

# RECURSOS POTENCIALES



# Nuevas aplicaciones de los recursos marinos del Pacífico central Mexicano

Marco A. Liñán Cabello\*  
Laura A. Flores Ramírez  
Maximiliano Sánchez Barajas

## Resumen

La diversidad y la riqueza genética de los organismos marinos ofrecen grandes expectativas para resolver algunas necesidades humanas derivadas del crecimiento poblacional. En el presente trabajo se presentan algunas de las aplicaciones de los principios biotecnológicos, endocrinos y moleculares, orientadas a optimizar el crecimiento, la reproducción y la calidad de los crustáceos y peces cultivados en la costa centro occidental de México; también se muestran algunos usos potenciales de los principios biotecnológicos de las microalgas, con énfasis en diversos productos que pueden utilizarse para la nutrición y la salud humanas, así como algunos de los compuestos bioactivos derivados de organismos marinos con potencial de aprovechamiento.

**Palabra clave:** Biotecnología marina, metabolitos bioactivos, acuicultura.

## Introducción

Por décadas el aprovechamiento de los recursos marinos se ha dirigido principalmente a la pesca y ha provocado el deterioro y el abatimiento de diversas poblaciones de organismos; empero, la gran riqueza que constituye la biodiversidad, así como las singulares adaptaciones fisiológicas y metabólicas que caracterizan a las formas de vida marina, representan un gran potencial que, aunado a nuevos descubrimientos y aplicaciones en materia de biotecnología, farmacología y desarrollo de sistemas de cultivo en organis-

mos acuáticos, abren nuevas expectativas para el uso de estos recursos (Luiten *et al.*, 2003).

En países como Chile, Noruega y España, la acuicultura de especies marinas es un ejemplo altamente rentable de la aplicación de principios biotecnológicos en sistemas productivos, particularmente en lo referente a la crianza, la profilaxis y la nutrición (Igor, 2002). Otras aplicaciones han sido orientadas al conocimiento de la diversidad funcional de organismos acuáticos por medio de su accionar genético, cuyos productos naturales tienen aplicaciones en bioprocesos, metabolitos bioactivos y biotecnología ambiental entre otros, lo que ha propiciado la creación de las llamadas “bioempresas”, que han encontrado grandes oportunidades de expansión (Tramper *et al.*, 2003).

El uso y la investigación de estas nuevas aplicaciones de los recursos marinos en el Pacífico tropical mexicano, al igual que en otras regiones de nuestro país y de América Latina, están rezagados; por ello aquí se presentan algunas de las aportaciones científicas en materia de acuicultura y biotecnología dirigidas a favorecer el crecimiento, el control de sexo, la reproducción de peces y crustáceos, pigmentación, biotecnología algal y metabolitos bioactivos derivados de organismos marinos. Todas ellas son susceptibles de ser consideradas como herramientas y técnicas alternativas para el aprovechamiento de los recursos marinos que se distribuyen en la región del Pacífico tropical mexicano.

### *Nuevas aplicaciones en acuicultura*

**Crecimiento en crustáceos.** El crecimiento es el resultado de la incorporación de moléculas estructurales a una velocidad mayor que su degradación. Dicho proceso está determinado por factores intrínsecos y extrínsecos (Charmantier *et al.*, 1997). En crustáceos, como en otros grupos de organismos, los patrones de crecimiento corporal están genéticamente determinados (Hetzl *et al.*, 2000); empero, su expresión

---

\* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Km 19.5 Carretera Manzanillo-Barra de Navidad, Manzanillo, Colima, México, CP 28860. Correo electrónico: inanm@ucol.mx

depende del aporte de alimento y de la capacidad del animal para hacer uso eficiente del mismo. En especímenes sometidos a cultivo también influyen los factores ambientales y de manipulación.

En crustáceos el ciclo de muda es regulado por medio de dos factores antagónicos: las hormonas ecdisteroides, producidas y liberadas por el órgano "Y"; y la hormona inhibidora de la muda (HIM), producida y liberada por un complejo de células neuroendocrinas localizadas en el órgano "X" (Huberman, 1990). El órgano "Y" controla la muda mediante la producción de ecdisteroides (Huberman, 1990); el más importante de estos compuestos es la ecdisona, que se sintetiza a partir del colesterol (Lachaise *et al.*, 1993); este compuesto es convertido a 20-hidroxiecdisona o ecdisterona por los tejidos de algunos órganos, tales como la epidermis, los testículos, los ovarios, el tracto digestivo y la glándula digestiva (Charmantier *et al.*, 1997).

Desde el punto de vista nutricional se considera como factor o promotor del crecimiento, cualquier elemento que al ser incorporado a la dieta, sin variar considerablemente su composición, acelere el desarrollo corporal. Estas sustancias deben mantener su integridad durante la digestión y ser absorbidas en forma eficaz para ejercer su función en los tejidos blancos (Carrillo *et al.*, 2000). Algunos ejemplos de promotores nutricionales sobre el crecimiento de crustáceos se describen a continuación.

De acuerdo con Chung *et al.* (1998a), Durica *et al.* (1995 y 1999), en el cangrejo *Uca pugilator* se han reconocido receptores nucleares de ecdisteroides con capacidad de heterodimerización, con receptores de vitamina D, hormonas tiroideas y receptores de retinoides, entre otros. Este tipo de interacciones no han sido entendidas del todo; sin embargo, se ha reconocido que mejoran el crecimiento, la metamorfosis y la regeneración de extremidades (Hopkins *et al.*, 1994; Chung *et al.*, 1998b). En el caso particular de estadios larvales de crustáceos, se detectaron receptores de ecdisteroides en nauplios de *Artemia salina* (Spindler *et al.*, 1984) y en larvas del camarón *Litopenaeus schmitti*; los experimentos realizados para probar la acción de diferentes fuentes de ecdisteroides en las larvas de esta última especie, tuvieron como resultado la reducción en el ciclo de muda y mayor eficiencia alimenticia (Freeman y Costlow, 1979), lo que destaca la importancia de estos compuestos en las fases tempranas del desarrollo y permite sugerir que el mecanismo de acción hormonal de los ecdisteroides se conserva entre las diferentes clases de crustáceos (Charmantier *et al.*, 1997).

En los últimos años ha aumentado considerablemente la identificación de hormonas y proteínas regu-

ladoras en crustáceos, similares a las de vertebrados, tales como la insulina, la gastrina/colecistoquinina, la vasopresina/oxitocina, los factores de crecimiento epidérmico, las aminas biogénicas y la acción de retinoides, como los compuestos de tipo hormonal, entre otros (Carrillo *et al.*, 2000; Liñán-Cabello *et al.*, 2002). Por ejemplo, se han obtenido incrementos significativos en el crecimiento larvario de *L. schmitti* y juveniles de *L. vannamei*, que recibieron extractos peptídicos similares a la insulina humana, obtenidos de la langosta espinosa *Panulirus argus*, como aditivo alimentario (Gallardo, 1998). Cancre *et al.* (1995) reportaron la presencia de sustancias similares al factor de crecimiento epidérmico en el tejido hepatopancreático del camarón *Palaemon serratus*. Estos resultados sugieren que tanto el desarrollo larvario, como el crecimiento de los juveniles de los crustáceos peneidos, son susceptibles de ser estimulados con compuestos hormonales incluidos en la dieta.

Las dietas enriquecidas con la hormona de crecimiento humana (somatotropina o GH) incrementaron significativamente el desarrollo de larvas de camarón *L. vannamei* y su resistencia a cambios en la salinidad (Toullec *et al.*, 1991). Por otra parte, Charmantier *et al.* (1989) experimentaron durante el periodo de crecimiento de *Homarus americanus* con la GH, y obtuvieron mayor peso en los estadios de desarrollo subsecuentes.

Los aminoácidos libres también favorecen el crecimiento de camarones peneidos cuando se adicionan a la dieta en forma de suplementos, porque mejoran su atractibilidad y estimulan el apetito (Akiyama *et al.*, 1992). Al respecto, Kitabayashi *et al.* (1971) observaron una mejora en el crecimiento de *Marsupenaeus japonicus* cuando incluyeron glucosamina a 0.52% en su dieta. En forma similar, las enzimas proteolíticas y amilolíticas ayudan al proceso de crecimiento, en virtud de que inducen la actividad de las enzimas del tracto digestivo y de los zimógenos de las proteasas endógenas, entre otros compuestos (Lemos *et al.*, 1999). Maugle *et al.* (1982) experimentaron con la microencapsulación de amilasa y tripsina en la dieta de postlarvas de *Marsupenaeus japonicus* y observaron que con ambos tratamientos los especímenes ganaron peso y la frecuencia de las mudas aumentó. De acuerdo con Buchanan *et al.* (1997), la inclusión de una mezcla de enzimas a 0.25% en las dietas de juveniles de *Penaeus monodon* incrementó la ganancia en peso y favoreció significativamente el factor de conversión del alimento.

El potencial en la aplicación de compuestos con propiedades bioactivas como promotores de crecimiento es evidentemente alto, aún más si se considera que la incesante expansión en el cultivo de crustá-

ceos en nuestro país requiere que estos factores sean inocuos para los organismos y para los consumidores. Las aplicaciones encaminadas a acelerar el desarrollo de los crustáceos deberán tener como base un conocimiento profundo de la fisiología, la química de las moléculas bioactivas y su metabolismo, así como de las hormonas reguladoras del crecimiento y de los métodos de inclusión de dichas moléculas, con el fin de maximizar los efectos estimulantes.

#### *Crecimiento en peces*

La mitad de los costos de operación en los sistemas acuaculturales corresponde a la alimentación y por ello, uno de los principales intereses de las bioempresas es acelerar el crecimiento y optimizar la tasa de eficiencia de conversión alimenticia de los peces cultivados. Las medidas para alcanzar estos objetivos han estado enmarcadas dentro de programas de selección genética y manejo; sin embargo, en la actualidad, mediante algunos principios biotecnológicos se ha estimulado el apetito, acelerado el crecimiento y mejorado la tasa de conversión alimenticia (Rahman y Maclean, 1998; Igor, 2002).

La hormona del crecimiento (HC) es un polipéptido que juega un papel clave en este proceso; es sintetizado en el interior de la glándula pituitaria. Una vez en el torrente sanguíneo, una elevada proporción de la HC se acopla a una proteína específica, probablemente responsable del control de la vida media de la hormona en circulación. Después de enlazarse con los receptores específicos de la célula, la HC estimulan la síntesis y la secreción de un factor, tipo insulina, que a su vez incide en forma positiva sobre el crecimiento.

La aceleración del crecimiento por efecto de la acción de HC ha sido estudiada en tilapia y en otras especies de peces (de la Fuente *et al.*, 1998); empero, aún se desconoce la concentración óptima para alcanzar la tasa máxima de crecimiento, sin perjuicio para el pez y los consumidores, ya que en exceso afecta la interacción de los HC-complejo receptores.

También se han realizado estudios sobre la inserción de los genes que codifican la HC en diferentes especies de peces dulceacuícolas y marinos (Silverstein *et al.*, 2000; Wu *et al.*, 2003). En el Reino Unido, Rahman y Maclean (1998) generaron una línea de tilapia transgénica a partir de la inserción de un gen de HC obtenido del salmón, por microinyección en sus huevos; la tasa de crecimiento de las generaciones resultantes (G1 y G2) fue cuatro veces mayor que la de líneas emparentadas no modificadas. Durante un periodo de cultivo, Rahman *et al.* (2001) observaron que el peso de especímenes transgénicos de tilapia (*Oreochromis*

*niloticus*) fue 2.5 veces mayor al de los peces testigo; no obstante, se ha observado que el uso de esos genes puede tener consecuencias tanto morfológicas como reproductivas. La tecnología para introducir el gen HC en lenguado, trucha y tilapia ya está disponible en el mercado, como *AquAdvantage*<sup>TM</sup>, producto comercializado por la empresa A/F Protein; y es posible que la Food and Drug Administration (FDA) de EU lo apruebe si se demuestra que sus efectos son inocuos para otros organismos (López *et al.*, 2003).

Otro compuesto de interés científico es el lactógeno placentar, aislado de la placenta de bovinos y humanos, que demostró ser altamente eficiente en acelerar el crecimiento en diversas especies de peces, ya que aumenta la proporción de proteína y disminuye la producción de grasa (Hunt *et al.*, 2000). Por otro lado, diferentes compuestos hormonales, como la prolactina, la gonadotropina, la somatolactina y los receptores de estrógenos, han sido clonados en diversos organismos con el fin de favorecer la reproducción y el crecimiento (Dan y Little, 2000).

Independientemente de las investigaciones realizadas sobre el empleo de compuestos recombinados para mejorar el crecimiento, las leyes actuales impiden su aplicación en el cultivo de peces destinados al consumo humano. Por esta razón es de vital importancia que los genes usados para la producción de líneas de peces transgénicos provengan de otras familias de peces y no de mamíferos o virus. Por otro lado, a partir de 1993 la FDA aprobó el empleo de HC bovina recombinada para aumentar la producción de leche, lo cual podría facilitar la obtención de la autorización de las agencias gubernamentales para el uso de proteínas recombinadas de la familia hormona de crecimiento-prolactina en peces, una vez que las dosis y los mecanismos de administración hayan sido determinados y se compruebe su inocuidad para el consumidor humano (Igor, 2002).

#### *Control de sexo*

El control de la reproducción en algunas especies de peces favorece el rendimiento en los sistemas acuícolas, ya sea aplicado a las especies que maduran sexualmente en forma temprana, lo que impide que el organismo alcance la talla comercial, o por medio de cultivos monosexuales, que permiten aprovechar las capacidades específicas de los organismos de un sexo con respecto al otro, especialmente de aquellas relacionadas con la mayor tasa de crecimiento.

Con el fin de lograr el control de sexo se utilizan métodos endocrinos que consisten en el empleo de compuestos de naturaleza androgénica o estrogénica, en combinación con la manipulación de comple-

mentos cromosómicos (ginogénesis, androgénesis y poliploidización) o la combinación de estas técnicas (López *et al.*, 2003).

En el cultivo de tilapia se practica el de tipo monosexo, preferentemente de machos, lo cual evita la reproducción de las hembras durante la fase temprana del crecimiento (Dan y Little, 2000). El empleo de esteroides para la inversión sexual de tilapia puede producir gametos de un solo sexo (carentes de los cromosomas que determinan el sexo opuesto), obteniendo con ello cultivos unisexuales (Nakamura, 2000). En Chile se han usado neo-machos o machos productores de semen con cromosomas generadores de hembras, para la producción de poblaciones-hembra de truchas y de salmón del Atlántico (Igor, 2002). Por otro lado, por medio de sondas genéticas se ha logrado la detección de secuencias que identifican el cromosoma "Y" (determinante de masculinidad), lo que ha facilitado la selección de peces según las características del genotipo, independientemente de su sexo funcional (Toro, 1987).

La manipulación de complementos cromosómicos puede realizarse en combinación con métodos endocrinos para producir los llamados "superpeces", que son triploides o cuadruploides (con tres o cuatro grupos completos de cromosomas respectivamente), cuya ventaja es que su maduración sexual es tardía y son estériles, lo cual minimiza el riesgo ambiental en caso de liberación accidental (Gomelsky, 2003).

Durante los últimos años, en la región occidental de México el cultivo de peces, y en especial de tilapia, ha adquirido gran importancia porque proporciona beneficios sociales y económicos. Este cultivo surgió como una opción productiva para los habitantes de regiones marginadas; sin embargo, actualmente es una actividad empresarial a la que cada vez más se incorporan nuevos productores con diverso grado de tecnificación, como el control del sexo, para optimizar sus rendimientos. Para el control del cultivo monosexo se realiza la inversión sexual con hormonas esteroides, especialmente la 17 alfa-metiltestosterona, con el cual se obtienen porcentajes de masculinización de 95%, especialmente en *Oreochromis niloticus* var. *Stirling* (comunicación personal Mena-Herrera<sup>1</sup>).

*Inducción a la reproducción de crustáceos y peces.* La introducción de especies marinas a sistemas de cultivo generalmente interfiere en los procesos reproductivos, de ahí que uno de los grandes desafíos de los acuicultores sea la obtención de gametos maduros, lo

cual genera la necesidad de identificar métodos que sincronicen o retrasen la maduración gonádica.

En la camaronicultura se emplea la técnica de la ablación de los pedúnculos oculares para propiciar la maduración gonadal, si bien la remoción de esa estructura afecta la supervivencia de los organismos (Chamberlain y Gervains, 1984). Por ello se han descrito técnicas alternativas, tales como los implantes de extractos obtenidos del ganglio torácico y el cerebro, para la obtención de la hormona estimuladora de la gónada (HEG) (Yano, 1993), y del órgano mandibular, como fuente de terpenoides, tales como el metil farnesoato y el ácido farnesoico en diferentes especies de crustáceos (Laufer *et al.*, 1987; Laufer *et al.*, 1994). También se han descrito ampliamente los efectos de la inoculación de neurotransmisores, péptidos opioides, y compuestos tipo hormonal para acelerar la maduración (Laufer *et al.*, 1994; Fingerman, 1997; Vaca y Alfaro, 2000; Liñán-Cabello *et al.*, 2004a; Liñán-Cabello y Paniagua-Michel, 2004). Según estos autores, entre los compuestos estimuladores con mayor potencial de aplicación en *L. vannamei*, la especie de mayor importancia comercial en México, destacan: el metil farnesoato, la 5-hidroxitriptamina, la naloxona, la hormona concentradora del pigmento rojo (HCPR) y el retinol palmitato, respectivamente.

En el caso de peces, la inducción a la maduración por medio de hormonas gonadotrofinas pituitarias es costosa y poco confiable debido a que se desnaturalizan fácilmente durante el almacenaje, y a que en algunos casos causan reacciones inmunológicas adversas (Zohar, 1989). El empleo reciente de compuestos análogos estimulantes para la síntesis y la liberación de gonadotrofina endógena ha resuelto diversas necesidades en la reproducción en especies de agua dulce, por lo que ha comenzado la exploración de su uso en especies marinas (Crim y Bettles, 1997; Lee y Yang, 2002). En algunas especies dulceacuícolas, como los cíclidos, el uso conjunto de análogos para la liberación de gonadotrofinas y de dopamina (agente inhibidor de la liberación de gonadotrofinas) ha sido una técnica más efectiva (Peter *et al.*, 1993; Donaldson, 1996; Crim y Bettles, 1997), lo cual sugiere que tiene potencial para ser aplicado en los sistemas acuaculturales de especies marinas con alto valor en el mercado.

#### *Pigmentación de organismos cultivados*

En años recientes se ha observado un creciente número de granjas para el cultivo de camarón en México y particularmente en los estados del Pacífico central mexicano. En estos sitios la especie más cultivada mediante sistemas intensivos y semi-intensivos ha

1. Dr. Alfredo Mena-Herrera, investigador, Facultad de Ciencias Marinas Universidad de Colima.

sido el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Uno de los problemas al que se enfrenta esta industria es la disminución de la coloración corporal derivada de las deficiencias de pigmentos carotenoides en el alimento, ya que los crustáceos, al igual que muchos otros animales, son incapaces de sintetizar carotenoides *de novo* y, por tanto, la pigmentación deriva directamente del consumo de astaxantina o pigmentos precursores.

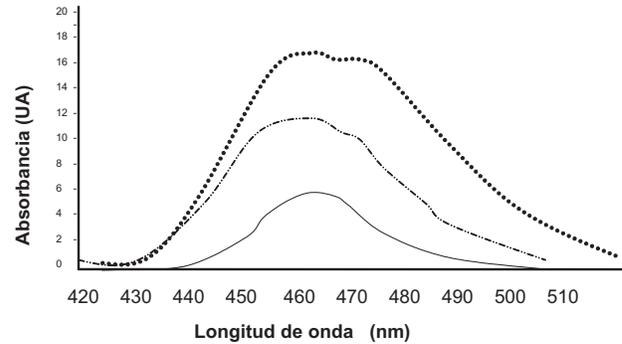
Esta disfunción pigmentaria ha sido llamada síndrome de coloración y se ha registrado en otras especies, tales como el *L. monodon*, *M. japonicus* y otros organismos cuya comercialización depende del color, como los salmónidos, cangrejos y aves (Chien y Jeng, 1992; Menasveta *et al.*, 1993; Hudon, 1994).

Durante el cultivo de *L. vannamei* en sistemas de agua dulce en el municipio de Tecomán (Colima), los autores de este documento registraron concentraciones de carotenoides totales en el tejido integumentario de organismos de talla comercial, significativamente menores ( $p < 0.05$ ) que las obtenidas en poblaciones silvestres (26.9 mg/kg) (la figura 1 muestra los espectros de carotenoides totales asociados a población), evidencia de cómo las condiciones de cultivo, y posiblemente el régimen alimenticio, afectan el contenido de pigmentos en organismos cultivados.

Diferentes autores han publicado investigaciones orientadas a corregir el síndrome de coloración mediante protocolos de adición en el alimento de carotenoides naturales, sintéticos o de ambos tipos (Tabla 1), para hacer el producto más atractivo visualmente y aumentar su capacidad competitiva en los mercados regionales y de exportación.

También se ha reconocido la funcionalidad de algunos carotenoides como potentes antioxidantes (Tsuchiya *et al.*, 1992; Terao *et al.*, 1992; Halliwell y Arouma, 1992; Miki *et al.*, 1994) que pueden actuar en la hemolinfa y el tejido gonadal de crustáceos, para proteger las biomoléculas contra el daño ocasionado por los radicales libres (Harrison, 1990). Los antioxidantes operan de manera conjunta en los me-

Figura 1  
Espectro de absorción asociado a carotenoides totales en el integumento de *L. vannamei*, cultivado en diferentes unidades de cultivo, en comparación con una población silvestre



— granja comercial 1, -.- granja comercial 2, ..... población silvestre.

canismos catalíticos de depuración de tipo enzimático dentro del organismo.

Estas características hacen de los carotenoides un elemento clave para prevenir el estrés oxidativo y con ello evitar perjuicios sobre macromoléculas como las proteínas, el ADN y los ácidos grasos poliinsaturados en periodos críticos de la vida del organismo. Se favorece con ello procesos tales como el crecimiento y la reproducción (Liñán-Cabello *et al.*, 2002).

*Productos de interés de origen algal.* Las algas se consideran uno de los grupos de mayor versatilidad por su tamaño, forma, función ecológica y composición bioquímica (Vonshak, 1993). Tanto las microalgas eucariotas como las procariotas son maquinarias fotosintéticas productoras de pigmentos con adaptaciones ecofisiológicas y plasticidad bioquímica únicas. Estas capacidades les permiten realizar procesos de conversión de la energía solar en compuestos químicos en una amplia variedad de condiciones ambientales y a una velocidad mayor que cualquier otra fuente vegetal (Paniagua-Michel, 1994).

Tabla 1  
Protocolos de pigmentación con astaxantina natural y sintética en camarones cultivados

Especie	Compuesto/origen	Estrategia	Carotenoides totales integumento (mg/kg)	Autor
<i>P. monodon</i>	Astaxantina/sintética	50 ppm/dieta/4 semanas	50.75 (integumento) 14.50 (músculo)	Menasveta <i>et al.</i> (1993)
<i>M. japonicus</i>	Astaxantina/sintética	30 días 100 mg/100g	-	Chien y Jeng (1992)
<i>M. japonicus, P. monodon</i>	Astaxantina/natural	50-100 ppm 30-60 días	30-40 (integumento)	Meyers y Latscha (1997)
<i>M. japonicus, P. monodon</i>	Astaxantina/natural	30-70 ppm continuo	-	Meyers y Latscha (1997)
<i>M. japonicus, P. monodon</i>	Astaxantina/natural	150-300 ppm	-	Lorenz (1998)

A diferencia de las plantas superiores, donde los productos recuperables están en órganos específicos, en las microalgas toda la célula posee los productos químicos de interés, lo que facilita la producción y la extracción de esos compuestos (Cohen, 1986; Richmond, 1986).

Las microalgas pueden ser utilizadas en una vasta gama de bioindustrias, para la extracción de lípidos, glicerol, pigmentos, ficobilinas, hidrocarburos y polisacáridos; en la alimentación animal y humana pueden proporcionar sustitutos proteicos, vitaminas, aminoácidos; en la producción de compuestos biológicamente activos como toxinas, inhibidores enzimáticos, antivirales, antibióticos y marcadores fluorescentes para inmunología; además de su potencial en cuanto a la producción de energía, dado que una vez extraídos los productos de interés, una fracción de la biomasa producida en forma de residuos celulares puede convertirse en metano o alcohol (Paniagua-Michel, 1994; Yim *et al.*, 2004).

En la *tabla 2* se mencionan algunas aplicaciones para el aprovechamiento de microalgas que, gracias a los cuadros ambientes imperantes en la región centro-occidente del país y a su disponibilidad natural, tienen potencial de uso empresarial.

*Metabolitos activos derivados de organismos marinos.* Las condiciones variables del ambiente marino han generado una serie de adaptaciones fisiológicas en los organismos que ahí habitan, que les permiten sintetizar moléculas que no tienen equivalencia con las terrestres, tales como terpenoides esteroides, isoprenoides, prostaglandinas, quinonas, además de un diverso grupo de toxinas (Bhakuni y Rawat, 2005).

Los estudios sobre la abundancia y la diversidad de los invertebrados que moran en el Pacífico central mexicano son escasos, pero los dirigidos al aislamiento y la caracterización de compuestos funcionales lo son aún más.

A partir de esponjas como *Dysidea avara* y *Geodia cydonium* se han purificado compuestos como el

*Tabla 2*  
Posibles usos de microalgas en la región centro-occidente del país

<i>Grupo/fuente</i>	<i>Producto</i>	<i>Aplicación</i>	<i>Referencia</i>
<i>Enteromorpha sp</i>	Clorofila- <i>a</i> , feofitina- <i>a</i> , pirofeofitina <i>a</i>	Propiedades antioxidantes	Choo <i>et al.</i> (2004).
Algas rojas, cianobacterias y microalgas	Superoxido dismutasa (SOD)	Reduce los efectos del VIH y la replicación viral en pacientes seropositivos, inhibición de procesos carcino- génicos producidos por irradiación UV, capacidades antiinflamatorias	Goyer <i>et al.</i> (2002), Fleck <i>et al.</i> (2003).
Diferentes géneros de algas rojas y pardas	Carragenano, Fucoidán	Aditivo alimenticio, capacidad antitrombica	Ertesvåg y Valla (1998), Marais y Joseleau (2001); van de Velde <i>et al.</i> (2001).
Microalga <i>Phaeocystis sp.</i>	Ácido acrílico	Antibiótico	Metting y Pyne (2002)
Microalgas <i>Spirulina platensis</i> , <i>Chlorococcum sp.</i> , <i>Dunaliella primolecta</i>	Ácido $\lambda$ -linolénico	Antibiótico	Freile-Pelegrin (2001)
Microalga <i>Spirulina platensis</i>	Calcio-spirulan	Propiedades antivirales para VIH	Hayashi y Hayashi (1996), Lee <i>et al.</i> (1998)
Dinoflagelado <i>Amphidinium klebsii</i>	Amfidinol	Antibiótico	Pesand (1990)
Microalgas <i>Hematococcus pluviales</i> , <i>H. lacustris</i> ,	2, hidroxilpolieno	Provitamina a, pigmentante y potente antioxidante	Boussiba y Vonshak (1991), Lee y Ding (1994)
Microalga <i>Dunaliella salina</i>	Astaxantina	Propiedades: humectante, antisépticas, hidrosκόpicas y espesantes	Hernández-Nazario <i>et al.</i> (2000)
	B-carotene, luteína, 9- <i>cis</i> - $\beta$ -caroteno	Provitamina A, pigmentante, Antioxidante	García-González <i>et al.</i> (2005)
Microalga <i>Gyrodinium impudicum</i>	Exopolisacáridos sulfatados	Propiedades antivirales contra el virus de la Encefalo-miocarditis (emc)	Yim <i>et al.</i> (2004)
Diversas especies de cianobacterias	Sulfolípidos	Inhiben del proceso de transcripción del VIH	Lau <i>et al.</i> (1993), Sudo <i>et al.</i> (1995).

avaral y la avarona, metabolitos utilizados como mecanismos de defensa, con probada actividad antiinflamatoria, antibacteriana, antitumoral, antileucémica y antiviral (Puliti y Mattia, 2000). Otras investigaciones demuestran que compuestos citotóxicos, tales como las espongiestatinas, derivados de esta especie, interfieren durante la retrotranscripción del RNA del virus del sida, característico del proceso de infección, reduciendo la capacidad de este virus de destruir las células "T" del huésped (Sarma, 1993). Compuestos similares han sido descritos en otras especies del género *Dysidea* registradas en el Pacífico (Erdogan *et al.*, 1999).

Un grupo de investigadores de los institutos de Química y de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM, y del Departamento de Biotecnología de la UAM-Iztapalapa han encontrado en la esponja *Aplysina thiona*, que se distribuye en el Pacífico central mexicano, algunos compuestos químicos con actividad antimicrobiana (Cruz *et al.*, 1990).

En algunas especies de corales, como *Plexaura homomalla*,<sup>2</sup> se reportan elevadas concentraciones de prostaglandinas, sustancias con efectos de relajación y estiramiento de músculos lisos no vasculares de los humanos, por lo que pueden facilitar la labor del parto; estos compuestos son de origen natural, y puesto que los efectos secundarios son mínimos, su uso es más recomendable que el del fármaco obtenido en forma sintética (Abraham, 1974). En México se ha evaluado la factibilidad del emplear este recurso y también se ha desarrollado la tecnología para hacer semicultivos en escala industrial de dicha especie; pero estos proyectos no han sido realizados (Romeu, 1995).

Entre las toxinas de las anémonas se encuentran las neurotoxinas, que interactúan con los canales de Na<sup>+</sup> de células nerviosas y musculares cardíacas, y las citolisinas (generalmente de 20 kD), que dañan las membranas formando poros o canales. Las citolisinas son un grupo heterogéneo de proteínas que algunas veces presentan afinidad por ciertos lípidos, como la espingomielina. Los principales efectos de estos compuestos son el dolor, la inflamación y la parálisis neuromuscular (Papagianni, 2003). La identificación de una citolisina en filamentos del mesenterio de *Metridium senile* sugiere que contribuye a la fragmentación de la presa antes de su digestión. En la actualidad se han aislado más de 30 citolisinas de aproximadamente

20 especies de anémonas, gran parte de ellas existente en la costa este del Pacífico (Caneiros *et al.*, 2003). Prior-Mier y Terán (2002) aislaron y caracterizaron toxinas peptídicas de la anémona *Anthopleura xanthogramica* (distribuida a lo largo la zona intermareal del Pacífico mexicano), con actividad citotóxica hacia diferentes líneas celulares de cáncer y con efecto potenciador de la respuesta inmune.

Los representantes del género *Conus* del Pacífico producen el ziconotide, cuyas propiedades anestésicas son 50 veces más potentes que la morfina y no presenta efectos adictivos (Shen *et al.*, 2000; Proksch *et al.*, 2002); este compuesto está registrado por la FDA y su comercialización se inició en Estados Unidos a partir de 2003. Investigaciones recientes sobre los genes que codifican la producción del veneno de dos especies de conos distribuidas en el Pacífico tropical (*Conus purpurascens* y *Conus pennaceus*) han mostrado que tienen la capacidad de mutar a un ritmo cinco veces superior al de cualquier gen de mamífero, por lo que se han desarrollado muchos péptidos que pueden ser útiles en el desarrollo de nuevas drogas (Tsetlin y Hucho, 2004). Resulta de interés el reporte de la existencia de *C. purpurascens* en las costas de Colima y Jalisco, (Ríos-Jara *et al.*, 2001; Ríos-Jara *et al.*, en este mismo libro).

Los mejillones viven en la turbulenta zona intermareal de todos los océanos; su supervivencia depende de su capacidad de adherirse a las rocas, lo que logran con una estructura en la base del pie que se extiende y que une cada filamento a un objeto estacionario con una pequeña cantidad de adhesivo. El pie repite el proceso hasta que es capaz de resistir el impulso de las mareas, las corrientes y los depredadores. Un mejillón tarda cinco minutos en fabricar una placa adhesiva y usa aproximadamente 20 estructuras de este tipo para anclarse. La resistencia del pegamento se debe al alto contenido de aminoácidos hidroxilados contenidos en la proteína Mefp-1; las propiedades de esta biomolécula le permiten resistir el empuje del agua (Inoue *et al.*, 1996). Estas proteínas no son tóxicas, son biodegradables y ofrecen una amplia gama de usos en medicina, tales como la reparación de huesos, tendones o tejidos finos. Estos compuestos se emplean en odontología como adhesivo para llenar las cavidades dentales o para fijar dientes rotos. Las aplicaciones potenciales en cirugía son amplias, particularmente en el recubrimiento de suturas para prevenir infecciones (Burzio *et al.*, 1996).

Otros productos de interés son las glucosaminas y el sulfato de condroitina que se obtienen del mejillón de labio verde, *Perna canaliculus* (originario del Pacífico occidental); estas sustancias tienen la capacidad de disminuir la inflamación producida por la artritis y

2. Esta especie, que se distribuye en el mar Caribe, actualmente está incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 referente a las especies en riesgo y en peligro de extinción (DOF, 2002).

el asma, sin alterar la mucosa gástrica (Orima, 1998; Bierer y Bui, 2002). El mejillón del género *Mytilus* spp podría cultivarse en bahías y sistemas lagunares del Pacífico central mexicano, a partir de la tecnología de cultivo de *M. edulis* que se practica en el norte de nuestro país, con el fin de extraer compuestos de alto valor comercial, similares a los descritos. De acuerdo con Ríos-Jara *et al.* (2001) en la costa de Colima y Jalisco existen cuatro especies de mejillón (*Brachiodontes adamsianus*, *B. semilaevis*, *Mytella guyanensis*, *Modiolus capax*), de las cuales no se ha evaluado el potencial de cultivo y sólo se aprovecha en baja proporción la carne y la concha.

En un estudio dirigido a identificar la capacidad antibiótica de productos de origen marino, se consiguieron halos de inhibición contra *Staphylococcus aureus* cuando se utilizaron fluidos corporales de pescado, obtenidos mediante cocción y prensado en una planta procesadora de harina (Murillo-Ortega, 2001). Esto muestra la necesidad de realizar estudios prospectivos sobre las diferentes propiedades biomédicas de la fauna que se procesa en la costa occidental de México.

Otras investigaciones sobre especies marinas que se distribuyen en el Pacífico mexicano y que ofrecen gran potencial para su aprovechamiento, se refieren al empleo de productos extraídos de diversas especies de algas, bacterias, hongos e invertebrados tales como enzimas, compuestos antibacterianos, productos de uso

farmacológico, así como aplicaciones diversas en cosmetología, biorremediación y acuicultura (Tabla 3).

## Conclusiones

Existe un gradual incremento en el empleo de aditivos alimenticios para favorecer los procesos fisiológicos y metabólicos de los individuos cultivados y así elevar los rendimientos en los sistemas de producción acuícola; sin embargo, en la medida en que se acrecienten los conocimientos sobre la diversidad funcional de las formas de vida marina y su accionar genético y se compruebe su inocuidad para el consumo humano, otras aplicaciones biotecnológicas podrán ser practicadas para la introducción de nuevos caracteres o mejorar los existentes en los organismos.

A pesar de la grandes expectativas que se han depositado en los productos y metabolitos obtenidos a partir de organismos marinos, orientadas a resolver necesidades básicas en materia de nutrición, salud humana y ambientales, en la costa occidental de México, como en el resto de América Latina, la biotecnología marina se encuentra en un estado de desarrollo temprano, y la pesca es el medio principal de aprovechamiento de los recursos marinos.

En el estado de Colima en los últimos años se ha incrementado el cultivo de camarón por la adaptación

Tabla 3  
Otras aplicaciones de especies de origen acuático cuya distribución y abundancia ofrecen un potencial para su aprovechamiento en el Pacífico central mexicano

Grupo/fuente	Producto/disciplina	Aplicación	Referencia
<i>Mytilus edulis</i>	Calcio y mucopolisacáridos.	Reconstrucción dental, ósea, uso antibacteriano.	Hernroth, (2003a), Hernroth, (2003b).
Diversas especies de moluscos, diatomeas marinas	Materiales bio-moleculares	Implantes médicos, dispositivos eléctricos, capas protectoras	Bunker <i>et al.</i> (1994).
Diversas especies del genero <i>Vibrio</i>	Enzimas Extracelulares	Biodetergentes, dispersor de células en cultivos celulares	Moreira <i>et al.</i> (2003).
Diversos géneros de de algas hongos y bacterias	Enzimas haloperoxidasas (sod)	Diversos usos en medicina, cosmetología y alimentos	Durán y Esposito (2000).
Diversas especies de bacterias hongos y algas.	Biorremediación	Remoción y depuración de contaminantes	De la Noue y de Pauw (1998)
Caparacho de custáceos y otras fuentes de compuestos quitino-proteicos.	Quitina, quitosana, n-acetil-d-glucosamina y/o sus derivados.	Diversas aplicaciones en medicina, tratamiento de efluentes, industria alimentaria, farmacéutica, en acuicultura, cromatografía e inmunología entre otros.	Camarillo y Avelizapa (1999).
Bacteria marinas <i>Hahella chejuensis</i> , <i>Xanthomonas campestris</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>	Polisacáridos extracelulares y pigmentos	Usos industriales tales como la emulsificación, formación de geles, absorción y tratamientos anticancer.	Fu y Tseng (1990), Martins <i>et al.</i> (1990), Low <i>et al.</i> (1998)
Bacteria <i>Moraxella sp</i>	Extractos bacterianos	Propiedades antivirales específicas para poliovirus	Toranzo <i>et al.</i> (1982), Girones <i>et al.</i> (1989).
Briozoa <i>Bugula neritina</i>	Briostatina 1	Actividad contra la leucemia, cáncer de pecho, piel, colon, pulmón y sistema linfático	Lim y Margo (2004).

de la tecnología de cultivo de *Litopenaeus vannamei* a sistemas de agua dulce con alta dureza. Lo anterior, aunado a la baja incidencia de síndromes de origen viral y bacteriano reportados en la región y que comúnmente afectan la sobrevivencia del camarón cultivado en sistemas marinos, representa un importante potencial para la economía de la región, además de la posibilidad de ser extensiva para otros estados de la costa del Pacífico.

El cultivo de organismos acuáticos requiere dedicación y una visión de largo plazo, como en otros negocios relacionados con la producción de alimentos, existen factores de riesgo que pueden conducir a altibajos en los rendimientos. Empero, mediante un esquema dirigido a instrumentar mejores tecnologías de cultivo, conformación de conjuntos regionales para la generación de productos con alto valor agregado, la formulación de políticas viables en materia de desarrollo, bioseguridad y propiedad intelectual, además de contar con el apoyo conjunto de las instituciones de investigación y educación, se podría favorecer la investigación en materia de bioprospección con particular interés en invertebrados marinos, investigación aplicada en especies endémicas con potencial acuacultural y la formación de recursos humanos especializados, derivando con ello sinergias en favor del desarrollo de la actividad acuícola.

## Referencias bibliográficas

- ABRAHAM, N.A. 1974. Prostaglandin IX. A simple synthesis of optically active 11-deoxyprostaglandins. *Tetrahedron Letters*, 15(15): 1393-1394.
- AKIYAMA, D.M., W.G. Dominy y A.L. Lawrence. 1992. Penaeid shrimp nutrition. En: W. Arlo Fast y I.J. Lester (eds.). *Marine shrimp culture: Principles and practices*. Elsevier, EU. pp. 535-568.
- BHAKUNI, D.S y D.S. Rawat. 2005. *Bioactive marine natural products*. Springer. Nueva Delhi, India. 382p
- BIERER, T.L. y L.M. Bui. 2002. Improvement of arthritic signs in dogs fed green-lipped mussel (*Perna canaliculus*). *J Nutr.*, 132(6-2): 1634-1636.
- BOUSSIBA, S. y A. Vonshak. 1991. Astaxanthin accumulation in the green alga *Hematococcus pluvialis*. *Plant Cell Physiol.*, 32: 1077-82.
- BUCHANAN, J., H.Z. Sarac, D. Popí. y R.T. Cowan. 1997. Effect of enzyme addition to canola meal in prawn diets. *Aquaculture*, 151: 29-35.
- BUNKER, B.C., P.C. Rieke, B.J. Tarasevich, A.A. Campbell, G.E. Fryxell, G.L. Graff, L. Song, J. Liu, J.W. Virden y G.L. McVay. 1994. Ceramic thin-film formation on functionalized interfaces through biomimetic processing. *Science*, 264: 48-55.
- BURZIO, V.A., T. Silva, J. Pardo y L.O. Burzio. 1996. Mussels adhesives protein enhances the immobilization of human chorionic gonadotrophin to a solid support. *Anal Biochem.*, 241(2): 190-194.
- CAMARILLO, C.R. y R.I. Avelizapa. 1999. Las quitinasas bacterianas y sus posibles aplicaciones biotecnológicas. En: B.L.A. Prado, O.S. Huerta, S.G. Rodríguez y C.G. Saucedo (eds.). *Avances en purificación y aplicación de enzimas en biotecnología*. UAM, México. pp. 287-314.
- CANCRE, I., A. Van Wormhoudt y Y. Le Gal. 1995. Effects of cellular growth factors on crustacean hepatopancreas cell suspensions. *J. Mar. Biotechnol.*, 2: 83-87.
- CANEIROS, A.M.D., C. Kushemerick, J. Koenen, M.H.L. Arndt, M.N. Cordeiro, C. Chávez-Olortegui, C.R. Diniz, M.V. Gómez, E. Kalapothakis, M.A.M. Prado. y V.F. Prado. 2003. Expression of a functional recombinant *Phonovirus nigriventer* toxin active on K[+] channels. *Toxicon*, 41(3): 305-313.
- CARRILLO, O., F. Vega-Villasante, H. Nolasco y N. Gallardo. 2000. Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón. En: L.E. Cruz -Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.A. Olvera-Novoa y R. Civera-Cerecedo (eds.). *Avances en Nutrición Acuícola*. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mérida, Yucatán, México. 35p.
- CHAMBERLAIN, G.W. y N.F. Gervains. 1984. Comparison of unilateral eyestalk ablation with environmental control for ovarian maturation of *Penaeus stylirostris*. *Journal World Mariculture Society*, 15: 179-185.
- CHARMANTIER, G., M. Charmantier-Daures y D.E. Aiken. 1989. Somatotropine stimule la croissance de jeunes homards américains, *Homarus americanus* (Crustacea, Decapoda). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 308: 21-26.
- CHARMANTIER, G., M. Charmantier-Daures y F. Van Herp. 1997. Hormonal regulation of growth and reproduction in crustaceans. En: M. Fingerman, N. Rachakonda y M. Thompson (eds.). *Recent Advances in Marine Biotechnology*. Vol. 1. Science Publisher, EU. pp. 109-161.
- CHIEN, Y.H. y S.C. Jeng. 1992. Pigmentation of kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate, by various pigment sources and levels and feeding regimens. *Aquaculture*, 102: 333-346.
- CHOO, K., P. Snoeijs y M. Pedersén. 2004. Oxidative stress tolerance in the filamentous green algae *Cladophora glomerata* and *Enteromorpha ahneriana*. *Journal Experimental Marine Biology Ecology*, 298: 111-123.
- CHUNG, A.C., D.S. Durica, S.W. Clifton, B.A. Roe y P. Hopkins. 1998a. Cloning of crustacean ecdysteroid receptor and retinoid-X receptor gene homologs and elevation of retinoid-X receptor mRNA by retinoic acid. *Mol. Cell. Endocrinol.*, 139: 209-227.
- CHUNG, A.C., D. Durica y P.M. Hopkins, 1998b. Tissue-specific patterns and steady-state concentrations of ecdysteroid receptor and retinoid-X-receptor mRNA during the molt cycle of the fiddler crab, *Uca pugilator*. *General Comparative Endocrinology*, 109: 375-389.
- COHEN, Z. 1986. Products from microalgae. En: A. Richmond (ed.). *Handbook of microalgal mass culture*. CRC Press, Boca Raton FL. pp. 421-454.
- CRIM, L.W. y S. Bettles. 1997. Use of GnRH analogues in fish culture. En: M. Fingerman, R. Nagabhushanam y M.F. Thompson (eds.). *Recent Advances in Marine Biotechnology and reproduction*. Oxford & IBH Publishing, India. pp. 369-382.
- CRUZ, F., L. Quijano, F. Gómez-Garibay y T. Ríos. 1990. Brominated metabolites from the sponge *Aplysina* (*Verongia*) *thiona*. *Journal of Natural Products*, 53(3): 543-548.
- DAN, N.C. y D.C. Little. 2000. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. *Aquaculture*, 184: 221-231.
- DE LA FUENTE, J., I. Guillén y M.P. Estrada. 1998. The paradox of growth acceleration in tilapia. En: Y. Le Gal y O. H. Halvo-

- son (eds.). *New Development in Marine Biotechnology*. Plenum Press, Nueva York. pp. 7-10.
- DE LA NOUE, J. y N. De Pauw. 1988. The potential of microalgal biotechnology: A review of production and uses of microalgae. *Biotechnology Advances*, 6: 725-770.
- 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.
- DONALDSON, E.M. 1996. Manipulation of reproduction in farmed fish. *Animal Reproduction Science*, 42(1-4): 381-392.
- DURÁN, N. y E. Eposito. 2000. Potential applications of oxidative enzymes and phenoloxidase-like compounds in wastewater and soil treatment: A review. *Applied Catalysis: Environmental*, 28(2): 83-99.
- DURICA, D.S., A.C. Chung y P.M. Hopkins. 1999. Characterization of EcR and RXR gene homologs and receptor expression during the molt cycle in the crab, *Uca pugnator*. *Amer Zool.*, 39: 758-773.
- DURICA, D.S., P.M. Hopkins y A. Chung. 1995. Ecdysteroids receptor gene expression during limb regeneration the crab, *Uca Pugnator*. *J Cell Biochem.*, 19: 338.
- ERDOGAN, I., J. Tanaka, T. Higa y B. Sener. 1999. Marine sponges in pharmaceutical sciences. *Nat. Prod. Sci.*, 5: 177-180.
- ERTESVÅG, H. y S. Valla. 1998. *Biosynthesis and applications of alginates*. *Polym. Degrad. Stabil.*, 59: 85-91.
- FLECK, R.A., E.E. Benson, D.H. Bremner y J.G. Day. 2003. A comparative study of antioxidant protection in cryopreserved unicellular algae *Euglena gracilis* and *Haematococcus pluvialis*. *Cryo Lett.*, 24: 213-28.
- FINGERMAN, M. 1997. Endocrinology: retrospective, prospective, and introspective analysis. *Physiology Zoology*, 70(3): 257-269.
- FREEMAN, J.A. y J.D. Costlow. 1979. Endocrine regulation of metamorphosis in crab larvae. *Am Zool.*, 19: 979.
- FREILE-PELEGRIN, Y. 2001. Algas en la "botica". *Avance y perspectiva*, 20: 283-292.
- FU, J.F. y Y.H. Tseng 1990. Construction of lactose-utilizing *Xanthomonas campestris* and production of xanthan gum from whey. *Appl. Environ Microbiol.*, 56: 919-923.
- GALLARDO, N. 1998. *Péptidos similares a las insulinas de los mamíferos en la langosta Panulirus argus Latreille (Crustacea, Decapoda): Análisis de la actividad biológica y caracterización de los posibles receptores*. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad de La Habana, Cuba. 112p.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, M., J. Moreno, J.C. Manzano, F.J. Florencio y M.G. Guerrero. 2005. Production of *Dunaliella salina* biomass rich in 9-cis-beta-carotene and lutein in a closed tubular photobioreactor. *Journal Biotechnology*, 115(1): 81-90.
- GIRONES R, J.T. Jofre y A. Bosch. 1989. Isolation of marine bacteria with antiviral properties. *Can J. Microbiology*, 35(11): 1015-1021.
- GOMELSKY, B. 2003. Chromosome set manipulation and sex control in common carp: a review. *Aquat. Living Resour.*, 16: 408-415.
- GOYER, A., C. Hasleklås, M. Miginiac-Maslow, U. Klein, P. Le Marechal, J.P. Jacquot y P. Decottignies. 2002. Isolation and characterization of a thioredoxin-dependent peroxidase from *Chlamydomonas reinhardtii*. *Eur J. Biochem.*, 269: 272-82.
- HALLIWELL, B. y O. Arouma. 1992. DNA damage by oxygene-derived species: Its mechanism, and measurement using chromatographic methods. En: M. Scandalios (ed.). *Molecular biology of free radical scavenging systems*. CSHL Press, Nueva York. pp. 47-63.
- HARRISON, K.E. 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustacean: a review. *J Shellfish.*, 6: 1-28.
- HAYASHI, T. y K. Hayashi. 1996. Calcium spirulan, an inhibitor of enveloped virus replication, from a blue-green alga *Spirulina platensis*. *J. Nat. Prod.*, 59: 83-87.
- HERNÁNDEZ-NAZARIO, L., M.M. Quintana-Cabrales y H.J. Morris-Quevedo. 2000. Obtención de glicerol a partir de la microalga *Dunaliella salina*. *Rev. Cubana Farmacología*, 34(2): 134-137.
- HERNROTH, B. 2003a. The influence of temperature and dose on antibacterial peptide response against lipopolysaccharide in the blue mussel, *Mytilus edulis*. *Fish Shellfish Immunology*, 14: 25-37.
- HERNROTH, B. 2003b. Factors influencing bactericidal activity of blue mussel (*Mytilus edulis*) haemocytes against *Salmonella typhimurium*. *Fish Shellfish Immunology*, 14(2): 93-104.
- HETZEL, D.J.S., P.J. Crocos, G.P. Davis, S.S. Moore y N.C. Preston. 2000. Response to selection and heritability for growth in the Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, 181: 215-223.
- HOPKINS, P.M., D.S. Durica y K.L. Carter. 1994. Ecdysteroid and retinoid receptors in the early blastema of regenerating limb in the fiddler crab *Uca pugnator*. *Am. Zool.*, 34: 82-90.
- HUBERMAN, A. 1990. Hormonal control of molting in crustaceans. *Prog Clin Biol Res.*, 342:205-10
- HUDON, J. 1994. Biotechnological applications of research on animal pigmentation. *Biotechnology Advances*, 12: 49-69.
- HUNT, A.S., J.H. Soares, J.C. Byatt y J.E. Dahla. 2000. The effects of exogenous bovine growth hormone and placental lactogen on juvenile striped bass *Morone saxatilis* feed and growth efficiency. *J World Aquaculture Society*, 31: 14-21.
- IGOR, I.S. 2002. Biotecnología aplicada a la acuicultura. *Acuanoticias*, 1: 6-10.
- INOUE, K., Y. Takeuchi, D. Miki, S. Odo, S. Harayama y J.H. Waite. 1996. Cloning, sequencing and sites of expression of genes for the hydroxyarginine-containing adhesive-plaque proteins of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Eu J Biochem.*, 239: 172-176.
- KITABAYASHI, K., H. Kurata, K. Shudo, M. Nakamura y S. Ishikawa. 1971. Studies on formula feed for kuruma prawn: I. On the relationship among glucosamine, phosphorus and calcium. *Bull. Tokai Reg Fish Res Lab.*, 65: 91-107.
- LACHAISE, F., A. Le Roux, M. Hubert y R. Lafont. 1993. The molting gland of crustacean: localization, activity, and endocrine control (a review). *J Crustacean. Biology*, 13: 198-234.
- LAU, A.F., J.Siedlecki, J. Anleitner, G.M. Patterson, L.P. Caplan y E. Moore. 1993. Inhibition of reverse transcriptase activity by extracts of cultured bluegreen algae (Cyanophyta). *Plant Med.*, 59: 148-151.
- LAUFER, H., D. Borst, F.C. Baker, C. Carrasco, M. Sinkus, C.C. Reuter, L.W. Tsai y D.A. Schooley. 1987. Identification of a hormone-like compound in a crustacean. *Science*, 235: 202-205.
- LAUFER, H., L. Liu y F. Van Herp. 1994. A neuropeptide family that inhibits the mandibular organ of crustacean and may regulate reproduction. En: A.B. Borkovec y M.J. Loeb. (eds.). *Insect Neurochemistry and Neuropharmacology*. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 203-206.
- LEE J.B., T. Hayashi, K. Hayashi, U. Sankawa, M. Maeda, T. Nemoto y H. Nakanishi. 1998. Further purification and structural analysis of calcium spirulan from *Spirulina platensis*. *J. Natural Productivity*, 61(9): 1101-1104.
- LEE Y.K. y S.Y. Ding. 1994. Cell cycle and accumulation of astaxanthin in *Hematococcus lacustris* (Chlorophyta). *Journal Phycology*, 30: 445-449.

- LEE, W.K. y S.W. Yang. 2002. Relationship between ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones and induction of oocyte maturation and ovulation in the cultured female Korean spotted sea bass *Lateolabrax maculatus* (Jeomnong-eo). *Aquaculture*, 207: 169-183.
- LEMOS, D., M.P. Hernández-Cortés, A. Navarrete, F.L. García-Carreño y V.N. Phan. 1999. Ontogenetic variation in digestive proteinase activity of larval and postlarval pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *Mar Biol.*, 135: 653-662.
- LIM, G.E y G. Margo. 2004. Candidatus *Endobugula glebosa*, a specific bacterial symbiont of the marine bryozoan *Bugula simplex* Haygood. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70(8): 4921-4929.
- LIÑÁN-CABELLO, M.A., J. Paniagua-Michel y P.M. Hopkins. 2002. Bioactive roles of carotenoids and retinoids in crustaceans. *Aquacult. Nutr.*, 8: 299-309.
- LIÑÁN-CABELLO, M.A., R. Medina-Zendejas, M. Sánchez Barajas y A. Mena-Herrera. 2004a. Oxygenic, non-oxygenic carotenoids and vitamin A during the gonadic development in crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquacult Res.*, 35: 605-911.
- LIÑÁN-CABELLO, M.A. y J. Paniagua-Michel. 2004. Induction factors derived from carotenoids and vitamin A during the ovarian maturation of *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult Inter.*, 12(6): 583-592.
- LÓPEZ, M., P. Marroquín, y M. Vega. 2003. *Genómica de especies piscícolas*. Genoma España CIBT-FGAM, Madrid, España. 104p.
- LORENZ, T. 1998. A review of the carotenoid, astaxanthin, as a pigment source and vitamin for cultured *Penaeus* prawn. *Nature-Rose® Technical Bulletin* 056, Kaila-Kona, Hawaii. 55p.
- LOW, D., J.A. Ahlgren, D. Horne, D.J. McMahon., C.J. Oberg y J.R. Broadbent. 1998. Role of *Streptococcus thermophilus* MR-1C capsular exopolysaccharide in cheese moisture retention. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64: 2147-2151.
- LUITEN, E.E.M., I. Akkerman, A. Koulman, P. Kamermans, H. Reith, M.J. Barbosa, D. Sipkema y R.H. Wijffels. 2003. Realizing the promises of marine biotechnology. *Biomol Eng.*, 20: 429-439.
- MARAIIS M.F. y J.P. Joseleau., 2001. A fucoidan fraction from *Ascophyllum nodosum*. *Carbohydr Res.*, 336: 155-159.
- MARTINS, L.O., L.C. Brito y S.C. Isabel. 1990. Roles of Mn<sup>+2</sup> and Ca<sup>+2</sup> on alginate biosynthesis by *Pseudomonas aeruginosa*. *Enzyme Microb. Technol.*, 12: 794-799.
- MAUGLE, R.D., O. Deshimaru, T. Katayama y K.L. Simpson. 1982. Characteristics of amylase and protease of the shrimp *Penaeus japonicus*. *Bull Jpn Soc Sci Fish.*, 48: 1753-1757.
- MENASVETA, P., W. Worawattanamateekul, T. Latscha y J.S. Clark. 1993. Correction of black tiger prawn (*Penaeus monodon*, Fabricus) coloration by astaxanthin. *Aquacult. Eng.*, 12: 203-213.
- METTING, B. y J.W. Pyne. 2002. Review biologically active compounds from microalgae. *Enzyme and Microbial Technology*, 8: 386-394.
- MEYERS, S.P. y T. Latscha. 1997. Carotenoids. En: L. D'Abramo, D.E. Conklin y D.M. Akiyama (eds.). *Crustaceans Nutrition. World Aquaculture Society*, Baton Rouge, LA. pp. 164-193
- MIKI, W., N. Otaki, N. Shimidzu y A. Yokoyama. 1994. Carotenoids as free radical scavengers in marine animals. *J. Mar. Biotechnol.*, 2: 35-37.
- MOREIRA, K.A., T.S. Porto, M.F.S. Teixeira, A.L.F. Portoa, y J.L. Lima-Filho. 2003. New alkaline protease from *Nocardioopsis* sp.: partial purification and characterization. *Process Biochemistry*, 39(1): 67-72.
- MURILLO-ORTEGA, D. 2001. *Búsqueda de compuestos con actividad biomédica a partir de microalgas y fluido corporal de pescado*. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada, BC. 83p.
- NAKAMURA, M. 2000. Endocrinological studies on sex differentiation and reproduction in fish. *Nip. Suisan Gakk.*, 66(3): 376-379.
- ORIMA, H. 1998. *Clinical effects of the extract of the New Zealand green-lipped mussel on dogs and cats with joint diseases*. Research report. Division on Veterinary Radiology, Nippon Veterinary and Animal Science University. Nueva Zelanda. 14p.
- PANIAGUA-MICHEL, J. 1994. Biotecnología microalgal y obtención de productos químicos alimenticios. *Serie Científica UABCS*, 2: 109-119.
- PAPAGIANNI, M. 2003. Ribosomally synthesized peptides with antimicrobial properties: biosynthesis, structure, function, and applications. *Biotechnol Adv.*, 21: 465-499
- PESAND, D. 1990. Antibacterial and antifungal activities of marine algae. En: I. Akatsuka (ed.). *Introduction to applied phycology*. Balogh International Incorporated, Illinois. pp. 26.
- PETER, R.E., H.R. Ling, G. Van Der Kraak y M. Little. 1993. Releasing hormones, dopamine antagonist and induced spawning. En: J.F. Muir y R.J. Roberts (eds.). *Recent Advances in Aquaculture*. Blackwell, Oxford. pp. 4: 25-30.
- PROKSCH, P., R.A. Edrada y R. Ebel. 2002. Drugs from the seas - current status and microbiological implications. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 59: 125-134.
- PRIOR-MIER y A.G. Terán. 2002. *Aislamiento y caracterización de toxinas peptídicas de la anémona Anthopleura xanthogrammica*. Tesis de Maestría, CICESE, BC. México. 78p.
- PULITI, R. y C.A. Mattia. 2000. Conformational stability of avarol-type molecules. Crystal structure of 3'-methylaminoavarone, a metabolites from *Dysidea avara*. *J. Mol. Struct.*, 516(1): 31-41.
- RAHMAN, M.A. y N. Maclean. 1998. Production of lines of growth enhancing transgenic tilapia (*Oreochromis niloticus*) expressing a novel piscine growth hormone gene. En: Y. Le Gal y O.H. Halvorson (eds.). *New Developments in marine biotechnology*, Plenum Press. Nueva York. pp. 19-28.
- RAHMAN, M. A., A. Ronyai, B.Z. Engidaw, K. Jauncey, G.L. Hwang, A. Smith, E. Roderick, D. Penman, L. Varadi y N. Maclean. 2001. Growth and nutritional trials on transgenic Nile tilapia containing an exogenous fish growth hormone gene. *J. Fish. Biol.*, 59: 62-78.
- ROMEU, A. 1995. El arrecife como un recurso. *Biodiversitas*, 3: 8-14.
- RICHMOND, A. 1986. Microalgaculture. *Critical Reviews in Biotechnology*, 4(4): 369-438.
- RIOS-JARA, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo, E. López-Uriarte, I. Enciso-Padilla y E. Robledo-Jarero. 2001. *Moluscos marobéntonicos del intermareal y plataforma continental de Jalisco y Colima*. Informe final proyecto CONABIO, México. 101p.
- SARMA, D.M. 1993. *Secondary metabolites for marine sponges*. Ullstein Mosby GmbH & Co., Berlin. 122p.
- SHEN, G.S., R.T. Layer y T. McCabe. 2000. Conopeptides: from deadly venoms to novel therapeutics. *Drug Discovery Today*, 5(3): 98-106.
- SILVERSTEIN, J.T., W.R. Wolters, M. Shimizu y W.W. Dickhoff. 2000. Bovine growth hormone treatment of channel catfish: strain and temperature effects on growth, plasma IGF-I levels, feed. *Aquaculture*, 190: 77-88.
- SPINDLER, K.D., L. Dinan y M. Londershausen. 1984. On the mode of the action of ecdysteroids in crustacean. En: J.A. Hoffman y M. Porchet (eds.). *Biosynthesis and mode of action of invertebrate hormones*. Springer-Verlag, Berlin. pp. 255-264.
- SUDO, H., G., Burgess, H. Takemasa, N. Nakamura y T. Matsunaga, 1995. Sulfated exopolysaccharide production by the halophilic cyanobacterium *Aphanocapsa halophyta*. *Curr. Microbiol.*, 30: 219-222.

- TERAO, J., A. Nagao, D. Park y P. Lim. 1992. Lipid hydroperoxide assay for antioxidant activity of carotenoids. *Methods on Enzymology*, 213: 454-460.
- TORANZO A.E., J.L. Barja y F.M. Hetrick. 1982. Antiviral activity of antibiotic-producing marine bacteria. *Can. J. Microbiology*, 28(2): 231-8.
- TORO, M.A.I. 1987. Mejora genética de organismos acuáticos II. Cruzamientos. In: J. Espinoza de los Monteros y J. Labarta (eds.). *Genética en acuicultura*, FEUGA, Madrid. pp. 157-173.
- TOULLEC, J.V., M. Le Moullac, G. Cuzon y A. Van Wornhoudt. 1991. Immunoreactive human growth hormone like peptides in tropical penaeid an the effect of dietary HGH on *Penaeus vannamei* larval development. *Aquat Living Resour.*, 4: 125-132.
- TRAMPER, J., C. Battershill, W. Brandenburg, G. Burgess, R. Hill, E. Luiten, W. Muller, R. Osinga, G. Rorrer, M. Tredici, P.C. Wright y R. Wijffels. 2003. What to do in marine biotechnology? *Biomolecular Engineering*, 20(4-6): 467-471.
- TSETLIN, V.I. y F. Hucho 2004. Snake and snail toxins acting on nicotinic acetylcholine receptors: fundamental aspects and medical applications. *FEBS Lett.*, 557: 9-13.
- TSUCHIYA, M., G. Scita, H.L. Freisleben, V.E. Kagan y L. Packer. 1992. Antioxidant radical-scavenging activity of carotenoids and retinoids compared to  $\alpha$ -tocopherol. *Methods Enzymol.*, 213: 460-472.
- VACA, A.A. y J. Alfaro. 2000. Ovarian maturation and spawning in the white shrimp, *Penaeus vannamei*, by serotonin injection. *Aquaculture*, 182: 373-385.
- VAN DE VELDE, F., H.A. Peppelman, H.S. Rollema y R.H. Tromp. 2001. On the structure of kappa/iota-hybrid carrageenans. *Carbohydr Res.*, 331: 271-283.
- VONSHAK, A. 1993. Laboratory growth techniques and the biotechnology of biomass production. En: D.O. Hall, M.O. Scurlock, H.R. Bolhàr -Nordenkampf, R. C. Leegood, S.P. Long (eds.). *Photosynthesis and production in a changing environment*. Chapman & HMI, Londres. pp. 337-354.
- WU, G., Y. Sun y Z. Zhu. 2003. Growth hormone gene transfer in common carp. *Aquat. Living Resour.*, 16: 416-420.
- YANO, I. 1993. Ultraintensive culture and maturation in captivity of penaeid shrimp. En: J. P. McVery (ed.). *Crustacean culture*. Vol 1. Handbook of mariculture. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 389-311.
- YIM, J.H., S.J. Kim, S.H. Ahn, C.K. Lee, K.T. Rhie y H.K. Lee. 2004. Antiviral effects of sulfated exopolysaccharide from the marine microalga *Gyrodinium impudicum* strain KG03. *Mar. Biotechnol.*, 6: 17-25.
- ZOHAR, Y. 1989. Fish reproduction: Its physiology and artificial manipulation. En: M. Shilo y S. Sarig (eds.). *Fish culture in warm water systems: problems and trends*. CRC. Press. Boca Raton, Florida. pp. 65-119.

# Una opción para el tratamiento y aprovechamiento de los desperdicios de peces marinos

*Manuel Patiño Barragán  
Alejandro O. Meyer Willerer*

## Resumen

Se procesaron vísceras y desperdicios de peces marinos de la costa de Colima; se obtuvo harina de espinas y hueso con una eficiencia de 8%; aceite, 5%; líquido de prensado, 70% y harina de desperdicios y vísceras 6%. El valor nutritivo de la harina de desperdicios y vísceras se probó alimentando pollos. Los resultados aportan datos contundentes en favor del aprovechamiento de los desperdicios. Esto evita la contaminación que actualmente producen en el agua y la tierra.

**Palabras clave:** Vísceras, desperdicios, peces, aprovechamiento, pollos, contaminación.

## Introducción

En México aún existen una gran cantidad de subproductos y desperdicios que no se aprovechan y que producen contaminación. Algunos de ellos son sangre, desechos de pieles, intestinos, cerdas, vísceras, pelos, plumas, etc.; muchos contienen gran cantidad de elementos nutritivos, como proteínas, vitaminas, minerales y ácidos grasos poliinsaturados, entre otros.

En un país como el nuestro, en donde la desnutrición es un grave problema de salud que afecta principalmente a 35 millones de niños y disminuye la capacidad productiva de los adultos (Cervantes, 2003), no se justifica perder los subproductos que provienen de los organismos marinos. El aprovechamiento de esos desperdicios sería la base de una industria de gran importancia, tanto desde el punto de vista económico, como de los elementos que se obtienen de ella, útiles

para el hombre, como harinas, aceites, productos farmacéuticos, abonos, colas y gelatinas.

Por otra parte, el procesamiento de subproductos y desperdicios de la pesca tiene grandes ventajas, como las siguientes:

- La recuperación permite obtener un beneficio económico que se pierde si simplemente se desecha.
- Se pueden procesar generalmente con equipo muy simple.
- Se generan fuentes de empleo.
- Se evita la proliferación de organismos vectores de enfermedades, como moscas, cucarachas, ratas, perros, gatos, insectos y gérmenes patógenos.
- Con su eliminación o aprovechamiento adecuados se evita la contaminación de otros productos.
- Se evita la contaminación del medio ambiente.
- No se producen malos olores.
- Se evitan ambientes desagradables.

Entre las actividades económicas del sector primario, la pesca ha destacado de manera importante. La producción mundial de pescado ha pasado de 19 millones de toneladas en 1950 a casi 130 millones de toneladas en el año 2000, de las cuales 36 millones proceden de la acuicultura (FAO, 2001). Las capturas incidentes y los desperdicios resultantes de la pesca se calculan aproximadamente en 20 millones de toneladas anuales.

Parte de los desperdicios de la pesca y la acuicultura son las vísceras, cabezas y colas de pescado que contienen una elevada cantidad de proteínas y nutrientes que pueden aprovecharse. En la actualidad en nuestro país prácticamente no se utilizan y constituyen fuentes de infección (Fig. 1). Es conveniente señalar que no existe una evaluación del efecto ecológico que implica la contaminación de vísceras y desperdicios de peces en agua y tierra.

---

\* Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas CEUNIVO, Universidad de Colima, Apartado Postal 300 28861 Santiago Colima, México. Correos electrónicos: mpkile@cgic.ucol.mx, ameyer@cgic.ucol.mx

En el año 2003 la captura por pesca ascendió a 34 000 toneladas en el estado de Colima México (SEMARNAP, 2003). La empresa Pescado de Colima capturó 31 000 toneladas, de las cuales una parte la envió a España y el resto, músculo y desperdicios, lo procesó para enlatado y harinas. De las otras 3 000 toneladas, capturadas por los demás pescadores del estado, si se considera que la parte aprovechable es de un máximo de 65%, alrededor de 1 050 toneladas fue de desperdicios, que pudieron ser procesados para darles un valor agregado. De esta manera, con un abastecimiento de 87.5 toneladas mensuales de los desperdicios de la pesca, es posible instrumentar una pequeña industria en el estado de Colima con beneficios económicos y ecológicos.

*Figura 1*

Tiradero de desperdicios de peces en la laguna del Valle de las Garzas, en el Puerto de Manzanillo, Colima. Junio de 2003



En el presente trabajo se investigó el procesamiento de los desperdicios de peces con el propósito de obtener productos con un valor agregado. El valor nutricional de uno de ellos (harina) se probó con pollos.

## Métodos y materiales

Se utilizaron desperdicios de diferentes especies marinas comerciales capturadas en los litorales del estado de Colima, seleccionados de acuerdo con sus fracciones orgánicas. Los consistentes en cabezas y vísceras de pescado, cabezas de camarón y carapachos de jaiba, fueron obtenidos en los diferentes puestos de los mercados locales.

Los desperdicios se concentraron por especie, se lavaron con agua potable fría para eliminar los residuos de arena, escamas y suciedad (Fig. 2), se pro-

cesaron y se realizaron análisis bromatológicos. La ceniza, los lípidos, la proteína y la humedad se cuantificaron con las técnicas de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1984). La proteína se determinó con el factor de 6.25, que se basa en que aproximadamente 16% de una proteína (16/100) es nitrógeno (Kjeldahl, 1883).

Las vísceras y desperdicios seleccionados en función de los porcentajes de sus fracciones orgánicas, se clasificaron como bueno, aceptable o malo.

Para elaborar los subproductos, los desperdicios se colocaron en una olla de presión a 1.3 kg·cm<sup>-2</sup> durante diez minutos. La parte sólida se separó con tamices, se prensó y se colocó en bastidores al sol, protegida de los insectos, hasta su deshidratación, mientras que la grasa y el líquido se aislaron por densidad. El producto ya seco se trituró con un molino manual para nixtamal marca AZTECA; posteriormente se separaron los restos de escamas, espinas y hueso, con cernidores caseros para obtener una harina homogénea. Estos tres elementos se molieron por separado para obtener otra harina.

Durante el proceso (Fig. 2), se obtuvo lo que comúnmente se conoce como líquido de prensadora al separar los desperdicios con tamiz y durante la fase de prensado. Se separaron, por diferencia de densidad, arenas y otros elementos sólidos que se precipitaron al fondo. Una vez que se enfrió el líquido, se decantaron las fracciones de grasas y aceite. Posteriormente el aceite se pasó a través de un filtro Whatman GF/C, y por diferencia de densidad se eliminó cuidadosamente el resto del agua; finalmente, se almacenó en recipientes estériles de vidrio oscuro y se mantuvo en refrigeración.

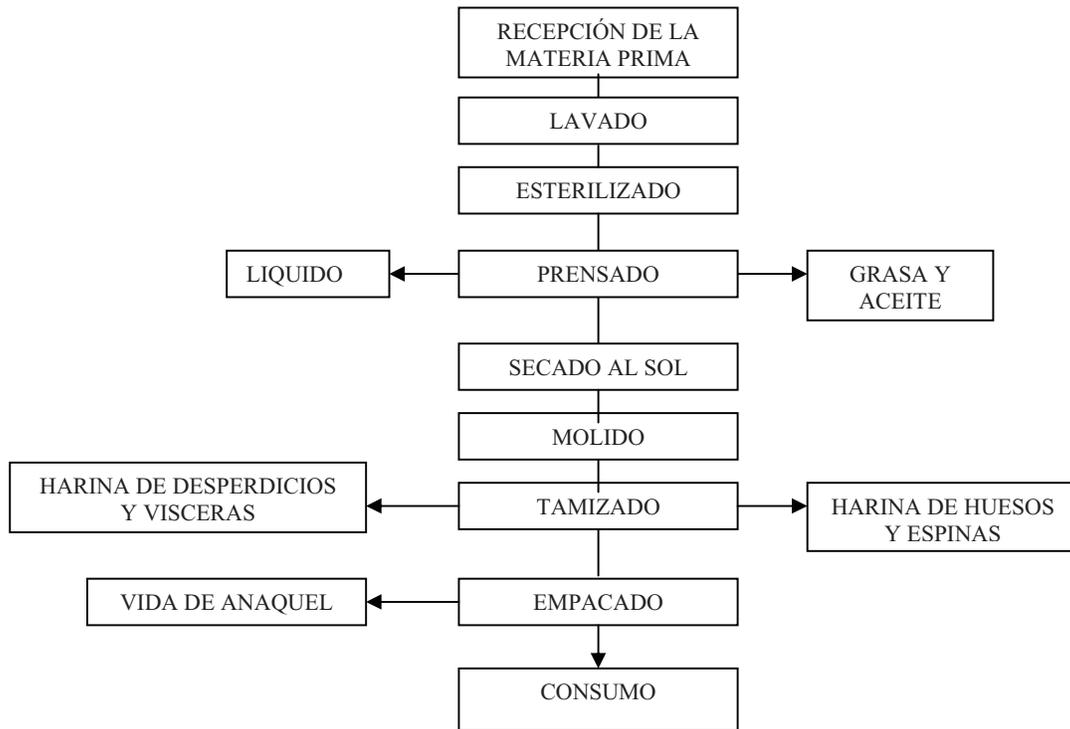
Los productos elaborados se almacenaron durante tres meses en bolsas de plástico con cierre hermético para evaluar los cambios durante la vida de anaquel.

Con la harina se alimentaron pollos para probar su valor nutritivo. Se elaboraron dos clases de alimento: “de iniciación”, para satisfacer las necesidades nutricionales durante las primeras cinco semanas de vida; y “de finalización”, para las pollos de las seis a las nueve semanas. En la elaboración del alimento, además de la harina, se emplearon otros ingredientes.

El *alimento de iniciación* se preparó con soya, masa de maíz, trigo, carapacho de jaiba, harina de alfalfa, sal marina, melaza, levadura de cerveza y corrector vitamínico mineral. Mientras que el *alimento de finalización* contenía los mismos ingredientes que el alimento de iniciación, pero en diferentes porcentajes.

Para elaborar el alimento se lavó la soya y se hirvió en olla de presión a 1.3 kg·cm<sup>-2</sup> durante media hora. Los granos restantes se pasaron por el molino

Figura 2  
Procesamiento de los desperdicios de pescado



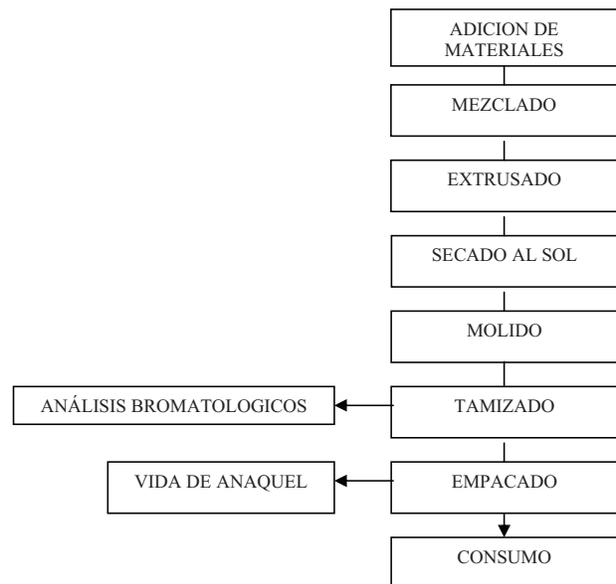
para nixtamal hasta obtener un polvo fino. La levadura de cerveza, la sal y las vitaminas y los minerales se maceraron por separado en mortero, mientras que la alfalfa se secó al sol y se pasó por el molino para nixtamal. Por último, se mezclaron los productos (Fig. 3). En un inicio, la mezcla se realizó en forma manual y posteriormente en el molino para nixtamal, donde al mismo tiempo se extrusó la pasta homogeneizada, para enseguida extenderla en bastidores que se colocaron al sol hasta quedar seca.

Esta etapa del proceso duró dos días, durante los cuales se aprovecharon las horas de mayor intensidad solar (aproximadamente 12 horas). Una vez seco el producto, se molió, tamizó y almacenó en bolsas selladas.

El alimento de iniciación contenía 20% de proteína y proporcionaba una energía aproximada de 3200 kcal·kg<sup>-1</sup> (National Research Council, 1960). En este periodo se alimentó a los pollos diariamente con el equivalente a 12% de su peso, administrado en tres porciones. Se les dio agua limpia dos veces al día.

Desde las semanas de la sexta a la novena se administró el alimento de finalización con 18% de proteína y una energía aproximada de 3 020 kcal·kg<sup>-1</sup> (National Research Council, 1960). En esta fase los pollos fueron alimentados con el objeto de lograr la conformación de un organismo de buena calidad

Figura 3  
Fases de la elaboración del alimento para pollos



y sin mucha grasa. En este periodo de crecimiento, la cantidad diaria suministrada de alimento fue el equivalente a 10% de su peso, en tres porciones. Se abasteció de agua limpia dos veces al día. El grupo

control se cultivó en las mismas condiciones utilizando producto comercial AS, alimento de iniciación, las primeras cinco semanas, y de finalización durante el siguiente periodo.

Los pollos utilizados para realizar el experimento se obtuvieron en uno de los centros de abasto abiertos al público. Fueron seleccionados en forma aleatoria con una edad de tres días. Durante las primeras dos semanas los pollos se mantuvieron, con calor artificial en cajas de cartón, a una temperatura de 33 °C que fue reduciéndose hasta llegar a 29 °C. Posteriormente se estabularon en grupos de diez bajo una superficie techada. Se utilizaron diez pollos para realizar el experimento, con tres réplicas. La limpieza se realizó dos veces por día.

Durante el periodo experimental los pollos se pesaron diariamente antes de alimentarlos. El factor de conversión de alimento se obtuvo al dividir el peso total del alimento suministrado, entre el incremento de peso de las aves. Se realizó un análisis visual *post mortem* del color, la apariencia y el olor de las vísceras; el color, la consistencia, la apariencia y el olor de los músculos; el contenido de grasa en la piel, el color, el olor y la apariencia. Se efectuaron análisis de humedad y lípidos en músculos y piel.

Con el fin de realizar los análisis organolépticos, los pollos se prepararon en las formas más comunes de la cocina mexicana. Para cada tipo de preparación se realizaron evaluaciones en sesiones conjuntas de un mínimo de 10 jueces consumidores (Pedrero y Pangborn, 1989), para determinar si tenían sabor a pescado o si había diferencias. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para observar el efecto del alimento sobre el peso final de las poblaciones de pollos.

## Resultados

Las fracciones orgánicas de los desperdicios de la mayoría de las especies analizadas se consideraron aptas para obtener productos con valor agregado (Tabla 1).

Del procesamiento de los desperdicios de las especies de pesca (Fig. 2) se obtuvieron cuatro productos: aceite, harina de desperdicios y vísceras, líquido y harina de huesos y espinas. Exceptuando el líquido, ninguno de los productos presentó cambios durante el periodo de almacenamiento.

La fracción orgánica de la harina de huesos consistió en proteína, 10%; ceniza, 60%; humedad, 2% y lípidos 2%. La composición química promedio de la harina de desperdicios y vísceras de pescado fue: proteína, 65%; lípidos, 5%; humedad, 9% y cenizas 8%. Los porcentajes de las harinas se presentan con base en el peso seco. El líquido tuvo una composición de

90% de agua, 3% de proteína, 2% de lípidos y 1% de cenizas. Este producto fue el más abundante y constituyó 70% del total. La harina de huesos y espinas tuvo un rendimiento de 8%. El aceite tuvo un promedio de eficiencia de 5%. Los desperdicios de pescado tuvieron una eficiencia promedio de 6% para obtener harinas; con cabezas de camarón, el rendimiento fue de 75 por ciento.

El valor nutritivo de la harina de vísceras de pescado se comprobó con pollos; el proceso de elaboración de los alimentos de iniciación y finalización fue sencillo. Los alimentos elaborados tuvieron porcentajes de proteína similares a los comerciales (Tabla 2), aunque el contenido de lípidos y cenizas fue mayor en los alimentos elaborados.

El *alimento de iniciación* se elaboró con 21% de proteína, de los cuales, 29.5% era de origen animal y 70.5% vegetal. El contenido de harina de desperdicios de pescado fue de 10 por ciento. El *alimento de finalización* estuvo compuesto por 19% de proteína: 56.2% de origen vegetal y 43.8% animal. El contenido de harina de desperdicios de pescado fue de 8 por ciento.

*Vida de anaquel.* Los productos se almacenaron en bolsas de plástico con cierre hermético durante tres meses. Sólo el alimento de finalización comercial presentó proliferación de gorgojos. Ninguno de los alimentos elaborados en esta investigación, mostró cambios durante el periodo de almacenamiento (Tabla 3).

Hasta la semana seis, el incremento en peso de ambas poblaciones fue similar (Fig. 4); en la semana nueve los pollos alimentados con producto comercial presentaron una ligera ventaja (150 g). Sin embargo, el análisis estadístico (ANOVA) no reveló diferencias significativas ( $p = 0.4$ ) entre las poblaciones.

El factor de conversión fue de 2.60 para pollos alimentados con producto elaborado y de 2.26 para pollos alimentados con producto comercial. En el análisis visual *post mortem* la diferencia más importante fue el color amarillo de grasa, piel y músculo de los pollos alimentados con producto comercial (Tabla 4) y el color blanco de grasa, piel y músculo de los pollos alimentados con producto elaborado.

Los porcentajes de agua y lípidos en la piel de ambas poblaciones de pollos fueron similares (Tabla 5), asimismo el contenido de lípidos en músculo. El porcentaje de agua en músculo fue de 69.7% para pollos alimentados con producto elaborado y de 75.1% para pollos alimentados con producto comercial.

Los pollos se prepararon en diversos platillos: en consomé, asados, al horno, en mole, en adobo y rostizados, entre otros. Los resultados obtenidos en el análisis organoléptico de cada una de las formas fue-

Tabla 1  
Criterios de aceptabilidad de los desperdicios de diferentes especies marinas  
para obtener productos en función de su fracción orgánica

Especie	Criterios	Proteína	Lípidos	Ceniza	Humedad	Aceptado	Rechazado
Sardina <i>Harengula thrissina</i>	Bueno	X		X	X	X	
	Aceptable		X				
	Malo						
Mojarra <i>Eucinostomus gracilis</i>	Bueno	X			X	X	
	Aceptable		X	X			
	Malo						
Lisa <i>Mugil curema</i>	Bueno	X			X		X
	Aceptable						
	Malo		X	X			
Sierra <i>Scomberomorus sierra</i>	Bueno	X	X	X	X	X	
	Aceptable						
	Malo						
Huachinango <i>Lutjanus peru</i>	Bueno	X	X	X	X	X	
	Aceptable						
	Malo						
Cabeza de tiburón <i>Alopias pelagicus</i>	Bueno	X			X		X
	Aceptable		X				
	Malo			X			
Visceras de tiburón <i>Alopias pelagicus</i>	Bueno	X	X		X	X	
	Aceptable			X			
	Malo						
Jurel <i>Caranx caninus</i>	Bueno	X		X	X	X	
	Aceptable		X				
	Malo						
Mezcla de desperdicios	Bueno	X			X	X	
	Aceptable		X	X			
	Malo						
Cabezas de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	Bueno	X	X		X	X	
	Aceptable			X			
	Malo						
Barrilete <i>Katsuwonus pelamis</i>	Bueno	X		X	X	X	
	Aceptable		X				
	Malo						

Tabla 2  
Análisis bromatológico de los alimentos para pollo

	Alimento de iniciación elaborado (%)	Alimento de finalización elaborado (%)	Alimento de iniciación comercial (%)	Alimento de finalización comercial (%)
Proteína	21	18	19	19
Lípidos	12	13	4	7
Cenizas	9	10	5	5
Humedad	8	9	10	11
Diferencia	50	50	62	58

Tabla 3  
Condiciones de temperatura ambiental y humedad relativa de almacenaje de los alimentos

Mes	Humedad relativa (%)			Temperatura ambiental °C		
	Promedio	Máxima	Mínima	Promedio	Máxima	Mínima
1	78	97	53	27.6	33.4	23.2
2	76	96	51	28.2	33.5	23.3
3	77	97	55	28.3	33.6	21.9

Tabla 4  
Características *post mortem* de las poblaciones de pollos cultivados con producto comercial y elaborado

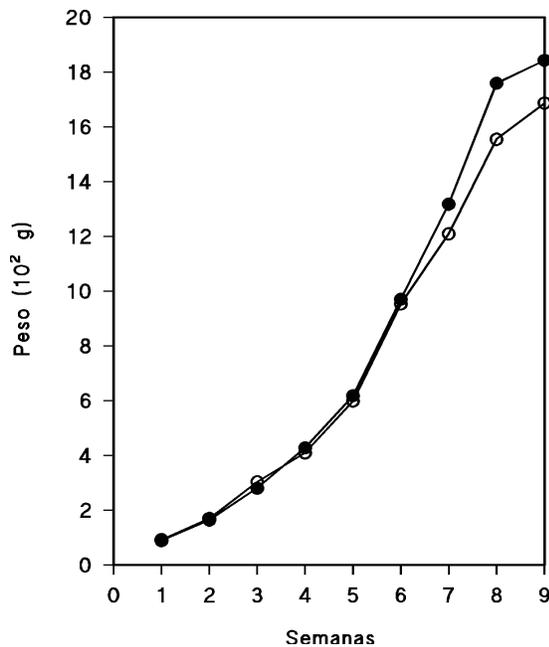
Producto elaborado	Color	Olor	Apariencia	Consistencia
Vísceras	Pequeña cantidad de grasa blanca	Penetrante, característico a vísceras	Normal	Normal
Piel	Blanca	Característico a pollo	Agradable	Blanda
Músculo	Blanco	Característico a pollo	Agradable	Normal
Producto comercial				
Vísceras	Abundante grasa amarilla	Característico a vísceras	Normal	Normal
Piel	Amarilla	Característico a pollo	Agradable	Blanda
Músculo	Ligeramente amarillo	Característico a pollo	Agradable	Blando

Tabla 5  
Contenido promedio de humedad y lípidos en las poblaciones de pollos alimentados con producto elaborado y comercial

Producto	Pieza	Humedad (%)	Lípidos (%)
Elaborado	Piel	43.26	30.04
	Pechuga	69.74	0.65
Comercial	Piel	42.58	28.00
	Pechuga	75.12	0.58

Figura 4

Incremento en peso de las poblaciones de pollos cultivados con alimento comercial (○) y alimento elaborado con harina de desperdicios de pescado (●)



para animales o para el hombre. Sin embargo, estos desperdicios convenientemente procesados son perfectamente aceptables para consumir. Debe tomarse

en cuenta que las vísceras de cerdo, res y cabra se consumen como alimento, sólo por mencionar algunas.

En la problemática del tratamiento de los desperdicios intervienen factores sociales y culturales. Por ejemplo; en muchas ocasiones el consumidor adquiere el pescado entero y no en filetes, lo cual ocasiona la dispersión de los desechos, sin posibilidad de reunirlos para destinarlos a la industria de los subproductos. Nada de esto ocurriría si en los lugares de origen se elaboraran los filetes y se apartaran los desechos para su procesamiento. Otra posibilidad es instrumentar un mecanismo que permitiera coleccionar los desperdicios, de manera que cada persona que tuviese contacto con ellos adquiriera el compromiso de entregarlos.

En el estado de Colima, sin considerar la captura por la empresa Pescado de Colima, en el año 2003 se desecharon 87.5 toneladas mensuales de desperdicios; según los resultados obtenidos, hubiera sido posible producir 5.3 toneladas de harina de vísceras de pescado, 4.4 de aceite, 61.3 de líquido de prensado y siete de harina de huesos, esto es un total de 78 toneladas mensuales de subproductos que justifican y hacen necesaria la estructuración de una pequeña industria con beneficios económicos, pero, sobre todo, ecológicos porque de esa manera se contribuiría a evitar la contaminación que generan al tirar los restos de pescado en la tierra o en el agua.

La pesca artesanal del país en el año 2003 fue de 856 501 toneladas (SAGARPA, 2003); si se establecieran centros estratégicos de acopio de los desperdicios de la pesca en algunos puertos del país, se tendría

ron similares. No se detectó olor o sabor a pescado en pollos alimentados con producto elaborado. El sabor y el olor tanto en éstos, como en los alimentados con producto comercial, fueron característicos del pollo.

Debido al color amarillo, la apariencia en los pollos asados, al horno y rostizados resultó atractiva en los pollos testigo y simplemente agradable en los pollos experimentales.

## Discusión

Las especies marinas se seleccionaron considerando la preferencia de consumo del público y su abundancia en los litorales del estado de Colima. Prácticamente todos los desperdicios de las especies analizadas se consideraron adecuados para obtener productos. En función de los análisis bromatológicos se rechazaron los desperdicios de lisa por el alto rendimiento de cenizas, producto del elevado contenido de pedazos de conchas en su tracto digestivo y, además, por la gran cantidad de grasa, propia de la especie. También se rechazaron los de cabeza de tiburón que, de igual forma, generan gran cantidad de cenizas. Otra razón para descartar estos dos elementos fue que la consideración de que podían dificultar el procesamiento del resto de los desperdicios o disminuir la calidad de los productos obtenidos. Se sugiere procesar los dos desperdicios por separado, pues también de ellos se pueden obtener productos útiles.

Los métodos para obtener harina y aceite de pescado generalmente tienen en común el uso de calor, que coagula las proteínas, rompe las cadenas de ácidos grasos y separa el agua. Posteriormente, en la fase de prensado se elimina el mayor porcentaje de líquidos de la masa (Ortega, 2003). Los aceites no cambiaron su olor ni su apariencia, a pesar de que estos productos se oxidan y se vuelven rancios fácilmente durante su almacenamiento. Esta oxidación se acelera por el calor, la luz y la presencia de catalizadores, pero puede ser contrarrestada administrando antioxidantes o almacenándolos en lugares oscuros.

Si se optara por establecer una empresa, sería aconsejable evaluar la posibilidad de utilizar la centrifugación para separar los lípidos. Aunque es un proceso caro, debería ser rentable. Por otra parte, es importante que las vísceras sean lo más frescas posible, ya que el pescado con cierto grado de descomposición produce un aceite de mal olor y con un contenido de azufre muy elevado (Ortega, 2003).

La composición química de los aceites de pescado varía en función de la especie, ya que está muy relacionada con el tipo de alimentación de los peces y la época del año de las capturas. Los aceites de pescado

tienen importantes propiedades nutritivas, entre ellas su gran valor energético. Se consideran elementos indispensables en el régimen de alimentación humana y de animales; además contienen vitaminas solubles A, D y E que son apreciadas (Deutch *et al.*, 2000). Por otra parte, los aceites de pescado tienen numerosas aplicaciones. Se utilizan principalmente en la industria de la margarina, grasas para repostería y aceites comestibles; así como para elaborar barnices y aceites secantes, de los que se extraen ácidos grasos que se emplean en la elaboración de diferentes productos (Iso *et al.*, 2001). El valor comercial del aceite depende de su composición química, por lo que habitualmente se establece un valor básico de venta para un aceite que contenga de dos a 3% ácidos grasos libres y escaso contenido de agua e impurezas; influyen también el color y el olor (Ortega, 2003).

Es importante instrumentar un proceso sencillo para refinar los aceites generados de los desperdicios marinos. Los productos pueden tener aplicaciones importantes. El líquido de prensado que se obtiene de separar los aceites, y que contiene proteínas, vitaminas y minerales solubles con muy pocos lípidos, puede tener gran cantidad de aplicaciones, sobre todo en alimentación animal.

Las harinas de huesos se utilizan como fuente de fósforo, de calcio y como microelementos para elaborar diferentes productos; se pueden mezclar con suplementos concentrados o usar en la alimentación de animales. La harina de vísceras y desperdicios de pescado también puede utilizarse en la fabricación de alimentos para animales.

El ensilado de vísceras de peces en la alimentación de cerdos ha producido un rendimiento en canal de 80% con un espesor de grasa dorsal menor de dos centímetros (Bermúdez *et al.*, 1999). El ensilado consiste en estabilizar desechos de pescado, de pescados enteros de bajo valor comercial, o de ambos, mediante la adición de ácidos orgánicos, inorgánicos, sal, mezclas de ellos o fermentación bacteriana por medio de una fuente de carbohidratos (Windsor y Barlow 1982).

Teóricamente la harina de vísceras y desperdicios de pescado también puede ser utilizada para el consumo humano con el propósito de complementar alimentos, ya que tiene una cantidad elevada de proteína y un contenido muy bien equilibrado de aminoácidos esenciales (Lovern y Godden, 1950). Son necesarios tres kilos de harina de pescado, cuando se administra a las aves de corral o a cerdos, para obtener un kilo de carne de estos animales (Barnabé, 1991).

Es común que las personas reaccionen con repugnancia al saber que se utilizan tripas y desperdicios de pescado en la elaboración de un alimento, ya sea

la posibilidad de incrementar en un factor de  $10^4$  la producción mensual de los diferentes productos; por ejemplo, de harina de vísceras de pescado se podrían elaborar aproximadamente 53 000 toneladas anuales. Aun cuando la producción industrial de harina de pescado en gran escala exige mano de obra especializada e instalaciones costosas, puede lograrse con instalaciones simples y costos reducidos.

En el transcurso del experimento se determinaron algunas diferencias en los animales. A los seis días de cultivo se observó que las patas de los pollos alimentados con el producto elaborado tenían un color rosado, mientras que las de los pollos testigo mostraban un color amarillo. Esta diferencia se debe al pigmento que contiene el alimento comercial, que se deposita en la piel del ave y no es sintetizado por el animal; el colorante está constituido principalmente por xantófilas u oxicarotenoides (Tirado, 1991).

El contenido de humedad y lípidos en la piel de ambas poblaciones fue similar, así como el contenido de lípidos en la pechuga. Por otra parte, la pechuga de pollos testigo presentó 4.68% más de agua que los pollos experimentales. En el análisis organoléptico la única diferencia encontrada fue el color, que resultó ligeramente más agradable para los pollos experimentales; el sabor y olor de ambas poblaciones fue característico del pollo. Por otro lado, ambas poblaciones tuvieron un aumento de peso superior a 1 629 g en las nueve semanas, lo que se considera rentable (FAO, 1984).

Una ventaja del alimento preparado es que no se utilizaron antibióticos como se hace con el comercial. Se sabe que la adición de antibióticos en pequeñas cantidades en los alimentos para pollos estimula su crecimiento y previene la coccidiosis (Krinke y Jarmroz, 1996). Sin embargo, hay motivos para oponerse a su uso constante ya que propicia la adaptación de bacterias que se hacen resistentes a estos medicamentos, lo que obliga a emplear dosis más elevadas cuando se presenta una enfermedad. También se afirma que la presencia de antibióticos en la carne de animales consumidos por el hombre, reduce la posibilidad de que esos fármacos sean eficaces cuando el hombre es atacado por microorganismos que han adquirido fuerte resistencia a su acción, o se hace necesario utilizar dosis cada vez más elevadas de los mismos.

Los derivados de los productos pesqueros pueden ser de gran importancia en el desarrollo de la humanidad, ya que algunos sirven para resolver problemas nutricionales; otros para la obtención de alimentos, o como complemento en la agricultura y la ganadería; son asimismo fuente del desarrollo de otras industrias ya que para su elaboración se generan nuevos empleos. Todas estas razones deberían ser contundentes

para promover el aprovechamiento máximo de los organismos marinos y evitar que se desperdicie gran parte de ellos.

## Conclusiones

1. Los desperdicios de las especies marinas más comunes de los litorales del estado de Colima pueden procesarse para obtener productos con elevado valor comercial en el mercado y evitar así la contaminación que actualmente causan en el agua y la tierra.
2. Del procesamiento de los desperdicios de pescado se obtuvieron cuatro productos: aceite, harina de vísceras y desperdicios, líquido y harina de huesos y espinas
3. El valor nutritivo de la harina de vísceras y desperdicios de pescado se comprobó en pollos, de lo que se concluye que este elemento puede emplearse en la elaboración de alimentos para animales.
4. Debido al elevado porcentaje de proteína con un equilibrio adecuado en aminoácidos esenciales, existe la opción de utilizar la harina de vísceras y desperdicios de pescado para complementar alimentos para consumo humano.
5. Considerando el volumen de captura de especies marinas en el estado de Colima, el suministro de la materia prima permitiría abastecer una industria.

## Referencias Bibliográficas

- AOAC. 1984. *Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. 1 141p.
- BARNABÉ, G. 1991. *Acuicultura*, Vol. I y II. Omega, Barcelona. 480p.
- BERMÚDEZ, J.E., J.H. Rodríguez, A. Ocampo y L. Peña. 1999. Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachyponum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis* - *Elaeis oleifera*). *Livestock Research for Rural Development*, 11(2): 97-99.
- CERVANTES, E. 2003. Aún es grave la desnutrición en México. <http://www.terra.com.mx/salud/articulo/065197/>
- DEUTCH, B., E.B. Jorgensen y J.C. Hansen. 2000. Menstrual discomfort in Danish women reduced by dietary supplements of omega-3 PUFA and B<sub>12</sub> (fish oil or seal oil capsules). *Nutr. Res.*, 20: 621-631.
- FAO. 1984. *Aves de corral. Manuales para educación agropecuaria*. Área: Producción vegetal. SEP/Trillas, México. 87p.
- FAO. 2001. *Conferencia en Reykiavik sobre pesca responsable en el ecosistema marino*. Comunicado de prensa 01/58.
- ISO, H., K.M. Rexrode y M.J. Stampfer. 2001. Intake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women. *JAMA*, 285: 304-312.

- KJELDAHL, J. 1883. A new method for the determination of nitrogen in organic matter. *Z. Anal. Chem.*, 22: 366.
- KRINKE, A.L. y D. Jamroz. 1996. Effects of feed antibiotic ovoporcine on organ morphology in broiler chicken. *Poultry Sci.*, 75: 705-710.
- LOVERN, J.A. y W. Godden. 1950. Fish meal, fishmeal, tunafish meal, whitefish meal, anchovy meal, herring meal, menhaden meal, salmon meal. *J. Sci. Fd Agric.*, 1: 314.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1960. *Nutrient requirement of domestic animals. Nutrients requirements of poultry*. National Academies Press, EU. 827p.
- ORTEGA, V. 2003. Harina de pescado. <http://www.clubdelamar.org/%2F>
- PEDRERO, D. y R. Pangborn. 1989. *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. Alambra. Madrid. 251p.
- SAGARPA, 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 266p.
- SEMARNAP. 2003. *Informe de Labores 2002-2003*. SEMARNAP. Colima. 167p.
- TIRADO, F.J. 1991. Pigmentos y pigmentación. *Memorias del X ciclo de conferencias internacionales sobre avicultura*. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. Guadalajara, Jalisco. pp. 181-197.
- WINDSOR, M. y S. Barlow. 1982. *Introduction to fishery by products*. Fishing News Book, EU. 100p.

# Cultivo de ostión Japonés, *Crassostrea gigas*, en la costa media del Pacífico Mexicano

Manuel García-Ulloa Gómez  
María del Carmen Gallo García  
Óscar Armando González Ochoa  
Ramsés Alonso Chávez Zazueta

## Resumen

En el presente documento se muestran resultados del cultivo del ostión Japonés, *Crassostrea gigas*, de organismos sembrados en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, en diferentes lugares y años, utilizando el sistema de canastas en suspensión sujetas a una línea madre. Los mejores resultados promedio de crecimiento y sobrevivencia ( $42.25 \pm 10.09$  g y 75%, respectivamente) fueron obtenidos cuando los ostiones se cultivaron en el sitio más alejado de la influencia marina. El análisis financiero mostró una ganancia neta por ciclo de \$83 437.50, y recuperación de la inversión inicial en cuatro años. Se discuten aspectos técnicos y de manejo comparando los resultados de las tres experiencias de cultivo. Los resultados muestran la posibilidad de cultivar este molusco comercialmente en dicha laguna; sin embargo, el crecimiento de otras industrias podría limitar su desarrollo.

**Palabras clave:** Cultivo de ostión, *Crassostrea gigas*, costa media del Pacífico mexicano.

## Introducción

La palabra *acuicultura* ha sido incorporada al sector productivo de alimentos por el rápido desarrollo que ésta ha tenido en las últimas tres décadas y se refiere a toda forma de crianza de animales o plantas acuáticas en medios dulces, salobres o marinos. El cultivo de organismos acuáticos con propósitos comerciales en densidades intensivas es relativamente nuevo en relación con los cultivos extensivos que se practican des-

de tiempos remotos en muchos países (Pillay, 1990), mostrando un importante desarrollo a partir de las últimas décadas del siglo XX. Según la FAO (Food and Agricultural Organization), la acuicultura representa uno de los sectores de producción alimenticia que ha crecido en menor tiempo comparado con la pesca, la agricultura y la ganadería, con lo que ha proporcionado a la población humana una alternativa alimenticia como suplemento o sustituto de las plantas y animales por captura (Aquaculture Magazine, 2002).

A pesar de la depresión económica mundial, la industria acuícola no ha disminuido. La producción de peces, crustáceos y moluscos alcanzó los 126.2 millones de toneladas métricas en 1999, con un incremento de 7.2% por arriba del valor presentado en 1998. La pesca de captura produjo 74% del total, y representó un volumen de 92.9 millones de toneladas métricas, mientras que la producción por acuicultura se incrementó de 30.8 a 33.3 millones de toneladas métricas. El valor total de la producción creció 7% hasta un estimado de 125 billones de dólares (Aquaculture Magazine, 2002), y se predice que la producción por acuicultura alcanzará 40 millones de toneladas métricas para el año 2010, sin considerar la aportación de macroalgas. En la actualidad cerca de 36 millones de personas en el mundo están empleados en las pesquerías y la industria acuícola.

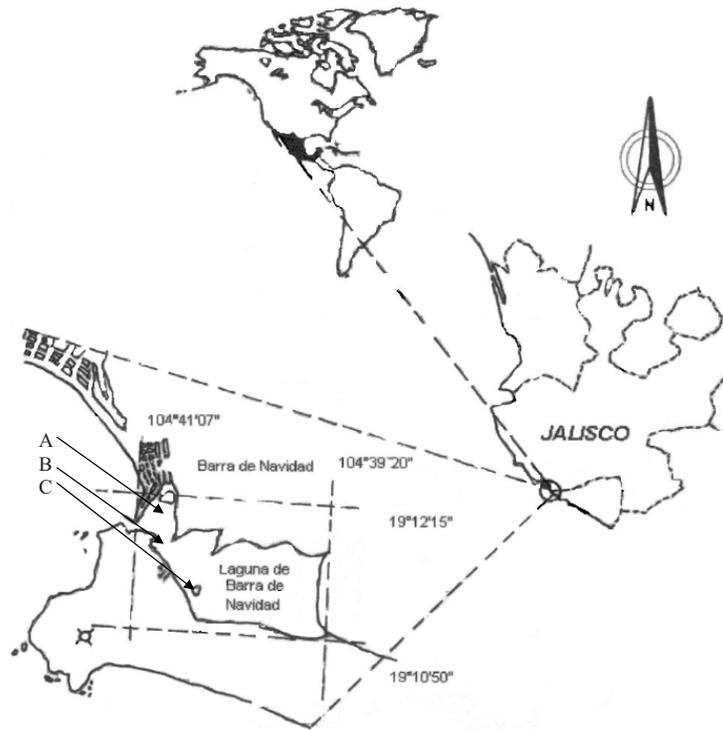
Con relación a los invertebrados, los moluscos constituyen uno de los grupos de mayor importancia para la economía de diferentes países (Lauckner, 1983). La producción de ostión del Pacífico (*Crassostrea gigas*) y mejillón (*Mytilus edulis*) cultivados en el mundo en el año 2000 fue de 3 944 042 y 1 626 123 toneladas métricas, respectivamente (Aquaculture Magazine, 2002). El ostión del Pacífico sigue apareciendo en las listas de producción como la especie de molusco que aporta más toneladas cosechadas anualmente, de ahí su importancia.

En México la cosecha de *C. gigas* registró un volumen de 1 575 toneladas métricas en 1999, cantidad

\* Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Miguel López de Legaspi 235, Barra de Navidad, Jalisco, CP. 48987, México. Correo electrónico: turbotuag@hotmail.com

Figura 1

Localización geográfica de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco y de los sitios de cultivo: A, B y C.



que hasta el presente año no ha aumentado significativamente, y su producción proviene en gran medida de Sinaloa y Sonora (Aquaculture Magazine, 2002). El cultivo ostrícola en México no ha crecido adecuadamente, en comparación con otros productos acuícolas debido a varias causas, entre las que destaca la carencia de sitios de cultivo apropiados para su desarrollo, situación que puede percibirse no sólo en nuestro país sino en todo el mundo. En general, las lagunas costeras y los estuarios ubicados en latitudes desde templadas a frías son seleccionados por su alta productividad natural, como los lugares propicios para el crecimiento de los moluscos. Sin embargo, son también sitios donde se desarrollan otras actividades, como turismo o la construcción de asentamientos urbanos que compiten por espacios y contribuyen en gran medida, al deterioro del lugar (Mathiessen, 2001). Su cultivo en latitudes cercanas al ecuador es prometedor pero requiere la evaluación de estos sitios para asegurar su desarrollo. Cáceres-Martínez (2000) menciona que en México existe la necesidad de incrementar el número de estados que practiquen el cultivo del ostión en la escala comercial. Existen reportes del cultivo de ostión en Jalisco, en la laguna de Barra de Navidad (Vázquez, 1995; García-Ulloa, 1997; García-Ulloa, 2000; Gallo-García *et al.*, 2001a). El objetivo del presente trabajo es proporcionar información

sobre el cultivo de *C. gigas*, con base en experiencias previas realizadas por el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara, para analizar su posible introducción y su explotación. Al mismo tiempo, se proporciona un estudio financiero simple en una hoja de egresos e ingresos (Jolly y Clonts, 1993), del sitio de cultivo que mostró los mejores resultados de producción (crecimiento y sobrevivencia), para evaluar la ganancia neta por ciclo y el tiempo de recuperación de la inversión inicial.

## Métodos y materiales

### Localización de la Laguna de Barra de Navidad

La laguna de Barra de Navidad se localiza entre los meridianos  $104^{\circ} 39' 10''$  y  $104^{\circ} 41' 07''$  O, y los paralelos  $19^{\circ} 12' 50''$  y  $19^{\circ} 12' 15''$  N (Fig. 1). Según Phleger (1969), la geomorfología de la laguna de Barra de Navidad es característica de una laguna costera típica. Su forma es rectangular, con una superficie aproximada de 360 hectáreas, con 3.5 km de largo y 1.5 km de ancho (Escobar y López, 1981). Su clima está clasificado dentro de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano (García, 1981), y una temperatura anual en el agua de  $29^{\circ}\text{C}$  en promedio. De acuerdo con Sandoval

(1985), los sustratos presentes en la laguna son predominantemente blandos a duros, distribuyéndose de mayor a menor tamaño de grano, desde la porción posterior de la laguna, a la boca que comunica con el mar, respectivamente. Debido a las últimas labores de dragado, la distribución de sedimentos o sustratos en el fondo de la laguna ha sido alterada con el consecuente aumento de la zona de partículas duras.

*Ubicación espacio-temporal de los sitios de cultivo en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco*

La localización de los sitios de cultivo dentro de la laguna se realizó con un dispositivo GPS (MAGELLAN, mod. 330, EU). Se seleccionaron tres lugares con condiciones de fondo, profundidad y corriente diferentes (Sandoval, 1985). El sitio A, evaluado en 2002, el sitio B en 2000, y el C en 1998. Los tres ensayos tuvieron una duración de cinco meses; iniciaron en diciembre-enero, y finalizaron en mayo, cuando la temperatura del agua aumenta y limita el crecimiento de los ostiones (García-Ulloa, 1997).

Las rutinas de limpieza y desdobles se desarrollaron en las instalaciones del Laboratorio de Ciencias Marinas (LCM) de la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG). En cada ensayo se utilizaron 30 mil semillas de ostión de una talla promedio de cuatro milímetros de longitud total y un peso húmedo promedio de 10 mg; adquiridas en el centro ostrícola de Bahía Kino, Sonora. Una vez aclimatadas en el LCM (García-Ulloa *et al.*, 1998), se tomaron muestras aleatorias para determinar su peso y su longitud promedio. La muestra fue fijada en alcohol a 70% como referencia inicial. Después los organismos fueron distribuidos al azar en grupos de 500, los cuales se colocaron en sobres de tela de mosquitero de 25x25 cm, con un tamaño de malla de 2 mm. Estos sobres fueron introducidos a razón de cuatro en canastas ostrícolas de plástico (50x50x10 cm), formando cinco módulos de tres canastas cada uno, para ser sembrados en la laguna. Para el sitio C, los módulos fueron atados a una línea madre para que se mantuvieran en suspensión, mientras que en los lugares A y B, las canastas fueron atadas a raíces de mangle y estructuras flotantes, respectivamente, pero de manera tal que los módulos no tocaran el fondo de la laguna. Los organismos permanecieron en las canastas alimentándose de la producción primaria natural y en las condiciones ambientales de la laguna.

*Manejo del cultivo aplicado a los tres ensayos*

Cada semana los módulos fueron transportados al LCM para realizar labores de limpieza y mantenimien-

to. Los módulos fueron desarmados, y las canastas, sobres y ostiones, lavados con agua dulce a presión. Se revisó el estado físico de los animales para detectar la posible presencia de enfermedades y epibiontes. También se limpiaron las canastas ostrícolas, retirando de ellas cualquier organismo incrustante con una espátula o cepillo.

Se realizaron desdobles de la densidad de organismos dependiendo del crecimiento de los ostiones en cada lugar de cultivo, se formaron nuevos módulos con los ostiones desdoblados; esta rutina de manejo se repitió cuantas veces fue necesario (Palacios y García, 1988).

*Determinación del crecimiento y sobrevivencia*

Para los tres ensayos, cada módulo fue considerado un grupo, y los animales muestreados fueron las réplicas. Las biometrías se realizaron cada semana, seleccionando de cada saco 15 ostiones al azar ( $N = 180$  por grupo) durante las primeras cinco semanas, y 50 ostiones de cada canasta ( $N = 150$ ) hasta el final del experimento. La longitud total por individuo se midió con una regla vernier para los más pequeños, o una regla convencional para los más grandes, tomando como puntos de referencia el extremo del umbo y la parte más distal de la concha formando una línea recta (Korringa, 1976); el peso húmedo individual de los organismos fue registrado mediante una balanza analítica marca Sartorius modelo PT600, y una báscula electrónica marca OHAUS (modelo Scout sc610), previo secado del animal con papel absorbente.

El crecimiento diario (CD) se calculó con la fórmula descrita por Coutteau *et al.* (1994):

$$\text{Ec. 1} \quad CD = \frac{1}{n} \sqrt{\left( \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} - 1 \right) \cdot 100}$$

Donde:  $n$  = días de cultivo.

La sobrevivencia fue determinada sobre la base del conteo de organismos vivos en cada canasta al final de los ensayos. Cada semana se colectaron los epibiontes para evaluar su presencia, comparando los organismos encontrados entre los tres ensayos (García-Ulloa, 2000; Gallo-García *et al.*, 2001a y b).

*Medición de las variables fisicoquímicas del agua*

Se realizaron mediciones semanales de las condiciones físicas y químicas de los sitios de cultivo, midiendo la temperatura con un termómetro (Propper Mfg, EU, escala  $-30$  a  $50$  °C); la salinidad mediante un refractómetro marca ATAGO (escala 0-100 g/l); el oxígeno se

registró mediante un oxímetro marca HANNA modelo HI-142; el pH se midió con un potenciómetro CORNING 220, con electrodo HANNA HI1230; y la profundidad con una regla de madera con escala métrica. También se registraron los nitritos por colorimetría mediante el método modificado de Griess que utiliza ácido sulfanílico y  $\alpha$ -naftilamina con un equipo Microquant 1.14774 de MERCK (Romero, 1999). Los nitratos se midieron por fotometría mediante la adaptación del método de reducción de Cadmio (Mét. 4 500-NO<sub>3</sub>); los fosfatos se obtuvieron por la adaptación del método de reducción del ácido ascórbico (Mét. 4 500-P-F), y para estos dos últimos se tomó la lectura en el fotómetro de ión específico (HANNA 200) (Franson *et al.* 1992). La turbidez se midió por modificación del método nefelométrico (Mét. 2130-B) realizada con un turbidímetro microprocesador (HANNA HI-93703) (Franson *et al.*, 1992). Todos los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Agua de la empresa Turbana, localizado en el poblado de Colimilla, Colima. Los muestreos de las variables físicas y químicas fueron realizados cada siete días, después de las labores de limpieza de los animales y equipo.

#### Análisis estadístico

Para cada ensayo se realizaron muestreos de peso y longitud en los ostiones cada semana y se consideró cada canasta como una repetición. Cuando los datos no mostraron una distribución normal, se evaluaron con la prueba Kruskal-Wallis y el análisis de Dunn para detectar las diferencias entre las medias de cada réplica, en un nivel de significancia de 95% (Sokal y Rohlf, 1969). En el caso de datos normales, se realizó un análisis de varianza simple para identificar posibles diferencias ( $p < 0.05$ ) en el crecimiento (longitud total y peso húmedo) de *C. gigas*. En caso de encon-

trar diferencias, las medias fueron evaluadas con una prueba de rangos múltiples de Tukey (Reyes, 1982). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Jandel SigmaStat 2.0 (Jandel, EU).

Los resultados promedio de crecimiento, sobrevivencia, parámetros físicos y químicos, y registro de epibiontes, fueron comparados entre sí (García-Ulloa, 2000; Gallo-García *et al.*, 2001a y b).

Como una herramienta más en la evaluación de una probable actividad comercial de explotación en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, se elaboró una hoja de balance financiero (Jolly y Clonts, 1993) del cultivo de ostión en el área que presentó las mejores condiciones de desarrollo.

## Resultados

### Variables físicas y químicas

La tabla 1 muestra los valores obtenidos para las variables muestreadas en cada sitio de cultivo. La temperatura, salinidad y pH, fueron similares entre los ensayos, en los lugares donde se localizaron las unidades experimentales. La turbidez en el sitio c (14.3 FTU) fue superior a la encontrada en los otros lugares, mientras que la cantidad de nitratos del sitio A ( $70 \mu\text{g l}^{-1}$ ) representó el valor promedio más alto.

### Indicadores del crecimiento

Los mayores valores de longitud y peso final promedio de los ostiones (9.03 cm y 42.25 g, respectivamente) fueron obtenidos en el sitio c, mientras que la menor longitud y el peso promedio (1.35 cm y 0.47 g, respectivamente) fueron observados en los animales cultivados en el sitio A (Tabla 2). La sobrevivencia

Tabla 1  
Valores promedio y desviación estándar de las variables físicas y químicas del agua en los sitios de cultivo localizados en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco

Variable	Sitio de cultivo		
	A	B	C
Temperatura (°C)	27.5±0.5	25±2.3	25.5±1.3
Salinidad	32.8±2.7	34±0.8	27.1±2.3
Oxígeno ( $\text{mg l}^{-1}$ )	6.78±1.64	5.1±0.4	6.28±1.5
Turbidez (FTU*)	1.3	2.9	14.3
pH	8.1±0.2	8.1±0.1	7.47±1.2
Fosfatos ( $\text{mg l}^{-1}$ )	5.31±4.35	2.9±1.9	1.01±0.5
Nitratos ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )	70.0±15.12	n.d.	3.41±0.9
Nitritos ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0.16±0.12	n.d.	n.d.
Nitrógeno total ( $\text{mg l}^{-1}$ )	n.d.	11±4.9	n.d.

\*FTU: Unidades Nefelométricas

n.d. = No determinado.

Tabla 2

Valores promedio y desviación estándar de los indicadores de crecimiento (longitud total, peso húmedo, crecimiento diario y sobrevivencia) del ostión *C. gigas* en los sitios de cultivo localizados en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco

Indicadores del crecimiento	Sitio de cultivo		
	A	B	C
Longitud (cm)	1.35 ± 0.32	6.13 ± 0.78	9.03 ± 2.31
Peso (g)	0.47 ± 0.16	38.74 ± 10.81	42.25 ± 10.09
CD (%)	2.44	6.05	7.24
Sobrevivencia (%)	27	48	75

Tabla 3

Análisis financiero de la producción del ostión de cultivo, *C. gigas*, en el sitio C de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco

Costo inicial	Costo/unidad (en pesos)	Unidades	Costo total (en pesos)
Postes	363.63	110	39 999.30
Soga 1" (m)	9.09	1200	10 908.00
Cuerda 3/8" (m)	1.28	1050	1 344.00
Canastas ostrícolas	140.00	2100	294 000.00
Subtotal			346 251.30
Manejo de granja	Costo	Unidades (ciclo)	Costo /ciclo
Semilla (\$/1000)	30.00	500	15 000.00
Mano de obra (\$/ciclo)	15,000.00	2	30 000.00
Honorarios legales (\$/ciclo)	30,000.00	1	30 000.00
Subtotal			75 000.00
Total			421 251.30
Información del cultivo			
Densidad de siembra (semilla)	500000		
Sobrevivencia (%)	75		
Meses de cultivo	6		
Tamaño de siembra (g)	0.01		
Tamaño de cosecha (g)	42.25		
Precio por kg (libre bordo)	\$10.00		
Producción por ciclo			
Kg/estación/35 módulos	1584.375		
Kg/ciclo	1584.75		
Ganancia bruta	\$158 437.50		
	\$75 000	(Manejo de granja)	
Ganancia neta por ciclo	\$83 437.50		
Recuperación de la inversión (años)	4.1		

Nota: Para este análisis financiero el dólar se cotizó en 10.00 pesos.

fluctuó desde 27% para el sitio A, hasta 75% en el caso de los animales cultivados en el sitio C.

Los principales grupos de organismos epibiontes encontrados en los tres sitios de cultivo consistieron en crustáceos (jaibas y miscidáceos), cnidarios (pólipos), esponjas, moluscos (caracoles, mejillones y callo de hacha) y pequeños gusanos (poliquetos). La mayor incidencia de epibiontes se presentó en el sitio C.

#### Hoja de balance financiero para el sitio C de cultivo

De acuerdo con los resultados obtenidos en diferentes tiempos y en distintos lugares de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, el sitio C mostró las mejores condiciones lo que se reflejó en el mejor crecimiento y sobrevivencia de *C. gigas*. El análisis financiero para evaluar la posibilidad de promover la ostricultura en la escala comercial en dicho cuerpo de agua se realizó con los datos de ese lugar (Tabla 3). Debido al crecimiento de otras industrias como el turismo y al espacio ahí disponible, se consideró para el estudio económico una área potencial de 0.5 hectáreas para el cultivo de ostión en el área C de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco.

## Discusión

La zona de cultivo correspondiente al punto C mostró valores altos de turbidez, lo que sugiere mayor concentración de nutrientes y partículas alimenticias para el ostión, lo cual concuerda con lo reportado por Powell *et al.* (1995) para *C. virginica*. Lo anterior pudo contribuir a lograr mayor crecimiento y sobrevivencia de *C. gigas* en ese sitio.

Las variables físicas y químicas básicas (como son la temperatura y la salinidad) en los tres sitios de cultivo en diferentes años, presentaron valores apropiados para el cultivo de *C. gigas*, con salinidades de 25 a 37 g/l y temperaturas de 20 a 25 °C (Mazón, 1996), aunque en el caso de la temperatura, el promedio mensual en los tres ensayos estuvo muy cerca del límite óptimo superior de 25 °C. En aguas cálidas el crecimiento de este molusco es más rápido porque la temperatura aumenta su metabolismo (Quayle y Newkirk, 1989); sin embargo, la muerte de este bivalvo se produce a una temperatura mayor a 30 °C (Mazón, 1996). La variación en las variables mencionadas puede afectar el crecimiento y la sobrevivencia del ostión; los cambios en la temperatura están estrechamente relacionados con la concentración de alimento, lo cual repercute en su crecimiento (Blake, 1996), y las variaciones repentinas en la salinidad reducen su tolerancia a los cambios de otras variables, como la temperatura misma (Brown y Hartwick, 1988).

En los tres ensayos, estos dos factores se mantuvieron en un intervalo aceptable para el crecimiento. Sin embargo, las concentraciones de compuestos de nitrógeno y fósforo mostraron variaciones que pudieron influir en el crecimiento y la sobrevivencia.

Los valores encontrados en el lugar A indican menor aporte de nutrientes debido al movimiento del agua por las corrientes de marea. La mayor concentración de oxígeno disuelto en promedio fue registrada para esta zona, lo cual indica influencia marina.

En los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guerrero y Oaxaca, el cultivo de esta especie ha sido obstaculizado por las altas temperaturas después de la primavera y por el exceso de agua dulce en los sistemas estuarinos durante la época de lluvias (Robles y Salinas, 1993). Por esta razón, los ensayos fueron realizados durante el cambio estacional de invierno-primavera en cada año, para aprovechar las mejores condiciones de crecimiento para el ostión. Para la zona de estudio, la temperatura del agua en verano supera los 30 °C, y la temporada de huracanes, que generalmente abarca de julio a noviembre, trae como consecuencia precipitaciones pluviales promedio de 865 mm anuales (Anónimo, 1994) y la salinidad puede descender hasta 1‰.

El crecimiento de los ostiones en los tres sitios de cultivo fue diferente, con una tendencia a reducir su talla y su peso hacia la boca de la laguna con el mar. Los animales del sitio c rebasaron la talla comercial de coctel (5-6 cm), con una talla promedio cercana a 10 cm, lo que se considera un “ostión de placer”. En el punto B se obtuvo una talla coctelera promedio de 6.1 cm, mientras que en el sitio A, los ostiones no alcanzaron los dos centímetros de longitud. En el agua templada-fría del noroeste del país, la talla comercial de ocho a 12 cm es alcanzada en un periodo de ocho a diez meses de cultivo a partir de semillas de tres a 5 mm (Mazón, 1996), talla similar a la usada en los tres ensayos. Lo anterior sugiere que la diferencia en el crecimiento de *C. gigas* en los tres sitios estudiados fue influida por las condiciones físicas, químicas y biológicas de cada lugar. De acuerdo con los criterios de Mazón (1996), la sobrevivencia observada en los sitios A y B es baja, con mortalidades entre 27 y 48%. Sólo el cultivo realizado en el sitio c mostró resultados mayores a 70% de sobrevivencia.

La mortalidad puede estar asociada a diversos factores, como la calidad de la semilla, las condiciones del medio, la presencia de depredadores, la técnica usada y el manejo de los animales (Deskhenieks *et al.*, 1996). Gallo-García *et al.* (2001b) mencionan que el manejo semanal de los ostiones posiblemente influyó en la sobrevivencia de los animales del sitio B; sin embargo, ya que la rutina de trabajo fue la misma para los tres ensayos, el hecho de que se haya obtenido el valor mencionado en el sitio C, apoya la hipótesis de que las condiciones de cada lugar fueron causa de los resultados obtenidos.

Por otro lado, aunque en todos los sitios de cultivo se observaron organismos epibiontes, fueron más abundantes aparentemente en el c, lo que coincide con la observación de Wilson *et al.* (1991) de que “no necesariamente por encontrar epibiontes en el sitio de cultivo, sea una limitante para su desarrollo”, ya que su presencia es un indicador de productividad, que puede favorecer el crecimiento de ostiones. Los organismos que aparecieron con mayor frecuencia en el cultivo fueron los gusanos poliquetos barrenadores de la concha. Aunque algunos investigadores han sugerido que estos anélidos pueden disminuir la sobrevivencia (Wargo y Ford, 1993), se ha comprobado que su presencia no necesariamente incrementa la mortalidad de la población (Handley, 1995; Handley, 1998; Tournay, 1999).

Los resultados obtenidos en el crecimiento para algunos de los lugares de cultivo estudiados, indican la factibilidad de producir esta especie en las condiciones existentes en la laguna de Barra de Navidad, durante los meses de invierno y primavera (García-

Ulloa, 2000; Gallo-García *et al.*, 2001b). Existen otros lugares con potencial de cultivo dentro de la laguna que deben ser evaluados, al igual que la estimación económica que implica la introducción comercial de este molusco.

Entre los factores que podrían limitar el desarrollo de proyectos acuícolas se encuentran la reducción de áreas disponibles para cultivo, el robo de equipo y ostiones, la contaminación del agua, la presentación de “enanismo” en los ostiones, la presencia de poliquetos barrenadores de la concha y, finalmente, el excesivo manejo, el rápido deterioro del equipo y la alta inversión que implica la utilización de canastas ostrícolas.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en los tres sitios de cultivo, esta especie de ostión puede crecer satisfactoriamente en la zona c de la laguna de Barra de Navidad, en la temporada de invierno-primavera. No obstante, deberán evaluarse los efectos de las condiciones ambientales sobre el crecimiento y la sobrevivencia del ostión, ya que la laguna está siendo objeto de cambios geomorfológicos de forma natural y artificial. Asimismo, es indispensable monitorear la concentración y la calidad del alimento en dicha área de la laguna, con el fin de asegurar su desarrollo comercial. Si los resultados obtenidos satisfacen los requerimientos bioecológicos de la especie y se obtienen buenos crecimientos, entonces será necesario un cuidadoso análisis del efecto económico, social y ecológico que pueda generar la introducción industrial de este molusco en la región. Por otro lado, el reducido espacio potencial que ofrece el sitio c para su explotación comercial podría marcar otra limitante en su desarrollo local, lo cual también deberá ser analizado en futuros ensayos.

## Referencias bibliográficas

- ANÓNIMO. 1994. Las técnicas acuaculturales. En: E.A. López, M.C. Cáceres, C.F. Hoyos, Z.J. Rivera, P.J. Valdez, O.D. Salinas, M.M. Roble y G.S. Serranos, (eds.). *Manual del curso de cultivo integral de ostión japonés (Crassostrea gigas)*. Bahía Kino, Sonora. pp. 87-108.
- AQUACULTURE MAGAZINE. 2002. *Status of World Aquaculture 2000*. Buyer's Guide, EU. 42p.
- BLAKE, J.A. 1996. Family Spionidae Grube, 1850. Including a review of the genera and species from California and a revision of genus *Polydora* Bosc, 1802. En: J.A. Blake, B. Hilbig y P.H. Scitt (eds.). *Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel*. Vol. 6. The Annelida. Part 3. Polychaeta Orbinnidae to Cossurudae. Goleta California. Kinko's Graphics. pp. 81-92.
- BROWN, J.R. y E.B. Hartwick. 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Absolute and allometric growth. *Aquaculture*, 70: 231-235.
- CÁCERES-MARTÍNEZ, J. 2000. Sanidad acuícola en moluscos bivalvos. *Memorias AquaMexico*, México. pp. 223-229.
- COUTEAU, P., K. Curé y P. Sorgeloos. 1994. Effect of algal ration on feeding and growth of juvenile manila clam *Tapes philippinarum* (Adam & Reeve). *Journal of Shellfish Research*, 13: 47-54.
- DEKSHENIEKS, M.M., E.E. Hofmann, J.M. Klinck y E.N. Powell. 1996. *Modelling the vertical distribution of oyster larvae in response to environmental conditions*. Marine Ecology Progress Series, 136: 97-110.
- ESCOBAR, L. y V. López. 1981. *Contribución al estudio taxonómico de la ictiofauna de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis Profesional, Escuela de Biología, UAG, Guadalajara. 98p.
- FRANSON, M.A.H., L.S. Clesceri, A.E. Greenberg y R.R. Trussel. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Amer. Pub. Health Assoc., Amer. Water Work Assoc. and Water pollution Control Federation. Díaz Santos. Madrid. 73p.
- GALLO-GARCÍA, M.C., M. García-Ulloa, D. Godínez-Siordia y K. Rivera-Gómez. 2001a. Estudio preliminar sobre el crecimiento y sobrevivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* cultivado en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. México. *Universidad y Ciencia*, 17(34): 83-91.
- GALLO-GARCÍA, M.C., M. García-Ulloa, D. Godínez-Siordia y G.K. Rivera-Gómez. 2001b. *Prevalencia e intensidad de gusanos poliquetos asociados a las valvas del ostión del Pacífico Crassostrea gigas (Thunberg, 1873) cultivado en la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México*. Congreso Nacional de Oceanografía. Manzanillo, Colima. pp. 35
- GARCÍA, E. 1981. *Clima de las costas de Jalisco*. Instituto de Geografía. UNAM, 188p.
- GARCÍA-ULLOA, M. 1997. El ostión de cultivo es ya una realidad en el estado de Jalisco. *Ocho Columnas*:5D.
- GARCÍA-ULLOA, M. 2000. Entrega del Plan Maestro para el Desarrollo de la Pesca y Acuicultura del Estado de Jalisco. *Panorama Acuícola*, 5:58.
- GARCÍA-ULLOA, M., J. Gamboa, D.E. Godínez-Siordia y T.M. Martínez. 1998. Dietary supplementation with baker's yeast on the *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1873) nursery and its effects on the physiological condition after oyster transference to natural environment. *Advances in Agricultural Research*, 7: 1-8.
- HANDLEY, S.J. 1995. Spionid polychaetes in Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg) from Admiralty Bay, Marlborough Sounds, Nueva Zelanda. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 29: 305-309.
- HANDLEY, S.J. 1998. Power to the oyster: Do spionid-induced shell blisters affect condition in subtidal oysters? *Journal of Shellfish Research*, 17: 875-881.
- JOLLY, C.M. y H.A. Clonts. 1993. *Economics of aquaculture*. The Haworth Press, Binghampton, Nueva York. 319p.
- KORRINGA, P. 1976. *Farming the cupped oysters of the genus Crassostrea*. Elsevier, The Netherlands. 224p.
- LAUCKNER, G. 1983. Disease of Mollusca: Bivalvia. En: O. Kinne (ed.). *Diseases of Marine Animals, Vol. II Introduction to Scaphopoda*. Biologische Anstalt Helgoland. Hamburg. pp. 467-1038.
- MATHIESSEN, G.C. 2001. *Oyster culture*. Fishing News Books. Reino Unido. 162p.

- MAZÓN, S.J.M. 1996. Cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas*. En: V. Casas y D.G. Ponce, (eds.). *Estudios del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur, México*. FAO/SEMARNAP/ Gobierno de Baja California Sur, México. pp. 625-650.
- PALACIOS, F.M. y S. García. 1988. *Manual técnico para la operación de centros acuícolas productores de ostión*. Secretaría de Pesca, México. 205p.
- PHLEGER, F.B. 1969. Some general features of coastal lagoons. *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*, UNAM-UNESCO. México. pp. 421-430.
- PILLAY, T.V.R. 1990. *Aquaculture. Principles and practices*. Fishing News Books, Reino Unido. 575p.
- POWELL, E.N., J.M. Klinck, E.E. Hormann, E.A. Wilson-Ormond y M.S. Ellis. 1995. Modelling oyster populations. V. Declining phytoplankton stocks and the population dynamics of American oyster (*Crassostrea virginica*) populations. *Fisheries Research*, 24: 199-222.
- QUAYLE, D.B. y G.F. Newkirk. 1989. *Farming bivalves molluscs: methods for study and development*. International Development Research Center. Canadá. 294p.
- REYES, C.P. 1982. *Bioestadística aplicada*. Trillas, México. 217p.
- ROBLES, J. y O.D. Salinas. 1993. Producción de larvas. En: E.A. López, M.C. Cáceres, C.F. Hoyos, Z.J. Rivera, P.J. Valdez, O.D. Salinas, M.M. Robles y G.S. Serrano (eds.). *Manual de II Curso de Cultivo Integral de Ostión Japonés (Crassostrea gigas)*. Bahía Kino, Sonora. 108p.
- ROMERO, J.A. 1999. *Calidad del Agua*. Alfaomega. México. 273p.
- SANDOVAL, R.L.C. 1985. *Contribución al conocimiento de la productividad primaria fitoplanctónica de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México*. Tesis Profesional, Escuela de Biología, UAG. 83p.
- SOKAL, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. *Biometry*. W.H. Freeman, Nueva York. 471p.
- TOURNAY, B. 1999. Ifremer reveals oyster problems. *Fish Farming International*, 26:7.
- VÁZQUEZ, C.J.C. 1995. *Estudio de prefactibilidad económica para implementar un cultivo comercial de ostión japonés (Crassostrea gigas) en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 75p.
- WARGO, R.N. y S.E. Ford. 1993. The effect of shell infestation by *Polydora* sp. and infection by *Haplosporidium nelsoni* (MSX) on the tissue condition of the oysters, *Crassostrea virginica*. *Estuaries*, 16: 229-234.
- WILSON, E.A., E.N. Powell y S.M. Ray. 1991. The effects of host density and parasite crowding on movement and patch formation of the ectoparasitic snail, *Boonea impressa*; field and modelling results. *Journal of Animal Ecology*, 60: 779-804.



# ASPECTOS SOCIALES DE LA ACTIVIDAD PESQUERA



# La actividad pesquera en Colima de 1940 a 2003: las políticas pesqueras y la adaptación de los pescadores

Jorge Alberto Cano González\*

## Resumen

La historia de la pesca en Colima está marcada por la intervención del Estado mexicano. A mediados del siglo xx las políticas de los presidentes Echeverría, López Portillo y Miguel de la Madrid, principalmente, marcaron el camino del desarrollo de las pesquerías mexicanas y, simultáneamente, los pescadores colimenses iniciaron una compleja relación con el mercado, lo que transformó sus prácticas e ideas. Si bien tanto los pescadores del mar como los de las lagunas costeras comparten una historia común, hay entre ellos particularidades que los definen y que es necesario identificar para conocerlos mejor. La situación contemporánea de los pescadores colimenses no sólo es resultado de las políticas pesqueras, de los cambios inducidos por el mercado capitalista o de las condiciones biológicas del medio ambiente; sino también de las prácticas de los pescadores, con matices particulares, resultado del tipo de pesca y de las condiciones en las que se realizan.

**Palabras clave:** Estadísticas, políticas, pescadores, transformación, adaptación.

## Introducción

El aprovechamiento de los recursos acuáticos es resultado de la construcción social que los individuos hacen sobre el uso de los recursos disponibles. Factores como las condiciones biológicas de las especies,

la relación que los pescadores construyen con su ecosistema, las políticas de los gobiernos en turno y el sistema de mercado, entre otros, se conjugan en un complejo entramado de interrelaciones que se intenta conocer en la práctica y no sólo con los discursos o cifras oficiales.

Los pescadores se enfrentan a la complejidad de practicar una pesca sustentable, a vivir dentro de un modelo económico que les demanda incrementar su esfuerzo para lograr subsistir y, además, a la necesidad de cambiar sus conceptos sobre el acceso a los recursos. Lo que se pretende mostrar con este trabajo es la transformación de la situación de los pescadores y las acciones que éstos han llevado a cabo para ser protagonistas de la historia de la pesca en Colima. Además, se hace necesario conocer algunas de las políticas gubernamentales para comprender las vicisitudes de dicha actividad, ya que algunos de ellos la han considerado como la panacea para los problemas alimenticios del país y como una actividad económicamente importante, mientras que otros no le han dado esa relevancia. Así, entrelazando las experiencias de los pescadores y las políticas de los gobiernos es posible contrastar la historia de la actividad pesquera y su práctica, con lo que muestran las cifras y los discursos oficiales. El periodo analizado (1940-2003) se escogió porque es posible obtener tanto información estadística de dicho intervalo, como de primera fuente.

Rescatar la historia de lo que ha sido la actividad pesquera permite conocer los aciertos y errores que se han cometido, aprender de ellos y, quizás, contribuir a corregir su rumbo. La información manejada en el trabajo ha sido obtenida de documentos oficiales, de la bibliografía que aborda el tema y, principalmente, de entrevistas hechas a los protagonistas del sector pesquero: pescadores, investigadores, comerciantes y funcionarios públicos.

Este trabajo se respalda en dos propuestas metodológicas: Alcalá-Moya (1999) plantea la importancia de conocer las acciones y condiciones particulares de

---

\* CEDDU-El Colegio de México. Correo electrónico: knogl@hotmail.com, jacano@colmex.mx. Este trabajo forma parte de los resultados del proyecto *Transformaciones y Perspectivas de las Actividades Portuarias, Pesqueras y Turísticas en el Litoral Occidental Mexicano*, dirigido por la doctora Graciela Alcalá Moya y auspiciado por el Conacyt.

los actores que llevan a cabo la actividad pesquera, porque son ellos quienes toman las decisiones sobre el rumbo de sus vidas, además de conocer las políticas que han incidido sobre la actividad, ya que éstas le han dejado su impronta a este sector; por otro lado, Breton y López-Estrada (1989) proponen que para conocer el devenir histórico de la actividad pesquera es necesario partir del análisis de la relación del Estado y “el capital” con el sector, porque son éstos quienes se han encargado de regir y desarrollarlo.

Los objetivos planteados para este trabajo son: conocer de manera general cómo ha evolucionado la política sobre la actividad pesquera; describir la situación de los pescadores y las transformaciones que han experimentado; aportar elementos que permitan entender el devenir histórico de la actividad pesquera en Colima. Para ello, el trabajo se ha organizado en cinco secciones: en la primera se proporcionan datos cuantitativos de la población de pescadores, de las embarcaciones y del volumen de captura de algunas de las especies de mayor importancia comercial; en la segunda se describen las condiciones generales de las políticas instrumentadas con respecto a la actividad pesquera y cómo los pescadores las han vivido en la práctica; la tercera presenta las características de los pescadores marítimos en Colima; la cuarta describe las singularidades vividas por los pescadores de la laguna; y en la quinta y última se presentan las conclusiones a las que se llegaron.

### La población de pescadores, el tipo de pesca, las embarcaciones y la producción<sup>1</sup>.

En el estado de Colima la información estadística sobre el sector pesquero data de 1955 y sólo corresponde al puerto de Manzanillo. En ese tiempo en el municipio había 273 personas en el sector pesca, de las cuales 71 pertenecían a la única cooperativa registrada, la Miguel Hidalgo; 68 trabajaban como o para permisionarios, 80 eran considerados pescadores li-

bres y 40 ejidatarios. El registro también indica que había nueve obreros y cinco empleados.

Desde 1955 hasta 1975 los datos estadísticos del estado muestran que sólo en Manzanillo había pescadores registrados en cooperativas, mientras que en los municipios de Armería y Tecomán se registran permisionarios, pescadores al servicio de éstos, ejidatarios y pescadores libres. En estos datos se observa que en Colima el cooperativismo pesquero tuvo su cuna en Manzanillo, y que fue a partir de la segunda mitad de la década de los setenta cuando se empezaron a formar cooperativas y organizaciones sociales dedicadas a la actividad pesquera en el resto del estado. En la *tabla 1* se presentan las variaciones demográficas de la población que se ha dedicado a la actividad pesquera.<sup>2</sup>

Al observar las cifras oficiales se aprecia que la población de pescadores se incrementó de 1960 a 1980, pero hasta 1975 la mayor parte se concentraba en el sector privado. A partir de ese año el número de pescadores registrados en las organizaciones sociales creció más que en ese sector. Cabe señalar que de 1980 a 1990 el incremento de la población dedicada a dicha actividad no tuvo precedentes, de tal modo que a finales de ese periodo se alcanzó el mayor número de pescadores registrados en el estado de Colima. En ese momento la mayoría de las cooperativas presentaban muchos problemas operativos y vicios que hacían imposible mantener esa tendencia de crecimiento (según los testimonios de pescadores y funcionarios que se señalan más adelante). Así, las cifras indican que en 1990 había registradas 3 557 personas en el sector social, y que a partir de ese momento disminuyó el número de pescadores tanto en el sector social como el privado. El primero de ellos se fragmentó, principalmente, por la falta de apoyos gubernamentales, los cambios en la legislación y por el decremento en las capturas, condiciones que llevaron a que muchos pescadores optaran por emigrar a otras actividades, mientras que otros más se convirtieron en pescadores “libres” o pasaron a trabajar formalmente para permisionarios (lo que para muchos en la práctica siempre fue así).

1. La información estadística consultada no es homogénea con respecto a los años y rubros mostrados, por ello sobre la población de pescadores sólo para Manzanillo hay información de 1955; los registros sobre el número de embarcaciones y su desglose por sector son a partir de 1971; los datos sobre los volúmenes de captura, a partir de 1980. La información se manejó así porque el autor no encontró series históricas continuas de las mismas categorías para su comparación, de tal forma que se limitó a los años en los que sí era pertinente hacer la comparación con la información histórica disponible o cuando la existente sirvió para mostrar algo relevante.

2. La información cuantitativa fue tomada de las siguientes fuentes: los datos de 1955 a 1975 son del *Manual de Estadísticas Básicas del Estado de Colima*, 1; los registros de 1980 a 1990 son de los *Anuarios Estadísticos de Pesca* de 1980, 1985, 1990; los de 1995, 2000 son de los *Anuarios Estadísticos de Colima 1995, 2000*; la información de 2003 es de los formatos para el *Anuario Estadístico del Estado de Colima 2003*, éstos fueron proporcionados por personal de la oficina de la Delegación de Pesca de la SAGARPA en Colima, Colima, en junio de 2003.

Tabla 1  
Población y número de embarcaciones dedicadas a la actividad pesquera  
en el estado de Colima, sectores social y privado: 1960-2003

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2003
<i>Sector social</i>										
Población	71	276	262	351	516	1891	3557	1620	1677	1076
Embarcaciones	120	156	121	440	720	372	419	306		
<i>Sector privado</i>										
Población	105	336	405	408	506	1008	2209	982	1658	617
Embarcaciones	75	81	151	252	360	249	139	108		

Tabla 2  
Número de embarcaciones registradas en Colima por tipo de pesca

	1971	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2003
Pesca ribereña	156	206	203	662	1062	547	520	383
Pesca de altura	39	31	69	46	45	38	48	43

En junio de 2003 en el Departamento de Estadística de Pesca de la Delegación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en Colima había registradas 1 076 personas en el sector social y 617 en el privado<sup>3</sup>. Muchos de los quienes aparecían contabilizados en el sector social en realidad eran pescadores libres que trabajaban para las cooperativas, algunas de las cuales eran negocios familiares (entre ellas se pueden mencionar las cooperativas: Verónica, 5 de Mayo, Océano Azul y Laguna de Cuyutlán Alameda). Otros tantos no aparecen como socios ni como respaldados por alguna cooperativa.

Las estadísticas muestran que el sector social posee la mayor cantidad de embarcaciones (Tabla 1) y que en gran medida se les destina a la pesca artesanal o de ribera<sup>4</sup> (Tabla 2). Es por ello que hay que resaltar su importancia en Colima, puesto que es la que ha mantenido el abasto de productos marinos en los mercados local, regional y nacional. Se estima que en el país la pesca ribereña aporta 65% de la producción destinada a consumo humano directo, 85% de los pescadores se dedican a ella y emplea más de 90%

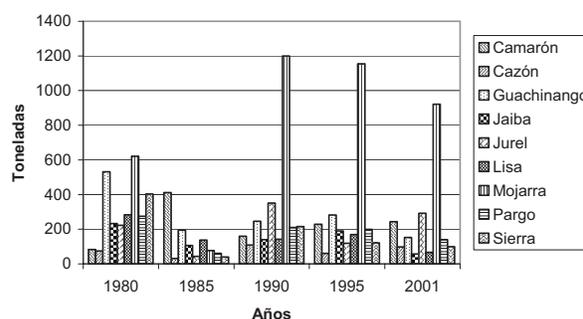
de las embarcaciones registradas (Cruz-Romero *et al.*, 1995).

A finales de los setenta muchos pescadores ribereños se dedicaron a la pesca de altura, pero ahora, con su desplome, muchos de ellos han regresado a la ribereña. Los pescadores de las cooperativas se dedican casi exclusivamente a la pesca artesanal.

En lo que respecta al volumen de la producción (Fig. 1), en el año de 1980 el monto alcanzado por las especies de escama no tuvo precedentes y fue semejante al incremento en el número de embarcaciones y artes de pesca. Sin embargo, esa tendencia no podía mantenerse indefinidamente sin poner en peligro la existencia de las pesquerías e incluso de las especies.

Figura 1

Volumen de las capturas de algunas de las especies más importantes comercialmente



No obstante, los grandes altibajos de las capturas probablemente estuvieron más relacionados con los programas gubernamentales que con las variaciones en la abundancia de las especies. Un argumento que sustenta esta afirmación es que en los sexenios de los presidentes Echeverría y López Portillo se regalaron

- Datos que corresponden a los formatos para el *Anuario Estadístico del Estado de Colima, 2003*.
- En el *Anuario Estadístico de Colima 2000*, se dice que la pesca ribereña es aquella que se realiza en bahías, sistemas lagunares o estuarinos y en el mar, hasta un límite de tres millas náuticas a la costa (5.6 kilómetros). En la mayoría los casos se practica en embarcaciones menores; la pesca de altura es la que realizan los barcos, desde profundidades y distancias a la costa propicias para su operación hasta las aguas oceánicas, rebasando incluso los límites del mar territorial y la Zona Económica Exclusiva de México (ZEE).

lanchas y motores, lo que dio como resultado volúmenes de capturas nunca antes vistos, ni después y a partir de lo cual hubo un descenso abrupto. Posteriormente se instrumentaron los programas *El crédito a la palabra*, y *Solidaridad*, y con ello volvió a aumentar la magnitud de las capturas, tal como se aprecia claramente en las estadísticas oficiales de Colima (Espino-Barr<sup>5</sup>, com. pers.).

En las estadísticas de producción y sobre la posesión de las embarcaciones es posible observar hacia dónde se dirigieron los apoyos del gobierno en turno y las especies que se considera más rentable explotar: la captura de camarón, atún y especies de escama, así como a las embarcaciones destinadas a su captura.

El registro de los volúmenes de captura de camarón de alta mar data de principios de los años ochenta, ya que en la década de los setenta, si bien había ahí embarcaciones camaroneras, los pescadores colimenses descargaban y reportaban su producción en Mazatlán. Después de 1985 menguó este índice y de 1990 a la fecha ha oscilado entre las 200 y 300 toneladas anuales. La pesca de atún en gran escala en Colima debe su origen al establecimiento de la empresa *Pescado de Colima*, durante el sexenio del entonces presidente de la república Miguel de la Madrid. Este proyecto fue promovido para fortalecer el mercado nacional interno y tratar de contrarrestar los problemas originados por el embargo atunero que impuso Estados Unidos a México.

La producción récord de especies de escama ocurrió en 1980 (principales especies-objetivo de los pescadores artesanales), resultado de los apoyos brindados a los pescadores, en la forma de créditos para adquirir lanchas, motores y artes de pesca. En años posteriores la captura ha presentado grandes altibajos, pero cabe destacar que, a pesar de las quejas constantes de los pescadores con respecto a la disminución en sus capturas, la pesca artesanal de escama en el mar mantiene una buena relación con el ecosistema, ya que “los cambios en la comunidad de peces que se capturan comercialmente en la costa de Colima, se deben más a modificaciones ambientales naturales, que a la presión por pesca” (Espino-Barr, 2000).

### Una historia en común

Antes de que se formaran las primeras cooperativas en la década de 1940, los pescadores trabajaban para

comerciantes y permisionarios. Estos últimos (hoy en día algunos de ellos siguen operando de la misma manera) avituallaban a los pescadores para sus jornadas de pesca, compraban las capturas y se encargaban de distribuir sus productos en los mercados. Con los pocos pescadores de tiempo completo que había y con aquellos que pescaban sólo por algunas temporadas, era suficiente para proveer el mercado regional.

Una elevada cantidad de los trabajadores que incursionaban en la pesca eran inmigrantes que llegaban a Manzanillo, el principal polo de atracción en la costa colimense, antes y aún ahora. Si bien pugnaban por trabajar en las maniobras de carga y descarga de barcos en el puerto, al igual que la población nativa, el acceso al trabajo ahí era limitado, ya sea por la documentación exigida o por la capacitación necesaria, por ello optaban por ingresar a la actividad pesquera. Algunos trabajaron de manera temporal, mientras que otros descubrieron ahí su vocación y lo hicieron de forma permanente.

En el siglo pasado, a finales de los años treinta y principios de los cuarenta, los pescadores colimenses y sus productos entraron de lleno a un mercado más amplio que el regional (Alcalá-Moya, 1999; Rodríguez, 1997), como consecuencia de la demanda de aceite de hígado de tiburón. Fue entonces cuando estos pescadores se especializaron en la captura de una especie en particular y sus productos pudieron dar el salto a los mercados nacional e internacional. Hasta entonces los pescadores se adaptaban a las condiciones climáticas, a las características biológicas de las especies-objetivo y a las necesidades del mercado regional. Sin embargo, ante las nuevas exigencias del mercado sobre los productos del mar y con la nueva tecnología aplicada para la extracción de las especies marinas, la relación pescador-especies objetivo, principalmente, empezó a cambiar.

Por otra parte, a partir de la década de 1940 el gobierno mexicano incrementó gradualmente su ingerencia en el uso y el aprovechamiento de los recursos marinos en este estado y, con la formación de las primeras cooperativas de producción pesquera, el pescador pasó de ser un ente disperso en la sociedad a formar parte de un gremio susceptible de ser identificado, con derechos y obligaciones. El cooperativismo coadyuvó a crear un sentido de organización colectiva entre los pescadores y “formalizó” su actividad ante el Estado; ayudó a estructurar una colectividad con oficio e intereses comunes.<sup>6</sup>

5. Dra. Elaine Espino-Barr, investigadora del CRIP-Manzanillo, INP-SAGARPA.

6. Los antecedentes más antiguos sobre la existencia de cooperativas en Colima se remontan a 1942. Aramburu Díaz (1942),

El cambio en la actividad pesquera colimense se debió básicamente a tres factores: la formación de cooperativas y la distribución de los productos del mar en mercados más amplios que el local y regional; a que fue reconocida por el gobierno como una actividad económica importante para la nación; a que como resultado de las acciones anteriores muchos pescadores dejaron de realizar la actividad de manera esporádica y empezaron a hacerlo de tiempo completo.

Los cambios en el ámbito local fueron el resultado de las propuestas políticas instrumentadas en su momento por los gobernantes en turno y por la aceptación de éstas por parte de los pescadores locales. Con el objetivo de organizar un país que arrastraba las secuelas de la revolución, el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas tuvo especial interés en administrar los recursos acuáticos, por lo que en 1934, durante su sexenio, se creó el Departamento Forestal y de Caza y Pesca; si bien en 1939 las cuestiones pesqueras fueron incorporadas al Departamento de Marina. En ese momento ya se vislumbraba la creación de un organismo de crédito marítimo y pesquero para apoyar a las sociedades cooperativas. Más adelante, en el gobierno de Ávila Camacho se fomentó el consumo de pescado en el país, resaltando su alto valor nutritivo. En junio de 1941 se publicó la ley por medio de la cual se creó el Banco Nacional de Fomento Cooperativo y en 1947 se creó la Comisión Técnica Consultiva de la Dirección General de Pesca (Sierra y Sierra, 1977).

Durante las décadas de los años cincuenta y sesenta el esfuerzo pesquero en Colima no experimentó cambios importantes (Tablas 1 y 2). No hubo políticas o inversiones importantes que incentivaran su crecimiento. Las variaciones más relevantes en dicho periodo fueron la introducción de nuevos materiales para elaborar las artes de pesca y del uso de motores en las embarcaciones. Los vendedores de dichos productos empezaron a promocionarlos y a hablar de sus bondades a los pescadores; algunos de ellos aún recuerdan que eran renuentes a usar esas innovaciones por el costo que representaba adquirirlas. Por ello, entre otras razones, el cambio en los materiales y en

los equipos de pesca fue paulatino, de tal modo que su uso no repercutió drásticamente en el volumen de captura, ni creció la población de pescadores de manera significativa ni la cantidad de equipos de pesca. Empero, sí implicó el abandono de las técnicas tradicionales, como por ejemplo, la vela para propulsar la embarcación y la práctica de impermeabilizar los hilos de algodón con la vaina del mangle caballero (*Rhizophora mangle*), ya que a finales de los años sesenta llegaron a la región “los trasmallos de seda” (nombre que reciben las redes agalleras en la región).

Una de las innovaciones importantes en la pesca fue la utilización de los motores estacionarios por los pescadores a finales de la década de los años cincuenta y principios de la de los sesenta, y que eran comprados en la ciudad de Colima y adaptados a las pangas de madera en Manzanillo. Ahí se contaba con una tradición en la construcción de embarcaciones de madera, que se perdió con la introducción de motores de gasolina y diesel, por lo que, tanto los pescadores de la laguna como los del mar recuerdan con nostalgia la destreza de los “carpinteros de ribera” que les construían sus embarcaciones.

En las décadas de 1950 y 1960 las buenas intenciones bastaron para hacer despegar la actividad pesquera en Colima: el presidente Adolfo Ruiz Cortines ofreció estudiar la posibilidad de construir atracaderos para los pescadores manzanillenses, además del empezar con el saneamiento de la laguna de San Pedrito, pero todo ello quedó en el discurso; durante el sexenio de Adolfo López Mateos (1958-1964) se construyó una escuela práctica de pesca en Manzanillo (*Ibid.*), de la que los pescadores no tienen memoria. Durante el gobierno del presidente Luis Echeverría Álvarez (1970-1976) se concibió la actividad pesquera como una opción para resolver los problemas alimenticios del país y para generar ingresos mediante la explotación de espacios o recursos acuáticos que hasta ese momento se habían olvidado o eran desaprovechados. Así, “por primera vez en la historia de México”, los pescadores artesanales estuvieron incluidos como destinatarios de los apoyos crediticios “para el desarrollo”; el presidente incluso los elogió públicamente en repetidas ocasiones, a la vez que declaró que los pescadores proveían de alimentos baratos y nutritivos y que generaban fuentes de empleo de escaso costo, en términos comparativos, “para el bienestar de todos los mexicanos” (Alcalá-Moya, 2003a).

Hasta antes del mandato de Echeverría los pescadores colimenses del sector social habían trabajado con capital y tecnología mínimos, y la pesquería era de carácter artesanal. Aprovechando las facilidades del momento, muchos pescadores se involucraron en los proyectos del gobierno con el propósito de con-

---

menciona a las cooperativas: Pesquera Manzanillo, SCL y Pescadores de Colima, SCL. En los archivos del departamento de Pesca de la SAGARPA en Colima y en las entrevistas con los pescadores viejos del puerto no hay referencias sobre estas organizaciones. Las cooperativas más antiguas que aparecen en dichos archivos y en las historias orales de los pescadores más ancianos son: Miguel Hidalgo, en 1949, Laguna de Cuyutlán, en 1953 y la Independencia, SCL en 1961.

vertirse en pescadores de altura y obtener mayores ingresos. Diversas cooperativas se beneficiaron con los programas gubernamentales al obtener créditos para adquirir embarcaciones mayores; la Miguel Hidalgo, la Laguna de Cuyutlán y la Independencia, gestionaron los préstamos para comprar embarcaciones camaroneras desde 1972. Este sexenio fue crucial para la actividad pesquera nacional: se formuló el Programa Nacional Pesquero; las empresas paraestatales dedicadas al sector pesca se agruparon como Productos Pesqueros Mexicanos (PROPEMEX); se fomentó la creación de sociedades cooperativas de Producción Ejidal; en 1974 se creó el Fideicomiso para el otorgamiento de créditos en favor de cooperativas pesqueras para la adquisición de barcos camaroneros (FIPESCO); en junio de 1976 entró en vigor el decreto sobre la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de 200 millas náuticas (Sierra y Sierra, 1977).

A pesar de los apoyos para la formación de las cooperativas, entre 1975 y 1985 la mayoría de ellas se creó como resultado de la presión ejercida por las instituciones del gobierno federal o por la relación que sostenían funcionarios públicos y empresarios, ya que éstos aprovecharon los apoyos al sector social. Hay historias recogidas entre quienes eran pescadores libres en ese momento que dan testimonio de cómo eran perseguidos por los inspectores de pesca porque no pertenecían a agrupación alguna. Muchos pescadores se incorporaron a las cooperativas por la presión de las autoridades y no por interés personal o por el trabajo en grupo.

Si bien hubo grandes inversiones y apoyos al sector, muchos de los proyectos no tuvieron la supervisión que requerían después de haber sido puestos en operación, además de que buen número de funcionarios y directivos de cooperativas se enriquecieron ilícitamente con las grandes cantidades de dinero destinadas al sector social, por lo que estos apoyos no llegaron a quienes realmente los necesitaban.<sup>7</sup> Así, tanto funcionarios del gobierno como dirigentes de los pescadores entraron al círculo vicioso de los favores y las complicidades. Los pescadores con mayor escolaridad o con dones naturales de liderazgo aprovecharon las coyunturas del momento y manejaron las cooperativas a su antojo, despilfarraron los ingresos que obtenían y terminaron por llevarlas a la quiebra. La ignorancia de la mayoría de los pescadores con respecto a asuntos administrativos y contables, al

comercio y a las políticas, además de su desinterés en los mismos, favorecieron la corrupción.

Con el presidente López Portillo los apoyos al sector pesca continuaron dándose con la misma magnitud que se hizo durante el mandato de Echeverría. De esta manera, en 1977 se creó el Departamento de Pesca y en enero de 1982 se elevó al rango de Secretaría, como resultado de la importancia que adquirió dicho sector (Sepesca, 1985a y b). Continuaron los programas iniciados en el sexenio anterior, por lo que gran parte de la flota camaronera privada pasó a las cooperativas y se pusieron en funcionamiento algunas industrias de transformación (enlatadoras, harineras, empacadoras): Es decir que, como apunta Alcalá-Moya (2003a), gran parte de los resultados cosechados durante el sexenio de López Portillo fue consecuencia de lo iniciado por su antecesor.

Así, podemos apreciar que, por el tipo de embarcaciones y por el incremento en el número de éstas (Tabla 2), en Colima el apoyo que dio el presidente Echeverría (de 1970-1976) se enfocó a desarrollar la pesca de altura, mientras que durante los sexenios de López Portillo y de la Madrid (1977-1988) la pesca artesanal obtuvo más apoyos. Durante el periodo de este último disminuyó la participación estatal en la industria pesquera y se promovió la participación equilibrada de los sectores público, social y privado (Martínez-Guzmán, 1993). Este mandatario tardó dos años en presentar su Programa de Pesca y Recursos del Mar 1984-1988, y con la Secretaría de Pesca intentó resolver los problemas que dificultaban el crecimiento de esta actividad. Durante su sexenio México figuró en las estadísticas internacionales por el alto volumen de sus capturas, y la exportación de algunas de las especies acuáticas representó el segundo lugar de divisas obtenidas, sólo por debajo de las del petróleo (Alcalá-Moya, 2003a).

Tanto así, que aun cuando el país estaba pasando por una gran crisis económica originada por la caída estrepitosa del precio del petróleo, por las devaluaciones de la moneda y por el temblor de 1985, en el estado de Colima, estado natal del presidente, la actividad pesquera era objeto de importantes inversiones. Durante dicho sexenio, en Manzanillo se construyó y puso en marcha la empresa Pescado de Colima, SA, industria pionera en el enlatado de atún en esa ciudad (Alcalá-Moya, 1999). En contraparte, en ese momento las cooperativas ya arrastraban una serie de problemas internos y externos que hacía inviable su operatividad. En los dos apartados siguientes se presentan algunos ejemplos de las situaciones manifestadas por los pescadores de esta entidad.

Con el presidente Carlos Salinas de Gortari los apoyos económicos decayeron y los cambios en la le-

7. Ingeniero Ramón Velásquez, subdelegado de Pesca en Colima de la SAGARPA, entrevista 20/08/2003.

gislación no favorecieron a los pescadores en la práctica. Empezó el declive del ya fracturado sector social de la actividad pesquera. En 1992 los comerciantes, permisionarios o acaparadores privados, tuvieron las facilidades de acceder a la pesquería del camarón, especie que representaba los mayores ingresos dentro de esta actividad.

Las reformas asentadas en la Ley General de Sociedades Cooperativas (DOF, 1994) socavaron el sentido social con el que habían nacido las agrupaciones. La política del presidente Salinas de Gortari se caracterizó por la austeridad en los apoyos del gobierno y por el modelo económico neoliberal; el paternalismo con el que se había cobijado al sector pesquero quedó en el olvido. Los recursos disponibles se canalizaron hacia las ramas que se consideraron más eficientes y productivas, principalmente las áreas de captura y producción industrial (Martínez-Guzmán, 1993). Empresas paraestatales como Ocean Garden, Inc., dedicada a la comercialización del camarón en el extranjero, y el Banco Nacional Pesquero y Portuario no tuvieron cabida en la política de “eficiencia económica” del gobierno de Salinas.

Cuando en 1992 la iniciativa privada tuvo la posibilidad de explotar las especies que hasta ese momento estaban reservadas a las cooperativas, éstas no pudieron mantenerse sin los préstamos ni el contubernio que habían mantenido con aquélla. Entonces ya no hizo falta enmascarar los negocios que las empresas privadas efectuaban por medio de las cooperativas. Ahora, con la Ley de Sociedades Cooperativas que entró en vigor el tres de agosto de 1994, estas agrupaciones dejaron de estar tuteladas por el gobierno, ya no fueron objeto de control y vigilancia por parte del poder ejecutivo “y se pueden integrar con un mínimo de cinco personas” (DOF, 1994).

Esta nueva forma de ver el cooperativismo coadyuvó a que estas sociedades se manejaran como empresas privadas y, además, propició que muchos pescadores dejaran en manos del permisionario o del encargado de la cooperativa, el control y la responsabilidad hacia las instituciones gubernamentales y del mercado. Por otra parte, los directivos de las cooperativas les han dado trato de trabajadores a los pescadores y no de socios, además de que no les dan las garantías que por ley les corresponden. En la práctica se observa que entre pescadores y patrones la relación está regida por “la costumbre” que se impone para el gremio: los directivos les facilitan a los pescadores los equipos de pesca, embarcaciones, los avituallan para salir a pescar y les prestan dinero; los pescadores se deslindan de las responsabilidades burocráticas y de asuntos administrativos sobre el producto, alquilan

su fuerza de trabajo y se comprometen a entregar el producto de sus capturas.

Las relaciones entre patrones y pescadores están caracterizadas por el robo de parte o toda la captura, por deudas sin saldar, por la falta de responsabilidad en cuanto al cuidado del equipo o de las artes de pesca, por la venta del pescado a precios bajos y por no contar con las prestaciones de ley. A pesar de todo lo anterior, ésta es la realidad y ambas partes se han adaptado a ello, aun si bien no es lo ideal, puesto que unos se deslindan de las responsabilidades y otros manejan los recursos a su conveniencia.

En el gobierno de Ernesto Zedillo la evidencia más clara de que la pesca no era considerada una actividad relevante fue la desaparición de la Secretaría de Pesca, para dar paso a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), es decir, se dio prioridad a los problemas ambientales. El personal y la infraestructura que llevaron a la actividad pesquera al segundo lugar como captadora de divisas para el país fueron desperdiciados, con la consecuente pérdida de gran parte de los avances logrados hasta ese momento (Alcalá-Moya, 2003a). En el apartado siguiente se detallan las vicisitudes por las que pasaron los pescadores de altura de Colima, así como las repercusiones originadas por las políticas instrumentadas.

### Los pescadores del mar

Las primeras cooperativas de Colima se formaron en Manzanillo; los pescadores organizados en ellas trabajaban simultáneamente en las lagunas de Cuyutlán y San Pedrito y en las bahías de Manzanillo y Santiago. Los apoyos económicos que recibieron durante el gobierno del presidente Echeverría (1970-1976) para adquirir embarcaciones camaroneras y escameras, propiciaron el desplazamiento de algunos pescadores artesanales a pescadores de altura. Muchos de ellos, el asumir el costo de dicho cambio transformaron su forma de vida: recibieron entrenamiento técnico, entraron abiertamente a un sistema de mercado que trastocaba las relaciones con su entorno y se adecuaron a las nuevas condiciones que implicaba trabajar en el mar. Los socios de las cooperativas que hasta ese momento no tenían grandes complicaciones para administrarlas se vieron en la necesidad de capacitarse en asuntos de dirección y contabilidad, ya que sólo así podrían sobrellevar sus nuevas necesidades. Algunos pescadores manzanillenses que habían ido a probar suerte en la pesca de altura a Guaymas, Sonora y a Mazatlán, Sinaloa, regresaron a su terruño para incorporarse a la nueva flota de altura con base en

Manzanillo. Otros más se capacitaron *ex profeso* para sumarse a ella. Estos pescadores pasaron de trabajar de ocho a 12 horas a estar fuera de sus hogares hasta por periodos de un mes. Al adquirir los barcos incrementaron sus obligaciones fiscales y su dependencia a los precios de sus productos y de los insumos que necesitaban para efectuar su actividad.

Los problemas que se generaron dentro de las cooperativas debido a la corrupción, el clientelismo y los intereses personales, no ayudaron a su buen funcionamiento. Muchos pescadores pudieron haber mantenido en operación sus cooperativas y su trabajo como socios, no obstante, la mala administración, la complicidad entre líderes, funcionarios y armadores y una burocracia que estaba aprendiendo el funcionamiento en la pesca, se convirtieron en los principales obstáculos para mantener los apoyos que ayudaron al desarrollo de la pesca. Programas como el de *Las Diez Mil Lanchas*, e instituciones y empresas paraestatales como el Banco Nacional Pesquero, PROPEMEX y Ocean Garden Inc, no pudieron sobreponerse a los problemas prácticos ya mencionados ni a los intereses políticos del presidente en turno.

Algunos pescadores dominaron el funcionamiento de las cooperativas y establecieron relaciones con las empresas comercializadoras, con las instituciones gubernamentales y con los bancos. Como se puede deducir de esta declaración, están convencidos de que sí había mecanismos para sortear los problemas crediticios y no caer en los contubernios:

la congeladora nos pagaba el 100% de lo que le entregábamos. Si nos hubiera recogido el 25% y que lo tomara como abono de lo que debíamos sí hubiéramos pagado lo que se debía. A la cooperativa le pagaban todo lo que vendía de camarón y no le retenían nada, pues se tenían plazos para ir pagando; sí abonábamos, pero no tanto como para pagar toda la deuda; se vino el alza del dólar y se pagaron los barcos, pero si el gobierno veía que todas las cooperativas eran solventes para el avituallamiento siguiente no debería de haber prestado dinero; como veían que las cooperativas estaban solventes porque se habían pagado los barcos les seguía prestando dinero para avituallar los barcos o para arreglarlos.<sup>8</sup>

Los testimonios de pescadores de cooperativas que se beneficiaron de los apoyos al sector social, y que conocieron los vínculos entre líderes y funcionarios,

dan cuenta de las argucias desarrolladas para que las cooperativas dependieran de la iniciativa privada.

[En 1982-1984] Cuando dirigí la Federación se consiguió un préstamo con el cual pudimos construir una planta seleccionadora de camarón, convirtiéndose en la única empresa que perteneció a las cooperativas y que tenía la capacidad de exportar camarón a los Estados Unidos, ya que las otras empresas que comercializaban el camarón pertenecían a los acaparadores. Fue el secretario de Pesca, Ojeda Paullada, quien nos impidió que siguiéramos exportando el camarón, ya que nos imponía que el producto saliera del país a través del único concesionario al que se le estaba permitiendo hacerlo: Ocean Garden. Esta empresa nos empezó a boicotear el trabajo, pues nos atrasaba los pagos y manipulaba los precios del camarón. Por los efectos del boicot decidimos cambiar a una empresa que nos ayudara a comercializar el producto, así que tratamos con una empresa de chinos, la Red Camber Company, pero como el gobierno no quería que vendiéramos por nuestro lado, empezaron a ponernos trabas hasta tronarnos. El gobierno empezó a formar cooperativas fantasma y a solicitar créditos estratosféricos para comprar barcos que los pescadores nunca vieron. En dicha dinámica tuvo mucho que ver Ojeda Paullada. Con las condiciones que se siguieron, subir el diesel, más papeleo e impuestos, etc., acabaron por tronar al sector pesca, así el gobierno ha ido acabando con varios sectores.<sup>9</sup>

El periodo de auge de la flota camaronera del sector social fue de 1975 a 1990, pero a partir de la década de los noventa pasó paulatinamente a manos de la iniciativa privada. Los pescadores del mar tuvieron su mejor época, tanto por la población registrada como por el volumen de sus capturas, a finales de los años setenta y a principios de los ochenta. En dicho periodo se recogieron los frutos producto de las inversiones en el sector y del apoyo de las instituciones del Estado.

Al iniciar el despegue del desarrollo pesquero en el sexenio de Echeverría, se puso en evidencia la capacidad de algunos pescadores para aprender y adaptarse a las condiciones del mercado. Sin embargo, el desarrollo de las cooperativas de altura en el estado de Colima no estaba por encima de los intereses políticos y económicos que determinados grupos impusieron, como se puede constatar en la cita anterior. También hubo cooperativas dedicadas a la pesca artesanal en el mar, que se beneficiaron

8. Entrevista efectuada por el autor el día 23 de enero de 2003, a Manuel Cabrera, comerciante de pescado en Manzanillo, Colima.

9. Entrevista efectuada por el autor el día 4 de diciembre de 2001 a Benjamín Zambrano en Manzanillo, Colima.

con créditos para la compra de lanchas de fibra de vidrio, cámaras de congelación, vehículos y artes de pesca en general. Ejemplo de ello es la cooperativa CTM Manzanillo, que llegó a contar con camionetas para transportar sus productos, y cuartos fríos para conservarlos; la cooperativa Participación Estatal Costa de Colima, luego de un año de haberse constituido (se formó en febrero de 1981) obtuvo un crédito por medio de Propemex y adquirió lanchas de fibra de vidrio, motores y artes de pesca. Otros pescadores optaron por no solicitar apoyos económicos, aun cuando les ofrecieron créditos para acceder a la pesca de altura. La cooperativa Pescadores de San Pedrito se constituyó en mayo de 1984 y sus integrantes optaron por mantenerse como pescadores artesanales. Ellos consideraron que su promedio de edad no era el adecuado para aventurarse en una empresa de tal envergadura, porque la mayoría rebasaba los 40 años y consideraron que era peligroso el trabajo en mar abierto. Además, no quisieron arriesgarse a empeñar sus pocas pertenencias para obtener equipos de pesca más sofisticados.<sup>10</sup>

Hasta antes de 1992 muchos de los apoyos que recibieron las cooperativas para funcionar o constituirse, se manejaron como una forma de reivindicación social en el discurso del gobernante en turno, puesto que en la práctica la mayoría de las cooperativas sirvió a las empresas privadas. Si bien éstas no podían acceder a las especies reservadas, aquéllas les facturaban y arrendaban embarcaciones, por ello no tuvieron la posibilidad de tomar las riendas del negocio:

[Cuando estábamos solicitando los barcos] Fuimos a México a solicitar el permiso para la captura del camarón de mar. Nos preguntaron que si teníamos barcos, les dijimos que no, debíamos de manifestar por lo menos un barco propio. “El Tiburón” les dijo: “Está bien, en unos días vamos a comprar un barco”. Cuál, si no teníamos nada. Él tenía mucha “conociencia”. Nos fuimos a Mazatlán a hablar con un armador que tenía como 20 barcos, ya le dijimos que necesitábamos un barco; como le íbamos a facturar le convenía apoyarnos. Que llena una factura y en un rato teníamos un barco propio. Pero nos da a firmar otro papel en donde nosotros le vendíamos el barco, le preguntamos que qué es ese papel y nos dice: “¿Me creen tan güey como para regalarles un barco? Están locos: les doy una factura en donde se los estoy vendiendo, y me están firmando otra en donde me lo regresan. ¿A poco creen que se los voy a regalar? Este papel lo uso para cuando se ocupe. No se van a adueñar de mi barco, es nada

más para que saquen el permiso”. A los armadores de Mazatlán les convenía, porque nosotros les íbamos a cobrar por facturarles un peso por kilo de camarón de exportación. Allá les cobraban más.<sup>11</sup>

Las cooperativas Miguel Hidalgo, Laguna de Cuyutlán, e Independencia, comparten una historia común, porque entraron al programa crediticio del Estado y se mantuvieron dependientes de él y de los armadores. La mayoría de los pescadores no tuvo las herramientas, la libertad, ni la capacitación para enfrentarse al mercado y al cambio de mentalidad que les permitiera adaptarse a las nuevas condiciones. Como resultado de los cambios en las políticas de apoyo al sector, en la legislación respecto a la exclusividad de explotación de algunas especies, y por los problemas de corrupción y económicos ya mencionados, durante la década de los noventa la flota de altura de las cooperativas pasó paulatinamente a manos de la iniciativa privada. Todavía en 1995 las cooperativas colimenses tenían 21 barcos camaroneros, mientras que el sector privado contaba ya con 35 barcos camaroneros y seis escameros. Para el año 2000 las cooperativas ya no tenían embarcaciones para la pesca de altura, mientras que el sector privado tenía registrados 23 barcos camaroneros y 18 para la pesca múltiple.

### Los pescadores de la laguna

A la par que los pescadores del mar construían su historia, los de la laguna de Cuyutlán hacían lo propio. Los cuantiosos apoyos económicos que obtuvieron aquéllos no pueden compararse con los que recibieron estos últimos, ya que el tipo de pesca es artesanal y los costos de operación no son los mismos que los de la de altura. Los apoyos brindados a los pescadores de la laguna han sido: créditos para adquirir lanchas, motores y artes de pesca; asesoría para la constitución y el manejo de las cooperativas; apoyo para la construcción del Tapo experimental que se instaló en el lugar conocido como Ventanas, proyecto en el que participaron cuatro cooperativas;<sup>12</sup> participación de las mujeres pescadoras en un programa de capacitación para trabajar en el mar (Alcalá-Moya, 2003b); construcción del canal de Tepalcates, para incremen-

10. Entrevista realizada el 1 de octubre de 2002 a Arturo Aguilar, en Manzanillo, Colima.

11. Entrevista efectuada por el autor el 13 de marzo de 2003 a Manuel Cabrera, ex miembro de la desaparecida cooperativa Independencia, hoy comerciante de pescado en Manzanillo, Colima.

12. Tapo: trampa fija que interrumpe el libre acceso de los organismos por la boca de una laguna costera.

tar el espejo de agua de la laguna y mejorar su circulación.

Las condiciones frágiles del ecosistema lagunar, los problemas de contaminación y las modificaciones que ha sufrido este cuerpo de agua, han incidido en la forma de vida de los pescadores. Las obras de ingeniería realizadas en la laguna son las siguientes: construcción de compuertas para mantener un volumen de agua determinado para la producción de sal; instalación, en 1900, de la vía del ferrocarril sobre un terraplén que atraviesa la laguna y que sólo cuenta con un puente de cinco metros que sirve de comunicación entre los vasos; construcción en 1937 del túnel que une la bahía de Manzanillo con la laguna para mejorar su circulación; la apertura en 1978 del canal de Ventanas para abastecer de agua a la Termoeléctrica; edificación de un terraplén en 1979 cerca del Cerro del Malecón como parte de las obras de la carretera escénica Manzanillo-Cuyutlán, que afecta la libre circulación del agua entre dos vasos de la laguna; construcción de un bordo de cinco metros de ancho para el vertimiento del producto del dragado de la laguna de San Pedrito en la década de los ochenta, que no fue retirado en su totalidad al finalizar las obras y que afecta la hidrodinámica (Núñez-Fernández, 1982). Y finalmente, la última gran obra hidráulica se concluyó en el año 2000 cuando se abrió el mencionado canal de Tepalcates.

Los conflictos sociales se suman a los problemas físicos y bióticos de la laguna, muchos de los cuales tienen su origen en la población de pescadores libres y en los intereses de cada uno de los grupos organizados. Los pescadores libres propician el incremento del esfuerzo pesquero desmedido y algunos realizan una explotación irracional, porque no respetan tallas, vedas, ni usan las artes de pesca autorizadas, actitud que va en detrimento de las especies acuáticas y de los pescadores que dependen exclusivamente de ellas y que están registrados. Los intereses de grupo no han permitido una relación más estrecha entre los pescadores de la laguna, por lo que no han podido hacer un frente común ante los problemas que a todos les conciernen, no se han puesto de acuerdo sobre la delimitación de las zonas de pesca y, por tanto, no respetan los acuerdos que algunos grupos han realizado, como se ve más adelante.

Los problemas que viven los pescadores de la laguna los han llevado a desarrollar estrategias para seguir viviendo de esta actividad o para alternarla con otras. Por ejemplo, la captura del camarón fue la principal pesquería en la laguna, pero actualmente se encuentra en el peor momento de su historia, por ello el esfuerzo se ha concentrado en especies como la lisa,

la jaiba y la mojarra, aun cuando éstas no generan los mismos ingresos que el camarón (Anónimo, 2001).

Si bien los pescadores han experimentado escisiones dentro de sus cooperativas, además de existir conflictos entre ellas por los espacios de captura y por el uso indebido de las artes de pesca, también ha habido momentos en los que han trabajado como grupo. En 1978 se construyó la Termoeléctrica a orillas de la laguna, y su operación aparentemente disminuyó la producción pesquera, ya que, según testimonios de pescadores, absorbe grandes volúmenes de agua para enfriar las turbinas, lo que afecta la profundidad de la laguna y la abundancia de algunas especies, principalmente el camarón, porque succiona gran cantidad de larvas. Ante tal situación los pescadores se unieron para defender sus intereses y en 1998 realizaron un plantón frente al Palacio de Gobierno en Colima con el objetivo de exigir apoyos económicos y soluciones a los problemas que viven, ya que consideran que muchos tienen origen en la operación de la termoeléctrica. Otro acontecimiento que verificó la cohesión de gran parte de los pescadores fue la construcción del Tapo de Ventanas en 1982, ya que se organizaron para construirlo y además se pusieron de acuerdo para usar el mismo espacio de captura.

Aunque los pescadores se unieron en esas dos ocasiones con el propósito de obtener beneficios para todos, los problemas interpersonales terminaron por imponerse: durante el plantón realizado en Colima obtuvieron respuestas de las autoridades para darle seguimiento a sus peticiones y una pequeña cantidad de dinero, que fue el origen de divisiones entre ellos por querer manejarla; en el caso de la construcción del Tapo de Ventanas, que si bien unificó a cuatro cooperativas, pasados cuatro o cinco años en los que se repartieron las ganancias equitativamente, las dificultades y las divisiones surgieron (Ruiz, comunicación personal).<sup>13</sup> No obstante, a pesar de estos problemas algunos pescadores siguen apostando por el trabajo en conjunto y han mantenido la cooperativa que trabaja en el Tapo; así, en el año 2002 un pequeño grupo inició el proyecto de realizar paseos en lancha, tratando de alternar la pesca con los servicios al turismo.

Por otra parte, los pescadores, mantienen diversas estrategias para atenuar el efecto producido por las variaciones en los volúmenes de las capturas así como para regular la intensidad del esfuerzo pesquero. Algunos pescadores del puerto de Manzanillo, por ejemplo, alternan la pesca con el trabajo en algún

13. Candelaria Ruiz-Márquez, dirigente de la cooperativa Jaiba Manzanillera de Manzanillo, Colima.

restaurante que pertenece a su familia o a la cooperativa. Pescadores del mar, como los de la Boquita de Miramar, los de San Pedrito, o los de la laguna de Cuyutlán, ubicados en el Tapo de Ventanas (Fig. 2) han instalado restaurantes para vender pescados y mariscos y así agregarle valor a sus capturas. El pescador sale a pescar en la noche, por ejemplo, y trabaja en el restaurante en el día o entrega el producto a alguien de su familia para que lo prepare; cuando hay mal tiempo y no se puede pescar, alterna la labor de remendar redes o preparar sus artes de pesca con las actividades en el restaurante. Las combinaciones son muy variadas: otros pescadores alternan la pesca con la albañilería, la jardinería, o se emplean por día en diversos trabajos, pero siempre están atentos a las condiciones climáticas o biológicas de las especies en espera de regresar a pescar.

Figura 2

Croquis de los principales lugares de desembarco de los pescadores artesanales de Manzanillo



Estas estrategias están relacionadas con los tiempos que el clima le va marcando para su recuperación y a los cuales éste se adapta: el pescador puede pasar de un trabajo intenso tanto en el agua como en tierra a periodos de “relativa calma”, cuando se dedica al mantenimiento de los implementos de pesca, al desfogar por la presión del trabajo en actividades lúdicas, o a otras actividades, en espera de que vuelvan las buenas capturas o la temporada de pesca. Los pescadores y las comunidades a las que pertenecen están regidos por un tiempo meteorológico: las condiciones ideales para realizar la pesca son aleatorias, no tienen una serie de rutinas semejantes a las de otras actividades económicas y, por tanto, su actividad difícilmente se puede organizar con base en un calendario de

actividades estrictamente rutinarias. Sin importar los adelantos tecnológicos que ayudan a dominar la naturaleza, la vida de los pescadores, ya sea económica o social, está marcada por los eventos climáticos y biológicos de su ecosistema (Gatti, 1986).

En lo que respecta al comercio, los comerciantes y los permisionarios colimenses y de otros estados, hacen posible que los productos de los pescadores lleguen a los mercados. Ellos han creado un corredor comercial en todo el litoral del Pacífico mexicano, para abastecer los mercados locales y evitar la escasez de productos cuando disminuyen las capturas en las distintas regiones del litoral. Aun cuando se les considere acaparadores o explotadores de los pescadores, causantes de los altos precios del pescado, etc., son los comerciantes o permisionarios quienes se han dado a la tarea de constituir una vasta red comercial entre los mercados para mantenerlos abastecidos. Como el gobierno no ha sido capaz de crear los mecanismos para neutralizar la especulación de los comerciantes, y como los pescadores se han adaptado mejor a las relaciones de contubernio que establecen con ellos, se convierten en un “mal necesario” que forma parte del entramado de vínculos sociales que los actores de la actividad pesquera han tejido.

Tanto los pescadores de la laguna como los del mar han desarrollado estrategias que les permiten seguir explotando los recursos acuáticos. Ellos viven y transforman una cultura particular, que si bien es influenciada por factores económicos, ecológicos y políticos, les sirve para sortear las vicisitudes que se les presentan y para tomar las decisiones que los llevan a construir su propia historia.

## Conclusión

La población dedicada a la actividad pesquera en el estado de Colima se ha transformado y adecuado a los diferentes factores que inciden en ella: las condiciones biológicas y meteorológicas (sequías, ciclones o temporadas de lluvias, etc.) del ecosistema y el estado de salud de los recursos pesqueros; la ausencia o presencia de apoyos económicos otorgados por el gobierno en turno; el cambio de las políticas sexenales; un modelo económico que tenía hasta hace unos años la lógica operativa de abastecer a los mercados considerando a los recursos como infinitos y que carecía de reglamentación suficiente; los cambios en la tecnología pesquera; el crecimiento de la población dedicada a la actividad, etcétera.

Es evidente la influencia que han tenido las políticas y los proyectos instrumentados, ya que mientras algunos gobiernos fomentaron una relación paternalista

hacia los pescadores, otros los dejaron “al garete”, y es por ello que actualmente no se vislumbran esquemas de trabajo que apunten hacia mejores condiciones de vida para los pescadores. Por otro lado, ellos trataron de llevar a cabo los proyectos y las políticas gubernamentales, sólo así empezaron a figurar en el panorama político y económico, pero los adecuaron a sus necesidades y a sus condiciones particulares.

Al analizar las políticas sexenales y las estadísticas sobre la actividad pesquera se aprecia la correlación que existe entre ellas, pero sólo constituye una parte de la realidad. El analizar la práctica de la actividad y sus vicisitudes permite acercarse a la realidad cotidiana, a partir de la cual debe desprenderse el diálogo para construir las políticas adecuadas y los proyectos que ayuden a mejorar las condiciones de aquellos que la practican. Los pescadores de Colima han tenido la capacidad de adaptarse tanto a las condiciones del ecosistema como a la diversidad de relaciones que establecen con otros grupos sociales. Las leyes o imposiciones de nuevos modelos de trabajo, la lógica de explotación del sistema de mercado y todo aquello que ha sido impuesto desde fuera del contexto de la comunidad, es respetado y adaptado a las pautas de comportamiento locales. Cualquier medida administrativa será transgredida si no guarda una relación respetuosa con las relaciones “lógicas” entre los pescadores y su ecosistema, así como con las relaciones sociales que las hacen posibles y que ellos conocen y practican cotidianamente. Ello no quiere decir que no puedan promoverse cambios para mejorar las condiciones de los pescadores y de las especie-objetivo, pero hay que tener en cuenta lo que sí funciona y el conocimiento local para tomar decisiones.

El desarrollo de la actividad pesquera no sólo está en función de lo que arrojan los números sobre el volumen de la producción pesquera, el uso de tecnología de punta, la infraestructura o las inversiones. Los apoyos o políticas deben construirse con base en el conocimiento del ecosistema tanto del investigador como del pescador; respetar sus formas de adaptarse al mercado y a la libertad de agruparse según sus afinidades; a mantener relaciones sociales particulares y al uso que le da al usufructo de su trabajo. Se debería capacitar al trabajador del sector pesquero conforme a sus necesidades particulares y no de manera homogénea, manteniendo un diálogo de dos vías y no con imposiciones que atiendan a intereses meramente económicos o políticos. El Estado debe enfocarse en dar las garantías que permitan vivir conforme a las ideas y culturas particulares de cada grupo, y no sólo atender a aquellas que coinciden con los modelos gubernamentales y económicos.

## Referencias bibliográficas

- ALCALÁ-MOYA, M.G. 1999. *Con el agua hasta los aparejos: pescadores y pesquerías en el Soconusco, Chiapas*. CIESAS, Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas-Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo. México. 210p.
- ALCALÁ-MOYA, M.G. 2003a. *Políticas Pesqueras en México (1946-2000)*. El Colegio de México-CICESE, El Colegio de Michoacán, México. 106p.
- ALCALÁ-MOYA, M.G. 2003b. La pesca: ¿actividad de hombres y mujeres? *Estudios del hombre*, 17: 163-183.
- ANÓNIMO. 1994. Nueva Ley de Sociedades Cooperativas. *Diario Oficial de la Federación*, 3 de agosto de 1994. LVI Legislatura-Cámara de Diputados. México. 70p.
- ANÓNIMO. 2001. *Informe de ordenamiento ecológico y territorial subcuenca de la laguna de Cuyullán, Colima*. Consejo de Recursos Minerales, H. Ayuntamiento de Manzanillo del Estado de Colima, UdeC, INP, SEMARNAT-INE. México. 666p.
- ARAMBURU, M. 1942. *La pesca en México*. Secretaría de la Economía Nacional, México. 192p.
- BRETÓN, Y. y E. López-Estrada. 1989. *Ciencias sociales y desarrollo de las pesquerías. Modelos y métodos aplicados al caso de México*. INAH. Colección Divulgación, México. 327p.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1995. La pesca ribereña en el estado de Colima. *Estudios Jaliscienses*, 20: 15-25.
- DEPARTAMENTO DE PESCA. 1980. *Anuario Estadístico de Pesca 1980*. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística, México. 800p.
- DOF. 1994. Ley General de Sociedades Cooperativas. *Diario Oficial de la Federación*, 3 de agosto de 1994. LVI Legislatura-Cámara de Diputados, México. 70p.
- ESPINO-BARR, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México*. Tesis de doctorado. Facultad de Veterinaria y Zootecnia, UdeC, Colima. 83p.
- GATTI, L. 1986. *Los pescadores de México: La vida en un lance*. Cuadernos de la Casa Chata 110. CIESAS, Museo Nacional de Culturas Populares, México. 129p.
- INEGI. 1995. *Anuario Estadístico de Colima*. Instituto Nacional de Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Colima, México. 334p.
- INEGI. 2000. *Anuario Estadístico de Colima*. Instituto Nacional de Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Colima, México. 472p.
- MARTÍNEZ-GUZMÁN, A. 1993. *El sector pesquero mexicano: 1970-1992. Problemas de estructura y de la acción estatal*. Tesina de licenciatura. UAM-Azcapotzalco, México. 95p.
- NÚÑEZ-FERNÁNDEZ, M. 1982. *Estudio ictológico de la laguna de Cuyullán, Colima, México: Características ambientales y poblacionales*. Tesis maestría. CCH, Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y Posgrado, UNAM, México. 239p.
- RODRÍGUEZ, R. 1997. *Eduardo Güereña. Plática con...Roberto Rodríguez*. El Colegio de Jalisco, México. 70p.
- SEMARNAP. 1996. *Anuario Estadístico de Pesca 1995*. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México. 235p.
- SEPECSA. 1985a. *Anuario Estadístico de Pesca 1982*. Secretaría de Pesca. México. 513p.
- SEPECSA. 1985b. *Anuario Estadístico de Pesca 1984*. Secretaría de Pesca. México. 338p.
- SEPECSA. 1992. *Anuario Estadístico de Pesca 1990*. Secretaría de Pesca, México. 127p.
- SIERRA, C. y J. Sierra. 1977. *Reseña histórica de la Pesca en México (1821-1977)*. Departamento de Pesca, sic, México. 95p.

# Impacto económico de la flota prestadora de servicios de pesca deportiva y aspectos relacionados en su manejo en Manzanillo, Colima, durante 1998

Juan Carlos Chávez Comparán\*  
Roberto Enríquez Andrade\*\*  
Lázaro Aquino Sosa\*

## Resumen

La pesca deportiva de las especies de pico y el dorado es importante en la economía de Manzanillo. Con el objetivo de conocer su rentabilidad económica, su efecto en la economía estatal y algunos aspectos relacionados con el manejo de estos recursos, se aplicó una encuesta dirigida a los prestadores de servicios que rentan embarcaciones, que incluía las características de las lanchas y el viaje de pesca; los costos y beneficios, así como la percepción de un programa de captura y liberación de picudos y de la problemática de la actividad. La flota estaba compuesta por 29 embarcaciones. El precio promedio de un viaje de cinco horas en temporada baja fue de \$1 455.00 y en temporada alta de \$2 000.00. El beneficio bruto anual de la flota fue de \$8 296 800.00; el costo de operación de \$2 371 894.00 y el beneficio neto de \$5 924 906.00. Los pescadores deportivos generaron un ingreso directo e inducido de \$11 947 392. Cuando se incluyeron los gastos colaterales a la pesca, realizados por los pescadores durante su estancia, el monto total fue de \$32 890 060.00, por lo que el impacto total en la economía de Colima fue de \$47 361 686.00. De los encuestados, 96.6% apoyó un programa de captura y liberación, y la totalidad manifestó que el principal problema de la actividad era la captura incidental e ilegal.

**Palabras clave:** Pesca deportiva, impacto económico, programa de captura y liberación, Colima, México.

## Introducción

La pesca recreativa o deportiva es aquella que se realiza con fines no comerciales y sólo como un medio de distracción y ejercicio físico (SEPESCA, 1991). En México es una de las actividades de esparcimiento que mayores atractivos naturales ofrece ya que nuestro país cuenta con una amplia variedad de especies en sus más de 10 000 kilómetros de litorales, cientos de lagos, ríos y embalses. Asimismo es una actividad que beneficia la economía nacional, debido a las divisas aportadas por quienes la practican, tanto extranjeros como nacionales, y que para 1989 se calcularon en 575 millones de dólares (SEPESCA, 1991). Un estudio de 1991 menciona que 44 678 pescadores deportivos estadounidenses pescaron en las aguas de la península de Baja California 820 000 organismos, con un costo estimado de \$79 millones de dólares (Thompson y Gómez, 1992).

Además de los gastos directos realizados por los pescadores deportivos hay repercusiones y efectos, tanto directos como inducidos. Al comprar bienes y servicios, el dinero se transfiere a los operarios de las embarcaciones y algún otro proveedor local de servicios, que a su vez hace compras para proporcionar el bien o servicio que los pescadores solicitan (Ditton *et al.*, 1996). Si se extiende más la cadena, los proveedores de la industria turística local también deben hacer gastos para satisfacer sus necesidades y demandas. Por otro lado, se consideran efectos inducidos en la economía, la compra de bienes y servicios que se producen con el dinero generado de salarios de personas, directa e indirectamente relacionadas con la pesca por medio de sus negocios (Rockland, 1989). El gasto y su derrama económica continúan hasta que el dinero deja la economía estatal, al hacerse compras de bienes o servicios fuera de ese ámbito.

Todo ello representa un beneficio para la economía mexicana y ha permitido que la industria de la pesca deportiva sea una de las más valiosas dentro del

\* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Correo electrónico: jchavez@u.col.mx

\*\* Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

sector pesquero (SEPESCA, 1991); a la vez que implica un importante efecto multiplicador en tres secciones de la economía: la turística, por servicios de hotelería, restaurantes, agencias de viajes y transporte; la pesquera por medio de la flota prestadora de servicios, el abasto de insumos e instalaciones portuarias; y la industrial por la fabricación de embarcaciones, equipos y accesorios, la taxidermia y en general la industria conexas.

El crecimiento de la pesca deportiva en México está ligado al desarrollo pesquero y turístico del país. En el Anexo 1 se presenta una sinopsis sobre la evolución de la pesca en México, donde se hace espacial hincapié en las especies reservadas a la pesca deportiva (Tabla 1), como los peces de pico o "picudos". En el caso particular de Manzanillo, la pesca deportivo-recreativa es uno de los atractivos más importantes para el turista que llega a esta ciudad que goza de fama internacional, debido a que en sus aguas se ha capturado el mayor número de ejemplares de pez vela en el menor tiempo, por lo que ha recibido el título de *Capital Mundial del Pez Vela* (INEGI, 1992).

Tabla 1  
Especies de peces reservadas a la pesca deportiva que se capturan en Manzanillo, Colima

<i>Nombre común</i>	<i>Nombre científico</i>
Marlin azul	<i>Makaira nigricans</i>
Marlin negro	<i>Makaira indica</i>
Pez vela	<i>Istiophorus platypterus</i>
Pez gallo	<i>Nematistius pectoralis</i>
Pez dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>

El uso sustentable de un recurso biológico debe resolver, entre otras cosas, el problema de asignación entre los diferentes actores interesados en su aprovechamiento. En la actual legislación nacional en materia de pesca deportiva, cuya evolución se muestra en el Anexo 1, se reserva una serie de especies para la pesca deportiva, dentro de las 50 mn a partir de la línea de costa, tales como los picudos, el dorado, el gallo y el sábalo (DOF, 1995). Sin embargo, esta actividad representa un problema para la pesca comercial porque durante la captura de tiburón con palangres también se obtiene un volumen considerable de picudos, lo que viola la normatividad oficial (Fundación para la Conservación de los Picudos, 2001).

El presente trabajo tiene como fin proporcionar información que permita conocer la importancia económica de la pesca deportiva y la manera en que beneficia a la economía regional así como la percepción que tienen los operadores de servicios de un programa

de captura y liberación, y acerca de la problemática de la pesquería.

## Métodos y materiales

La información económica de la flota prestadora de servicios de pesca deportiva se obtuvo mediante la aplicación de una encuesta a la totalidad de prestadores de servicios de renta de embarcaciones de pesca deportiva que incluía las siguientes preguntas:

- El número total de viajes que realiza cada una de las embarcaciones de pesca deportiva que operan en Manzanillo, tanto en la temporada de menor demanda o *baja* (mayo a octubre), como en la temporada de mayor actividad o *alta* (noviembre-abril).
- El precio por estos servicios de embarcación, por hora y viaje de pesca, en las dos temporadas, así como la duración promedio.
- Las características físicas de las embarcaciones, la antigüedad y los costos de mantenimiento promedio por unidad, incluyendo casco y motor.
- Se estimó el número promedio de pescadores deportivos por viaje.
- Se estimó el porcentaje de pescadores que practican la captura y liberación de organismos, la disposición de los prestadores de servicios de pesca deportiva para aceptar un programa de captura y liberación, así como su percepción sobre la obligatoriedad de dicho programa.
- La percepción que los prestadores de servicios de pesca deportiva tienen acerca de la problemática que enfrenta este sector en Manzanillo.
- Los costos de insumos necesarios durante un viaje de pesca por embarcación (alimentos, combustible, agua, hielo y carnada).
- Los costos fiscales y administrativos que realizan las embarcaciones para prestar el servicio durante un año.

A partir de esa información se estimaron los costos totales para un año de operación, de una embarcación y de toda la flota prestadora de servicios turísticos de pesca deportiva; también, se calculó la utilidad bruta, así como los beneficios netos individuales y de la flota en conjunto. Por último, se determinó el efecto económico (directo, indirecto e inducido) que tiene esta actividad con base en la información del INEGI (1997), que incluye el gasto y los días promedio de estancia por turista en el estado de Colima. Se utilizó un multiplicador económico (1.44) empleado por Gillis y Ditton (1998) para la pesca deportiva en el estado de Guerrero, que permite estimar el impacto

económico de cada peso gastado por los pescadores no residentes, asumiendo que las condiciones geográficas son relativamente similares a las del estado de Colima y que el mismo multiplicador ha sido utilizado en el estado de Baja California Sur con el mismo propósito.

## Resultados

### *Características de los prestadores de servicios y de la flota de pesca deportiva*

Los prestadores de servicios para la práctica de la pesca deportiva estaban agrupados en organizaciones:

- Sociedad Cooperativa de Prestadores de Servicios Turísticos de Manzanillo, SCL.
- Sociedad Cooperativa de Prestadores de Servicios Turísticos Playa de Santiago SCL.
- Prestadores de Servicios Turísticos Independientes.

La primera flota estaba conformada por 14 embarcaciones; la segunda contaba con tres y los prestadores de servicios turísticos independientes con 12 lanchas, de las cuales cinco pertenecían a prestadores de servicios de origen extranjero. Por lo que en 1998 había un total de 29 embarcaciones dedicadas a esta actividad (Tabla 2).

El número promedio de pescadores deportivos a bordo de cada embarcación por viaje era de 5.7 ( $\pm 1.1$ ), con un mínimo de cuatro y un máximo de ocho personas. Por lo general, dos tripulantes operan una embarcación, lo que representa un número total de 60 empleos directos y se puede estimar que otras 60 personas le dan mantenimiento a la flota y ofrecen otros servicios a dicha actividad. En promedio,

los pescadores deportivos capturaron tres ejemplares por viaje, considerando un intervalo de un pescado como mínimo y nueve como máximo. La solicitud del servicio de pesca deportiva permite delinear con claridad la existencia de dos temporadas: la *baja*, cuando la demanda es menor y que comprende de mayo a octubre y la *alta* de noviembre a abril. El promedio de viajes por semana por embarcación en la temporada baja era de 1.6, y en la alta de 4.4 viajes.

El servicio que se ofrece en la renta de una embarcación se cotiza en horas (por lo general), siendo cinco horas el tiempo promedio calculado por 100% de los prestadores de este servicio. La distancia media recorrida durante un viaje era de 24 mn, considerando una distancia mínima de ocho y una máxima de 40 mn. La antigüedad promedio de la flota de embarcaciones era de 18 años, con un mínimo de un año y un máximo de cuarenta.

### *Costos y beneficios*

El precio promedio por hora de servicio de pesca deportiva era de \$291.00 durante la temporada baja, con un mínimo de \$200.00 y un máximo de \$800.00. En la temporada alta ascendía, en promedio, a \$400.00 pesos la hora, tomando en consideración un precio mínimo de \$200.00 y un máximo de \$1 700.00 (Tabla 3).

El costo promedio del mantenimiento de una embarcación dedicada a este servicio era de \$16 931.00 por año con un margen de \$5 000.00 como mínimo y un máximo de \$50 000.00. El cuidado básico de una embarcación comprende la limpieza del casco, pintura y reparaciones menores de fibra de vidrio. El mantenimiento del motor representaba un costo promedio de \$6 606.00 por año, considerando un mínimo de \$2 000.00 y un máximo de \$16 000.00. En cuanto a los

Tabla 2

Características de las embarcaciones que prestaban el servicio de pesca deportiva en Manzanillo, Colima (1998)

	<i>Eslora (pies)</i>	<i>Eslora (m)</i>	<i>Manga (pies)</i>	<i>Manga (m)</i>	<i>Antigüedad (años)</i>	<i>Potencia (hp)</i>
Promedio	33.45	10.20	10.03	3.06	18	191
Máximo	46.00	14.02	19.00	5.79	40	453
Mínimo	26.00	7.92	6.00	1.83	1	80
Desviación estándar	4.77	1.45	2.87	0.88	9	105

Tabla 3

Precio promedio del servicio de pesca deportiva en Manzanillo, Colima (1998)

<i>Temporada</i>	<i>Precio promedio por hora (pesos)</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Horas</i>	<i>Precio por viaje (pesos)</i>
Baja	291.00	137	5	1 455.00
Alta	400.00	283	5	2 000.00

costos fijos anuales (que incluyen pagos fiscales y gastos administrativos) la suma era de \$9 173.00, en promedio. Por último, el beneficio bruto promedio anual por embarcación obtenido a partir del precio por viaje multiplicado por el número de viajes realizados, tanto en temporada baja como alta, era de \$286 096.00. Los costos promedio, tanto fijos como variables, de una embarcación eran de \$81 789.00, por lo que el beneficio neto promedio anual por embarcación era de \$204 307.00. Por otro lado, dado que la flota obtuvo un beneficio bruto anual de \$8 296 800.00 y su costo total anual flota fue estimado en \$2 371 894.00, el beneficio neto fue de \$5 924 906.00.

#### *Rentabilidad de la flota de pesca deportiva de Manzanillo*

Para obtener este dato se consideraron diversos factores, como el precio promedio de un viaje de pesca deportiva en temporada baja, que era de \$1 455 pesos, y en temporada alta de \$2 000 pesos. El costo promedio de operación de una embarcación (combustibles y otros insumos, por cinco horas de viaje), estimado en \$327 pesos, mientras que el costo promedio total del mantenimiento (casco más los motores) en \$23 537.00. Por último, los costos promedios anuales fiscales y administrativos por embarcación que ascendieron a \$9 173.00, incluido el pago de los derechos de la unidad, derechos de pesca y otros.

A partir de estos datos, el beneficio bruto anual del total de la flota fue estimado en \$8 296 800.00, si se descuentan los costos de operación y de mantenimiento, los prestadores de servicios de la renta de embarcaciones obtuvieron un beneficio neto anual de \$5 924 906.00. El beneficio neto promedio anual por embarcación fue de \$204 307.00, considerando un mínimo de \$35 107.00 y un máximo de \$881 206.00. De esta manera se considera que la renta de embarcaciones para la pesca deportiva en Manzanillo era un negocio con rentabilidad económica.

#### *Impacto económico de la pesca deportiva*

Como ya se mencionó, los efectos económicos asociados al uso recreativo del recurso de picudos en

la economía de Manzanillo, se calcularon con base en el multiplicador económico de 1.44 empleado por Gillis y Ditton (1998), de lo cual resulta que los \$8 296 800.00 obtenidos de los gastos relacionados con la pesca deportiva, tuvieron un impacto de \$11 947 392.00 en la economía del estado.

Si se toma en cuenta el número de viajes por semana que realiza cada embarcación (temporadas alta y baja), se puede estimar que la flota realizó en total 4 176 viajes al año. El número promedio de pescadores deportivos en cada viaje se calculó en 5.7 personas, lo que da un aproximado de 23 803 para en 1998 en Manzanillo (esta cifra no incluye a los pescadores deportivos que realizaron dicha actividad en embarcaciones propias).

De acuerdo con el INEGI (1997), el gasto promedio por turista en Manzanillo era de \$287.00 pesos por día (incluyendo el pago de hospedaje y otros rubros, no relativos a la pesca deportiva), con un promedio de estancia de 3.6 días. Si se supone que 23 803 pescadores deportivos visitaron Manzanillo en 1998, esto da un gasto total por día de \$6 831 461.00. Si cada pescador deportivo foráneo permanecía en Manzanillo un promedio de 3.6 días, el gasto total no relativo a la pesca deportiva estimado era de \$24 593 260.00, con un impacto económico de \$35 414 294.00 pesos. Cuando se incluyen los gastos por pesca deportiva (\$8 296 800.00), se obtiene un total de \$32 890 060.00 pesos, cifra que representa un impacto económico directo e inducido de \$47 361 686.00 pesos en la economía del estado (Tabla 4).

La cifra total que aquí se presenta, relativa al impacto económico total generado, tanto por los gastos derivados de la pesca deportiva, como por los no relacionados, no incluye el valor que los pescadores deportivos le dan a la experiencia de la pesca, más allá de lo que los clientes pagan (excedente del consumidor). En 1997 el gasto realizado por los turistas que visitaron el estado de Colima fue de aproximadamente \$1 224 507 300.00 pesos (INEGI, 1997), lo que correspondió a 2.68%, si se toma en cuenta sólo el gasto estimado en este estudio. Esta cifra tiene relevancia si se considera que de los 718 792 turistas que visitaron Manzanillo ese año, sólo alrededor de

Tabla 4  
Impacto económico de la pesca deportiva en Manzanillo, Colima

<i>Concepto</i>	<i>Directo (pesos)</i>	<i>Indirecto e inducido (pesos)</i>
Gastos generados por la pesca deportiva	8 296 800.00	11 947 392.00
Gastos no relativos a la pesca deportiva	24 593 260.00	35 414 294.00
<i>Total</i>	<i>32 890 060.00</i>	<i>47 361 686.00</i>

23 803 requirieron los servicios de pesca deportiva, lo que corresponde a 3.31% de los visitantes.

#### *Captura y liberación de organismos*

El porcentaje de pescadores deportivos que practicaba la captura y liberación de peces, era de 39%. En cuanto a la percepción por parte de los prestadores de servicios acerca de promover un programa de este tipo con relación a los picudos y especies afines, se puede afirmar que era positiva en lo general, ya que 96.6% estuvo de acuerdo. Sobre la obligatoriedad de la instrumentación de dicho programa, 55.2% contestó que debería ser voluntario y 41.4%, que debería ser obligatorio.

#### *Problemática de la pesca deportiva*

Se consultó a los prestadores de este servicio acerca de su percepción sobre el principal problema que enfrenta la pesca deportiva. De los entrevistados, 90% consideró que el único inconveniente eran los pescadores comerciales que utilizan el palangre ya que, según ellos, depredan a las especies reservadas a la pesca deportiva. Con relación a esta problemática, 96.6% de los prestadores de servicios se manifestó en contra de la pesca comercial de picudos y únicamente 3.4% estuvo a favor. Con relación a la ley que regula esta actividad, la totalidad de los encuestados estuvo de acuerdo con lo establecido en la NOM-017-PESC-1994.

### **Discusión**

Desde la década de los años cuarenta se inició en Manzanillo el negocio de renta de embarcaciones para la pesca deportiva debido a que, por su situación geográfica, hay gran cantidad de recursos pesqueros que es posible aprovechar con este propósito, tales como el marlin, el dorado y, en especial, el pez vela.

La prestación de servicios de pesca deportiva ha coadyuvado a la generación de empleos, con una cifra que en 1998 ascendía a aproximadamente 60 empleos directos y 60 indirectos. Asimismo, esta actividad favorece la captación de ingresos foráneos en favor de la economía local y regional por medio de los servicios de hotelería, restaurantes, agencias de viajes, promotores y transportación. Existe también una gama de actividades de comercio, constituida por la renta de bienes y la prestación de servicios diversos demandados tanto por los pescadores que rentan, como por los que visitan Manzanillo con sus propias

embarcaciones, que da lugar a una importante derrama económica directa en la localidad.

Sin embargo, todos los beneficios económicos asociados a la pesca deportiva de picudos se verían en riesgo si se presenta una reducción, tanto en la abundancia como en la captura por unidad de esfuerzo. Por el contrario, dichos beneficios podrían incrementarse si las políticas se encaminaran a la promoción de una alta calidad en la pesca deportiva (Ditton *et al.*, 1996).

El Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Manzanillo ha realizado una serie de estudios sobre el recurso destinado a la pesca deportiva, en los que se menciona que la población del pez vela está en “equilibrio” y que, por tanto, de acuerdo con el volumen de aprovechamiento, el recurso está subutilizado (Macías-Zamora, 1992; Macías-Zamora *et al.*, 2005). Esta afirmación ha propiciado que se incremente la solicitud de permisos para la pesca comercial de este recurso, así como una lucha constante entre la pesca deportiva y la comercial. Empero, los prestadores de servicio de pesca deportiva, pescadores deportivos individuales y el Club Deportivo de Pesca Manzanillo AC, argumentan que observan una merma considerable de las poblaciones de picudos porque el tiempo requerido para capturar un picudo va en aumento; por ello se oponen categóricamente a una modificación de la Ley Federal de Pesca que permita la explotación de estos recursos por la pesca comercial.

#### *Percepción de un programa de captura y liberación de picudos*

La sociedad mexicana cada vez tiene más conciencia de la necesidad de conservar la biodiversidad. De tal manera que cada vez es menos aceptable, desde el punto de vista moral y ético, para algunos sectores de la sociedad, el matar animales silvestres. En el caso de los picudos y otros peces reservados a la pesca deportiva, los pescadores deportivos promueven prácticas de conservación, como es la captura y liberación de los peces. En este sentido, en el ámbito internacional existen organismos como The Billfish Foundation, con sede en Estados Unidos, que impulsa este tipo de programas (Ditton *et al.*, 1996).

El resultado de la encuesta realizada mostró que 96.6% de los prestadores de servicios de pesca deportiva apoya la aplicación de un programa de captura y liberación. No obstante, 55.2% cree que debe ser de carácter voluntario y no obligatorio, ya que algunos clientes desean quedarse con los ejemplares. Los prestadores están de acuerdo en que si el programa fuera obligatorio, debería contemplarse la posibili-

dad de poder conservar uno o dos organismos, como máximo, de las especies reservadas a la pesca deportiva. En contraste, en la costa Este de Estados Unidos los prestadores de servicios turísticos consideran como inaceptable la práctica de capturar ejemplares y quedarse con ellos (Holland *et al.*, 1998).

Esta toma de conciencia es un paso importante en lo que al aprovechamiento y la conservación de los recursos pesqueros se refiere, porque sugiere que ha cambiado el enfoque tradicional de la pesca deportiva, de capturar y retener a los ejemplares ocasionando su consiguiente mortalidad. Es así, que se debería canalizar hacia la promoción de un desarrollo sustentable de los recursos. Para materializar esta idea es necesario que las autoridades municipales, estatales y federales se coordinen con todos los sectores involucrados para establecer un programa de captura y liberación de las especies destinadas a la pesca deportiva que otorgase incentivos, como certificados o reconocimientos (diplomas), como medios de motivación para quienes practican esta actividad. Ya se ha visto que este tipo de programas es muy bien recibido y puesto en práctica por los pescadores deportivos en Estados Unidos (Holland *et al.*, 1998; Glass *et al.*, 1995), además de que se puede aprovechar para establecer un sistema de marcado para los picudos que facilite el acopio de datos para el estudio biológico de los recursos. La importancia de este último punto radica en que representaría un incremento en el beneficio social en el área de estudio, paralelo a la oportunidad de pescar picudos en ese lugar.

Los resultados de esta investigación dan una idea de las condiciones de esta actividad en el ámbito económico durante el año 1998 (la paridad peso-dólar en el 1998 era \$10 pesos por dólar; en el año 2006 llegó a \$12.00 por dólar), que siguen siendo válidas para 2006. Es decir, no se ha incrementado de manera importante el número de prestadores de servicios turísticos en la pesca deportiva y, si bien la inflación (que en México es un factor importante) ha afectado el precio de los insumos básicos de esta actividad, sobre todo de los combustibles, el costo de estos servicios también ha aumentado en la misma proporción. La problemática percibida en 1998 y la presente en 2006 son muy similares, ya que el encono entre pescadores deportivos y pescadores comerciales persiste y aún no se ha modificado la reglamentación oficial en esta materia.

## Conclusiones

Los actores beneficiados con la prestación de servicios de renta de embarcaciones para la pesca deportiva son las 29 personas que ofertan sus embarcaciones

a los usuarios nacionales e internacionales que visitaron Manzanillo durante 1998 (aproximadamente 23 803 pescadores deportivos). La percepción que tienen estos prestadores de servicios con respecto a establecer un programa de captura y liberación de las especies reservadas a la pesca deportiva fue positiva, ya que 96.6 % de ellos estuvo de acuerdo en apoyarlo. Sin embargo, 55.1% opinó que, de existir, debería tener la calidad de voluntario. Es primordial que las autoridades en conjunto con los sectores involucrados en el desarrollo de la pesca deportiva lleven a cabo un programa de esta naturaleza con el fin de motivar la participación de la sociedad en la conservación de las especies, además de que puede ser aprovechado para ampliar los estudios biológicos de las especies con un programa paralelo de marcado-recaptura.

La problemática principal que enfrenta la pesca deportiva, según la opinión de los prestadores de servicios de renta de embarcaciones, es la pesca comercial de picudos y especies afines por lo que es necesario que autoridades competentes tomen cartas en el asunto para la solución de este problema social y económico.

El costo promedio del mantenimiento de una embarcación en Manzanillo (incluye limpieza, pintura del casco, reparaciones menores de fibra de vidrio y el mantenimiento del motor) fue de \$23 537.00 por año. Estas embarcaciones tenían una antigüedad media de 18 años de servicio. El pago promedio de impuestos de una embarcación para la prestación del servicio fue de \$9 176.00 pesos, incluyendo pagos fiscales y gastos administrativos. El costo total anual de operación de la flota prestadora de servicios de pesca deportiva fue estimado en \$ 2 371 894.00.

La actividad de la prestación del servicio en la renta de embarcaciones para la pesca deportiva en el puerto de Manzanillo, fue redituable, ya que en 1998 alcanzó un beneficio bruto anual de \$8 296 800.00 pesos que, a su vez, tuvo un efecto económico directo e inducido en la economía de Manzanillo de \$11 947 392.00. Descontando los costos de operación, mantenimiento y fiscales, redunda en un beneficio neto anual total de \$5 924 906.00. Esta actividad genera aproximadamente 60 empleos directos a personas que operan las embarcaciones y alrededor de otros 60 empleos indirectos de las personas que proporcionan el mantenimiento a las embarcaciones y se dedican a la construcción de otras con este mismo fin.

## Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) su apoyo financiero a este estudio me-

diante al proyecto denominado Valoración Económica de la Pesca Recreativa del Pez Vela (*Istiophorus platypterus*) en Manzanillo, Colima, con clave 3742P-s.

## Referencias bibliográficas

- DITTON, R.B., S.R. Grimes y L.D. Finkelstein. 1996. *A social and economic study of the recreational billfish fishery in the Southern Baja Region of Mexico*. Report for The Billfish Foundation, Ft. Lauderdale Fl. 47p.
- DOF. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994. Para regular las actividades de pesca deportivo recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*, 9 de mayo de 1995.
- FUNDACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS PICUDOS. 2001. *Informe sobre las artes de pesca altamente destructivas, palangres (o cimbras), redes de agallar y agregadotes (EADS) en el Pacífico Mexicano*. Fundación para la Conservación de los Picudos AC. Documento dirigido a la H. Cámara de Diputados de la LVIII Legislatura. 15p.
- GILLIS, K.S. y R.B. Ditton. 1998. Comparing tournament and non-tournament recreational billfish anglers to examine the efficacy of hosting competitive billfish angling events in Southern Baja, Mexico. *Festival Management and Event Tourism*, 5: 147-158.
- GLASS, R.J., T.A. More y R. Zwick. 1995. Public acceptance for hunting, fishing and trapping in Vermont. *Northeast Wildlife*, 52: 77-92.
- HOLLAND, S.M., R.B. Ditton y R.A. Graefe. 1998. An ecotourism perspective on billfish fisheries. *Journal of Sustainable Tourism*, 6: 1-20.
- INEGI. 1992. *Guía turística de Manzanillo, Colima*. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática, México. 74p.
- INEGI. 1997. *Anuario estadístico del estado de Colima*. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática, México. 446p.
- MACÍAS-ZAMORA, R. 1992. *Relaciones entre la pesca deportiva y comercial del pez vela (Istiophorus platypterus) en el Pacífico Mexicano*. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz. 71p.
- MACÍAS-ZAMORA, R., A.L. Vidaurri-Sotelo y A. Olivos-Ortiz. 2005. El Niño effects on sport fishing in the Mexican Pacific Ocean between 1954 and 2001. *Journal of Biological Sciences*, 5(5): 584-589.
- ROCKLAND, D.B. 1989. Socio-economic information needs. En: R.H. Stroud (ed.). *Planning the future of billfishes. Part 1: Fishery and stock synopses, data needs and management*. Marine Recreational Fisheries 13. Proceedings of the Second International Billfish Symposium, Kailua-Kona, HI. National Coalition for Marine Conservation, Savannah, Georgia. 361p.
- SEPESCA. 1991. *Fomento y modernización de la pesca deportiva-recreativa*. Secretaría de Pesca, México. 63p.
- SOSA-NISHIZAKI, O. 1998. Revisión histórica del manejo de los picudos en el Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*, 24(1): 95-111.
- THOMSON, C.J. y S.I. Gómez. 1992. Results of the Mexican sportfish economic survey. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-173, EU. 278p.

## Anexo 1

### Sinopsis de la evolución de la pesca deportiva en México. Desarrollo y manejo de la pesquería de picudos en el Pacífico mexicano

Año	Acontecimiento sobresaliente
1900	Inicia el desarrollo de la Industria de la Pesca Deportiva.
1935	México decidió especificar el límite de sus aguas territoriales a las nueve millas marinas por conducto de la nueva Ley de Bienes Inmuebles de la Nación.
1936	Con la terminación de la extensión del ferrocarril desde la frontera de México con Estados Unidos, se permitió el fácil acceso de los pescadores deportivos de California y esta nueva industria comenzó a desarrollarse en México.
1937	El Departamento Forestal de Caza y Pesca estableció por primera vez un sistema de permisos para la pesca deportiva.
1950	Lugares famosos para el turismo como Acapulco, La Paz, Mazatlán, Cabo San Lucas, Puerto Vallarta, Manzanillo y Zihuatanejo empezaron a desarrollarse contando con la pesca de picudos como una de sus atracciones.
1960	Inicio de la pesca comercial de picudos en aguas mexicanas.
1963	La pesquería atunera palangrera japonesa que llegó a aguas mexicanas, encontró altas concentraciones de pez vela en el Golfo de Tehuantepec y pez espada, pez vela, marlin rayado, negro y azul frente a la península de Baja California. Los pescadores deportivos comenzaron a ser antagonistas de los pescadores comerciales.
1969	México extendió su mar territorial hasta el límite de las 12 millas náuticas con la modificación de las leyes de Bienes Nacionales, salvaguardando los acuerdos pesqueros con Estados Unidos y Japón, los cuales continuaban vigentes.
1972	Los esfuerzos de cabildeo de la industria de la pesca deportiva tuvieron éxito y dentro de la nueva Ley de Pesca se designó a los marlines, pez vela, sábalo, pez gallo y dorado como especies reservadas para la pesca deportiva. El acuerdo con Japón se finiquitó ya que la gran mayoría de sus actividades pesqueras tenía como objetivo la pesca de marlines y vela en aguas territoriales mexicanas.
1976	México decidió incorporar en su Legislación Constitucional la definición de una zona económica de 200 millas náuticas al modificar el Artículo 27, para ejercer su soberanía dentro de su Zona Económica Exclusiva (ZEE). La explotación comercial de los recursos pesqueros sólo podría ser realizada por compañías mexicanas. El gobierno mexicano permitió la creación de compañías de co-inversión. Se crearon diez compañías con intereses mexicanos y japoneses o de Taiwán para realizar pesca exploratoria con palangres dentro de la ZEE.
1980	Los primeros permisos para la pesca exploratoria de atún y tiburón fueron autorizados previendo una captura incidental de picudos. Los permisos permitían pescar dentro de la ZEE pero fuera del perímetro de 30 millas náuticas.

<i>Año</i>	<i>Acontecimiento sobresaliente</i>
1981	Se lanzaron 2.8 millones de anzuelos en la ZEE que produjeron una captura de picudos de 53 826 individuos.
1983	Debido a la influencia del cabildeo por parte de la pesquería deportiva se estableció una zona reservada para la pesca deportiva, desde la línea de costa hasta las 50 millas náuticas (modificación de la Ley de Pesca de 1976).
1984	Como resultado de los diversos incumplimientos por parte de los permisionarios de pesca comercial, se publicó una modificación más clara del Artículo, que definía la pesca deportiva como aquella para recreación solamente, sin ningún beneficio económico. Se reforzó el concepto de especies reservadas para la pesca deportiva que incluían en esta ocasión al pez espada. Para la pesca comercial esta modificación permitía una captura incidental de especies reservadas a la pesca deportiva, si bien se establecía que sólo podían ser vendidas a revendedores de productos pesqueros oficiales. Se prohibía la utilización de redes agalleras con longitud mayor a los dos kilómetros y de palangres dentro de la zona reservada para la pesca deportiva; por esta última medida, el Golfo de California fue esencialmente cerrado a las actividades con dichas artes de pesca.
1984-85	No se extendieron permisos de pesca para operar dentro de la ZEE mexicana y ningún palangrero de las compañías de co-inversión pescó en ese periodo debido a las presiones políticas para parar la pesca de picudos por medio de palangres a lo largo de la costa del Pacífico.
1986	Se estableció que las especies reservadas para la pesca deportiva podían ser capturadas fuera de las 50 millas sólo por embarcaciones comerciales mexicanas (artículo 40). Se permitió una nueva pesquería doméstica exclusiva de picudos.
1987	Se publica un acuerdo para la pesca de picudos dentro de la ZEE mexicana del Pacífico. Se mantiene como zona reservada hasta 50 millas náuticas. El acuerdo establece como zonas de protección de picudos (y en donde la pesca comercial también fue prohibida) las siguientes: 1) Golfo de Tehuantepec; 2) Sur de la Península de Baja California determinados con base en la vulnerabilidad de zonas y áreas de reproducción de picudos; 3) La pesca comercial de velas y marlines podía realizarse con palangres con un máximo de 2 000 anzuelos por lance y la del pez espada por redes agalleras.
1988	La pesquería palangrera doméstica lanzó un total de 6.7 millones de anzuelos, lo que produjo una captura de 71 85 individuos, los valores más altos de esfuerzo y captura del periodo 1980-1989.
1990-1998	Se intensifica el conflicto entre pescadores deportivos y los comerciales. A finales de 1998 se publicó una nueva Ley Federal de Pesca que seguía considerando la zona de 50 millas náuticas reservada a la pesca deportiva a lo largo de la línea de costa y con las especies reservadas para la pesca deportiva.
1990	SEPESCA canceló todos los permisos de palangre dedicados exclusivamente a la pesca de picudos. Existen aún permisos de pesca de tiburón y atún con palangres con los que se capturan incidentalmente picudos (principalmente velas). Sólo la pesca comercial con redes agalleras para el pez espada continúa permitida en el Pacífico mexicano.
1991	SEPESCA da a conocer su Plan de Fomento y Modernización de la Pesca Deportiva-Recreativa, con el objetivo de “incrementar el desarrollo de esta pesquería y consolidar su infraestructura”. Se publica un acuerdo para la regulación de la pesca deportiva donde se establece que cada pescador deportivo requiere un permiso que determina los límites de captura siendo el máximo un marlin, pez vela o pez espada por día.
1992	Dentro de la nueva Ley de Pesca, y su reglamento, se dedica un capítulo completo (Capítulo VIII) a la pesca deportiva-recreativa. La pesca deportiva alcanzó su actual nivel de reconocimiento como una actividad pesquera importante después de casi 60 años de desarrollo.
1995	Aparece una nueva figura legal, la Norma Oficial Mexicana (NOM), para la regulación de la pesquería deportiva-recreativa, la cual derogaba el acuerdo de regulación de 1991. NOM-PESC-1993. Dentro de la Norma no hubo ningún cambio de regulación para la pesca de picudos respecto a lo establecido en 1991.

Fuente: modificado de Sosa-Nishizaki (1998)

# La Pesca Ribereña: Descripción, problemática y alternativas para su manejo

Alfredo González Becerril  
Elaine Espino Barr\*\*  
Arturo Ruiz Luna\*\*\*  
Mirna Cruz Romero\*\*

## Resumen

Se realizó una investigación de la bibliografía publicada entre 1992 y 2003 sobre tres aspectos de las pesquerías ribereñas, como su evaluación, su ordenamiento y su manejo, para valorar su importancia y describir la problemática, las características, la economía, las estrategias de manejo y los aspectos tecnológicos. Los objetivos del análisis fueron resumir los conocimientos acerca del manejo pesquero y estructurar un marco conceptual teórico de referencia. Se analizaron distintos enfoques de uso, estudio y manejo de la pesca ribereña alrededor del mundo; se acotaron la discusión y las conclusiones a la pesca artesanal en Latinoamérica y de manera particular, para México.

**Palabras clave:** Pesca ribereña, aspectos biológico-pesqueros, aspectos socioeconómicos, pesquería, aspectos tecnológicos, planes de manejo.

## Introducción

La actividad de pesca que se realiza en las inmediaciones de la zona costera o en las riberas de los cuerpos de agua continentales, se ha denominado tradicionalmente como pesca ribereña, artesanal o de pequeña escala. Sin embargo, aunque se reconoce su importancia, no está definida en la legislación pes-

quera nacional y, por tanto, se integra marginalmente a los programas de desarrollo. Es común que esta actividad se asocie a sistemas extractivos escasamente tecnificados y de bajo impacto ambiental, aunque dadas las condiciones en las que operan algunas flotas de este sector (uso de venenos y explosivos), estas características son discutibles.

El análisis de la pesca artesanal requiere integrar el estudio de los aspectos biológicos del recurso con el de los factores socio-económicos y las políticas institucionales que afectan el comportamiento de los pescadores, así como de otros grupos sociales y sectores involucrados. Por otro lado, la complejidad del análisis de la pesca artesanal es mayor que la de otras actividades de extracción de recursos naturales, ya que es muy grande la diversidad de especies susceptibles de explotarse, de artes<sup>1</sup> y métodos de pesca, así como de grupos sociales involucrados.

En México y otros países, los derechos de explotación de los recursos asociados a esta actividad están definidos por cuatro tipos de régimen de propiedad: estatal, privado, común y de acceso abierto. Este último, en el que cualquier miembro de la sociedad puede obtener el recurso por apropiación directa, es el más común en nuestro país, pero genera altos costos de exclusión (Seijo, 1993) porque el usuario no pierde la oportunidad de capturar de forma inmediata el recurso disponible, sin que pondere la posibilidad de obtener mayor volumen de captura o mayor valor económico en el futuro, mediante un manejo del esfuerzo de pesca. La *administración* del sistema se basa entonces en múltiples decisiones individuales y unila-

---

\* CIBNOR, Mar Bermejo 195; Col. Playa Palo de Santa Rita; AP. 128; La Paz, B.C.S., México, 23090. Tel: 01 612 12536 33 ext 3253; Fax: 01 612 327 55. Correo electrónico: alfredog@cibnor.mx

\*\* CRIP-Manzanillo, INP; Playa Ventanas s/n; Manzanillo, Colima, 28200, México; Tel: 01 314 332 3750. Correo electrónico: elspino@gmail.com

\*\*\* CIAD- Mazatlán, Sábalo Cerritos s/n; Estero del Yugo; Mazatlán, Sinaloa, 82010, México. Tel: 01 669 988 0157; Fax: 01 669 988 0159. Correo electrónico: arluna@victoria.ciad.mx

---

1. Los artes de pesca son un conjunto de equipos y accesorios diseñados para la captura y extracción de los animales en cultivo de su medio acuático. Existen diferentes tipos de artes como son las redes, chinchorros, trampas, nasas, atarrayas, anzuelos, etc. Tomado de <http://www1.cubamar.cu/acuicultura/artepesca.htm>.

terales, en lugar de lograr el consenso de los interesados o el control derivado de propuestas generales. Para resolver este problema se han adoptado diversas políticas, tales como: privatización del recurso con asignación de cuotas individuales; intervención estatal con regulación de tallas, composición de la captura e intensidad del esfuerzo; adopción de sistemas de manejo de recursos regulados por la comunidad, y la combinación de todos ellos (Seijo *et al.*, 1997). Dada la complejidad y la magnitud del reto que implica la administración de la pesca ribereña, en el presente estudio se revisan diversas propuestas de manejo que incorporan una o varias de las medidas utilizadas en diversas partes del mundo y que se consideran los resultados derivados de cada experiencia, con la intención de proponer lineamientos generales de apoyo al manejo de la pesca artesanal.

Con este propósito se presenta una descripción de la actividad, de los aspectos biológico-pesqueros del recurso, así como de las características socioeconómicas de la actividad. Con ello se pretende clasificar la problemática, las alternativas de solución, así como las medidas de control que puedan adaptarse a la compleja diversidad de condiciones que caracterizan a la pesca ribereña nacional.

#### *Descripción de la actividad*

Aunque existen diversas opiniones sobre las características que definen la pesca artesanal, hay pocas dudas acerca de que es una actividad situada entre la pesca industrial, o de gran escala, y la de subsistencia. En el primer caso, la producción es elevada, está dirigida hacia mercados de consumo masivo y los productos normalmente son objeto de transformación. En el otro extremo, la pesca de subsistencia se caracte-

riza por una producción reducida, que normalmente es consumida por el pescador y su familia y que sólo ocasionalmente es comercializada.

No obstante, la relevancia económica y social de la pesca ribereña es grande. Allsopp (1989) señala que las familias de alrededor de 25 millones de pescadores en el mundo dependen de la pesca ribereña, mientras que Berkes *et al.* (2001) consideran que 50 de los 51 millones de personas asociadas a la pesca (a los que denominan *fishers*), se dedican a la extracción ribereña y producen más de la mitad de los 98 millones de toneladas obtenidas en ambientes marinos.

El aporte de esta actividad a la captura total es siempre importante y aunque cambia de región en región, mantiene proporciones elevadas (FAO, 2004), variables entre 45% y 99%, con un promedio mayor a 70% de la captura total (Tabla 1).

La situación de la pesca artesanal varía de acuerdo con la localidad y la situación socioeconómica (Panayotou, 1983; Berkes y Pockock, 1990; Lobato-González, 1996). La revisión de los componentes de la pesca artesanal alrededor del mundo muestra que es imposible generalizar sus características, aunque es común que la mayoría de las especies objetivo se encuentre sobreexplotada, que la rentabilidad económica de la actividad sea baja, que el sector social esté desprotegido y que carezca de apoyo gubernamental. También es frecuente que el desarrollo de la infraestructura pesquera sea escaso y la flota pesquera poco eficiente, porque generalmente está formada por embarcaciones pequeñas, menores de 10 toneladas de registro bruto (TRB), de autonomía limitada, que carecen de dispositivos de comunicaciones y navegación (Chung, 1994). En este sentido, la FAO (2004) indica que más de 60% del total de la flota mundial presenta particularidades asociadas con esta actividad, entre

Tabla 1  
Porcentaje de captura de la pesca ribereña con respecto a la captura total en diferentes países y regiones del mundo

<i>Autor</i>	<i>País o región</i>	<i>Porcentaje de importancia</i>
<b>Espino-Barr <i>et al.</i> (2003 a)</b>	<b>Costa de Jalisco, México</b>	<b>100</b>
Katonda y Kalangali (1994)	Lago Tanganyika, Congo	99
Mazid (1994)	Bangladesh	95
de Sousa (1988)	Kenia	92
<b>Cruz-Romero <i>et al.</i> (1995)</b>	<b>Colima, México</b>	<b>85</b>
Berkes (1990)	Norte de Canadá	84
Wahyono (1994)	Indonesia	80
Williams-James (1988)	Madagascar	67
Silva y Sousa (1988)	Brasil	67
Samboo y Mauree (1988)	Madagascar	63
<b>Fuentes-Castellanos (1996)</b>	<b>México</b>	<b>65</b>
Biais y Taquet (1988)	Mauritania	58
Montreuil <i>et al.</i> (1990)	Amazonia Peruana	45

las que destaca la presencia de embarcaciones descubiertas y sin motor.

Los artes de pesca son poco tecnificados y de bajo costo (Munro y Smith, 1984) en casi todo el mundo, con la excepción de algunos países europeos (Alcalá-Moya, 1999). Cabe agregar que con la finalidad que su actividad sea rentable, algunos pescadores aplican métodos que pudieran tener elevada capacidad destructiva e incluso utilizan técnicas ilegales (Aarnink *et al.*, 1993). También hay casos en que existe interacción tecnológica y biológica (por medio de la venta de redes y carnada, por ejemplo) de la flota de pesca industrial o de mayor escala con las flotas artesanales (Djama, 1993).

En Latinoamérica prevalecen estas características (Arriaga, 1987; Buzeta *et al.*, 1989; Gallardo *et al.*, 1993; Cruz-Romero *et al.*, 1995), lo que da como resultado condiciones de pobreza para las personas que se dedican a esta actividad. La baja calidad de vida se manifiesta en la carencia de un sistema habitacional permanente, condiciones sanitarias deficientes, niveles bajos de educación, escolaridad e ingresos, retraso tecnológico, marginalidad cultural y desarticulación con respecto al resto de la economía nacional (Agüero, 1992).

Fuentes-Castellanos (1991, 1996) señala que en México la pesca ribereña aporta 18.5% de la captura y 65% de la producción destinada al consumo humano directo, proporción que representa 80% del valor económico de este rubro. Este autor indica que 85% de los pescadores del país y 90% de las embarcaciones registradas pertenecen a este sector. Por otro lado, esta actividad se lleva a cabo con artes y métodos de pesca tradicionales y es realizada por uno de los grupos sociales más desprotegidos del país, ya que la mayoría de los pescadores carece de servicios adecuados, infraestructura (embarcaderos, bodegas, cuartos fríos, etc.) y seguridad social (Cruz-Romero *et al.*, 1991). Agüero (1992) también menciona la falta de sistemas e infraestructura para la comercialización y el abastecimiento de insumos, así como la deficiente organización social e institucional para la transferencia tecnológica, la canalización financiera, la capacitación laboral y la promoción del desarrollo sectorial. Este autor considera que los sistemas de administración y manejo de los recursos costeros son inadecuados y hace mención de la ausencia de datos estadísticos e información científica de los diversos aspectos que componen las pesquerías ribereñas. Ruiz-Luna y Berlanga (2001) señalan la carencia de información confiable y actualizada sobre la producción de la pesca artesanal en la región Noroeste de México, situación que es un reflejo de la que prevalece en el resto del país y que cobra especial relevancia si se considera

que ésta es una de las regiones más desarrolladas dentro del ámbito pesquero.

#### *Aspectos biológico-pesqueros involucrados en la pesca artesanal*

La gran diversidad de especies involucradas es un problema medular en el estudio biológico-pesquero de las pesquerías ribereñas. Por ejemplo, Madrid-Vera (1999) identificó más de 250 especies susceptibles de ser capturadas en el Pacífico central mexicano. Espino-Barr *et al.* (2003 b) registraron 93 especies de peces con valor comercial en la costa de Colima y 114 en Jalisco. Estas especies representaron 98% de las capturas (Espino-Barr *et al.*, 2004). Sin embargo, en gran número de lugares se desconoce la potencialidad del recurso porque generalmente no existe información biológica ni estadísticas pesqueras confiables (Aaur-Rahman, 1994), ya que si bien las pesquerías ribereñas tienen gran importancia económica y social, el interés que genera en centros de investigación es limitado y la contribución de las agencias de financiamiento nacionales e internacionales para su estudio es mínima (Buzeta *et al.*, 1989; Durand y Quensiere, 1991). En algunos países africanos se ha tratado de formar bases de datos obtenidos a partir de encuestas y censos diarios (Alimoso, 1991). En México se están realizando esfuerzos similares en varias localidades costeras; empero, la información aún es escasa (Espino-Barr *et al.*, 1997, 2002) y gran parte está concentrada en la denominada *literatura gris* (tesis e informes de investigación), cuya distribución es restringida

Otros los elementos que dificultan la evaluación de las poblaciones y comunidades son el efecto de la intensidad y la periodicidad de algunos eventos oceanográficos y meteorológicos de escala global (Munro y Smith, 1984; Durand y Quensiere 1991), tales como El Niño-la Oscilación del Sur (ENOS) (Espino-Barr *et al.*, 2002); así como la gran diversidad de artes utilizada para la extracción del recurso, ya que su forma y tamaño se adaptan a los hábitos (pelágicos o demersales) de las especies objetivo y a las características fisiográficas de las zonas de pesca (García-Boa *et al.*, 1996).

Además de la falta de información confiable, normalizada (v.g., unidades de peso estándar, nombre de las especies capturadas, arte de pesca, localización del caladero) y actualizada, tampoco se cuenta con métodos de análisis que tomen en cuenta la gran diversidad de especies, artes, embarcaciones, carnadas y estrategias de pesca que emplean los pescadores ribereños, así como la complejidad de los factores socio-culturales y económicos que caracterizan la actividad pesquera (González-Becerril *et al.*, 2000).

Esto es particularmente importante en los sistemas costeros tropicales, donde las redes tróficas, los ciclos reproductivos y las interacciones entre las especies son complejos y, por tanto, la extracción de una especie tiene repercusiones que no han sido evaluadas de forma adecuada. Por otro lado, existe mayor presión hacia los recursos pesqueros más importantes y aunque eso reduce la tensión sobre el sistema en general, conduce a la sobreexplotación de unas cuantas especies (Munro y Smith, 1984; Buzeta *et al.*, 1989; Chung, 1994). Esta característica no es exclusiva de las regiones tropicales, ya que como lo señalan Ruiz-Luna y Madrid-Vera (1997), a pesar de la diferencia en el número de especies capturadas en dos localidades del Pacífico mexicano y una del Mediterráneo español, el aporte de las diez principales especies a la captura total fue de 68% a 83%. Pese a que la biodiversidad es menor en las zonas templadas que en las tropicales, la riqueza específica de la captura fue similar entre los sistemas mexicanos y el español, cuando se comparó por medio del índice de Shannon.

Algunas especies o pesquerías en particular presentan indicios de sobreexplotación, tales como el incremento continuo del esfuerzo pesquero, la declinación de la captura total y por unidad de esfuerzo, la reducción significativa de la talla máxima de captura, del peso promedio y los cambios en la proporción de los niveles tróficos representados en la captura (Pauly *et al.*, 1993; Espino-Barr *et al.*, 2002). Pauly *et al.* (1998) analizaron las secuelas de la pesca sobre la red trófica marina y concluyeron que los primeros afectados son los depredadores tope, porque requieren mayores cantidades de energía para mantenerse.

Pese a estas circunstancias, existen esfuerzos importantes para encontrar métodos de análisis adecuados que incorporen las distintas dimensiones del problema. Con este propósito se están utilizando algunas técnicas diseñadas originalmente para pesquerías monoespecíficas, como el análisis de poblaciones virtuales (APV) y otros métodos, tales como el análisis de los componentes tróficos de un ecosistema (Polovina, 1993; Bundy y Pauly, 2001) y los sistemas de información geográfica (Graaf *et al.*, 2003). Estos dos últimos enfoques se encuentran limitados por la escasa resolución de los datos disponibles, aunque su puesta en marcha está acelerando el interés por mejorar la calidad de la información.

#### *Aspectos sociales y económicos*

La pesca ribereña es una actividad en donde la capacidad productiva individual de los pescadores es muy variable y los mecanismos de comercialización son sencillos, ya que el producto se vende directamente a

intermediarios o *acaparadores* (Munro y Smith, 1984; Cruz-Romero *et al.*, 1991). Aunque el valor de la captura puede alcanzar precios elevados por su calidad, el ingreso *per capita* suele ser bajo, además de que la organización gremial del sector es deficiente y normalmente los mecanismos de previsión, seguridad social y salud, son limitados o inexistentes, y de que las alternativas de empleo son mínimas (Ataur-Rahman, 1994).

Las dificultades para que el pescador ribereño venda directamente el producto, originan su encarecimiento al consumidor y reducen los ingresos del mismo productor. La estructura social en torno a la actividad de los pescadores es muy particular, ya que es común que un permisionario compre el producto y al mismo tiempo establezca fuertes lazos sociales con los pescadores, ya sea por compadrazgo, amistad o mutua conveniencia. En consecuencia, el pescador no tiene la opción de comercializar su producto en otras partes, ni de buscar mejores precios ni mercados, y aun cuando la relación con el permisionario le garantiza ciertas estabilidad económica y seguridad, lo compromete a entregar su producto en exclusividad (véase algunas de estas particularidades en el trabajo de Cano, en este mismo libro).

La falta de financiamiento apropiado es una de las limitaciones más serias para el desarrollo de esta actividad, dado que los pescadores, como individuos, no cumplen con los requerimientos establecidos por las instituciones crediticias; adicionalmente no poseen una estructura organizativa que los respalde, la mayoría no posee bienes que sirvan como garantía para los créditos, ni cuenta con capital propio para autofinanciarse o para dar en garantía a los bancos. Al no ser sujeto de crédito, el pescador ribereño requiere programas específicos que tomen en cuenta su condición *sui generis* (Cruz-Romero *et al.*, 1991). Fernando (1987) y Añonuevo (1989) consideran que en la actividad pesquera artesanal los costos de oportunidad son más altos que para otras alternativas económicas y que la capitalización es relativamente elevada, el subempleo y los bajos retornos netos de la actividad pesquera al gasto familiar, conducen a la pobreza extrema de pescadores y sus familias.

Aunado a ello, los ingresos de los pescadores son muy inestables porque la producción es muy variable (Gallardo *et al.*, 1993) y, en muchos casos, el ingreso neto de los pescadores ha disminuido como resultado de la tendencia negativa de la abundancia de las especies de alto valor económico (Aiken y Houghton, 1991). Por otro lado, ya que la mayor parte de la producción se consume en fresco y el manejo del producto es elemental, el valor agregado a los productos de estas pesquerías es mínimo.

Finalmente, es importante considerar que la globalización y los nuevos patrones de consumo están modificando las formas tradicionales de manejo de las pesquerías. Algunos de estos casos han sido documentados en pesquerías americanas, africanas, asiáticas y del Pacífico sur (Ahmed, 1987; David, 1987; Andrews, 1989; Jeay, 1989; Mathew, 1991 y Sivasbramian, 1993). Probablemente uno de los cambios más notorios haya resultado del rápido crecimiento de la industria acuícola. El desarrollo de esta actividad ha modificado algunos patrones culturales de los habitantes de la zona costera y ha generado problemas derivados de los cambios en el uso del suelo, por lo que está enfrentando a pescadores tradicionales con productores acuícolas, algunos de ellos de extracción campesina, con escasa experiencia en aspectos pesqueros.

Estas transformaciones están afectando de manera particular a las pesquerías tradicionales de culturas muy antiguas que tienen un gran patrimonio etno-histórico que se asocia con patrones culturales específicos, más que con la pesca como actividad extractiva (Fay, 1991) y que mantienen artes y técnicas de pesca sencillos, sistemas poco efectivos de comercialización, producción y distribución, y derechos tradicionales sobre los embalses o riberas. Tal es el caso de la extracción de callo de hacha en Sonora (Basurto, 2002) y de la pesquería de tortugas en la costa de Oaxaca, Michoacán y Sonora, donde formaba parte de fiestas tradicionales y de su mitología (Márquez-Millán, 1996). A ello se suma un componente subjetivo, de carácter romántico, generado por la atracción que puede ejercer la variedad de embarcaciones y artes (Symes y Phillipson, 2001), algunos de los cuales se están perdiendo con la introducción de embarcaciones de fibra de vidrio, motor fuera de borda y artes de pesca elaborados con materiales sintéticos, más ligeros y resistentes<sup>2</sup>. Algunos de los métodos tradicionales son muy ingeniosos, como la pesca con papalote en la zona huave,<sup>3</sup> en Oaxaca, durante la temporada de *nortes*, vientos fuertes provenientes de Estados Unidos, que cruzan el Golfo de México y el Istmo de Tehuantepec. Durante esos eventos no es posible salir al mar en embarcaciones, por lo que las

redes se tienden con la ayuda de una cometa (Gil-López<sup>4</sup>, com. pers.).

La mayoría de los trabajos en los que se menciona la pérdida de la identidad cultural, corresponde a pesquerías de subsistencia, muchas de las cuales contienen algún componente de manejo comunitario, pero además incluyen prácticas rituales religiosas y criterios místicos ancestrales para la administración de los recursos pesqueros. Por esta razón es difícil generalizar o extrapolar las conclusiones que se derivan de sus experiencias de manejo, si bien se deben reconocer e incorporar en los acuerdos o normas de los programas de manejo.

#### *Aspectos tecnológicos, capacitación e investigación*

Los pescadores ribereños de todo el mundo tienden a mejorar sus métodos y sistemas de pesca, lo que se evidencia cuando adquieren motores más potentes, emplean materiales sintéticos para la confección de artes y, en algunos casos, introducen sistemas de comunicación y de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés). Otra forma en la que los pescadores ribereños incrementan su poder de pesca es mediante la adaptación y la modificación de los artes tradicionales, la instalación de equipo de hidroacústica y de sistemas automatizados de recuperación de los artes en las embarcaciones, así como de dispositivos agregadores de peces pelágicos, conocidos como FAD por sus siglas en inglés (Hedgepeth y Thorne, 1989).

La introducción de avances tecnológicos tiene como objetivo mejorar la evaluación, la captura y el manejo de los recursos; con frecuencia se asume que esto redundará en desarrollo económico y social de manera inmediata; sin embargo, la incorporación de nuevas técnicas e instrumentos debe estar ligada al incremento en el conocimiento de los organismos y su entorno, para que los costos ambientales sean mínimos. Por otro lado, es necesario instrumentar cursos de capacitación sobre aspectos pesqueros y actividades relacionadas (Jonasson, 1985), así como en administración y otros temas que permitan que el avance tecnológico sea comprendido y aplicado.

Entre los aspectos que deben abordarse para el desarrollo de la pesca se deben incluir programas ambiciosos de capacitación (conocimiento de la actividad para desarrollarla mejor) que incluyan el mayor conocimiento de los recursos pesqueros, así como estudios económicos de viabilidad y mejora de los siste-

2. Ver algunos de estos cambios en la pesca ribereña de Manzanillo, Colima, en el documento de Cano, en este mismo libro.

3. El territorio del pueblo huave se encuentra situado en el litoral del Golfo de Tehuantepec, aproximadamente en las dos terceras partes de una barra de 40 km que separa al Océano Pacífico de dos grandes lagunas, conocidas como Mar Superior y Mar Inferior. Tomado de <http://www.eumed.net/curse-con/libreria/mebb/1.htm>

4. Ing. Pesq. Heldail Aarón Gil-López. Investigador Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz-INP-SAGARPA

mas de información, apoyados en el mejoramiento de la infraestructura (Chung, 1994). Algunos de los temas que se deben incluir en los programas de investigación de la pesca artesana se resumen en la *tabla 2*.

Es necesario contar con un conocimiento profundo de los componentes de las pesquerías ribereñas (Youmbi, 1993). La investigación debe aplicarse al desarrollo de la industria pesquera, a la gestión racional de los *stocks* y al estudio del ecosistema marino, con el objetivo de aumentar la renta de los pescadores y asegurar la perpetuidad de la actividad, además de prevenir la extinción biológica y comercial del recurso y alcanzar su uso equilibrado (Berkes *et al.*, 2001). Introducir el aspecto ecológico, que considere la variabilidad ambiental y biológica, es fundamental (Durand y Quensiere, 1991; Maembe, 1992).

#### *Programas de manejo*

La FAO (1997) menciona que no existe una definición ampliamente aceptada sobre el *manejo*, por lo que propone una de tipo operativo: “El proceso integrado de recolección de información, análisis, planificación, consulta, adopción de decisiones, asignación de recursos y formulación y ejecución, así como la imposición, cuando sea necesario, de reglamentos o normas que rijan las actividades pesqueras para asegurar la productividad de los recursos y la consecución de otros objetivos”. Esa institución también señala que “el manejo de pesquerías incluye un complejo y amplio conjunto de elementos, cuyo propósito es asegurar que los usuarios de la localidad, del estado o la región, obtengan los mejores beneficios a través del

uso sustentable de los recursos acuáticos vivos a los que tienen acceso”.

Existen dos diferentes maneras de aplicar las estrategias de manejo: La primera es de tipo “vertical”, en la que las medidas se diseñan e instrumentan desde la autoridad hacia los productores. Esto da lugar a tres esquemas de manejo: Convencionales, basados en la regulación del esfuerzo, lo que incluye desde las restricción de áreas, acceso limitado, reducción del esfuerzo, tallas mínimas, cuotas y otras medidas similares, hasta la asignación limitada de derechos de pesca, basada en sistemas de captura total permisible (CTP) (Berkes *et al.*, 2001); medidas fundamentadas en el ecosistema, para lo cual se establecen áreas marinas protegidas, así como mecanismos para la restauración, la creación y el mejoramiento de hábitats; histórico-sociales que introducen aspectos relacionados con la ética y la educación de los pescadores y otros sectores involucrados.

La otra manera de desarrollar y aplicar las estrategias de manejo es de tipo horizontal (John, 1994), mediante el denominado *manejo comunitario* (Berkes *et al.*, 2001). Este enfoque está cimentado en la participación y responsabilidad de todos los sectores involucrados en la actividad (los pescadores, los que comercializan el producto, los consumidores, los encargados de la inspección y la vigilancia) en la administración, la evaluación y la investigación (Black-Michaud y Johnson, 1988). Esto hace posible que las organizaciones de pescadores influyan en el inicio de procesos legislativos para la gestión de las pesquerías y en la introducción de tecnologías adecuadas, además de la conservación y la recuperación de hábitats (Chandrasekera, 1994; Vande-Vusse, 1994). El manejo comunitario, también conocido como co-manejo,

*Tabla 2*  
Necesidades de investigación para el desarrollo de pesquerías artesanales

<i>Temas generales</i>	<i>Principales elementos</i>
Biológico-pesqueros y ambientales	Listados e inventarios faunísticos de las capturas. Determinación de esfuerzo de pesca. Inventario y descripción de la flota. Localización y caracterización de las áreas de pesca. Composición específica de la captura, distribución espacial y temporal. Parámetros biológicos y poblacionales. Descripción de los métodos y artes de pesca. Descripción del ambiente hidrográfico.
Económicos	Análisis de fuentes de financiamiento de la actividad. Estrategias de comercialización. Análisis de mercados. Descripción de la infraestructura e instalaciones de manejo de pescado, procesado, venta y distribución. Análisis de costos y retornos.
Sociológicos	Descripción del “Comportamiento de Pesca” (bases antropológicas de la distribución del esfuerzo de pesca). Patrones culturales asociados a la actividad de pesca. Demografía básica. Ocupaciones secundarias y alternativas de empleo. Educación, ingreso, salud, alimentación, vivienda, electricidad, agua, transporte, comunicación. Ingreso y gasto.
Legislación pesquera	Marco jurídico de la actividad pesquera, ligado a un programa de divulgación. Capacitación en aspectos organizacionales, para conocimiento de ventajas, desventajas, derechos y responsabilidades.
Tecnológicos	Tecnología de capturas. Medios de comunicación y seguridad en el mar. Usos alternativos de energía no convencional para ahorro de combustible y para el procesamiento de los productos de la pesca. Desarrollo de sistemas de información. Tecnología de alimentos. Industrialización de subproductos (pieles, hueso, cartílago y dientes de tiburón).

se considera como la única estrategia aplicable a las pesquerías artesanales (Clarke, 1993), ya que genera arraigo social e incorpora diferentes componentes de la sociedad en la aplicación y la vigilancia de las medidas de manejo (FAO, 1990).

En algunos países de Latinoamérica existen antecedentes sobre mecanismos de ordenación de la pesquería artesanal que pueden extrapolarse a otros países (CCPS/FAO, 1992). Estos esquemas se basan en los principios establecidos por la Conferencia Mundial de la FAO en 1984 (CIPR/FAO, 1992), así como en los diagnósticos nacionales y los programas de ordenación y desarrollo regional. En Chile por ejemplo, Oliva y Garrido (1994) describen el uso del método de parcelas rotativas para la explotación de cuatro caletas; las áreas son administradas por organizaciones de pescadores. En México se ha aplicado este tipo de manejo; sin embargo, se encuentra escasamente documentado. En las pesquerías costeras de la península de Yucatán hay ejemplos exitosos desde 1971; Quezada (1991) describió la forma en que el concepto de “ejido” se aplica a la propiedad común administrada por una aldea. Allí la costa se maneja como un bien de propiedad común y de acceso restringido a los miembros de la comunidad.

Entre los aspectos más importantes que deben abordarse para lograr abarcar estos aspectos se encuentran las actividades de regulación, que comprenden la vigilancia, la inspección, la evaluación y la administración, tanto de los recursos como de sus usuarios. Según el sentido en que estén orientadas las políticas del Estado, ya sea hacia obtener el máximo beneficio económico o social, existe gran diversidad de criterios y de medidas reguladoras (Hilborn y Walters, 1992). Las estrategias podrán estar enfocadas en modelos de captura, costos, estructura de la población (*stock*), e incluso de inversión económica.

No obstante, por la diversidad de sistemas y patrones de conducta de los pescadores ribereños, aun dentro de países y regiones similares, no hay una política mundial que integre elementos comunes para el manejo de los recursos de pesca artesanal. Con la integración del texto sobre políticas de Pesca Responsable (propuesta por la FAO en 1992<sup>5</sup>) a los programas gubernamentales, algunos aspectos relacionados con los derechos y obligaciones de los pescadores artesanales mencionados por la FAO (1995<sup>6</sup>) han empezado

a abordarse oficialmente, aunque aún existen limitantes de diversa índole para su puesta en marcha, como son el derecho a utilizar los recursos con la responsabilidad de preservarlos y cuidar el medio.

## Discusión

La problemática y el reto que representan la pesca artesanal son enormes ya que está involucrada gran cantidad de especies, artes de pesca y tipos de embarcaciones. Si a esto se agregan las variaciones del ecosistema y que prevalece un régimen de acceso abierto que condiciona el comportamiento de los pescadores, la dificultad de la evaluación y el manejo de estos sistemas se incrementan exponencialmente.

Existen múltiples enfoques en la caracterización de las pesquerías artesanales: desde el que únicamente analiza los aspectos biológicos o pesqueros, hasta el integral, que involucra también los elementos sociales, económicos, culturales y tecnológicos con el objetivo de tener una visión global de la problemática de la pesquería y los factores que la condicionan y deben ser controlados.

Chaussade (1991) menciona que desde hace años existe una concepción errónea sobre la importancia de la fase extractiva, ya que se considera como la actividad central y que determina el resto de las tareas relacionadas. La pesca en pequeña escala, como todas las actividades socio-económicas, está formada por una serie compleja de interrelaciones, combinaciones espaciales y temporales de todos sus factores, que impiden que su gestión se reduzca, de manera simplista, al manejo de los *stocks* pesqueros. Un esquema de manejo multidisciplinario podría estar más cercano a la realidad multiespecífica y compleja de estas pesquerías, por lo que en la planificación y la elaboración de medidas de ordenamiento y desarrollo debe considerarse la participación activa y permanente de los distintos sectores que tienen que ver con esta actividad, como son el gubernamental, el académico y los pescadores artesanales, con una asignación clara de responsabilidades en el proceso de manejo.

En este enfoque se debe considerar la dinámica de los recursos pesqueros y de los usuarios de estos recursos (Charles, 1991), para determinar las políticas de gestión apropiadas que equilibren la conservación ambiental, la generación de ingreso, el empleo y la estabilidad comunitaria. Ésta es una tarea compleja dada la importancia de factores culturales tales como la tradición, los lazos familiares, los procesos de decisión grupal, el empleo compartido y la economía subterránea.

5. Conferencia Internacional sobre la Pesca Responsable, Cancún, México (1992)

6. Ver artículo 6 del documento de FAO: Código para una pesca responsable <http://www.prefectura naval.gov.ar/organismos/diop/pape/legislacion/interna/fao.htm>

En primer término se debe partir de un cambio de actitud, particularmente en las suposiciones *a priori* sobre el medio en que los trabajadores en la pequeña escala se desarrollan (Pomeroy, 1991), así como sobre la supuesta homogeneidad de los pescadores y sus comunidades, y la irracionalidad de su comportamiento. Dado que aun en regiones con afinidad geográfica existe heterogeneidad en las formas de uso de los recursos y la satisfacción de necesidades familiares, es necesario incorporar la toma de decisiones en el corto plazo o el “comportamiento de los pescadores” a los métodos de evaluación, e incluir un enfoque que proteja el potencial de producción de la pesquería en el largo plazo.

Berkes y Kislalioglu (1991) proponen un esquema interdisciplinario del estudio de los recursos de propiedad común que involucre aspectos biológicos, oceanográficos, de economía, ciencia política, geografía, planificación, sociología y antropología. Esta visión emergente considera el estudio de la pesquería desde los regímenes de propiedad básicos: acceso abierto, propiedad privada, propiedad estatal y propiedad común. En relación con este último punto, Seijo *et al.* (1997) señalan que los esquemas actuales para administrar recursos a menudo presentan altos

costos de exclusión para el pescador, ya que hay dos enfoques básicos: privatización del recurso (p. ej.: distribución de cuotas transferibles individuales), y la intervención del gobierno en la regulación de la talla y la composición de la captura por medio de los instrumentos que afectan el esfuerzo de pesca. En ambos casos hay una intervención directa del Estado, sin participación de los usuarios, por lo que el manejo comunitario pudiera ser considerado como una tercera opción para el manejo exitoso de los recursos.

En resumen, considerando la importancia de esta actividad, es necesario que se atienda la problemática y se propongan soluciones en el corto y el mediano plazo, que incluyan algunas de las políticas e instrumentos de manejo que se han descrito, y que definitivamente incorporen el factor social como parte de las soluciones. También deben instrumentarse, al menos, estrategias: programas de inspección y vigilancia, sistemas de información (en las escalas regional y nacional) para la actividad pesquera ribereña, así como la aplicación del enfoque de manejo comunitario con la participación de los usuarios en los distintos niveles de manejo.

Debe asumirse que un recurso no vigilado está expuesto, de ahí la importancia de un sistema de ins-

Tabla 3

Puntos relevantes para la evaluación de planes de manejo y medidas de regulación de pesquerías artesanales

<i>Autores</i>	<i>Aspectos por evaluar</i>
Castelnaud <i>et al.</i> (1985), Aguilera-Vidal (1989)	Estructura demográfica. Actividades alternativas de los pescadores. Sindicalismo, cooperativismo y otros comportamientos corporativos de los pescadores. Nivel educativo, costo del jornal, relación costo / beneficio para la operación de las pesquerías.
Mendo (1989), Khan (1994)	Evaluación del recurso, su biología y dinámica poblacional. Análisis de series de tiempo de la captura, esfuerzo y variables ambientales. Pescadores y áreas de operación. Descripción del <i>Comportamiento Pesquero</i> . Producción máxima sostenible y máximo rendimiento económico. Protección y rehabilitación del medio ambiente.
Sutinen y Pollnac (1989), Charles-Dominique (1991)	Información relevante y productos de su análisis. Costos de la información y su procesamiento. Captación sistemática y depuración de datos básicos. Adecuación de los modelos clásicos y creación de nuevos. Revisión de sistemas tradicionales de gestión de recurso e incorporación del conocimiento empírico regional en los planes de manejo. Evaluación del efecto de la globalización sobre el desarrollo de las pesquerías. Medidas de regulación
Castelnaud <i>et al.</i> (1985), Aiken y Haughton (1991), Wahyono (1994)	Sistema de licencias y zonificación; control de las operaciones, reducción del esfuerzo pesquero (incluyendo reducción en el número de pescadores) y restricciones al poder de pesca. Cuotas de captura. Inspección y vigilancia. Subsidio al combustible. Fijar el valor de los precios del pescado.
Castelnaud <i>et al.</i> (1985), Vergara (1989), Wahyono (1994)	Política pesquera diferencial para la pesca en pequeña y gran escalas. Modernización y profesionalización de los pescadores artesanales y promoción de la necesidad y beneficios de un plan de manejo. Diversificación de las actividades portuarias. Renovación de las instalaciones para uso adecuado de la capacidad procesadora.
Buzeta <i>et al.</i> (1989), Seijo <i>et al.</i> (1997)	Acceso abierto. Distribución de cuotas por trampa incluyendo un acuerdo con los pescadores. Gestión espacial. Manejo Comunitario. Desarrollo Costero Integrado. Estructura institucional viable. Gestión racional de recursos. Prácticas ambientales sanas.
Castelnaud <i>et al.</i> (1985), Aiken y Haughton (1991)	Creación de reservas protectoras y parques marinos para el turismo. Plan giratorio de pequeños santuarios de pesca. Creación de infraestructura para la captación y generación de información sobre la actividad. Desmantelamiento de los subsidios para la actividad pesquera.

pección y vigilancia;<sup>7</sup> sin embargo, la baja rentabilidad de la actividad pesquera artesanal requiere un análisis minucioso de la viabilidad de la aplicación de un programa de esa naturaleza. Esta necesidad pasa a segundo término cuando la comunidad maneja y vigila la explotación de los recursos, al tiempo que genera arraigo social, permite la puesta en marcha de medidas de protección del recurso e incrementa la conciencia sobre la importancia del mantenimiento del recurso, lo que introduce criterios de sustentabilidad.

Existe amplio consenso sobre la necesidad de crear un sistema de información de la actividad pesquera artesanal sobre los aspectos socio-económicos, biológicos y pesqueros, que proporcione los elementos para cumplir los objetivos mencionados, así como para evaluar los planes de manejo y sus medidas de regulación, de acuerdo con las características específicas del sistema (Tabla 3).

Cabe mencionar que aunque el esquema de manejo comunitario es atractivo y recomendable, requiere una serie de elementos, entre los que se incluyen:

- Mejorar la organización de los pescadores, diversificar el tipo de agrupaciones y aumentar su representación social.
- Crear mecanismos para la reducción del intermediarismo y promover la participación directa de los pescadores en el sistema de comercialización; es necesario establecer mecanismos de acceso directo al mercado.
- Creación de sistemas de crédito acordes con las necesidades de la actividad y del grado de organización social, con esquemas de vigilancia sobre el destino y uso de los recursos otorgados.
- Establecimiento de programas de capacitación y entrenamiento en aspectos técnicos y administrativos.
- Apoyo para el mejoramiento de la infraestructura para el acopio, el manejo y la comercialización, con la participación de los usuarios del recurso.
- Desarrollo de un marco de evaluación de los recursos, dentro del esquema de la pesca responsable y de protección ambiental.
- Desarrollo de sistemas de información normalizados, que permitan la captura, el procesamiento y el análisis de los datos en las escalas local, regional y nacional.
- La adopción y la adaptación de tecnologías para uso eficiente y menor consumo de combustible,

que permitan la comunicación y garanticen la seguridad de los usuarios del recurso.

- Fomentar alternativas de desarrollo económico compatibles con la pesca y la protección del ambiente (cultivos integrales, arrecifes artificiales, manejo de cuencas, reforestación de manglar, ecoturismo), que integren a otros actores de la comunidad.
- Establecimiento de programas continuos de investigación que incorporen a los sectores oficial y académico, a las organizaciones no gubernamentales y a la comunidad, enfocados en los aspectos biológico-pesqueros, tecnología de la pesca e industrialización de capturas, así como legales y socioeconómicos.

Es necesario fortalecer y apoyar decididamente los programas de investigación, a la vez que aplicar esquemas de análisis que integren los factores biológicos, ambientales, económicos y sociales. Estos programas deben considerarse como una inversión en conocimiento de los recursos y no como un gasto inútil. Por ello, es ineludible iniciar, terminar o continuar, según sea el caso, los estudios sobre la caracterización biológica de los recursos, la determinación de su estado de explotación y potencialidad, los aspectos ambientales mínimos y llevar toda esa información a escenarios de manejo en los que participen los usuarios del recurso, así como otros sectores de la comunidad, con ingerencia sobre cualquiera de las etapas por las que atraviesa el producto hasta su consumo.

Como conclusión, se reitera que la pesca artesanal ribereña tiene una problemática y una dinámica particulares, y que dada su importancia económica y social, debe ser analizada como un caso particular de la pesca, para desarrollar políticas que mejoren las condiciones socioeconómicas críticas en las que se encuentra la mayoría de los integrantes del sector. Es necesario un enfoque holístico e interdisciplinario que incluya todos los factores involucrados en la actividad. Aunque hay un consenso mundial sobre las principales características de las pesquerías ribereñas, no existe un marco normativo vigente, por lo que en las condiciones actuales, y dadas las características de estos sistemas, es de esperarse una situación generalizada de sobreexplotación, que puede retrasarse o revertirse con un enfoque sistémico de manejo de pesquerías, en un ámbito comunitario para la toma de decisiones sobre el uso y la explotación de los recursos de la pesca.

7. Ver el caso de la pesquería de camarón en la Laguna de Cuautlán (Colima) en este mismo libro, incluido en el trabajo de Andrade-Tinoco y Espino-Barr.

## Referencias bibliográficas

- AARNINK, B.H.M., C.K. Kapasa y P.A.M. van Zweiten. 1993. *Our children will suffer. Present status and problems of Mweru Luapula fisheries and the need for a conservation and management action plan*. Bujumbura Burundi FAO, 39p.
- AGÜERO, M. 1992. La pesca artesanal en América Latina. Una visión panorámica. *Contribuciones para el estudio artesanal en América Latina. ICLARM Conf. Proc.* 35: 113p.
- AGUILERA-VIDAL, R. 1989. Análisis de las perspectivas de la actividad pesquera artesanal en la octava región de Chile Caletas: Coliumo, Lo Rojas, Puerto Norte y Puerto Sur de la Isla santa María, Tubul, Tumbes. *Rev. Com. Perm. Pac. Sur.*, 665-670.
- AHMED, A.K.M. 1987. Fisheries traditions in Bangladesh. *NAGA*, 10(4): 8-9.
- AIKEN, K.A. y M.O. Houghton. 1991. Regulating fishing effort: The Jamaican experience. *Proceedings of the 40<sup>th</sup> annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Curaçao, Antillas Holandesas. pp. 139-150.
- ALCALÁ-MOYA, G. 1999. *Con el agua hasta los aparejos. Pescadores y pesquerías en El Soconusco, Chiapas*. CIESAS, México. 287p.
- ALIMOSO, S.B. 1991. *Match effort data and their use in the management of fisheries in Malawi. Catch effort sampling strategies. Their application in freshwater fisheries management*. Fishing News Books, Oxford, UK. 403p.
- ALLSOPP, W.H.L. 1989. Sustained social benefits from diversification of small scale fisheries. *Proceedings of the 1988 world symposium on fishing gear and fishing vessel design*. Newfoundland and Labrador Inst. of Fisheries and Marine Technology, St. John's, NF, Canada. pp. 216-220.
- ANDREWS, E.F. 1989. A low profile subsistence fishery: Pike fishing in Minto Flats, Alaska. *Artic*, 42(4): 357-361.
- AÑONUEVO, C. 1989. The economics of municipal fisheries: The case of Lingayen Gula. En: G. Silvestre, E. Iclat y T.E. Chua (eds.). *Towards sustainable development of the coastal resources of Lingayen Gulf, Philippines*. Bauang, La Unión, Philippines. pp. 11-155.
- ARRIAGA, L. 1987. *Manejo de recursos costeros en el Ecuador*. La pesca artesanal en el Ecuador. ESPOL, Guayaquil. pp. 3-10.
- ATAUR-RAHMAN, A.K. 1994. Country report on socio economic issues in coastal fisheries management in Bangladesh. Socioeconomic issues in the management of coastal fisheries, in conjunction with the 24<sup>th</sup> session of the IPFC Symposium. Bangkok, Thailand. *FAO Indo Pacific Fisheries Comm.*, 8: 170-175.
- BASURTO, X. 2002. Validando e integrando el uso del conocimiento local ecológico y tradicional para el manejo de pesquerías artesanales: el caso de la pesca de callo en territorio Comcaac. *Memorias de resúmenes del 1 Foro Científico de Pesca Ribereña*, INP, Guaymas, Sonora. pp. 50-51.
- BERKES, F. 1990. Native subsistence fisheries: a synthesis of harvest studies in Canada. *Arctic* 43(1): 35-42.
- BERKES, F. y M. Kislalioglu. 1991. Community based management and sustainable development. Research and small scale fisheries. *International Symposium ORSTOM IFREMER*, Montpellier. 2: 567-574.
- BERKES, F. y D. Pocock. 1990. Native subsistence fisheries: A synthesis of harvest studies in Canada. *Arctic*, 43(1): 35-42.
- BERKES, F., R. Mahon, P. McConney, R. Pollnac y R. Pomeroy. 2001. *Managing small-scale fisheries. Alternative directions and methods*. International Development Research Centre, Ottawa, Canadá. 269p.
- BIAIS, M.G. y M. Taquet. 1988. Summary of fisheries and resources information for Mayotte. En: Sanders, M.J., P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian ocean*. Albion, Mauritius. pp. 80-81.
- BLACK-MICHAUD, J. y J. Johnson. 1988. Community participation in integrated small scale fisheries projects. En: J.L. Gaudet y D. Parker (eds.). *Summary of proceedings and selected papers. Symposium on the planning and implementation of fisheries management and development programs in Africa*. FAO, Lusaka, Zambia. pp. 59-74.
- BUNDY, A. y Pauly, D. 2001. Selective harvesting by small-scale fisheries: ecosystem analysis of San Miguel Bay, Philippines. *Fisheries Research*, 53: 263-281.
- BUZETA, R., J. Rusque y A. Arrizaga. 1989. A model for integrated development of artisanal fishery communities of Latin America. *Rev. Com. Perm. Pac. Sur.*, 19-24.
- CASTELNAUD, G., D. Cerezuelle, A. Duchan y E. Rochard. 1985. *Fishery of migratory species in Girnode. Part two: Socio professional investigations: Propositions of management*. Gazinet France Centre National d'étude du machinisme agricole du génie rural del eaux et forets, Francia. 110p.
- CCPS/FAO. 1992. *Cuarta reunión del grupo de trabajo sobre recursos y pesquerías artesanales en el Pacífico sudeste*. CCPS/FAO/PNUD, Valparaíso, Chile. 65p.
- CHANDRASEKERA, C.H.M.T. 1994. Fishery cooperatives in Asian countries. Socio economic issues in coastal fisheries management. Proc. of the IPFC symposium in conjunction with the 24<sup>th</sup> session of IPFC, Bangkok, Thailand. *FAO Indo Pacific Fisheries Comm.*, 8: 230-236.
- CHARLES, A.T. 1991. Bio-socio economic dynamics y multidisciplinary models in small scale fisheries research. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries international symposium ORSTOM IFREMER*, Montpellier, 2: 603-608.
- CHARLES-DOMINIQUE, E. 1991. Fishery science y small scale fisheries: Old methods, new questions? The example of Aby Lagoon, Côte d'Ivoire. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries international symposium ORSTOM IFREMER*, Montpellier France, 2: 973-980.
- CHAUSSADE, J. 1991. Social sciences and small scale fisheries. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries international symposium ORSTOM IFREMER*, Montpellier, 2: 973-980.
- CHUNG, B.D. 1994. Socioeconomic issues in the management of coastal fisheries in Vietnam. Socioeconomic issues in coastal fisheries management. Proceedings of the IPFC Symposium in Bangkok, Thailand. *FAO Indo Pacific Fisheries Comm.*, 8: 176-182.
- CIPR/FAO. 1992. *Situación de la pesca en el mundo. Conferencia internacional de pesca responsable*. FAO, Cancún, México. 13p.
- CLARKE, R. McV. 1993. An overview of Canada's Arctic marine fisheries y their management with emphasis on the Northwest Territories. En: L.S. Parsons y W.H. Lear (eds.). *Perspectives on canadian marine fisheries management*. National Research Council of Canada, Ottawa. pp. 211-241.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1991. Aspectos de la pesca ribereña en el estado de Colima. Seminario "El mar y sus recursos". *Aportes de la Universidad de Colima*, 4: 201-208.
- CRUZ-ROMERO, M., E. Espino-Barr y A. García-Boa. 1995. La pesca ribereña artesanal en el Pacífico de México. *1<sup>er</sup> encuentro sobre pesquerías artesanales*. CANAIMPES, Manzanillo. 22p.
- DAVID, G. 1987. The expansion of small maritime fisheries in the north eastern Brazil: The example of Paraíba State. En: J. Chaussade, (ed.). *Coastal spaces and littoral companies*, Nantes. 34. pp. 317-330.
- DE SOUSA, T. 1988. Summary of fisheries and resources information for Kenya. En: M.J. Sanders, P. Sparre y S.C. Venema (eds.).

- Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean*. Albion, Mauritius. pp. 21-43.
- DIJAMA, T. 1993. Conflicts in coastal fisheries in Cameroon. En: B.P. Satia y B. Horemans (eds.). *Workshop on conflicts in coastal fisheries in West Africa*, Cotonou, Benin. FAO Technical Report 53. pp. 6-12.
- DURAND, J.R. y J. Quensiere. 1991. Lake Chad: From ecosystem studies to continental fisheries management. *Research and small scale fisheries international symposium ORSTOM IFREMER 2*, Montpellier, France. pp. 981-992.
- 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, Mexico. *Fisheries Management and Ecology*, 4: 255-261.
- ESPINO-BARR, E., A. Ruiz-Luna y A. Garcia-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages in the central Pacific of Mexico, associated with small scale fisheries. *Rev. Fish. Biol.*, 12(4): 393-401.
- ESPINO-BARR, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2003 a. Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa de Jalisco. *Informe de investigación interno*. CRIP-Manzanillo, INP/SAGARPA, Manzanillo. 52p.
- ESPINO-BARR, E., M. Cruz-Romero y A. Garcia-Boa. 2003 b. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, Colima, México. 120p.
- ESPINO-BARR, E., E.G. Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México*. SAGARPA -INP, Colima, México. 145 p.
- FAO. 1990. *Integrated development of small scale fisheries in West Africa*. Model project. Benin. Project findings and recommendations. FAO Roma, 33p.
- FAO. 1995. *Código de conducta para la pesca responsable*. FAO, Roma. 52p.
- FAO. 1997. *Technical guidelines for responsible fisheries*. Fishery Resources Division and Fishery Policy and Planning Division. Fisheries management. FAO, Roma. 82p.
- FAO. 2004. *The state of world fisheries and aquaculture*. FAO Fisheries Dept., Roma. 153p.
- FAY, C. 1991. Fish production in the central delta of the Niger Mali: Systems of perception and ownership of territories. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries international symposium ORSTROM IFREMER 2*, Montpellier. pp. 881-888.
- FERNANDO, S. 1987. Social y cultural factors in the management of fishery resources in Sri Lanka. *Fishermen and fishing communities in the Asia Pacific Region*, 4: 33-46.
- FUENTES-CASTELLANOS, C.D. 1991. La pesca ribereña en México. *Informe interno*. SEPESCA/INP, 22 p.
- 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.
- GALLARDO, G.M., C.V. Guerrero, M.E. Segovia, C.R. Pasten, D.J. Toro, S.C. Romero y G.P. Oxa. 1993. Development strategies for rural coastal inlets of Iquique zone, Chile. *Invest. Mar.*, 21: 91-110.
- 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-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.
- GRAAF, G., F. Marttin, J. Aguilar-Manjarrez y J. Jenness. 2003. *Geographic Information Systems in fisheries management and planning technical manual*. FAO, Fish. Tech. Pap. 449. FAO. Roma. 43p.
- HEDGEPEETH, J.B. y R.E. Thorne. 1989. Hydroacoustic assessment of fish stocks in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Oceans 89: The global ocean 4: acoustics, arctic studies*, 1039-1044.
- HILBORN R. y C.J. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment*. Chapman y Hall. Nueva York. 570p.
- JEAY, A.M. 1989. Traditional rights versus modern legislation y recommendations for a rational management of fishery resources. The case of the Somonos of the middle Niger Mali. En: M. Giasson y J.L. Gaudet (eds.). *Summary of proc. and selected papers*. Symposium of the development y management of fisheries in small water bodies. Accra, Ghana. pp. 422-437.
- JOHN, J. 1994. *Management, redundancy in overexploited fisheries*. World bank discuss. Pap. Fish. Serv. 240, Washington. 37p.
- JONASSON, G. 1985. *Dominica: Management of the fisheries division and training of fishermen*. FAO FI: TCP/DMI/6652. 35 p.
- KATONDA, K.I. y A.N.M. Kalangali. 1994. *Historical review of the artisanal y industrial fisheries of Lake Tanganyika in Kigoma y Rukwa regions, Tanzania*. Historical data report 1. FAO, Bujumbura, Burundi. 27p.
- KHAN, G. 1994. Present status and future plan for sustainable marine resources development. En: V.R.P. Snha, M.A. Mazid y M. Kamal (eds.). *Proc. of the workshop on sustainable development of marine fisheries resources in Bangladesh*. FAO, UNDP. pp. 48-60.
- LOBATO-GONZÁLEZ, P.M. 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.
- MADRID-VERA, J.M. 1999. *Aspectos de ecología, las pesquerías y la biografía de los peces costeros de Michoacán y Colima, México*. Tesis doctoral, Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona. 247p.
- MAEMBE, T.W. 1992. *Ghana. Report of the mission on socio economics y marketing in fishing villages dependent on Yeji as a fish market*. A report prepared for the Project Integrated Development of Artisanal Fisheries Yeji. FAO, Roma. 101p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. La ciencia para todos. SEP, Conacyt, FCE 144, México. 197p.
- MATHEW, S. 1991. *Study of territorial use rights in small scale fisheries: Traditional systems of fisheries management in Pulicat Lake, Tamil Nadu, India*. FAO Fish. Circ. 839, Roma. 27p.
- MAZID, M.A. 1994. Research support for sustainable marine fisheries development. En: V.R.P. Sinha, M.A. Mazid y M. Kamal (eds.). *FAO UNDP Assistance to Fisheries Research Inst.*, Mymensingh, Bangladesh. pp. 65-72.
- MENDO, J. 1989. Análisis profesional de la cachema (*Cynoscion analis*) de la costa peruana: un ejemplo de cómo enfocar una investigación pesquera. *Fishbyte*, 7(1): 6-7.
- MONTREUIL, V., S. Tello, J. Maco y R. Ismiño. 1990. Máximo rendimiento sostenible de la pesquería comercial en el Departamento de Loreto, Perú. *Fishbyte*, 8(1): 13-14.
- MUNRO, J.L. y I.R. Smith. 1984. Management strategies for multi species complexes in artisanal fisheries. *Proceedings of the 36<sup>th</sup> annual Gulf y Caribbean fisheries Institute*. pp. 127-141.
- OLIVA, D. y J. Garrido. 1994. The impact of artisanal fishermen "management areas" on the key hole limpet fishery in central Chile. En: P.G. Wells y P.J. Ricketts (eds.). *Coastal zone Canada 94. Cooperation in the coastal zone: Conference Proc.*, 4: 1661-1681.
- PANAYOTOU, T. 1983. *Conceptos de ordenación para las pesquerías en pequeña escala. Aspectos económicos y sociales*. Documento técnico de pesca, FIPP/T228. FAO, Roma. 61p.

- PAULY, D., M.L. Soriano-Bartz y M.L.D. Palomares. 1993. Improved construction, parametrization and interpretation of steady-state ecosystem models. En: V. Christensen y D. Pauly (eds.). *Trophic models of Aquatic Ecosystems*. ICLARM Conf. Proc. 26. pp. 10-23.
- PAULY, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279: 860-863.
- POLOVINA, J.J. 1993. The first ECOPATH. En: V. Christensen y D. Pauly (eds.). *Trophic models of aquatic ecosystems*. ICLARM Conf. Proc. 26. pp. 7-8.
- POMEROY, R.S. 1991. Small scale fisheries management and development: Towards a community based approach. *Mar. Policy*, 15(1): 39-48.
- QUEZADA, R.D. 1991. Small scale fisheries in Yucatan, Mexico: The "ejido" management. En: J.R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (eds.). *Research and small scale fisheries 2. International symposium ORSTROM IFREMER*, Montpellier. pp. 451-458.
- RUIZ-LUNA, A. y J. Madrid-Vera. 1997. Análisis comparativo de tres sistemas de pesca artesanal. Región y Sociedad. *Revista del Colegio de Sonora*, 13-14: 77-98.
- RUIZ-LUNA, A. y C. Berlanga. 2001. Ordenamiento pesquero en México; bases y requerimientos. *Mem. Reunión Temática Nacional "Manejo de Recursos Pesqueros"*. Mazatlán, Sinaloa. pp. 3-7.
- SAMBOO, C.R. y D. Mauree. 1988. Summary of fisheries y resources information for Mauritius. En: M.J. Sanders, P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean*. Albion, Mauritius. pp. 62-79.
- SEIJO, J.C. 1993. Individual transferable grounds in a community managed artisanal fishery. *Mar. Res. Econ.*, 8(1): 78-81.
- SEIJO, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1997. *Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo*. Documento técnico de pesca 368. FAO, Roma. 176p.
- SILVA, C. y M.I. Sousa. 1988. Summary description of the marine fisheries y resources for Mozambique. En: M.J. Sanders, , P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean*. Albion, Mauritius. pp. 82-107.
- SIVASBRAMANIAM, K. 1993. The biosocioeconomic way. A new approach to management of small scale fisheries in the Bay of Bengal region. *Bay of Bengal news*, 52: 4-15.
- SUTINEN, J.G. y R.B. Pollnac. 1989. Cost effective information for fisheries management. En: M.T. Morrissey (ed.). *Aspects of small scale fisheries development*. Reino Unido. pp. 131-152.
- SYMES, D. y J. Phillipson. 2001. Inshore fisheries in Europe at the turn of the century. 3-26. In: D. Symes y J. Phillipson (eds.). *Inshore fisheries management*. Kluwer Ac. Publ. Dordrecht, Holanda. 318p.
- VANDE-VUSSE, F.J. 1994. Philippine experiences in coastal co-management. En: P.G. Wells y P.J. Ricketts (eds.). *Coastal zone Canada 94. Cooperation in the coastal zone: Conference Proc.*, 1: 280-291.
- VERGARA, J. 1989. Concern for over capacity in the processing industry of Puerto Montt. *Chile Pesq.*, 53: 33-39.
- WAHYONO, U. 1994. Socioeconomic in the management of coastal fisheries in Indonesia. Socioeconomic issues in coastal fisheries management. *Proc. of the IPFC symposium in conjunction with the 24th session of IPFC*. FAO 8, Bangkok, Thailand. pp. 183-199.
- WILLIAMS-JAMES, J.R. 1988. Summary of the fisheries y resources information for the Comores. En: M.J. Sanders, P. Sparre y S.C. Venema (eds.). *Proc. of the workshop on the assessment of the fishery resources in the southwest Indian Ocean*. Albion, Mauritius. pp. 10-20.
- YOUMBI, T.J. 1993. The role of research in marine fisheries. National seminar on fisheries policy and planning in Cameroon. En: FAO DANIDA. *Norway program for integrated development of artisanal fisheries in West Africa* IDAF, Cotonou Benin. pp. 51-56.



*Los recursos pesqueros y acuícolas  
de Jalisco, Colima y Michoacán*  
se terminó de imprimir en diciembre de 2006  
en los talleres de Ediciones de la Noche.

Guadalajara, Jalisco.  
El tiraje fue de 1,000 ejemplares.

[edicionesdelanoche@gmail.com](mailto:edicionesdelanoche@gmail.com)