2.98
18	Ojo de perra	<i>Caranx sexfasciatus</i>	24	56.00	2.00	11.91	14.84
19	Colmillón	<i>Lutjanus jordani</i>	21	49.00	3.00	15.54	11.34
20	Mojarra	<i>Eucinostomus dowi</i>	21	107.00	0.50	8.25	22.79
21	Piriri	<i>Seriola peruviana</i>	21	24.00	2.50	7.44	6.03
22	Lenguado	<i>Cyclopsetta panamensis</i>	20	31.50	0.50	6.78	7.37
23	Bota	<i>Aluterus scriptus</i>	13	48.00	1.00	7.46	12.44
24	Albacora	<i>Elagatis bipinnulata</i>	10	21.00	1.00	6.95	5.60
25	Chula	<i>Sarda orientalis</i>	10	10.50	2.00	5.10	3.57
26	Pintillo	<i>Epinephelus analogus</i>	9	14.00	0.50	4.61	4.01
27	Zulema	<i>Kyphosus ocyurus</i>	9	10.50	1.00	4.00	3.19
28	Barbero	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	9	75.00	1.50	16.93	23.85
29	Agujón	<i>Strongylura exilis</i>	6	15.00	1.00	4.92	5.15
30	Baqueta	<i>Epinephelus acanthistius</i>	5	7.00	1.50	3.50	2.15

Tabla 3

Nombre común, valor promedio, máximo y mínimo de la longitud estándar (cm) y peso promedio (g) de los organismos enteros cada especie, y número de individuos (N) medidos en la costa de Jalisco, de abril 2002 a diciembre 2003

Nombre común	N	prom	máx	mín	Peso (g)	Nombre común	N	prom	máx	mín	Peso (g)
1 Pulpo ¹	226	17.80	38.40	7.77	445	18 Ojo de perra	75	24.70	61.00	16.50	373
2 Langosta ²	199	9.01	14.20	6.50	437	19 Colmillón	47	49.24	81.00	18.00	2 993
3 Ostión ³	142	9.34	14.00	5.00	221	20 Mojarra	210	17.48	34.00	11.50	188
4 Callo de hacha ³	5	27.10	31.50	21.00	579	21 Piriri	6	29.50	52.00	22.00	1 352
5 Huachinango	1,986	22.01	74.00	12.00	308	22 Lenguado	80	25.46	43.00	15.00	339
6 Dorado	55	85.98	115.00	41.50	5 562	23 Bota	6	43.83	47.50	35.00	1 446
7 Tecomate	55	34.63	58.50	18.00	1 649	24 Albacora	8	41.56	57.00	22.00	1 230
8 Sierra	483	41.24	78.00	19.50	740	25 Chula	37	48.24	59.00	35.50	2 042
9 Alazán	621	25.13	53.00	12.50	478	26 Pintillo	14	34.27	55.00	23.00	1 512
10 Sarangola	1,107	21.41	33.50	12.40	1 107	27 Zulema	34	35.71	45.50	22.00	1 284
11 Lunarejo	4,019	22.44	68.00	12.00	310	28 Barbero	12	23.85	31.00	16.00	726
12 Bacoco	185	26.76	48.00	15.00	742	29 Agujón	18	79.64	111.50	59.00	1 268
13 Medregal	22	58.24	105.00	24.50	4 171	30 Baqueta	3	44.67	52.00	35.00	3 653
14 Ronco chano	798	23.72	38.50	15.00	349						
15 Robalo	76	33.19	82.00	15.30	621						
16 Puerco	213	25.60	45.00	20.50	752						
17 Sandía	314	20.80	28.50	13.50	226						

Nota. La medida de la longitud en los invertebrados se refiere a: ¹ largo del manto; ² largo del cefalotórax; ³ largo de la concha.

Análisis de la captura de la almadraba de Miramar, Manzanillo, Colima (1993-1998)

Elaine Espino Barr'
Ma. del Carmen Jiménez Quiroz'
Martha Noemí Granados Montes de Oca'
Arturo García Boa'

Resumen

En la bahía de Santiago (municipio de Manzanillo, Colima) se halla una sociedad cooperativa que utiliza una almadraba tipo Daibo-Ami, en temporadas que duran nueve meses. El objetivo de este trabajo fue describir la producción y la operación del arte, así como inferir el efecto de esta trampa en la comunidad íctica, por medio de los cambios en la diversidad a lo largo de la temporada, y comparando la talla de los organismos capturados con éste y otros artes. Entre 1993 y 1998 la producción varió entre 32 y 150 t-año⁻¹; las ganancias fueron variables, pero complementaron los ingresos de los pescadores. Se atraparon representantes de 62 especies, que por su valor comercial se catalogaron como de *primera* (8%), *segunda* (28%) y *tercera* categorías (64%). Las familias con mayor número de especies fueron la Carangidae (12 sp.: 37%), la Scombridae (dos sp.: 10.34 %), Balistidae (una sp.: 7.96 %) y Lutjanidae (tres sp.: 5.88 %). Se considera que esta trampa no afecta a la comunidad de peces de la bahía, ya que a pesar de que también retiene especies demersales (37%), los cambios en la diversidad y la abundancia estuvieron relacionados con la temperatura. La trampa captura individuos de una amplia gama de tallas y tiene la ventaja de que los pequeños pueden ser liberados sin sufrir daño.

Palabras clave: Almadraba, producción, estructura de la comunidad, relación con la temperatura, Colima

Introducción

La almadraba es un arte de pesca fijo que se coloca en las inmediaciones de la costa para capturar los cardúmenes de peces pelágicos durante sus migraciones (Fig. 1); tiene las ventajas de que funciona sin vigilancia y los organismos entran solos a la estructura; por otro lado, como se mantienen vivos hasta la cosecha, el pescado llega fresco y con buena calidad al mercado.

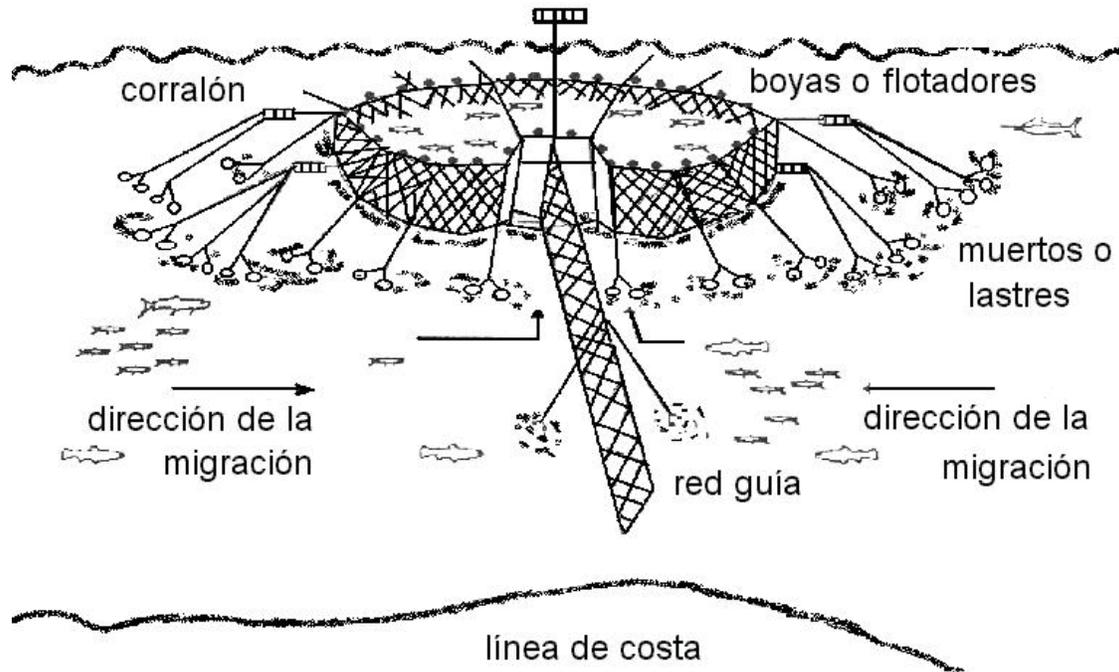
La almadraba es originaria de Arabia, pero fue modificada y perfeccionada en Japón (Matsumoto y Valle, 1978). Si bien en la actualidad hay más de 100 tipos, todas constan de tres partes fundamentales: cuerpo de la red (a la que también se le llama corralón o matadero), estructura flotante, y la red guía (González-Tiznado y Arce-Guzmán, 1991). Aunque el tamaño y diseño de la trampa dependen de la zona en la que se pretende instalar y de las especies objetivo, tienen la característica de que se colocan cerca de la costa, donde la profundidad varíe entre 15 y 20m, el tipo de sustrato sea blando (arenoso o lodoso-arenoso) y la altura de la marea menor a 1.5 m. El costo del arte puede alcanzar los cien mil pesos, dependiendo de su tamaño y de las características del área; no obstante, aunque la inversión inicial es elevada, el costo anual del mantenimiento es menor a 15% del monto inicial (Estrella-Hernández, 1987; Granados-Montes de Oca, 2000) y su durabilidad es de cuatro a cinco años, después de los cuales se deben cambiar los paños dañados.

En México empezó a utilizarse a partir de la década de los cuarenta, pero fue hasta 1974, a raíz del éxito de una almadraba colocada en Punta Mocambo (Veracruz) en 1968, que se desarrolló un programa para la instalación de 22 trampas en 17 estados, cuya primera etapa, de carácter experimental, se llevó a cabo en Veracruz y en algunas localidades (Tabla 1) del litoral comprendido entre Baja California Sur y Oaxaca (SEPESCA, 1984). En 1975 la Escuela Superior

* CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima C.P. 28200, México; Tel. (314) 33 2 37 50; Fax: (314) 33 2 37 51. Correo electrónico: elespino@gmail.com, escama@webtelmex.net.mx

Figura 1

Almadraba tipo Daibo-Ami, compuesta de la red guía, el corralón y la estructura flotante



Tomado de Estrella-Hernández, 1987.

de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit colocó una de estas artes en San Blas (Santana-Hernández¹, com. pers.), que operó regularmente durante la temporada de secas de varios años.

Sin embargo, actualmente hay muy pocas en uso debido a su alto costo, la complejidad de su construcción, la escasa información sobre los lugares idóneos para colocarlas, la falta de promoción y capacitación de los pescadores, así como a los problemas sociales que se derivan de la creencia de que afecta la estructura de la comunidad íctica y merma la captura de los pescadores que usan otros artes. En Manzanillo (Colima) una de estas redes se encuentra en operación desde 1987; originalmente fue instalada por técnicos y estudiantes del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CetMar), quienes posteriormente la donaron a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Costa de Colima SCL, aunque aún colaboran en la instalación y el mantenimiento (Estrella-Hernández, 1987).

La mayor parte de la información sobre almadrabas en México hace hincapié en su diseño, su

instalación, su mantenimiento y su modo de operar (Nomura y Yamazaki, 1975; SEPESCA, 1981; SEPESCA, 1984; Valdez-Guzmán y Cruz-Suárez, 1984; Estrella-Hernández, 1987; Avendaño-García, 1988; González-Tiznado y Arce-Guzmán, 1991). Cabe mencionar que no hay registros sobre la relevancia de esta trampa en las pesquerías ribereñas de las localidades en las que están colocadas, ni sobre las características estructurales del conjunto de peces atrapados (que en el resto del texto será mencionado como *comunidad*²), por lo que este trabajo se desarrolló con información obtenida sobre la captura de la almadraba de la playa de Miramar (Manzanillo, Colima) del periodo 1993-1998 con dos objetivos: el primero fue determinar la rentabilidad del uso de la red, y el segundo, estimar su efecto en la comunidad de peces de la región; ya que si éste fuera negativo, la diversidad y la abundancia de los peces capturados en la red disminuirían durante los nueve meses que permanece en operación cada temporada y serían más pequeños que los obtenidos con otros artes, ya que la presión de pesca constante

1. Dr. Heriberto Santana-Hernández, responsable del programa de Tecnología de Capturas del Centro Regional de Investigación Pesquera-Manzanillo /INP/SAGARPA.

2. El término "comunidad" se refiere a un conjunto de poblaciones que coexisten en un área determinada (Margalef, 1980; Odum, 1982).

en la población afecta primero a los adultos viejos y posteriormente a las tallas subsiguientes (Klingenberg y Froese, 1991; Laroche y Ramanarivo, 1995; Klingenberg, 1996).

Por otro lado, las variaciones en la abundancia de los peces obtenidos con diversos métodos de captura por los pescadores ribereños de Manzanillo (Colima) están estrechamente relacionadas con las variables ambientales (Espino-Barr, 2000), de las cuales, la temperatura es la más fácil de medir y una de las más importantes (Murawski y Finn, 1988; Lluch-Belda *et al.*, 1991; Laevastu, 1995). Por ello, la hipótesis alternativa de este trabajo fue que los cambios en la estructura podrían ser resultado de las fluctuaciones térmicas más que del efecto de la trampa.

Métodos y materiales

La almadraba, así como las oficinas y el centro de acopio de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Costa de Colima SCL, se encuentran en la Boquita de Miramar, localizada en la zona oeste de la Bahía de Santiago, Colima. La trampa se instala en un punto ubicado en los 104°23'45" O y 19°06'15" N, donde la profundidad es de 15 metros.

El tipo de clima es cálido subhúmedo; la temperatura media anual es de 26.9 °C y la precipitación pluvial anual promedio es de 1 205.9 mm (INEGI, 2001). La temporada de lluvias inicia en junio y termina en diciembre; las precipitaciones torrenciales ocurren entre agosto y septiembre, cuando los huracanes pasan por las inmediaciones de la costa (Arano-Castañón y Guzmán-Barrera, 2001). La temperatura superficial del mar (TSM) promedio anual es de aproximadamente 28 °C; la TSM más elevada se presenta entre julio y noviembre y la más baja entre febrero y mayo (NOAA, 1983-1991). Las características meteorológicas y oceanográficas de la zona cambian como resultado de la influencia del evento global denominado El Niño-La Oscilación del Sur (ENOS). Entre 1997 y 1998, durante el periodo de estudio, se presentó uno de los ENOS más fuertes de los últimos 50 años y alcanzó su máxima intensidad en el bimestre mayo-junio de 1997 y 1998.

Las corrientes marinas en la bahía de Santiago, originadas por la marea y el viento, son relativamente lentas como lo muestra el tamaño de grano de las playas, dominado como arenas finas. La dinámica de las corrientes litorales está determinada por el oleaje, el viento y las corrientes costeras (Luna y Zepeda, 1982; Galicia-Pérez, 1987, 1993).

Características de la almadraba

Se realizaron entrevistas basadas en un cuestionario, o de forma oral, a los pescadores para conocer la manera en que instalan y operan la almadraba, las características de la jornada de trabajo y su opinión sobre los cambios que ocurren en la captura a lo largo del año, así como sobre el monto de sus ganancias.

Volumen y composición de la captura. La información sobre la identidad de las especies y la proporción aportada por cada una de ellas se obtuvo de muestreos realizados diariamente en las oficinas de la cooperativa durante los meses de junio, julio, octubre y noviembre de 1997; y cada tercer día de diciembre de 1997 a junio de 1998. Las especies se identificaron con la ayuda de las claves de Ramírez-Hernández y González-Pagés (1976), Castro-Aguirre (1978), Thomson *et al.* (1979) y Chirichigno *et al.* (1982).

Por otro lado, a partir de la información obtenida de los archivos de la cooperativa, en los que se indica el nombre común de los peces, la producción diaria y su precio, se construyó una base de datos correspondiente a los intervalos 1993-1995 y 1997-1998, que se utilizó para calcular la captura promedio diaria durante ese periodo.

Las especies se clasificaron como: abundantes (A), constantes (C), ocasionales (O) y raras (R) con la prueba de asociación de Olmstead-Tukey. Con este propósito se elaboró una gráfica con la abundancia (*ab*) expresada como logaritmo natural, en el eje de las ordenadas, y la frecuencia (*frec*) en el de las abscisas. La mediana de ambas variables permitió delimitar cuatro cuadrantes y dependiendo de aquel en el que coincidieron *ab* y *frec*, se estableció su categoría. Fueron abundantes cuando ambas variables superaron la mediana; constantes cuando *ab* fue inferior a la mediana, pero *frec* fue mayor a ese parámetro; ocasionales cuando *ab* superó la mediana, pero *frec* fue menor; y raras cuando ambas variables fueron inferiores a la mediana. Este índice se aplicó a los datos totales.

Características de la comunidad de peces capturados con la almadraba. La diversidad se estimó con el índice de Shannon (Brower y Zar, 1977):

$$\text{Ec. 1} \quad H' = -\sum p_i \log_2 p_i \\ p_i = \frac{p_i}{P}^{-1}$$

Donde: p_i es el peso de los individuos de la especie i y P es el peso total de la captura. El índice se basa en el número de individuos, pero se modificó porque la información proporcionada por la Cooperativa se refiere al peso. La diversidad máxima se calculó con la fórmula:

$$\text{Ec. 2} \quad H'_{\max} = \log_2 s$$

Donde s es el número de especies. El índice de uniformidad (J') es el cociente entre H' y H'_{\max} .

Comparación de la longitud de los individuos capturados con diferentes artes. Las tallas promedio (longitud estándar) de los individuos de las 20 especies más abundantes fueron comparadas con las de los organismos capturados con línea de mano (anzuelo núm. 9: 36x13 mm), palangre (anzuelo no. 5: 59x22 mm ó núm. 4: 67x24 mm), red agallera (con malla de 3, 3.5 y 4 pulgadas) y chinchorro playero (con malla de cuatro pulgadas en las alas y 2.5 pulgadas en el copo), por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con la hipótesis nula de que los organismos que se introducen a la almadraba fueron más pequeños que los obtenidos con los otros métodos. La información sobre las tallas de los peces capturados con los otros artes se obtuvo de la base de datos correspondiente al estado de Colima del Programa Pesquerías Ribereñas del Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (Espino-Barr *et al.*, 2003); en ese Programa, los muestreos se realizaron durante una semana al mes en las tres zonas de acopio más importantes para la pesca ribereña del estado: Boca de Apiza, la Playita de en Medio y Miramar y corresponden al mismo periodo de tiempo. La descripción de las artes de pesca está incluida en Garcia-Boa *et al.* (1996).

Relación entre la temperatura ambiental y la abundancia de las especies más frecuentes. La temperatura ambiental (T_A) se utilizó en el análisis porque fue registrada continuamente durante el periodo de estudio, mientras que los datos de la TSM fueron escasos. La información de la T_A fue proporcionada por el Observatorio Meteorológico de Manzanillo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA/SEMARNAT) y la de la TSM se obtuvo de los boletines mensuales emitidos por la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA, 1983-1991). La relación entre la T_A y la TSM se estableció con un análisis de regresión de Pearson; posteriormente se estimaron los parámetros estadísticos descriptivos de la T_A diaria del 1 de enero de 1993 al 31 de diciembre de 1998 ($N = 2191$ días). Las anomalías térmicas mensuales estandarizadas se calcularon a partir del promedio y la desviación estándar de una base de datos de 20 años (1982-2001; $N = 7\,304$ días).

Los índices de diversidad, uniformidad y la abundancia de todas las especies se relacionaron, con el método de regresión de Pearson (Zar, 1996), con la temperatura, las anomalías térmicas, el coeficiente de variación (CV) y la desviación estándar (DE) de la T_A , con el objetivo de determinar las especies cuya abundancia fue influida por la variable (temperatura,

anomalías térmicas) o la magnitud de sus cambios (CV y DE).

Resultados

La almadraba de Miramar está formada por tres secciones: el cuerpo de la red o corralón, la red guía y la estructura flotante (Fig. 1). La primera tiene forma de riñón, su eje más largo mide alrededor de 100 m y el más corto 40 m; está hecha con hilo de nylon tratado con alquitrán, de diferentes grosores (del número 15 al 30) y cuyo tamaño de malla es de 15 a 20 cm. Esta estructura se fija al fondo con muertos de concreto y arena. La red guía es de polietileno del número 30 y tamaño de malla de 25.4 cm; el material es de color amarillo para conducir a los peces hacia el corralón. La red guía tiene una longitud de 250 m y se coloca de manera transversal a la línea de costa. La estructura flotante mantiene el corralón en su lugar y está compuesta por tambos de 200 l y garrafones de 20 l, que se amarran a la red con hilo de polipropileno de 30 mm de diámetro.

La almadraba permanece instalada de octubre a junio, por lo que cada temporada de pesca dura aproximadamente nueve meses; cuando está fuera de operación, los pescadores la limpian, reparan y cambian los paños dañados.

El número de pescadores que trabaja en la trampa es de quince a veinte, quienes se desplazan a la almadraba en tres embarcaciones de 25 pies de eslora cada una, amarradas entre sí; la primera lleva un motor fuera de borda y remolca a las otras dos. Durante la temporada de pesca la almadraba se revisa cada 24 horas, excepto cuando aumenta el volumen de la captura, ya que entonces se examina cada 12 horas. Las boyas y los amarres se inspeccionan después de que se “despesca” el corralón. Las labores del día terminan con la venta del producto en la oficina de la cooperativa, por lo que la jornada dura, en total, de tres a cinco horas.

La comercialización se lleva a cabo por mayoreo o menudeo. Cuando el producto es muy abundante se conserva en el corralón hasta encontrar cliente, o se libera cuando esto no ocurre. Entre los compradores asiduos se encuentran los mismos socios, quienes revenden el producto preparado de diversas formas en los restaurantes o “palapas”, que se encuentran a lo largo de la playa de Miramar.

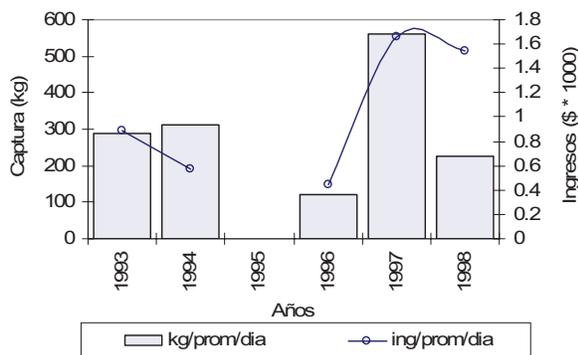
El volumen de pesca obtenido anualmente en la almadraba fue de 32.67 t en 1996 y 150.83 t en 1997, con un promedio de 81.07 t. Diariamente se pescaron entre 100 y 600 kilogramos, con variaciones muy amplias, lo que no permitió que los pescadores planifica-

ran la compra de materiales y la venta del producto en el mediano y largo plazos. La ganancia promedio diaria dependió de la demanda, debido a que el precio del pescado se incrementa durante las temporadas de cuaresma y vacaciones; y del volumen de la captura, ya que cuando éste aumenta, el precio tiende a disminuir.

Entre 1993 y 1994 la producción de la almadraba se incrementó de 290 a 310 kg día⁻¹, mientras que los ingresos promedio diarios por pescador disminuyeron de \$890 a \$570. No fue posible obtener información de 1995, pero entre 1996 y 1997 la producción y el ingreso aumentaron hasta alcanzar 560 kg y \$1 600 diarios, respectivamente. A partir de ese año las capturas disminuyeron a 227 kg, pero el ingreso se mantuvo aproximadamente en \$1 500 diarios (Fig. 2). La ganancia neta semanal de cada pescador fue de \$700.00, promediando todos los datos de 1993 a 1998. Los montos obtenidos en 1993, 1996 y 1998 no se consideraron redituables.

Figura 2

Valores promedio diarios de captura de la almadraba y de los ingresos (ing) correspondientes, de 1993 a 1998



La captura estuvo compuesta por 62 especies de peces, 33 de las cuales representaron 88% del total. En relación con su importancia comercial, 8% de las especies fue de primera categoría, 28% de segunda y 64% de tercera.

La familia con mayor número de especies fue la Carangidae (doce especies), cuyos representantes alcanzaron 37% del volumen pescado; sin embargo, en el mercado se catalogan como especies de segunda y tercera clases, por lo que a menudo se utilizan como carnada. Otras familias importantes, por la abundancia de sus representantes, fueron la Scombridae (dos especies y 10.34%), Balistidae (una especie, 7.96%) y Lutjanidae (tres especies y 5.88% de la captura). En la tabla 2 se observa que 34 especies (53%) son pelágicas y 30 (47%) demersales; otros dos rubros se

refieren a un conjunto de especies que no pueden determinarse (carnada, escama y filete).

La prueba Olmstead-Tukey mostró que 27 especies fueron abundantes, cuatro constantes, cuatro ocasionales y 27 raras (Tabla 2). Las especies que se observaron con mayor frecuencia y que fueron más abundantes son el ojetón, el cocinero, la rasposa, el agujón, el pargo y la bota; las dos primeras aportaron los mayores volúmenes de captura (Fig. 3).

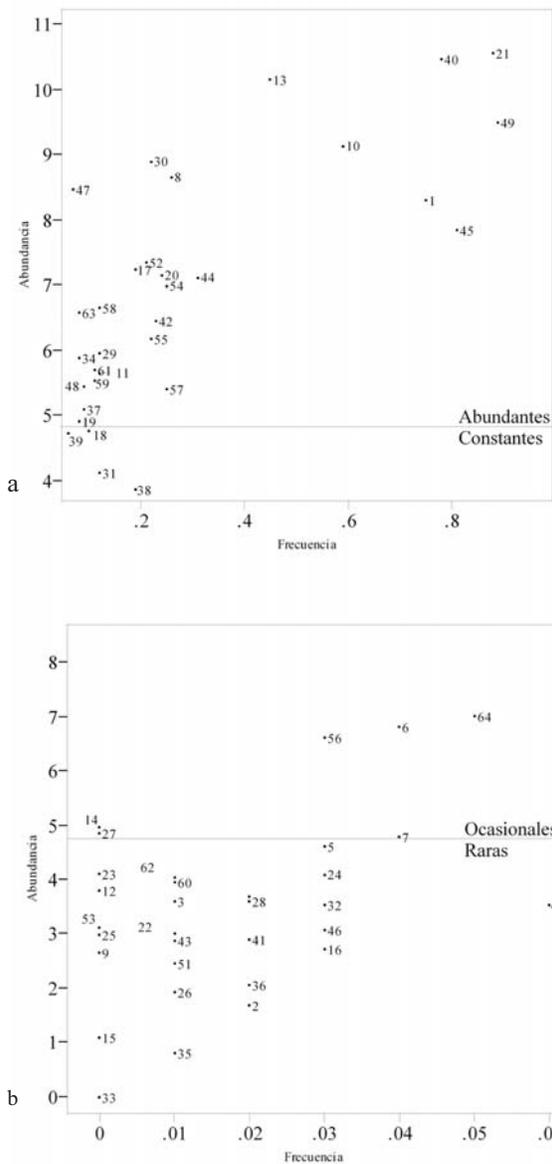
El número de especies por mes de muestreo varió entre siete y 34 (Tabla 3); la diversidad (H'), estimada a partir de los datos de peso, entre 1.36 y 3.25; los índices más bajos se registraron en diciembre de 1994 y de 1996, así como en abril de 1994 y marzo de 1998. Los valores extremos de la uniformidad (J') fueron 0.3 y 0.7; los más bajos se detectaron al final del invierno y el inicio de la primavera, mientras que los más elevados al final de la primavera y en el otoño (Tabla 3, Fig. 4a). La dominancia siguió la tendencia inversa a la uniformidad (Fig. 4b).

Los ANDEVA aplicados para comparar el valor de los índices entre meses, estaciones del año (invierno, primavera y otoño) y temporadas de pesca, no mostraron diferencias significativas entre ellos; sin embargo, las tendencias detectadas en la uniformidad los periodos enero-abril (negativa) y abril-junio (positiva) fueron significativas a 95% de confianza (Fig. 4a).

La tabla 4 resume la talla promedio, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (cv) de 20 especies capturadas con la almadraba, la red agallera, la línea de mano, el palangre y el chinchorro playero. Los ANDEVA mostraron diferencias significativas en la longitud por especie, según el arte de pesca empleado, excepto en los casos del cirujano y el tostón, que generalmente son pequeños. Los organismos de macabí, jurel, gallo, sandía y barracuda, atrapados por la almadraba, fueron más grandes que los capturados con redes y anzuelos; los representantes de otras doce especies fueron de menor tamaño, pero las diferencias no fueron significativas. Esto implica que esta trampa no captura indiscriminadamente organismos más pequeños que otros artes.

El coeficiente de variación sugiere que los organismos de macabí, gallo, huachinango, sandía y sierra retenidos en la almadraba, independientemente de su talla, fueron de tamaño más uniforme, lo que es ventajoso desde el punto de vista de su manejo comercial. Por otro lado, con la cuerda y el palangre se pescan individuos más grandes, mientras que la longitud de los organismos capturados con el chinchorro playero fue más diversa. Las especies con mayores variaciones fueron la sierra, el barrilete y el puerco (Tabla 4).

Figura 3
Diagramas resultantes de la prueba de Olmstead-Tukey



No.	N. Común	Clase	No.	N. Común	Clase
1	Agujón	a	33	Lupón	r
2	Albacora	r	34	Macabí	a
3	Atún	r	35	Malacapa	r
4	Bacoco	r	36	Medio	r
5	Barbero	r	37	Medregal	a
6	Barbilla	o	38	Mojarra	c
7	Barracuda	r	39	Ojo de perra	c
8	Barrilete	a	40	Ojotón	a
9	Berrugata	r	41	Palmeta	r
10	Bota	a	42	Palmilla	a
11	Buzo	a	43	Palometa	r
12	Calandria	r	44	Pámpano	a
13	Carnada	a	45	Pargo	a
14	Catalina	o	46	Pipeta	r
15	Cazón	r	47	Plátano	a
16	Charrita	r	48	Puerco	a
17	Chile	a	49	Rasposa	a
18	Chivo	c	50	Raya	r
19	Chocho	a	51	Robalo	r
20	Churpia	a	52	Ronco	a
21	Cocinero	a	53	Sábalo	r
22	Cuatete	r	54	Salmonete	a
23	Curvina	r	55	Sandía	a
24	Dorado	r	56	Sardina	o
25	Escama	r	57	Sierra	a
26	Filete	r	58	Tostón	a
27	Gallo	r	59	Trompeta	a
28	Garlopa	r	60	Vela	r
29	Huachinang	a	61	Volador	a
30	Jurel	a	62	Wahoo	r
31	Lenguado	c	63	Zopilote	a
32	Lisa	r	64	Zulema	o

La gráfica se dividió en dos para destacar los cuadrantes de las especies ocasionales y raras: a) especies abundantes y constantes, y b) las ocasionales y raras. En la *tabla* se incluyen las categorías “carnada” y “filete”, que agrupan a varias especies. Las líneas horizontales representan el valor de la mediana de la abundancia. Las claves de los nombres comunes de los peces se incluyen en la tabla.

La temperatura superficial del mar (TSM) y la ambiental (T_A) estuvieron significativamente relacionadas entre sí ($r^2 = 0.794$, $p < 0.05$, $N = 103$), lo que valida el uso de los datos de T_A para explicar los cambios en las abundancias de las capturas. En el periodo de estudio, la temperatura del aire promedio mensual varió entre 23.2 ± 0.66 y 29.11 ± 0.94 °C; estos valores se registraron en febrero de 1998 y julio de 1997, respectivamente.

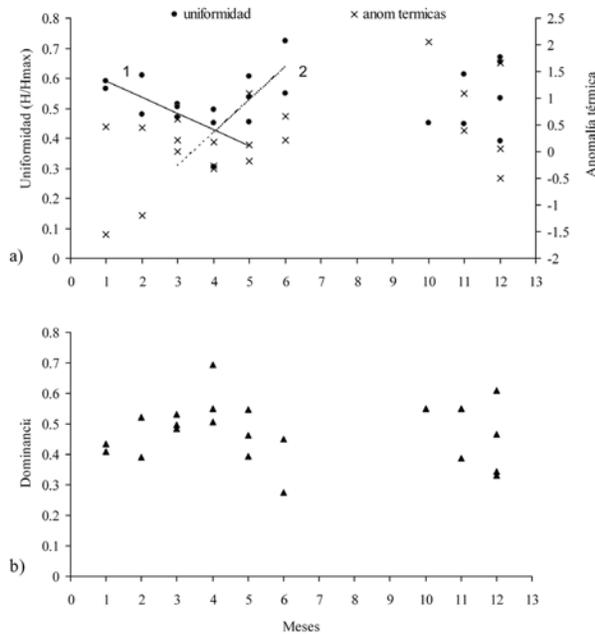
Las anomalías térmicas mensuales estandarizadas se encontraron entre -1.55 y 2.07. Los valores positivos fueron más frecuentes entre septiembre de

1994 y febrero de 1995, así como en el verano de 1997 (Fig. 5), probablemente relacionados con la presencia del ENOS; las anomalías negativas fueron más comunes en invierno, aunque destaca la intensidad de las registradas en 1997, previas a la aparición del evento. Por otro lado, la desviación estándar y el coeficiente de variación más pronunciados se registraron en la primavera de 1995 y de 1997 (Fig. 5).

Los análisis de regresión realizados entre los índices de la estructura de la comunidad y las variables térmicas sólo fueron significativos en el caso de la abundancia y el coeficiente de variación ($r = 0.4172$;

Figura 4

Variaciones de la uniformidad, la dominancia y las anomalías térmicas



La línea 1 muestra las tendencias de invierno ($r = 0.73$, $F_{(1,9)}^* = 9.28$; $p = 0.015$; $N = 10$) y la 2 la de verano ($r = 0.75$, $F_{(1,7)}^* = 7.69$; $p = 0.032$; $N = 8$).

$p = 0.053$; $N = 22$); el coeficiente de correlación r se incrementó ligeramente cuando el análisis se restringió al periodo enero-junio y se excluyeron los datos de 1997 ($r = 0.5563$; $p = 0.055$; $N = 12$). En ese caso también se encontró que la uniformidad estuvo directamente relacionada con la temperatura ($r = 0.6015$; $p = 0.039$), e inversamente con la abundancia ($r = -0.5461$; $p = 0.066$).

Los análisis de correlación elaborados entre la abundancia de cada una de las especies y la temperatura, mostraron que sólo la bota ($r = -0.45$) arrojó resultados significativos a 95%, aunque otras cuatro especies lo fueron a 90%, mientras que las anomalías estuvieron significativamente correlacionadas con cinco especies (a 95% y 90% de confianza), entre las que destaca la sierra (Tabla 5). El coeficiente de variación y la desviación estándar mostraron mayor número de resultados significativos; en el primer caso fueron 12 especies, mientras que en el segundo, ocho. Los coeficientes obtenidos con la abundancia de la churpia, la sierra y el chile fueron negativos, si bien los resultantes del análisis con el buzo, el cocinero, el salmonete y la mojarra fueron positivos. Estos resultados sugieren que la abundancia de una mayor cantidad de especies fue determinada por las variaciones

térmicas, más que por el valor de la temperatura o su anomalía.

Las especies que tuvieron mayor relación con la temperatura fueron la barracuda, el chile y la sierra; la primera fue rara y las otras dos fueron abundantes. En los tres casos se encontró que estuvieron directamente relacionados con la temperatura, e inversamente con su variabilidad.

Discusión

Producción y rentabilidad

Entre la escasa información existente sobre la producción de las almadrabas se encuentra la de Mocambo, Veracruz, que produjo entre 30 y 70 t en tres meses de 1981 a 1983 (Valdez-Guzmán y Cruz-Suárez, 1984); la del ItMar de Veracruz, que proporcionó 18 t en 1988 (Avendaño-García, 1988), y la de la Cruz de Huanacastle, Nayarit, que registró una captura diaria entre 0.6 y 2 t (SEPECSA, 1984). Durante el periodo de estudio, la almadraba de Miramar produjo, en promedio, 81.1 t por año, valor inferior al obtenido en otros lugares y que posiblemente se deba a las diferencias en el diseño del arte, las características de las zonas y de las comunidades de peces, así como de la presión de la pesca efectuada con otros métodos.

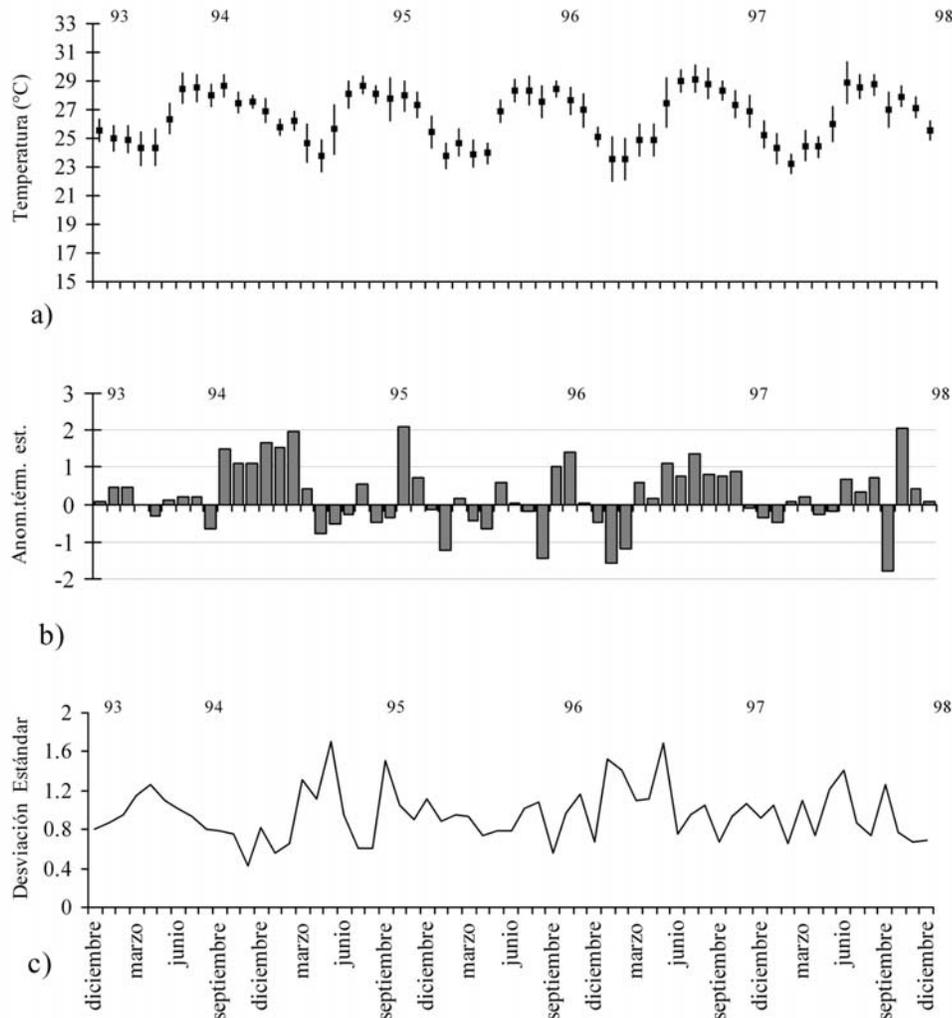
La producción obtenida por la trampa en 1993, 1996 y 1998, no fue redituable, aunque la cooperativa hizo el esfuerzo de mantenerla porque es una fuente de trabajo estable (Rojas-Campos, 1996), cuya jornada es matutina y de corta duración, que les deja tiempo libre para realizar otras actividades que les generen otros ingresos. Por otro lado, algunos pescadores pueden darle un valor agregado al producto al prepararlo para su venta en restaurantes y palapas (Rojas-Campos, 1996; Granados-Montes de Oca, 2000).

En relación con su categoría comercial, se capturan organismos de todas las clases, incluso las que Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988) denominan como “especies forraje”, porque sirven de alimento a otras especies, y que comercialmente son llamadas *fauna acompañante* o “basura”, cuando son de tallas pequeñas. Entre estas especies se encuentran los carángidos. Las especies más apreciadas son las que se comercializan rebanadas en filete y las de primera, porque aunque representan menos de diez por ciento del total, se venden por separado y a menudo con valor agregado.

Por otro lado, cuando la captura no tiene mercado, por ejemplo, la de especies de primera categoría, en tallas muy reducidas, se regresa al mar para que continúe su desarrollo.

Figura 5

Temperatura y anomalías térmicas estandarizadas prevaicentes durante el periodo de estudio



Información proporcionada por el Observatorio Meteorológico de Manzanillo, CONAGUA.

Efecto de la almadraba en la comunidad de peces.

La repercusión de este arte de pesca en los peces de la bahía de Santiago (Colima) se puede estimar por medio del análisis de las características estructurales de la comunidad de peces capturada por la almadraba y por las tallas de los individuos atrapados:

1. Características estructurales de la comunidad:

El objetivo de la almadraba de Miramar es retener especies pelágicas que se acercan a la costa durante su migración, por lo que se coloca en un área de fondo arenoso, alejada de la línea de costa y las áreas rocosas, donde con frecuencia se encuentran las zonas de reproducción o de pastoreo de los peces de la localidad (Pérez-Vivar, 1995); pero aun así se capturan especies demersales, lo que podría llegar a afectar la

estructura de esta comunidad o de alguna población en particular.

Los cambios presentados por los índices de la estructura de la comunidad aparentemente responden a variaciones en el ambiente más que al efecto de la almadraba, aunque debe señalarse que los cálculos del índice de diversidad deben tomarse con reserva porque el uso de los valores de peso, en lugar del número de individuos, sesga el índice.

La temperatura tiene un efecto directo en la estructura de las comunidades ícticas (Dementeva, 1959; Lluch-Belda *et al.*, 1991; Laevastu, 1995; Espino-Barr *et al.*, 1997; Espino-Barr, 2000; Espino-Barr *et al.*, 2002). La tendencia negativa detectada en la uniformidad, aparentemente estuvo determinada en

el invierno por la temperatura, mientras que el incremento de la abundancia estuvo directamente relacionado con la variabilidad de la temperatura en el medio. Cabe señalar que la uniformidad estuvo inversamente relacionada con la abundancia, lo cual muestra que durante los meses más fríos se incrementa la dominancia de algunas especies.

Estos resultados sugieren que la diversidad y la abundancia de los peces mantienen ritmos estacionales relacionados con la marcha anual de la temperatura, que pareciera que pueden alterarse como resultado de eventos extraordinarios, como el ENOS. Así, si bien el índice de diversidad mostró un pequeño decremento entre el invierno y la primavera en 1994 y 1998, acorde con las bajas temperaturas que a menudo se registran en ese periodo, en diciembre de 1994 y 1996, cuando las condiciones ambientales fueron anómalas también se detectaron valores bajos de la diversidad. La presencia de un Niño moderado entre septiembre de 1994 y enero de 1995 se manifestó por medio de anomalías térmicas positivas en el otoño de 1994 y el invierno de 1995. Por el contrario, el evento particularmente intenso que ocurrió entre 1997 y 1998, produjo anomalías térmicas negativas muy intensas entre diciembre de 1996 y febrero de 1997.

En este trabajo se observó que fue mayor la cantidad de organismos cuya abundancia estuvo relacionada con los cambios de la temperatura, más que con la variable en sí. Es probable que en algunos casos la longitud de la serie de tiempo haya afectado el resultado de los análisis, pero también, que los resultados sean producto de condiciones ambientales anómalas. Los pescadores conocen empíricamente estos efectos y saben que afectan la producción con la almadraba y, por consiguiente, su economía (Granados-Montes de Oca, 2000).

2. Talla de los organismos capturados. Algunos artes de pesca capturan juveniles, lo que perjudica a las poblaciones. Ha sido una creencia muy extendida entre los pescadores ribereños, los inspectores y los administradores de la pesca, que la almadraba retiene individuos pequeños; no obstante, los peces observados durante el muestreo fueron de una amplia gama de tallas, incluyendo juveniles, pero, a diferencia de otros artes, ésta permite liberarlos vivos y sin daño.

Este método de pesca no discrimina las tallas de los individuos, como sí ocurre con las redes agalleras o los anzuelos; sin embargo, como lo sugiere el coeficiente de variación, es posible que haya cierto grado de selección de los organismos capturados, realizado por los pescadores, con base en su comercialización. Esto también indica que es necesario hacer pruebas de selectividad de los artes de pesca para cada especie, así como analizar las tallas y edades de primera

reproducción de las especies, para sugerir un plan de manejo con éste y otros artes de pesca.

Conclusiones

Durante el periodo de estudio, comprendido entre 1993 a 1998, la almadraba fue una fuente de ingresos constante para los pescadores, en ocasiones muy importante porque se capturaba mucho producto, y otras veces sólo suficiente para mantener el arte de pesca.

Esta trampa captura hasta 62 especies de peces a lo largo de la temporada, aunque se registraron entre siete y 32 especies por día. La diversidad de especies fue menor en invierno y al inicio de la primavera, y más grande al final de primavera y otoño.

La talla de los peces atrapados por la almadraba no fue más pequeña que la de los organismos capturados con otros artes de pesca, pero sí más uniformes.

Las variaciones en la diversidad aparentemente están relacionadas con la marcha anual de la temperatura, aunque puede sufrir modificaciones como resultado de eventos extraordinarios, como el ENOS. Esto permite suponer que la estructura de la comunidad se modifica como resultado de las condiciones ambientales, más que por el efecto de la almadraba.

Agradecimientos

La Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Costa de Colima, SCL, proporcionó la información necesaria para elaborar este manuscrito, por lo que agradecemos su apoyo.

Referencias bibliográficas

- AVENDAÑO-GARCÍA, B. 1988. *Diseño, construcción y operación de una almadraba tipo BEN-AVEN de costo reducido*. Reporte final, ITMAR. Nayarit. 28p.
- ARANO-CASTAÑÓN, A. y R.M. Guzmán-Barrera (comps.). 2001. *Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular relativa al proyecto: Rehabilitación y mantenimiento del sistema de enfriamiento de la Central Termoeléctrica Manzanillo*. CFE, CRIP-Manzanillo, INP, Manzanillo. 298p.
- BROWER, J.E. y J.H. Zar. 1979. *Field and laboratory methods for general Ecology*. Brown. Iowa, EU. 194 p.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Serie Científica 19. INP, Depto. Pesca, México. 298p.
- CHIRICHIGNO, N., W. Fischer y C.W. Nawen (comps.). 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental*. IN-FOPESCA. PNUD, SIC, FAO, Roma. 588p.

- DEMENTEVA, T.F. 1959. *Methods of studying the effect of environmental factors on the fluctuations in the abundance of the Azov anchovy*. Translation Series 239, Fisheries Research Board of Canada. 45p.
- ESPINO-BARR, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multispecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis doctoral, Fac. de Veterinaria, UdeC, Colima. 120p.
- ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, México. 125p.
- ESPINO-BARR, E., R. Macías-Zamora, M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 1997. Catch per unit effort trends in the coastal fishery of Manzanillo, Colima, México. *Fisheries management and ecology*, 4: 255-261.
- ESPINO-BARR, E., A. Ruiz-Luna y A. Garcia-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: A case study in the Pacific off central Mexico. *Reviews in fish biology and fisheries*, 12(4): 393-401.
- ESTRELLA-HERNÁNDEZ, F. 1987. *Guía de estudios de equipos pesqueros II*. CET MAR, Colima. 31p.
- GALICIA-PÉREZ, M.A. 1987. *Modelación hidrodinámica numérica de las Bahías de Manzanillo y Santiago*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias. UNAM, México. 61p.
- GALICIA-PÉREZ, M.A.. 1993. *Modelisation hydrodynamique numerique tridimensionnelle de la Baie de Manzanillo (Mexique)*. Tesis de doctorado en Oceanología. Universite de Liege, Bélgica. 190p.
- GARCIA-BOA, A., M. Cruz-Romero, y E. Espino-Barr. 1996. Catálogo de artes de pesca ribereñas del estado de Colima. *Oceanología*, 4(12): 163-179.
- GONZÁLEZ-TIZNADO J. y R. Arce-Guzmán. 1991. *Reestructuración y comparación de una almadraba tipo Otoshi- Ami con respecto a otros trabajos*. Universidad Autónoma de Nayarit, México. 12p.
- GRANADOS-MONTES DE OCA, N. 2000. *Evaluación de un arte de pesca: la almadraba ubicada en Miramar, Colima*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UdeC, Manzanillo. 75p.
- INEGI. 2001. *Anuario estadístico de Colima*. México. 540p.
- KLINGENBERG, C.P. 1996. Multivariate allometry. En: L.F. Marcus, M. Conti, A. Loy, G.J. Naylor, D.E. Slice (eds.). *Advances in morphometrics. Proceedings of the NATO-ASI on morphometrics*. Plenum Press, Nueva York. pp. 23-49.
- KLINGENBERG, C.P. y R. Froese. 1991. A multivariate comparison of allometric growth patterns. *Syst. Zool.*, 40(4): 410-419.
- LAEVASTU, T. 1995. *Marine climate, weather and fisheries*. John Wiley & Sons. Nueva York. 204p.
- LAROCHE, J. y N. Ramanarivo. 1995. A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear Region (southwest Madagascar). *Coral Reefs*, 14: 193-200.
- LLUCH-BELDA, D., D.B. Lluch-Cota, S. Hernández-Vázquez, C.A. Salinas-Zavala y R.A. Schwartzlose. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current System. *CalCOFI Rep.*, 32:1-7.
- LUNA, H.J.R. y G.J.A. Zepeda. 1982. *Hidrología y estratigrafía de la laguna de Juluapan, Col.* Dirección General de Oceanografía. Instituto Oceanográfico. SEMAR, Manzanillo. 56p.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Omega, España. 951p.
- MATSUMOTO K. y A.J. Valle. 1978. *Diseño, construcción y operación de almadrabas*. Japan International Cooperation Agency, México. 65p.
- MURAWSKI, S.A. y J.T. Finn. 1988. Biological basis for mixed-species fisheries: species co-distribution in relation to environmental and biotic variables. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45: 1720-1735.
- NOAA. 1983-1991. *Oceanographic monthly summary. National Oceanic and Atmospheric Administration*. US Dep. of Commerce. National Weather Service/ National Earth Satellite Service. 83- 87(1): 1-12.
- NOMURA, M. y T. Yamazaki. 1975. *Fishing techniques*. JICA, Tokio, Japón. 206p.
- ODUM, E.P. 1982. *Ecología*. Interamericana, México. 639p.
- PÉREZ-VIVAR, T.L. 1995. *Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México*. Tesis de licenciatura. CUCBA, UdeG, Guadalajara. 109p.
- RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, E. y A. González-Pagés (eds.). 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. SIC/INP, México. 462p.
- ROJAS-CAMPOS, V. 1996. *La situación socioeconómica actual de la pesca ribereña en la costa del estado de Colima*. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 71p.
- SEPECSA. 1981. *Artes y métodos de pesca. Manual de Capacitación*. Dirección General de Organización y Capacitación Pesquera, México. 48p.
- SEPECSA. 1984. Programa Piloto de Unidades de Producción Mediante Red Almadraba. Informe Interno. Subdirección de Organización, México. 6p.
- THOMSON, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch, 1979. *Reef fishes of the sea of Cortez*. John Wiley & Sons, EU. 302p.
- VALDÉZ-GUZMÁN, A. y E. Cruz-Suárez. 1984. *Opinión técnica sobre la instalación de dos almadrabas en la zona de Punta Mocambo, Veracruz*. Informe Interno, CRIP- Alvarado, INP, México. 9p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos. Fundamentos en costas tropicales*. AGT, México. 228p.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª. ed., Prentice Hall. EU. 662p.

Tabla 1

Almadrabas instaladas en México entre 1974 y 1987

Lugar	Año	Tipo	Institución	Observaciones
Playa Norte, Ver.	1974	Daibo-Ami	ITMAR, Ver.	Permaneció instalada menos de un año
Antón Lizardo, Mpio. de Alvarado, Ver.	1975		ITMAR, Ver.	No dio el resultado esperado
La Campana, Mpio. de San Blas, Nay.	1975	Daibo Ami	ESIP (UAN) Nay.	Fue la primera en el Pacífico.
Mocambo, Ver.	1976	Otoshi -Ami	ITMAR, Ver.	Fue instalada por particulares con buenos resultados
San Francisco, Nay.	1976	Daibo Ami	CECYTEM, Nay.	Fines didácticos. Se cambió a Punta Mita, Nay.
Punta Mita, Nay.	1978	Daibo Ami	CECYTEM, Nay.	Fines didácticos
La Cruz de Huanacastle, Nay.	1979	Daibo-Ami	CECYTEM, Nay.	Fines didácticos, buenos resultados.
La Paz, BCS.	1980	Daibo-Ami	CETMAR	Dejó de operar por la cantidad de mamíferos marinos que capturaba.

Barra de Potosí Gro, Tecuanapa, Gro.,	1984	Daibo Ami	DEPESCA y la SEP	Estas fueron financiadas por el Estado y el Gobierno Federal.
Islas Mariás.				
Manzanillo, Col.	1986	Daibo Ami	CECYTEM Mzll.	Fue donada por el CECYTEM de Guaymas con buenos resultados. Dejó de operar por daños en la red.
Manzanillo, Col.	1987	Daibo Ami	CECYTEM Mzll.	Concesionada a la Sociedad Cooperativa Costa de Colima.

Fuente: SEPESCA, 1984; Estrella-Hernández, 1987.

Tabla 2

Nombre común, científico y clasificación de las especies de acuerdo con la prueba de Tukey Olmstead

Núm.	N. común	Especie	Hábitat	Frecuencia	Abundancia (ln)	Clase
49	Rasposa	<i>Haemulon maculicauda</i>	D	0.89	9.52	A
21	Cocinero	<i>Caranx caballus</i>	P	0.88	10.57	A
45	Pargo	<i>Lutjanus argentiventris</i>	D	0.81	7.86	A
40	Ojotón	<i>Selar crumenophthalmus</i>	P	0.78	10.49	A
1	Agujón	<i>Strongylura exilis</i>	D	0.75	8.32	A
10	Bota	<i>Aluterus conoceros</i>	D	0.59	9.15	A
13	Carnada			0.45	10.17	A
44	Pámpano	<i>Caranx otrynter</i>	P	0.31	7.12	A
8	Barrilete	<i>Euthynnus lineatus</i>	P	0.26	8.67	A
57	Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	P	0.25	5.41	A
54	Salmonete	<i>Xenichthys xanti</i>	D	0.25	6.99	A
20	Churpia	<i>Haemulon steindachneri</i>	D	0.24	7.17	A
42	Palmilla	<i>Trachinotus rhodopus</i>	P	0.23	6.47	A
55	Sandía	<i>Lutjanus inermes</i>	D	0.22	6.19	A
30	Jurel	<i>Caranx caninus</i>	P	0.22	8.91	A
52	Ronco	<i>Haemulon flaviguttatum</i>	D	0.21	7.37	A
17	Chile	<i>Elops affinis</i>	P	0.19	7.25	A
29	Huachinango	<i>Lutjanus peru</i>	D	0.12	5.97	A
58	Tostón	<i>Selene brevoortii</i>	D	0.12	6.67	A
11	Buzo	<i>Sphyaena ensis</i>	P	0.12	5.65	A
61	Volador	<i>Cypselurus callopterus</i>	P	0.11	5.72	A
59	Trompeta	<i>Fistularia commersonii</i>	P	0.11	5.54	A
37	Medregal	<i>Seriola rivoliana</i>	P	0.09	5.11	A
48	Puerco	<i>Balistes polylepis</i>	D	0.09	5.46	A
63	Zopilote	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	D	0.08	6.59	A
34	Macabí	<i>Albula culpes</i>	P	0.08	5.89	A
47	Plátano	<i>Decapterus muroadsi</i>	P	0.07	8.49	A
19	Chocho	<i>Caranx vinctus</i>	D	0.08	4.93	A
18	Chivo	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	D	0.1	4.78	C
39	Ojo de perra	<i>Caranx sexfasciatus</i>	P	0.06	4.74	C
31	Lenguado	<i>Cyclopsetta panamensis</i>	D	0.12	4.14	C
38	Mojarra	<i>Eucinostomus argenteus</i>	D	0.19	3.87	C
64	Zulema	<i>Kyphosus ocyurus</i>	P	0.05	7.03	O
6	Barbilla	<i>Polydactilus approximans</i>	D	0.04	6.82	O
56	Sardina	<i>Ophistonema libertate</i>	P	0.03	6.62	O
14	Catalina	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	D	0	4.97	O
4	Bacoco	<i>Anisotremus interruptus</i>	D	0.06	3.55	R
27	Gallo	<i>Nematistius pectoralis</i>	P	0	4.87	R
7	Barracuda	<i>Sphyaena argentea</i>	P	0.04	4.81	R
5	Barbero	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	D	0.03	4.62	R
23	Curvina	<i>Menticirrhus undulatus</i>	D	0	4.11	R
24	Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	P	0.03	4.09	R
62	Wahoo	<i>Acanthocybium solandri</i>	P	0.01	4.06	R
60	Vela	<i>Istiophorus platypterus</i>	P	0.01	3.97	R
12	Calandria	<i>Prionurus punctatus</i>	D	0	3.82	R
50	Raya	<i>Gymnura sp.</i>	P	0.02	3.71	R
3	Atún	<i>Thunnus albacares</i>	P	0.01	3.62	R
28	Garlopa	<i>Lobotes pacificus</i>	D	0.02	3.61	R
32	Lisa	<i>Mugil curema</i>	D	0.03	3.55	R
53	Sábalo	<i>Chanos chanos</i>	P	0	3.14	R

Núm.	N. común	Especie	Hábitat	Frecuencia	Abundancia (ln)	Clase
46	Pipeta	<i>Fistularia corneta</i>	P	0.03	3.09	R
22	Cuatete	<i>Arius seemanni</i>	D	0.01	3.02	R
25	Escama			0	3	R
41	Palmeta	<i>Trachinotus paitensis</i>	P	0.02	2.92	R
43	Palometa	<i>Trachinotus kennedyi</i>	P	0.01	2.89	R
16	Charrita	<i>Eucinostomus currani</i>	D	0.03	2.74	R
9	Berrugata	<i>Umbrina xanti</i>	D	0	2.67	R
51	Robalo	<i>Centropomus nigrescens</i>	P	0.01	2.48	R
36	Medio	<i>Achirus scutum</i>	D	0.02	2.08	R
26	Filete			0.01	1.95	R
2	Albacora	<i>Elagatis bipinnulata</i>	P	0.02	1.7	R
15	Cazón	<i>Carcharhinus sp.</i>	P	0	1.1	R
35	Malacapa	<i>Diapterus peruvianus</i>	D	0.01	0.81	R
33	Lupón	<i>Scorpaena histrio</i>	D	0	0	R

Información de todo el período de estudio. El término “carnada” agrupa una amplia variedad de especies de talla pequeña. A= abundantes; C= constantes; O= ocasionales; R= raras. El hábitat se refiere a D=demersal y P= pelágico.

Tabla 3

Riqueza específica e indicadores de la estructura de la comunidad calculados de la captura de la almadraba

	Riqueza de especies	Diversidad (H')	H'max	Uniformidad (J'=H'/H'max)	Dominancia (1-J')
Dic.93	27	3.18	4.75	0.67	0.33
Ene.94	25	2.74	4.64	0.59	0.41
Feb.94	21	2.67	4.39	0.61	0.39
Mar.94	33	2.60	5.04	0.52	0.48
Abr.94	22	1.36	4.46	0.31	0.69
May.94	27	2.16	4.75	0.45	0.55
Jun.94	11	2.51	3.46	0.72	0.28
Nov.94	26	2.11	4.70	0.45	0.55
Dic.94	22	1.74	4.46	0.39	0.61
Dic.96	7	1.50	2.81	0.53	0.47
Ene.97	27	2.69	4.75	0.57	0.43
Feb.97	30	2.35	4.91	0.48	0.52
Mar.97	31	2.32	4.95	0.47	0.53
Abr.97	29	2.40	4.86	0.49	0.51
May.97	34	2.73	5.09	0.54	0.46
Mar.98	14	1.92	3.81	0.50	0.50
Abr.98	24	2.06	4.58	0.45	0.55
May.98	23	2.74	4.52	0.61	0.39
Jun.98	15	2.14	3.91	0.55	0.45
Oct.98	30	2.21	4.91	0.45	0.55
Nov.98	23	2.77	4.52	0.61	0.39
Dic.98	31	3.25	4.95	0.66	0.34

Tabla 4
Longitud estándar promedio (\pm desviación estándar) y coeficiente de variación (cv) de las 20 especies capturadas con mayor frecuencia en la almadraba, palangre, cuerda o línea de mano, red agallera y chinchorro playero

Nombre común	Almadraba			Palangre			Cuerda			Red			Chinchorro			F'
	MEDIA	DE	CV	MEDIA	DE	CV	MEDIA	DE	CV	MEDIA	DE	CV	MEDIA	DE	CV	
Macabí	31.63	1.24	3.92				31.42	3.14	9.99	29.42	3.66	12.44	69.60	14.23	20.45	10.63
Agujón	63.38	11.54	18.21				99.56	22.22	22.32	94.71	19.43	20.52	22.69	6.16	16.57	22.69
Jurel	40.18	16.17	40.24	52.97	11.20	21.14	38.22	15.62	40.87	27.84	10.81	38.83	37.18	2.46	12.12	31.44
Cocinero	20.14	2.60	12.91	24.44	1.52	6.22	26.82	5.32	19.84	25.55	5.61	21.96	20.30			669.68
Pámpano	25.09	14.74	58.75	37.10	5.05	13.61	34.02	9.70	28.51	28.50	7.35	25.79				5.39
Tostón*	17.91	1.46	8.15				22.25	9.55	42.92	17.79	3.18	17.88				2.82
Palmilla	17.98	2.13	11.85				22.16	6.64	29.96	20.90	4.97	23.78				12.75
Palometa	18.52	6.07	32.78				40.17	12.41	30.89	18.21	7.08	38.88				13.41
Gallo	79.17	5.34	6.74	77.30	13.88	17.96	75.03	13.73	18.30	59.30	12.38	20.88				8.08
Huachinango	19.55	4.01	20.51	29.05	11.38	39.17	19.29	4.93	25.56	26.26	6.54	24.90				39.91
Alazán	25.60	10.14	39.61	15.53	3.40	21.89	31.80	8.17	25.69	29.20	7.80	26.71				340.03
Sandía	20.30	0.36	1.77	25.15	2.62	10.42	19.91	2.94	14.77	20.82	2.02	9.70				3.23
Chivo	17.55	4.34	24.73				22.77	1.86	8.17	22.17	2.50	11.28				319.63
Zulema	36.37	3.24	8.91	70.50	0.71	1.01	38.75	4.60	11.87	32.61	9.34	28.64				15.91
Zopilote	16.02	4.09	25.53				13.75	1.77	12.87	22.23	5.35	24.07				12.13
Barracuda o buzo	106.83	12.91	12.08	56.97	7.64	13.41	36.42	6.35	17.44	45.25	18.39	40.64				82.07
Cirujano*	27.21	5.70	20.95				30.24	4.33	14.32	25.85	6.62	25.61				1.26
Sierra	42.45	6.35	14.96	54.87	11.96	21.80	42.00	8.99	21.40	42.41	5.44	12.83	45.49	40.32	88.63	22.16
Barrilete	35.97	8.28	23.02	45.79	4.04	8.82	47.44	3.36	7.08	40.92	7.12	17.40	42.92	10.18	23.72	40.59
Puerto	18.61	3.81	20.47				20.70	3.40	16.43	27.90	2.92	10.47	13.90	8.63	62.09	13.71

* ANOVAS no significativos

Tabla 5

Especies que arrojaron valores significativos en las regresiones aplicadas con las diferentes variables térmicas

	<i>Temperatura</i>		<i>Anomalía</i>		<i>DE</i>		<i>CV</i>		<i>N</i>
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	
Barracuda	0.390	0.072	0.458	0.032			-0.390	0.073	8
Bota	-0.459	0.032	-0.343	0.118					18
Buzo					0.607	0.003	0.585	0.004	13
Chile	0.398	0.067	0.464	0.029	-0.543	0.009	-0.564	0.006	11
Chocho					0.374	0.086	0.395	0.069	10
Churpia					-0.637	0.001	-0.643	0.001	9
Cocinero					0.435	0.043	0.486	0.022	22
Jurel			0.489	0.021					10
Medregal					0.373	0.088	0.406	0.061	10
Mojarra					0.463	0.030	0.445	0.038	17
Palmilla					0.453	0.034	0.390	0.073	16
Plátano					0.386	0.076	0.394	0.070	9
Salmonete					0.431	0.045	0.455	0.033	12
Sandía	-0.416	0.054							12
Sierra	0.371	0.089	0.560	0.007	-0.553	0.008	-0.575	0.005	14
Volador			0.383	0.078					7
Zopilote			0.347	0.114					6

El número de datos (N) se refiere al número de meses en los que se detectaron representantes de la especie. En gris se destacan las especies que estuvieron correlacionadas con la temperatura y su variabilidad

PESQUERÍAS

Tecnología de captura

Listado de artes de pesca empleadas en la costa del estado de Michoacán

Carlos Meléndez Galicia*
Daniel Hernández Montaña*
Alejandro C. Romero Acosta*

Resumen

La flota pesquera artesanal michoacana opera en nueve zonas, cuyos centros de acopio se ubican en Lázaro Cárdenas, Playa Azul, Las Peñas, El Carrizalillo, Caleta de Campos, Pichilinguillo, Maruata, El Faro de Bucerías y Boca de Apiza. Cada mes (marzo-diciembre 2003) se visitaron estos centros para medir los artes de pesca y entrevistar a los pescadores. La flota consta de 312 embarcaciones de fibra de vidrio, cuya eslora midió entre siete y 8.5 m, la potencia de los motores varió entre 40 y 150 hp. Los artes de pesca y métodos más utilizados fueron redes agalleras (“trasmallos”) de fondo y superficie, que se usan todo el año pero en mayor cantidad cuando abundan la sierra y el huachinango; las líneas de mano y anzuelo, que se trabajan en los fondos rocosos, durante un lapso de ocho a 10 hr; el palangre de fondo (cimbra), conformado por una línea madre y un número variable de anzuelos (100-500), que se utilizan principalmente entre junio y noviembre; la atarraya, en sus variantes de *bolsa* y *atómica*, usada para la captura de carnada viva; el buceo, semi-autónomo y autónomo, para la recolección de langosta, pulpo, ostión y pargos. Estos artes han sido modificados por los pescadores y su uso depende tanto de las condiciones del medio como del comportamiento de la especie objetivo.

Palabras clave: Catálogo, artes de pesca, pesca artesanal, Michoacán.

Introducción

La pesca ribereña, también llamada costera o artesanal, se realiza en las inmediaciones de la costa y en

los cuerpos de agua litorales, y se caracteriza por la gran cantidad de trabajadores y de pequeñas embarcaciones que participan en esta actividad. En México, 268 727 personas dependen de manera directa de la producción pesquera para su subsistencia, población que se ha incrementado a una tasa de 1.23% anual entre 1992 y 2001, especialmente en el Pacífico (1.17% anual). Este crecimiento poblacional es modesto en comparación con el acelerado aumento en el número de embarcaciones dedicadas a la pesca ribereña, puesto que muchos pescadores que antes laboraban en navíos de altura y mediana altura, ahora trabajan en pequeñas lanchas; esto es, hay cambios que están modificando la estructura social y económica de la pesca en el país (FAO, 2002).

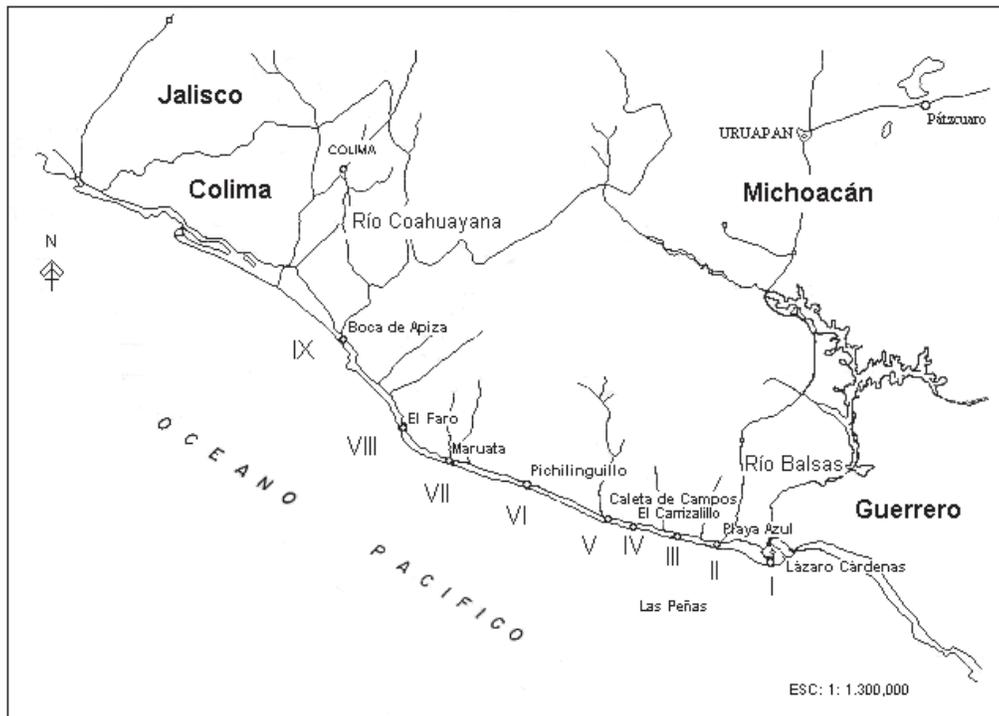
Aunque esta actividad abastece una elevada proporción del consumo interno de pescado y mariscos, la tendencia histórica de las capturas de la pesca ribereña ha sido muy variable y, en algunos casos, negativa. Por ejemplo, la producción pesquera en la costa michoacana en 1990 fue de 1 212 t, mientras que en 1995 llegó a las 777 t, en 1997 fue de 1 088 t y en 1999 nuevamente fue de alrededor de 600 t. Este descenso es atribuible a la sobrepesca (aumento de pescadores y artes de pesca), al deficiente registro de captura y a la falta de una administración adecuada de los recursos (Hernández-Montaña *et al.*, 2002).

En el litoral del Pacífico centro, el esfuerzo pesquero y los artes de la flota ribereña han estado dirigidos a la extracción de tiburón y de escama, en general (Cruz-Romero *et al.*, 1990). En la costa michoacana algunas especies de las familias de tiburones Triakidae, Carcharhinidae y Sphyrnidae son muy apreciadas; mientras que de las aproximadamente 55 especies de escama que se capturan, las más valoradas pertenecen a las familias Lutjanidae, que comprende a los huachinangos y pargos; Scombridae, que incluye a la sierra y el barrilete; Centropomidae, a la que pertenecen los robalos, y Carangidae, que abarca al jurel, cocinero y ojetón (Ramírez-Hernández y Gon-

* CRIP-Pátzcuaro, Instituto Nacional de la Pesca. Ibarra 28, Col. Ibarra Pátzcuaro, Michoacán. Correo electrónico: cripatz@prodigy.net.mx; cmelendez64@hotmail.com

Figura 1

Mapa de localización de las nueve zonas importantes de pesca en el litoral del estado de Michoacán



I: Lázaro Cárdenas; II: Playa Azul; III: Las Peñas; IV: el Carrizalillo; V:Caleta de Campos; VI: Pichilinguillo; VII: Maruata; VIII: El Faro; IX: Boca de Apiza.

zález-Pagés, 1976). También se extraen cinco especies de crustáceos, entre los que destacan las langostas de la familia Palinuridae y cinco especies de moluscos.

Las herramientas de trabajo empleadas por los pescadores ribereños en México incluyen redes, líneas con anzuelos, trampas y otras. Cabe señalar que, aunque la tecnología de los equipos pesqueros proviene del extranjero (Ruiz-Luna y Madrid-Vera, 1997), éstos han sido modificados y adaptados a las peculiaridades de las zonas y recursos de cada entidad, gracias a la habilidad, la creatividad y la experiencia de los pescadores.

El objetivo de este documento es describir las características de los artes de pesca que se utilizan en el litoral del estado de Michoacán, así como la frecuencia con la que son utilizados por los pescadores en las nueve comunidades pesqueras ribereñas que existen en el litoral del estado de Michoacán. También se presentan las características de las embarcaciones y los motores utilizados.

Métodos y materiales

El litoral del estado de Michoacán se caracteriza porque su plataforma continental es muy estrecha y su ta-

lud continental presenta una pendiente muy pronunciada (Carranza *et al.*, 1975). La extensión del litoral es de 246 km y su plataforma continental de 1 372 km² (SEPESCA, 1994). El tipo de clima es Aw(w), cálido subhúmedo, con lluvias en verano y precipitación invernal menor a 5%. La temperatura media anual es de 26 a 28 °C. La época de lluvias abarca los meses de junio a octubre. La precipitación media anual es de 894.8 mm (Flores, 1992; García, 1973).

En este estudio se realizaron muestreos mensuales entre marzo y diciembre de 2003, en las principales localidades pesqueras del litoral del estado de Michoacán: Lázaro Cárdenas, Playa Azul, Las Peñas, El Carrizalillo, Caleta de Campos, Pichilinguillo, Maruata, El Faro de Bucerías y Boca de Apiza; hay otras localidades pesqueras pero, puesto que sólo dos o cinco pescadores trabajan ahí, se incluyeron en otras zonas pesqueras (Fig. 1, Tabla 1). Los centros de acopio fueron identificados a partir de la información existente en las Oficinas de Pesca de la SAGARPA.

La información sobre la estructura y la forma de operación de los artes de pesca se obtuvo *in situ*, por mediciones realizadas por los autores y por medio de una encuesta que se aplicó a los pescadores en cada zona de desembarque (véase Anexo 1). En muchos casos los entrevistados adicionaron a la encuesta un

esquema de los artes de pesca. Los datos recabados incluyeron las especies objetivo, las características de las embarcaciones y de los equipos, así como de su forma de operación. La información solicitada sobre los artes de pesca fue:

- Redes: Tamaño y sus características técnicas, tales como: relingas, longitud, diámetro y tipo de material; flotadores: cantidad, material, tamaño (longitud y diámetro); lastre o peso: cantidad, material, tamaño (peso en gramos); paño: número de mallas (longitud y altura), tamaño de malla, calibre del hilo, porcentaje de encabalgado, número de mallas en la relinga.
- Líneas de mano (con uno o varios anzuelos¹): características de la línea primaria tales como diámetro y material, así como del(os) anzuelo(s): tamaño y material(es).
- Palangres (también conocidos como *cimbras*): longitud y particularidades de la línea madre: diámetro, material y distancia entre reinales; reinal: longitud del reinal, material y cantidad; anzuelo: tipo y número de anzuelo (calibre).
- Buceo autónomo y semi-autónomo: el primero se lleva a cabo con medios respiratorios transportados por el propio pescador, mientras que el semi-autónomo depende de medios auxiliares situados en la superficie (compresor).

Resultados

Características de los artes de pesca

En la pesquería artesanal del litoral de Michoacán, la variedad de artes y métodos de pesca se reduce a unos pocos diseños generales, que incluyen equipos *pasivos* y *activos*,² cuya forma de operación depende de la movilidad del recurso.

La frecuencia del uso de los diferentes tipos de artes de pesca en cada una de las regiones costeras de Michoacán fue diaria, alternada o temporal (por la estacionalidad de algunas especies de peces), y

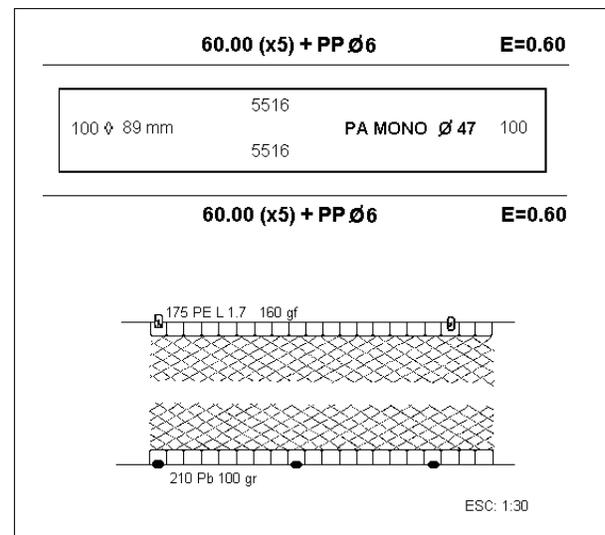
esporádica (ya sea por su elevado costo o porque la captura dependió de arribazones extraordinarias del recurso). Las redes agalleras y las líneas de anzuelos fueron las más utilizadas, por lo que a continuación se describen sus características (Tabla 2).

Redes agalleras. En la costa michoacana estas redes son conocidas como *redes de enmalle*, o con mayor frecuencia, como *trasmallos*, aunque no tienen las características de esas redes.

Estos artes están contruidos por un paño rectangular y dos relingas (Figs. 2 y 3): en la superior, se colocan flotadores y en la inferior el peso para que se hunda. Sus dimensiones y características varían de acuerdo con la especie objetivo, la experiencia y la situación económica del pescador. Las características más usuales (dimensiones, tamaño de malla, etc.) se anotan en la *tabla 2*.

Figura 2

Red de enmalle de superficie para capturar sierra y ronco en la costa de Michoacán



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

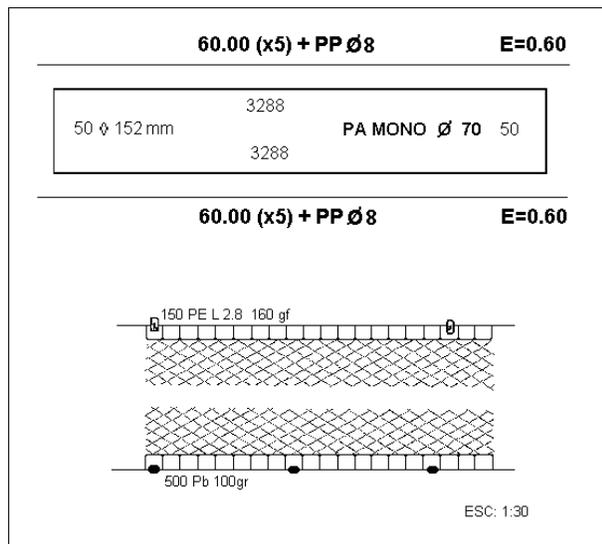
Estos artes pueden ser de superficie (*aboyadas*) o de fondo. Las primeras se emplean para capturar sierra y rayadita, y las de fondo para la pesca de huachinango, cocinero, curvina, pargo, ronco, jurel, langostas y tiburones de las familias Triakidae, Carcharhinidae y Sphyrnidae (Tabla 3). El peso de los organismos capturados varía entre uno y tres kilogramos, y la captura promedio por pescador por jornada de trabajo, entre 15 a 20 kg, cuyo precio depende de la calidad del producto.

Las redes se utilizan todo el año, aunque hay periodos en los que se emplean con mayor frecuencia.

1. En la costa de Michoacán las líneas de mano con un anzuelo son conocidas como *chicotes* y las que tienen varios anzuelos como *trampolines* (véanse figuras 5 y 6).
2. Los artes pasivos son aquellos que se colocan o lanzan al agua y se espera durante determinado periodo de tiempo antes de revisarlo, tal es el caso de los palangres y las redes agalleras, aunque este arte es considerado como *activo* cuando trabaja a la deriva. Los equipos *activos* implican primero una búsqueda de los organismos, ya sea en un área extensa o en microambientes específicos. Ejemplos de estos artes son las atarrayas y las líneas con anzuelos.

Figura 3

Red de enmalle de fondo para capturar huachinango y lunarejo en la costa de Michoacán.



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

Generalmente se colocan (o *tienden*) por la tarde, permanecen trabajando un promedio de 12 a 14 horas y se *despescan* una o varias veces, hasta la mañana siguiente, cuando se recogen y preparan para la siguiente jornada. Cabe mencionar que los pescadores usan líneas de mano durante el tiempo que transcurre entre las revisiones.

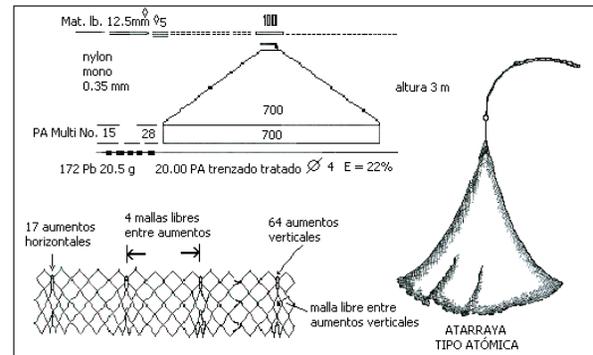
Atarrayas: Los pescadores las construyen para que adopten una forma cónica en su posición normal de trabajo. La operación es manual e individual; captura los peces embolsándolos gracias a que tiene una serie de plomos en su circunferencia, y un cabo sujeto en el centro, que el pescador conserva en la mano. Al abrirse, cuando son lanzadas, su diámetro es el doble de su altura, aunque la longitud de esta última es variable (Tabla 2). El volumen capturado depende de la disponibilidad del recurso y la habilidad del pescador.

En la región se conocen dos tipos de atarraya: la *atómica* y la de *bolsa*. La primera lleva tirantes desde la relinga hasta un poco más arriba de la parte más estrecha (Fig. 4), y la otra, como su nombre lo indica, forma una bolsa por tirantes cortos que van desde la relinga hasta determinado número de mallas (10-30) de la parte del vuelo de la atarraya. Estas redes se usan para la captura de carnada viva, la que es depositada en los viveros que tienen algunas embarcaciones.

Líneas de anzuelos. Se usan para la pesca de especies de superficie, media agua y fondo; el diámetro y los materiales de las líneas, así como el calibre de los anzuelos, varían de acuerdo con la especie que se

Figura 4

Atarraya tipo atómica utilizada en la captura de anchoveta, sardinilla y calamar en la costa de Michoacán



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

vaya a capturar (Tabla 2). Los equipos más representativos son:

Las líneas de mano. Pueden ser operadas por un pescador desde una lancha o desde la línea de costa, ya sea calándolas con plomos o a la deriva. En cada embarcación se operan cuatro líneas por pescador, en promedio. La línea de mano por lo general lleva de uno a cuatro anzuelos (Fig. 5 y 6). La cuerda es de monofilamento, cuyo calibre varía entre el núm. 35 y el 55, aunque los más frecuentes son el 40 y el 47; la cuerda también tiene destorcedor (núm. 4) y una barra de plomo. Este arte se trabaja normalmente en los caladeros o fondos rocosos, durante un lapso de ocho a 10 hr. Los organismos capturados se enlistan en la *tabla 3*. El peso de los organismos capturados varía entre uno y seis kilogramos, aunque las cuerdas con mayor calibre y anzuelo más grande (por ejemplo, calibre 55 y anzuelo 5), capturan organismos de hasta ocho y 10 kg. Este arte se utiliza todo el año, en todo el litoral del estado.

Palangres o cimbras. Son líneas de varios hilos de poliamida, polietileno o polipropileno, con un número variable de anzuelos (100-500) equidistantes a lo largo de la línea madre (véase características en la *tabla 2*). Este equipo trabaja fijo al fondo. El cabo de la línea madre es de hilo nylon multifilamento trenzado, tratado y torcido (TTT) del núm. 80 y el cabo de los reinales es de hilo monofilamento núm. 150, estos últimos pueden incluir un destorcedor (Fig. 7). La operación se realiza por la tarde y comienza con la selección del área de pesca; posteriormente, durante el tendido del palangre, se coloca la carnada en los anzuelos. El arte se trabaja en jornadas de ocho horas, por lo que pasado ese lapso, se recoge y se *despescan*. Estos equipos son utilizados principalmente entre junio y noviembre para la captura de pargo, cazón,

Tabla 1

Principales zonas pesqueras y de desembarque en la costa de Michoacán. Información proporcionada por la Oficina Federal de Pesca de la SAGARPA en Lázaro Cárdenas y Coahuayana, Michoacán

Zona de desembarque	Ubicación geográfica		Pescadores	Embarcaciones
	Norte	Oeste		
Lázaro Cárdenas	17°57'02"	102°12'35"	510	87
Playa Azul	17°58'55"	102°21'08"	107	22
Las Peñas	18 01'22"	102°27'53"	57	12
El Carrizalillo	18°03'28"	102°42'11"	14	16
Caleta de Campos	18°04'24"	102°45'23"	42	20
Pichilinguillo	18°11'48"	103°04'11"	40	14
Maruata	18°16'17"	103°21'19"	66	30
El Faro de Bucerías	18°21'02"	103°30'25"	37	26
Boca de Apiza	18°40'59"	103°44'11"	29	44
Otras zonas pesqueras *			149	41

* Guacamayas, El Bejuco, Chuquiapan, Calabazas, La Soledad, Caletilla, Mexiquillo, Tizupan, Cachan, La Placita y San Telmo

Tabla 2

Principales artes de pesca empleados en el litoral de Michoacán

Redes	Longitud (m)	Abertura de malla (pulgadas)	Características	Periodo de operación
Redes agalleras Fondo	400-600 300	1.5-10 6	140 boyas del núm. 5; 50 kg de plomos, ubicados a 30 cm entre sí.	Profundidad de operación 4-20 m para peces pequeños y de 40 a 70 m para peces grandes. Junio-noviembre
Superficie Atarraya	300 1.80-3.00	3 1-4	75-100 boyas del núm. 2 y 5, 40 kg de plomos Altura de 1.80 m a 4 m, luz de malla de una a cuatro pulgadas, plomo tres a cinco kg, hilo monofilamento	Noviembre-junio Todo el año
Anzuelos	Longitud (m)	Anzuelos (no.)	Características	Periodo de operación
Palangre o cimbra	500-2000	100 - 500	Hilo multifilamento núm. 54 al 72; reinales de 1-2 m de largo, espaciados cada 2 a 6 m; anzuelos: núm. 3 izquierdo; núm. 5 izquierdo; núm. 10 derecho noruego; núm. 13 garra de águila	Junio a noviembre
Línea de mano		1 - 3	Hilo monofilamento del núm. 0.35 al 100; anzuelos del núm. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 16, 18. destorcedor; plomo de 150-200 g	Todo el año

Tabla 3

Organismos capturados con los diferentes artes de pesca empleados en la costa de Michoacán

Arte de pesca	Especie nombre común	Nombre científico	Categoría comercial
Redes agalleras superficie	Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	2 ^a
	Rayadita	<i>Umbrina xanti</i>	2 ^a
Agallera Fondo	Huachinango	<i>Lutjanus peru</i>	1 ^a
	Cocinero	<i>Caranx caballus</i>	3 ^a
	Curvina	<i>Pomadasy bayanus</i>	2 ^a
	Pargo	<i>Lutjanus spp</i>	1 ^a
	Jurel	<i>Caranx caninus</i>	3 ^a
	Ronco cuero de burro	<i>Anisotremus interruptus</i>	2 ^a
Atarraya	Tiburón	<i>Carcharhinus falciformis</i>	
	Sardina	<i>Opisthonema libertate</i>	3 ^a
	Anchoveta	<i>Engraulis mordax</i>	3 ^a
	Calamar	<i>Dosidiscus gigas</i>	1 ^a
	Huachinango	<i>Lutjanus peru</i>	1 ^a
	Flamenco	<i>Lutjanus guttatus</i>	1 ^a
Pargos	<i>Lutjanus spp</i>	1 ^a	

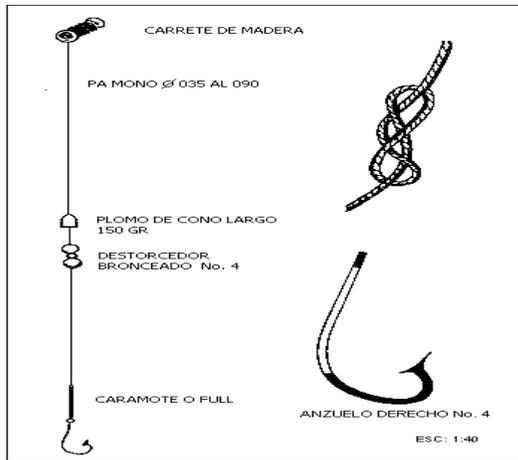
<i>Arte de pesca</i>	<i>Especie nombre común</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Categoría comercial</i>
Línea de anzuelos	Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	2 ^a
	Jurel	<i>Caranx caninus</i>	3 ^a
	Barrilete	<i>Euthynnus lineatus</i>	3 ^a
	Bicuda	<i>Sphyaena ensis</i>	2 ^a
	Boba	<i>Epinephelus niphobles</i>	2 ^a alta
Palangres o Cimbras	Baqueta	<i>Epinephelus acanthistius</i>	2 ^a alta
	Pargo colmillón	<i>Lutjanus jordani</i>	
	Flamenco	<i>Lutjanus guttatus</i>	1 ^a
	Baqueta	<i>Epinephelus acanthistius</i>	2 ^a alta
	Cazón	<i>Rhizoprionodon longurio</i>	
	Coyotillo*	<i>Lutjanus argentiventris</i>	1 ^a
Buceo	Cuatete	<i>Arius seemanni</i>	3 ^a
	Raya	<i>Dasyatis longus</i>	
	Langosta azul	<i>Panulirus inflatus</i>	1 ^a
	Langosta verde	<i>Panulirus gracilis</i>	1 ^a
	Ostión de piedra	<i>Crassostrea iridescens</i>	1 ^a
	Pulpo	<i>Octopus hubbsorum</i>	2 ^a

*También se conoce como pargo amarillo y alazán.

Tabla 4
Abreviaturas y simbología empleadas en los esquemas de las figuras de las diferentes artes de pesca empleadas en la zona costera de Michoacán

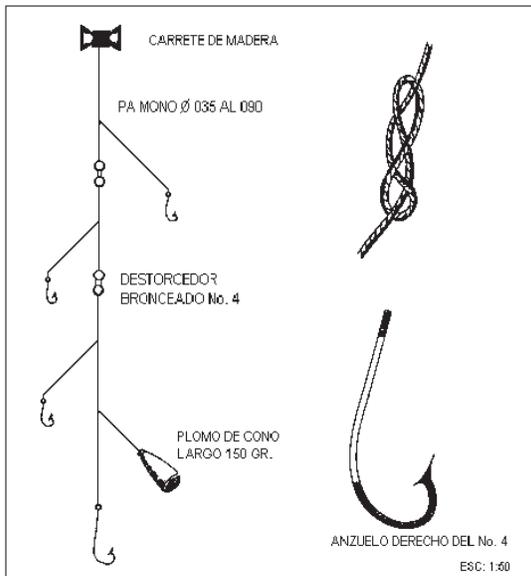
<i>Abreviaturas y Símbolos</i>	<i>Significado</i>
E	Encabalgado
Fe	hierro
gr	gramo
mm	milímetro
Mono	monofilamento
Mts	metros
Multi	multifilamento
PA	poliamida
Pb	plomo
PE	polietileno
PP	polipropileno
PVA	alcohol de polivinilo
PVC	cloruro de polivinilo
PLT	poliuretano
TTT	multifilamento trenzado tratado torcido
X	por
Ø	diámetro
↑	tapa superior de una red de arrastre
\diamond_{mm}	tamaño de la malla en milímetros
\diamond_s	mallas de caída

Figura 5
 Línea de mano (*trampolín*) para la captura de huachinango, lunarejo, ronco y cocinero, utilizada en la costa de Michoacán



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

Figura 6
 Línea de mano (*chicote*) para la captura de sierra, huachinango, flamenco, ronco y cocinero, utilizada en la costa de Michoacán

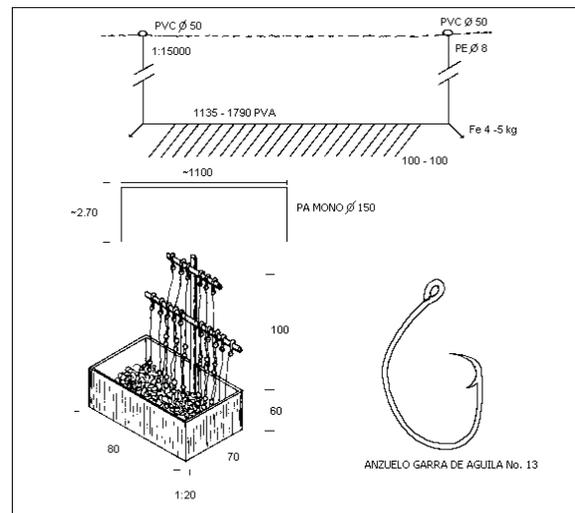


Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

flamenco, cuatete, baqueta y coyotillo, entre otras especies, aunque en la época de secas se emplea en la pesca de rayas (Tabla 3). El peso de los organismos capturados varía entre los cinco y 30 kilogramos.

Buceo autónomo y semi-autónomo. La extracción de los recursos bentónicos (langosta, ostión y pulpo) se realiza por buceo autónomo o libre, para lo cual se

Figura 7
 Cimbra escamera para la captura de pargo colmillón, listoncillo y raya en la costa de Michoacán



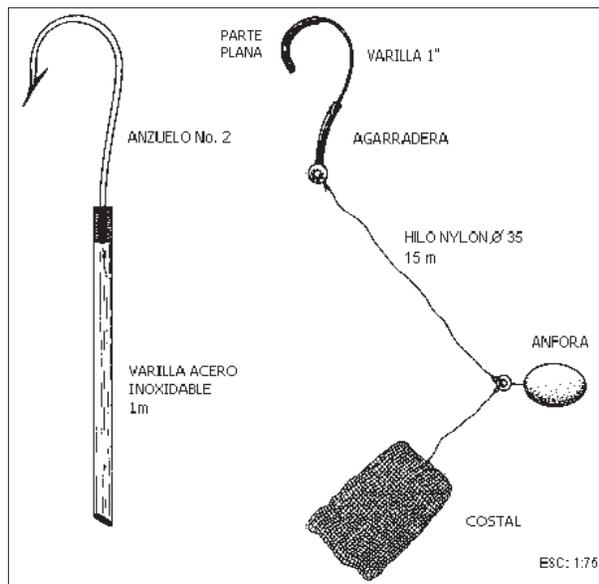
Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

utiliza pistola, arpón, gancho, costal (Fig. 8) y todo el equipo personal (visor, traje de buceo y aletas). Los pescadores pueden ir a bordo de una lancha hasta el lugar de trabajo, o bien pueden nadar desde la línea de costa. Las embarcaciones que se utilizan con el buceo semi-autónomo están equipadas con un compresor de aire para alimentar al buzo y con un pescante para subir las capturas a bordo. Para la recolección de ostión se utiliza un ánfora como señalamiento, de la que pende un cabo de nylon de 15 m de largo aproximadamente, en cuyo extremo opuesto está sujeto el gancho que se utiliza para desprender los ostiones del sustrato.

La captura de ostión y langosta depende del estado del tiempo, las corrientes y la transparencia del medio. Hernández-Montaña *et al.* (2002) estimaron que en Tizupan la captura de ostión fue de 15 kg por viaje de pesca, mientras que en el Faro de Bucerías, los pescadores obtuvieron de 10 a 15 kg de langosta por viaje. La explotación de estos recursos está regulada por vedas.

La frecuencia con que se emplean los diferentes equipos varía dependiendo de la región y de la especie objetivo (Tabla 2). La cuerda (línea de mano) y la red agallera son los artes que se utilizan con mayor frecuencia, en especial en la zona que corresponde a Lázaro Cárdenas y Las Peñas, aunque es importante mencionar que en esas localidades es donde hay más pescadores y también donde tiene mayor uso la atarraya. El palangre escamero tiene gran aceptación en la zona nueve, que corresponde a Boca de Apiza, aunque también se utiliza en Lázaro Cárdenas, Ca-

Figura 8
Equipo de trabajo utilizado en la captura de langosta y ostión en la costa de Michoacán



Las abreviaturas se muestran en la tabla 4.

rrizalillo y el Faro de Bucerías. Los métodos de pesca menos socorridos en el litoral michoacano son el buceo y la atarraya; aunque hay algunas zonas donde el buceo es el método principal, como es el caso de Caleta de Campos y Maruata. La *tabla 2* resume la frecuencia con que son usadas las diferentes artes de pesca durante el año.

Características de las embarcaciones y los motores.

Las embarcaciones ribereñas constituyen una flota de 312 unidades fabricadas de fibra de vidrio, llamadas comúnmente pangas o lanchas huachinangueras, cuyas características generales son: eslora de entre 7–8.5 m; manga de aproximadamente 1.65 m; puntal 0.650; motor fuera de borda de gasolina; capacidad de una a dos toneladas.

Las embarcaciones se presentan en cuatro tamaños, pero las más populares son las de 7.01 m de eslora (23 pies), que corresponden a 65.13% del total, y las de 7.62 m (25 pies), 30.76%. También se encontraron algunas lanchas de 8.22 m. (27 pies) que representan 3.50% y de 7.92 m (26 pies), 0.60%; estas últimas frecuentemente tienen un vivero para transportar carnada viva.

El número de lanchas fue mayor en Lázaro Cárdenas; no obstante, tanto en esa localidad, como en Playa Azul y Las Peñas, fue mayor al número de pescadores (*Tabla 1*), es decir, habría una embarcación por cada 4.7 a 5.5 pescadores. Entre Carrizalillo, Ca-

leta de Campos y Pichilinguillo, el número de lanchas por pescador fue de 1.9; mientras que en Maruata, El Faro de Bucerías y Boca de Apiza fue ligeramente superior a la unidad.

El número de motores que operan en la costa del estado fue de 216. Su potencia varía entre 40 y 150 caballos de fuerza (hp, por sus siglas en inglés). Los más comunes fueron los de 48 hp (33.79%), seguidos por los de 55 hp (14.82%), 40 hp (13.42%), 60 hp (12%), 65 hp (9.25%), 75 hp (12.96%), y con un porcentaje pequeño (3.76%), están comprendidos los motores de 10, 15, 115, 135 y 150 hp. La selección del motor depende de la distancia entre el centro de acopio y la zona de pesca.

Algunos pescadores emplean hieleras para mantener el producto en buen estado, lo que les permite permanecer en el mar por dos o tres días.

Discusión

La pesquería artesanal de la costa de Michoacán está basada en unidades básicas, formadas por embarcaciones de fibra de vidrio, motor fuera de borda y los artes de pesca, que operan dentro de un radio aproximado de 15 km desde la línea de costa, principalmente en zonas someras y rocosas. La diversidad de los artes de pesca está relacionada con las especies objetivo, las características geomorfológicas de la región, las condiciones meteorológicas a lo largo del año, el tipo de embarcación empleada y las posibilidades económicas de los pescadores ribereños.

En la costa de Michoacán se utilizan artes de pesca similares a los de otras regiones del Pacífico mexicano, tanto en diseño como en materiales, pero con pequeñas variaciones adaptadas a las condiciones de cada zona. Los pescadores de la costa michoacana diferencian dos estaciones climáticas: la época de secas (noviembre-junio), en la que obtienen el máximo de producción, y la de lluvias (julio-octubre), en la que es muy frecuente que el mal tiempo impida la navegación, aunque los pescadores aprovechan cualquier remanso para trabajar. Durante el estiaje los pescadores utilizan mayor variedad de artes, la duración de la jornada es más larga (ocho a 12 horas) y pueden combinar métodos, tales como el calado de redes o palangres (cimbras) y la pesca con líneas de anzuelo, o bien dedicarse exclusivamente a una modalidad de pesca (anzuelo, buceo, pesca con red, etcétera).

Las redes agalleras son operadas todo el año para la captura de especies de escama, con excepción de las que se usan para langosta, que se utilizan entre octubre y junio (sólo por dos organizaciones). Los palangres se usan todo el año, ya que los pescado-

res disponen de gran variedad de materiales para su construcción. Los seleccionan sobre la base del conocimiento que tienen del comportamiento de las especies objetivo. Otro método que tiene gran aceptación es la línea de mano. Frecuentemente se reúnen tres o cuatro pescadores por embarcación. La habilidad de cada uno de ellos se refleja en los volúmenes que obtienen. Los pescadores van cambiando el número de la cuerda y de anzuelo, de acuerdo con el tamaño de los organismos que pretenden capturar, para peces de 300 g a siete kilogramos utilizan cuerdas de los números 35, 40, 47, 50 y 55 con anzuelos 1, 2, 3, 4 y 5 (para organismos de 500 g o platillero se utilizan cuerdas del 40 y 47 y anzuelos del 3 y 4); para organismos grandes de cinco a 40 kg utilizan cuerdas de los números 80, 85, 90, 95 y 100 y anzuelos 7, 8, 9, 10, 12 y 13; en la captura de organismos de más de 20 kg como el pargo, la boba y la baqueta se utilizan cuerdas 70 y 90, con anzuelos 12 y 13 derecho.

La pesca por buceo autónomo o libre, y el buceo semi-autónomo es más común en la zona del Faro de Bucerías. Esta zona es propicia para la pesca por buceo ya que existen escolleras en las que habitan langostas, pulpos y pargos. Esta actividad se realiza durante ciertas temporadas y está limitada por el estado del tiempo y la especie objetivo. Los buzos utilizan como herramientas de pesca un arpón, gancho o pistola.

El uso de la atarraya se limita a la captura de especies como la sardinilla, la anchoveta y el calamar, entre otras, que sirven de carnada para las líneas de mano y los palangres, por lo que se utilizan principalmente en la orilla de la playa y en algunas ocasiones mar adentro, en jornadas de una o dos horas.

Conclusiones

En la pesquería artesanal del litoral de Michoacán la variedad de artes y métodos de pesca se reduce a unos pocos diseños generales con diferente poder de pesca: redes agalleras, palangre o cimbra, línea de mano,

buceo autónomo, buceo con compresor y atarraya. En cada método existen variantes de acuerdo con la especie objetivo, por lo que el uso de cada arte de pesca depende en gran medida de los cambios en la abundancia de la especie objetivo a lo largo del tiempo. Además, en cada zona se emplean diferentes artes de pesca simultáneamente, aunque en ocasiones su uso está limitado por los altos costos de los materiales empleados en su construcción. Las diferencias que existen en la captura a lo largo de la costa se deben principalmente a las variaciones el número de artes y las características y dimensiones de cada zona, ya que en algunas, como Lázaro Cárdenas, los pescadores tienen gran cantidad de artes y mayor cantidad de campos de pesca.

Referencias bibliográficas

- CARRANZA E.A., M. Gutiérrez y R. Rodríguez. 1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Centro Cien. del Mar y Limnol.* UNAM, 2(1): 81-88.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1990. *Evaluación del potencial de la pesca ribereña del Estado de Colima.* Informe interno. CRIP-Manzanillo-INP/SEPESCA, Colima. 20p.
- FAO. 2002. *Implementation of the international plan of action to prevent, deter and eliminate illegal, unreported and unregulated fishing.* Technical Guidelines for Responsible Fisheries. Fisheries Department 9, FAO, Roma. 122p.
- FLORES, C.N. 1992. *Análisis de la anidación en tortuga negra Chelonia agasizii (Bocourt 1868) en relación con algunos factores del ambiente incubatorio en la playa de Colola, Michoacán.* Tesis profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia. 58p.
- GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).* Instituto de Geografía, UNAM, México. 246p.
- HERNÁNDEZ-MONTAÑO, D., C. Meléndez y C. Romero. 2002. *Evaluación de recursos pesqueros (Escama) en la costa de Michoacán.* Informe interno. CRIP-Pátzcuaro-INP/SAGARPA, Michoacán. 36p.
- RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, E. y A. González-Pagés. 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos.* SIC/INP, México. 462p.
- RUIZ-LUNA A. y J. Madrid-Vera. 1997. Análisis comparativo de tres sistemas de pesca artesanal. Región y sociedad. *Rev. Colegio de Sonora*, 3(13-14): 77-98.
- SEPESCA. 1994. *Atlas pesquero de México. Pesquerías relevantes.* SEPESCA/INP CD-Multimedia. 234 p.

Anexo 1

Encuesta aplicada a los pescadores ribereños de la costa de Michoacán

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA PÁTZCUARO

Organizaciones Pesqueras, Artes de Pesca y Embarcaciones de la Costa de Michoacán

Fecha: _____
Localidad: _____
Embalse: _____

Nombre: _____ Embarcación: _____ eslora _____ m
 Edad: _____ años Núm. Tripulantes _____
 Experiencia: _____ años Motor _____ hp
 Otra actividad: _____ Sociedad o unión _____
 Ingreso por otra actividad: _____ Tiempo dedicado a la pesca en el año _____

Costo de la embarcación _____ \$
 Costo del motor _____ \$
 Gasolina _____ lt
 Costo del arte de pesca _____ \$

Arte de Pesca	Agallera	Línea mano	Atarraya	Cimbra	Eq. Bucoo	Gancho	Pistola
Cantidad (no.)							
Longitud (m)							
Mallas de caída							
Abertura de malla							
Núm. hilo de la malla							
Núm. hilo de la relinga sup.							
Núm. hilo de la relinga inf.							
Encabalgado (porcentaje)							
Núm. de boyas							
Núm. de plomos							
Fecha de adquisición							
Especie capturada y precio							
Kg. desembarcados por especie							

Observaciones: _____

Días de pesca a la semana _____

Temporadas de pesca _____

Época sin pescar _____

Horario de pesca _____

Tendido del arte de pesca _____

Comprador _____

Destino del producto _____

Periodo de veda _____

Selectividad de especies en función de la profundidad en que trabajan los anzuelos del palangre de deriva

Heriberto Santana Hernández*

Daniel Aguilar Ramírez*

Juan Javier Valdez Flores*

Resumen

El objetivo de este trabajo fue conocer la profundidad teórica del anzuelo en la que fueron más abundantes nueve especies de peces pelágicos mayores que comprendieron más de 90% de la captura de un barco palangrero de altura entre julio de 2000 y febrero de 2001, frente a la costa occidental de Baja California y las islas Revillagigedo. Sus maniobras fueron similares a las del resto de la flota comercial. Se realizaron 162 lances con un palangre regular, de cinco anzuelos por sección. La abundancia del pez espada, el tiburón zorro, el dorado y el tiburón mako fue diferente entre los anzuelos ($H_{0.05,4} = 9.488$; $p < 0.05$). La prueba de comparaciones múltiples de Tukey indicó que el pez espada y el tiburón zorro fueron más frecuentes en los anzuelos situados a mayor profundidad; por el contrario, el dorado fue más abundante en los más someros. Las variaciones en la cantidad de tiburones mako capturados por cada anzuelo aparentemente fueron determinadas por la conducta de estos peces. La abundancia de tiburón sedoso, marlin rayado, tiburón azul, tiburón puntas blancas y atún aleta amarilla, no presentó cambios significativos entre los anzuelos. Se sugieren algunas medidas para incrementar la selectividad hacia las especies objetivo y disminuir la captura incidental.

Palabras clave: Palangre, selectividad, peces pelágicos mayores.

Introducción

El palangre de deriva fue desarrollado por pescadores japoneses con el propósito de capturar atún; sin

embargo, en el Pacífico mexicano este sistema se ha caracterizado por ser eficiente para la pesca de especies de pico, tiburones y dorados, peces que normalmente se distribuyen entre la superficie y los 200 m de profundidad (Boggs, 1992). El palangre consiste de una línea principal o *línea madre* y un número determinado de líneas verticales, cada una con un anzuelo, conocidas como *reinales*. La línea madre se divide en secciones, también conocidas como *canastas*, limitadas por flotadores llamados *orinques* (Miyabe y Bayliff, 1987; Santana-Hernández, 1997). Saito (1975) caracterizó al palangre, de acuerdo con el número de reinales, como *regular* o *profundo*, el primero con seis y el segundo con 10 reinales por sección. Gong *et al.* (1989) mencionan que el palangre regular tiene menos de siete reinales y el profundo más de nueve. Los anzuelos del palangre regular se utilizan en profundidades que varían entre los 40 y 110 m.

Los trabajos sobre la selectividad de los palangres han sugerido que las distribuciones horizontal y vertical de los peces determinan la estrategia de pesca; por lo que los pescadores colocan los palangres sobre áreas y profundidades específicas (profundidad de operación) en función de las especies-objetivo. La longitud de las líneas de flotación y del segmento de la línea madre que hay entre ellas forman una línea catenaria que, aunada a la dimensiones de los reinales, determina la profundidad de operación en la que se encuentra suspendido el anzuelo (Podesta *et al.*, 1993), por lo que ésta puede ser ajustada con la longitud de la línea de flotación y la velocidad de salida de la línea madre (Lokkeborg y Bjordal, 1992; Santana-Hernández *et al.*, 1998), lo que permite estimar una profundidad teórica, cuando no es posible medir la real.

Con base en la forma de la catenaria de una sección del palangre (Fig. 1), Santana-Hernández *et al.* (1998) describieron tres niveles teóricos de una sección de cinco anzuelos utilizados por la flota mexicana de altura con base en Manzanillo, Colima, en

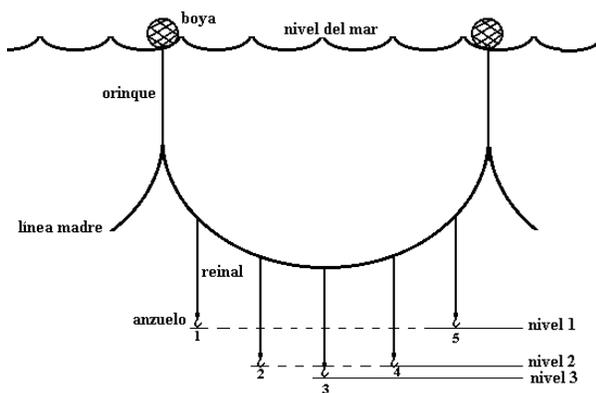
* CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Playa -Ventanas s/n. ap 591, Manzanillo, Colima; cp. 28200. Correo electrónico: tecaptur@webtelmex.net.mx

donde el anzuelo núm. 3 es el que se coloca a mayor profundidad (104.6 m), el dos y el cuatro son intermedios (96.7 m) y el uno y el cinco son los más someros (73.2 m).

En este contexto, el objetivo de esta investigación fue determinar si la profundidad en que trabajan los anzuelos del palangre propicia la captura de algunas especies, a partir de observaciones realizadas sobre las operaciones y resultados de la captura obtenida por barcos palangreros de la flota mexicana de altura con sede en Manzanillo. Estos resultados podrían servir como base para establecer estrategias tendientes a disminuir la captura incidental e incrementar la pesca de especies con alto valor comercial.

Figura 1

Sección de un palangre de deriva con cinco anzuelos



Durante una operación normal trabajan entre 200 y 300 secciones.

Métodos y materiales

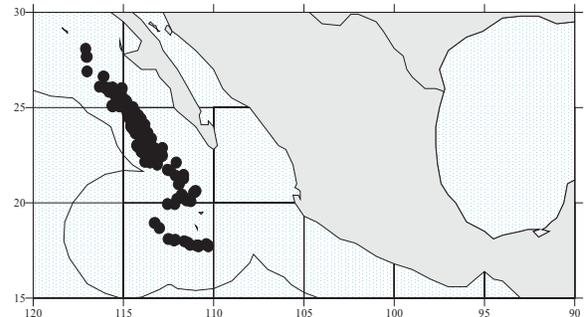
La información utilizada fue obtenida por un observador durante los viajes de pesca del barco palangrero *Marflota II* durante el periodo comprendido entre los meses de julio de 2000 y febrero de 2001. El área de operación estuvo ubicada frente a la costa occidental de Baja California y alrededor del archipiélago de Revillagigedo (Fig. 2). En este periodo se registró la información de 163 lances, seleccionados al azar, de los 248 realizados. Durante la mayoría de las operaciones el palangre constó de 200 a 300 secciones.

Los datos recabados incluyen la captura obtenida en cada anzuelo, las características de los organismos que permiten su identificación taxonómica, la ubicación geográfica de los lances y la información relacionada con las maniobras de tendido del equipo de pesca que sirvieron para estimar la profundidad de operación teórica de los anzuelos, lo cual se hizo uti-

lizando como base la catenaria que se forma en la línea madre del palangre entre dos líneas de flotadores (Saito, 1975; Suzuki *et al.*, 1977; Suzuki y Kume, 1982; Suzuki, 1989; Boggs, 1992; Santana-Hernández, 1997; Santana-Hernández *et al.*, 1998).

Figura 2

Posición geográfica donde el B/P *Marflota II* aplicó los 163 lances de pesca durante el periodo 12 de julio de 2000 al 21 de febrero de 2001



Las posiciones geográficas donde se realizaron los lances de pesca fueron seleccionadas según el criterio del patrón de pesca y las características de las operaciones fueron similares a las que normalmente realiza la flota palangrera para la captura de pelágicos mayores (Santana-Hernández *et al.*, 1998).

Las características del palangre de deriva fueron descritas por Santana-Hernández *et al.* (1998) y Santana-Hernández (2001). El tipo de anzuelo usado fue el atunero tipo japonés núm. 3.8 de 65 mm de largo, 30 mm de ancho y un asta de 4 mm de diámetro. De acuerdo con el patrón de pesca se usaron dos tipos de carnada: macarela (*Scomber japonicus*) en los anzuelos 1, 2, 4 y 5 y calamar (*Dosidicus gigas*) en el más profundo (núm. 3). Esta distribución se mantuvo en todos los lances observados.

El proceso de tender el equipo de pesca se realizó con una máquina tiralíneas y el virado, con una máquina cobralíneas. Este proceso se ajustó a valores constantes de la velocidad de salida de la línea (5.25 m seg⁻¹), distancia entre reinales (42 m), longitud de los orinques (12 m), velocidad del barco durante el tendido (7.5 a 8 nudos) y longitud del reinal (22 m). Con estos datos se calculó la profundidad teórica de operación, la cual fue similar a la observada por Santana-Hernández *et al.* (1998); cabe mencionar que se despreciaron las deformaciones de la catenaria causadas por las corrientes marinas.

Para diferenciar el número y el orden de los anzuelos en cada sección, cada reinal se etiquetó con material de nylon (listón) o rafia (filástica) de diferente color; así, el anzuelo uno se marcó con azul, el

dos con verde, el tres con rojo, el cuatro con amarillo y el cinco con café. Estas precauciones permitieron identificar el anzuelo con que fue obtenido cada organismo, aun en aquellos casos en que una o dos secciones se enredaron por el movimiento de los organismos atrapados o la acción de las corrientes marinas en el área de operación.

La información sobre nueve especies cuya captura acumulada representó 98.63% del total, fue sometida al análisis de varianza (ANDEVA) no paramétrico de Kruskal-Wallis para determinar si había diferencias significativas en la abundancia de cada una de ellas, entre los anzuelos. Antes de efectuar este procedimiento se eliminaron los registros de los lances en los que no se capturó por lo menos un organismo en alguno de los cinco anzuelos de una sección del palangre. Cuando los resultados del análisis de Kruskal-Wallis fueron significativos, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para distinguir él o los anzuelos que formaron grupos homogéneos (Zar, 1996).

Resultados

Durante los cruceros observados se capturaron 10 467 organismos pertenecientes a más de 13 especies, de las cuales, nueve representaron 98.63% del total. El tiburón azul (*Prionace glauca*) fue el más abundante, con 6 681 organismos y 63.83% del total. El marlín rayado, el pez espada, el tiburón zorro, el dorado y el atún aleta amarilla representaron entre 9.12 y 4.2%. El resto de las especies aportó menos de 3% de la captura (Tabla 1).

La prueba de Kruskal-Wallis mostró que la abundancia del tiburón sedoso, el marlín rayado, el tiburón azul, el tiburón puntas blancas y el atún aleta amarilla, no presentó variaciones significativas entre los anzuelos. En contraste, la frecuencia con que fueron capturados el tiburón zorro, pez espada, dorado y tiburón mako en los diferentes anzuelos presentó diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) (Tabla 2).

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey indicó que el tiburón zorro y el pez espada se capturaron en mayor cantidad con los anzuelos que operaron en los niveles más profundos; en contraste, el dorado fue más abundante en los más someros (anzuelos 1 y 5), y escaso en el más profundo (anzuelo 3) (Tabla 3).

Los resultados del análisis estadístico aplicado a los datos del tiburón mako arrojaron diferencias significativas en las capturas obtenidas en los diferentes anzuelos; sin embargo, éstas se presentaron entre los que trabajaron en la misma profundidad, por lo que es posible que esas diferencias estén relacionadas con la conducta de los peces. Estos tiburones persiguen a las presas en movimiento (Boggs, 1992; Santana-Hernández *et al.*, 1998), por lo que es probable que se enganchen cuando los anzuelos se están hundiendo, durante el tendido del palangre, o cuando son izados. Por otro lado, los resultados podrían cambiar con un tamaño de muestra mayor, ya que en este análisis el tiburón mako fue la especie con menor número de representantes.

Otras especies capturadas durante el desarrollo de este trabajo fueron el pez vela y las tortugas marinas, que aunque no fueron analizadas porque fueron muy escasas en esta zona de pesca, debido a que tie-

Tabla 1
Composición de la captura (número de organismos) obtenida por el barco palangrero *Marflota II* durante el periodo 12 de julio del 2000 al 21 de febrero de 2001

Especie	Nombre científico	Captura	Porcentaje	Porcentaje acum.
Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>	6 681	63.83	63.83
Marlín rayado	<i>Tetrapturus audax</i>	955	9.12	72.95
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	648	6.19	79.14
Tiburón zorro	<i>Alopias pelagicus</i>	609	5.82	84.96
Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	581	5.55	90.51
Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>	441	4.21	94.73
Tiburón sedoso	<i>Carcharhinus falciformis</i>	165	1.58	96.30
Tiburón mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>	142	1.36	97.66
Tiburón puntas. Blancas	<i>Carcharhinus longimanus</i>	102	0.97	98.63
Tiburón martillo	<i>Sphyrna lewini</i>	70	0.67	99.30
Pez vela	<i>Istiophorus platypterus</i>	28	0.27	99.57
Tiburón grillo	<i>Alopias superciliosus</i>	4	0.04	99.61
Tiburón volador	<i>Carcharhinus limbatus</i>	2	0.02	99.63
Otras especies *	Varias	39	0.37	100.00
Total	Total	10 467	100	

* Otras especies: se considera a las tortugas, luva, wahoo y pez sol.

Tabla 2
Orden de colocación de los anzuelos en que se obtuvieron las especies (número de organismos)
y resultado del análisis de varianza

Especie	Anz. 1	Anz. 2	Anz. 3	Anz. 4	Anz. 5	Observ.	Razón de Var.	Valor Crítico
Tiburón azul	1 037	883	930	884	825	122	0.70	2.39
Marlín rayado	178	205	152	154	151	120	2.40	2.39
Pez espada	66	123	228	103	67	129	30.16	2.39
Tiburón zorro	82	156	221	139	61	130	19.39	2.39
Dorado	164	128	62	106	152	106	7.25	2.39
Atún aleta amarilla	25	26	47	34	27	63	2.16	2.41
Tiburón sedoso	59	48	38	37	27	47	1.98	2.41
Tiburón mako	39	46	25	19	17	72	4.04	2.40
Tiburón puntas blancas.	22	25	21	14	12	44	1.61	2.41

Los valores sombreados denotan diferencias estadísticamente significativas ($\alpha = 0.05$)

nen más afinidad con las aguas cálidas del Pacífico mexicano centro y sur (Santana-Hernández, 2001), se obtuvieron en los primeros niveles de profundidad. Este aspecto es relevante debido a que de conformidad con el Reglamento de la Ley de Pesca están clasificadas como captura incidental en las pesquerías de tiburón.

Discusión

Es necesario señalar que la estimación de la profundidad teórica de operación de los anzuelos (Boggs, 1992) se realiza en condiciones ideales, sin considerar las fuerzas que provocan la deformación de la parábola formada por la línea madre, tales como las corrientes y las tensiones provocadas por los mismos organismos capturados (Santana-Hernández *et al.*, 1998). Por tanto, es necesario mencionar que dentro del área de estudio y en determinadas temporadas en que la intensidad de las corrientes dominantes y los vientos ejercen deformidad en la forma de la catenaria, pueden influir en la profundidad de trabajo de los anzuelos, al extremo de que podrían presentarse traslapes entre los anzuelos contiguos.

Otros factores que podrían afectar la selectividad del arte de pesca y que no fueron considerados en este análisis fueron el tipo de anzuelo y la carnada utilizados. Con relación al primero se asumió que el sesgo no fue digno de consideración, puesto que salvo muy raras excepciones, en la mayoría de los reinales se utilizaron anzuelos con las mismas características. Mientras que en relación con la carnada es posible que las especies con alta incidencia en el anzuelo más profundo (anzuelo 3) que fue cebado con calamar, tengan preferencia por esa especie (Lokkeborg y Bjordal, 1992).

Los resultados encontrados sobre la profundidad de captura del pez espada y tiburón zorro fueron si-

milares a los obtenidos por Santana-Hernández *et al.* (1998) y contribuyen a disipar la incertidumbre que había en ese trabajo, referente a la posición de los anzuelos, ya que era difícil determinar el número del anzuelo que había capturado al organismo cuando los reinales se enredaban. Por otro lado, estos resultados permiten sugerir medidas para incrementar la captura de estas dos especies, las más apreciadas por la pesquería palangrera mexicana.

Al comparar los resultados sobre la profundidad en que el pez espada fue capturado, con los obtenidos por Boggs (1992), quién registró muy pocos organismos de esa especie en un palangre que trabajó en profundidades superiores a los 200 m, se observó que ese estudio fue realizado en una pesquería cuyo objetivo era la captura del atún ojo grande (*Thunnus obesus*), que realiza sus actividades de pesca durante el día, cuando disminuye la accesibilidad del pez espada. Las operaciones de esta flota generalmente cubren todas las horas del día y entre cinco y siete horas de la noche. Los ejemplares de dorado (*Coryphaena hippurus*) mostraron preferencia hacia los anzuelos más someros por lo que, como en el trabajo realizado por Boggs (1992), se sugiere que para disminuir la captura de esta especie se incremente la profundidad de operación. De acuerdo con este autor, dicha medida también ayudaría a disminuir la captura incidental de especies como el pez vela y los marlines, que se alimentan de presas en movimiento y que son capturados en los primeros niveles de profundidad en que operan los palangres.

Las diferencias estadísticamente significativas obtenidas sobre la ocurrencia del tiburón mako en los cinco anzuelos no sugieren que los organismos prefieran los anzuelos ubicados en profundidades específicas; sin embargo, es probable que esas diferencias estén relacionadas con la forma y la hora en que se realiza el proceso de tendido, así como con el comportamiento de alimentación que, como en el caso de

Tabla 3
 Grupos homogéneos obtenidos mediante la prueba de comparación múltiple
 por el método honestamente significativo de Tukey ($\alpha = 0.05$)

a) Tiburón zorro (*Alopias pelagicus*)

Anzuelo	Captura	Media	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Grupos		
						a	b	c
5	61	0.47	0	0	1	X		
1	82	0.63	0	0	1	X		
4	139	1.07	0	1	2	X	X	
2	156	1.20	0	1	2		X	X
3	221	1.70	1	1	2			X

b) Pez espada (*Xiphias gladius*).

Anzuelo	Captura	Media	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Grupos		
						a	b	c
1	66	0.51	0	0	1	X		
5	67	0.52	0	0	1	X		
4	103	0.80	0	1	1	X	X	
2	123	0.95	0	1	1		X	
3	228	1.77	1	1	3			X

c) Dorado (*Coryphaena hippurus*).

Anzuelo	Captura	Media	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Grupos		
						a	b	
3	62	0.58	0	0	1	X		
4	106	1.00	0	0	2	X	X	
2	128	1.21	0	1	2		X	
1	164	1.55	0	1	2		X	
5	152	1.43	0	1	2		X	

d) Tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*).

Anzuelo	Captura	Media	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Grupos		
						a	b	c
5	17	0.24	0	0	0	X		
4	19	0.26	0	0	0	X		
3	25	0.35	0	0	1		X	
1	39	0.54	0	0	1			X
2	46	0.63	0	0	1			X

Las x en columna indican la integración de grupos homogéneos.

los marlines y el pez vela, consiste en la persecución de presas en movimiento. El caso del tiburón mako es un ejemplo de que la captura no puede ser evaluada de manera confiable sumando los organismos obtenidos por dos o más anzuelos que teóricamente trabajan en la misma profundidad, sino que es necesario analizar la frecuencia de captura de cada uno de los anzuelos.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la empresa Marflota por todas las facilidades que brindó para la realización del experimento y en especial al capitán del barco palangrero *Marflota II*, Israel Ríos Escobar, y a la tripula-

ción que amablemente participó en las actividades de muestreo. A Ignacio Méndez Gómez-Humarán, Ma. del Carmen Jiménez Quiroz y Rosa María Guzmán por sus atinadas observaciones al manuscrito.

Referencias bibliográficas

- BOGGS, C.H. 1992. Depth, capture time, and hooked longevity of longline-caught pelagic fish: timing bites of fish with chips. *Fish. Bull.*, 90: 642-658.
- GONG, Y., J.U. Lee, Y.S. Kim y W.S. Yang. 1989. Fishing efficiency of Korean regular and deep longline gears and vertical distribution of tunas in the Ocean. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 22: 86-94.
- LOKKEBORG, S. y A. Bjordal. 1992. Species and size selectivity in longline fishing: a review. *Fish. Res.*, 13: 311-322.

- MIYABE, N. y W.H. Bayliff. 1987. Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el océano Pacífico oriental, 1971-1980. *Bull. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm.*, 19(1): 123-159.
- PODESTA, G.P., J.A. Browder y J.J. Hoey. 1993. Exploring the association between swordfish catch rates and thermal fronts on US longline grounds in the western North Atlantic. *Commercial Shelf Research*, 13(2/3): 253-277.
- SAITO, S. 1973. Studies on fishing of albacore, *Thunnus alalunga* (Bonaterre) by experimental deep-sea tuna long-line. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido University*, 21 (2): 107-184.
- SAITO, S. 1975. On the depth of capture of bigeye tuna by further improved vertical long-line in the tropical Pacific. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 41(8): 831-841.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H. 1997. *Relación del éxito de la pesca palangrera con la temperatura superficial y la profundidad en el Pacífico mexicano*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 89p.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H. 2001. *Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar*. Tesis de Doctorado. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UdeC, Tecmán. 122p.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H., R. Macías-Zamora y J.J. Valdéz-Flores. 1998. Selectividad del sistema de palangre utilizado por la flota mexicana en la Zona Económica Exclusiva. *Ciencias Marinas*, 24: 193-210.
- SUZUKI, Z. 1989. Catch and fishing effort relationship for stripped marlin, blue marlin, and black marlin in the Pacific Ocean, 1952 to 1985. En: R.H. Stroud (ed.). *Planning the future of billfishes, research and management in the 90's and beyond. Part 1: Fishery and stock synopses, data needs and management*. Mar. Rec. Fish. Nat. Coalition Mar. Conserv., Savannah, Ga. pp. 165-177.
- SUZUKI, Z. y S. Kume. 1982. Fishing efficiency of deep longline for bigeye in the Atlantic as inferred from operations in the Pacific and Indian Oceans. *Inter. Comm. Cons. Atl. Tuna, Collets. Sci. Pap.*, 18(2): 471-486.
- SUZUKI, Z., Y. Warashima y M. Kishida. 1977. The comparison of catches by regular and deep tuna longline gears in the western and central equatorial Pacific. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.*, 15: 51-83.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3a. ed., Prentice Hall. eu. 662p.