

Evaluación de la pesquería artesanal de camarón en el sistema lagunar La Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas, México

Sebastián Ramos-Cruz*

Con base en información de captura (t) y esfuerzo (pescadores por año) se realizó una evaluación de la pesquería artesanal de camarón en el sistema lagunar La Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas, con la finalidad de proporcionar puntos de referencia biológicos para su adecuada administración y la explotación sustentable. Los resultados obtenidos demuestran que en el periodo analizado, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) exhibió una aguda tendencia decreciente, que puede estar estrechamente relacionada con la falta de ordenamiento pesquero y, en consecuencia, con el uso de artes y métodos de pesca inadecuados. A partir de la aplicación del modelo de producción excedente de Schaefer en su versión dinámica, se estimó una captura máxima sostenible (CMS) = $545 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ y un nivel de esfuerzo (f_{CMS}) = 1 139 pescadores por año. Estos resultados exteriorizan la inconveniencia de continuar motivando el crecimiento de la población pesquera en este sistema lagunar, ya que se corre el riesgo de colocar la pesquería en niveles cercanos a la sobreexplotación, con los consecuentes costos sociales.

Palabras clave: Pampita-Joya-Buenavista, pesquería de camarón, captura máxima sostenible, modelo dinámico de biomasa de Schaefer.

Evaluation of the artisanal shrimp fishery in the La Pampita-Joya-Buenavista lagoon system, Chiapas, Mexico

Using data of capture (t) and effort (fishers per year), an evaluation of the artisanal shrimp fishery in the lagoon system of La Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas, Mexico, was carried out, in order to provide biological reference points for its adequate administration and sustainable exploitation. Results show that in the analyzed period the catch per unit of effort (CPUE) presented a strong negative trend, which may be closely related to the lack of fishery management and consistent with the use of inadequate fishing gear and methods. Based on the application of the Schaefer surplus production model in its dynamic version, a maximum sustainable catch (CMS) = $545 \text{ t} \cdot \text{year}$ and an effort level of (f_{CMS}) = 1 139 fishers per year were estimated. These results show the inconvenience to motivate the growth of the fishing population in this lagoon system, risking the fishery reaching levels of overexploitation with the resulting social costs.

Key words: Pampita-Joya-Buenavista, shrimp fishery, maximum sustainable catch, Schaefer's dynamic biomass model.

Introducción

La actividad pesquera que se desarrolla en la zona marina del Golfo de Tehuantepec y de los sistemas lagunares adyacentes está orientada fundamentalmente al aprovechamiento del camarón (Familia Penaeidae), ya que constituye el recurso que genera los más altos rendimientos económicos. En los sistemas lagunares, la pesquería se sustenta en la explotación del grupo de organismos juveniles que se alimenta y desarrolla

en estos ambientes. La explotación se realiza por pescadores agrupados en sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP) y por pescadores libres. De acuerdo con las estadísticas de captura, hay actividad pesquera asociada al recurso durante todo el año, si bien hay mayor abundancia en los periodos de lluvias (mayo-octubre), que es cuando tienen lugar las principales migraciones hacia el mar, desplazamientos que los pescadores aprovechan para capturarlo con diversos artes y métodos considerados artesanales por su escaso desarrollo tecnológico. Además, cabe destacar que en los sistemas lagunares de la región sur-sudeste del Pacífico mexicano, la

* camaron_ps@prodigy.net.mx

pesquería no es objeto de medida administrativa alguna (veda espacial o temporal, delimitación de áreas de no pesca, talla mínima de captura, entre otros) que restrinja la actividad pesquera y proteja al recurso en esta etapa de su ciclo de vida. La única restricción contemplada en la Norma Oficial Mexicana (NOM-002-PESC-1993 y NOM-002-SAG-PESC-2013) para la captura del camarón es la que instituye como único arte de pesca autorizado la atarraya con una abertura de malla mínima de 37.5 mm ($1\frac{1}{2}$ pulgadas) en su totalidad. Sin embargo, esta disposición no es observada por la comunidad pesquera, que emplea mallas con abertura máxima de una pulgada; además de otros artes de pesca no contemplados en la normatividad, tales como copos de corriente rápida y charangas, complementados

con métodos de captura como “atravesadas”, “tapos”, “purineo” y “candileo”.

Uno de los sistemas lagunares en donde la pesquería del camarón adquiere gran relevancia por los volúmenes de captura anuales ($>500 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$) y por el número de empleos que genera ($\approx 2000 \cdot \text{año}^{-1}$) es el complejo lagunar La Pampita-Joya-Buena Vista (Fig. 1), con un promedio de 19.9% de la producción de estero que se registra en Chiapas, que lo posiciona como el segundo más importante en el estado, precedido por el Mar Muerto¹, que aporta 30.4% de las capturas de camarón.

1. Este porcentaje corresponde únicamente a las capturas procedentes de la parte del Mar Muerto en Chiapas.

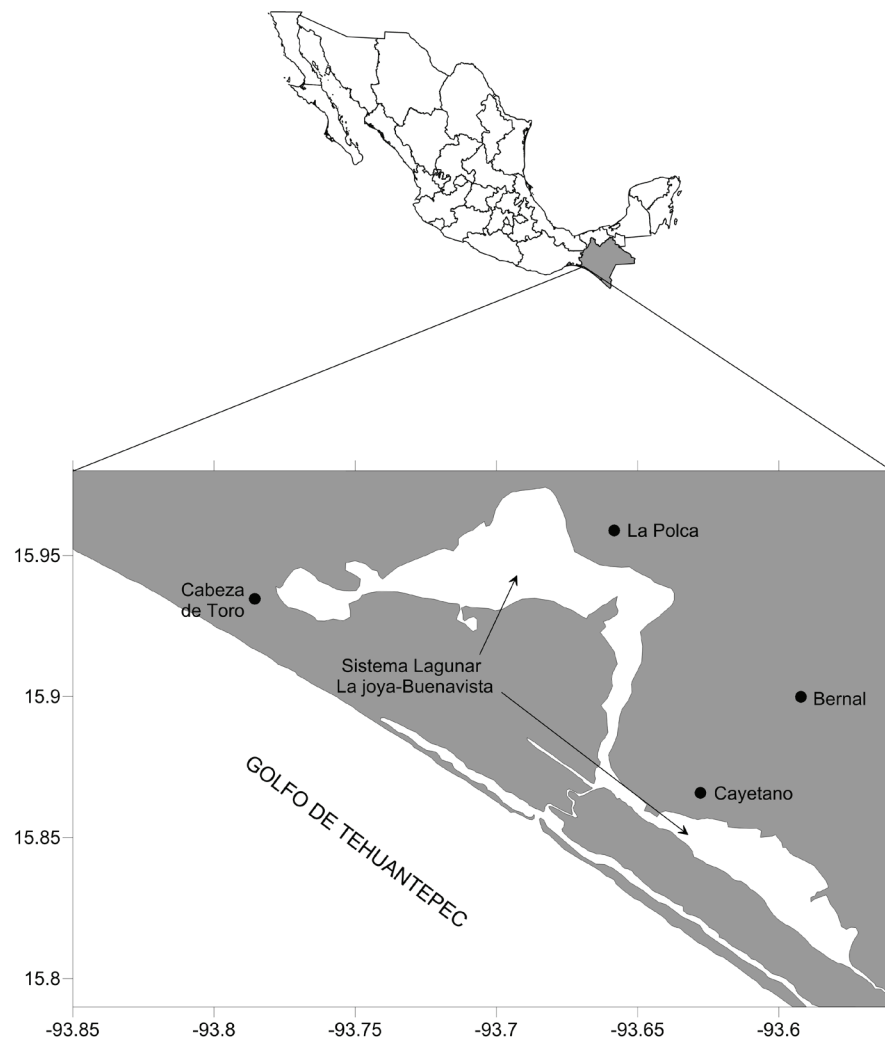


Fig. 1. Localización del sistema lagunar La Pampita-Joya-Buena Vista en el Golfo de Tehuantepec.

La especie dominante en las capturas es el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), seguida en menor proporción por las de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1871) y camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes 1990). Las tres especies ingresan en fase poslarval y abandonan el sistema en etapa juvenil cuando alcanzan tallas promedio superiores a los 80 mm de longitud total (Ramos-Cruz 2000, Aragón-Noriega *et al.* 2007).

En este sistema lagunar, el recurso es explotado por nueve SCPP que agrupan a 1 784 pescadores, con 551 embarcaciones de diferentes características tecnológicas y 992 atarrayas^{2,3}. Sin embargo, a decir de los propios pescadores, la población pesquera libre (los no asociados a alguna SCPP) supera en una proporción de 2:1 a los afiliados a alguna cooperativa. Aunado a este escenario desorganizado, la población pesquera sigue creciendo a la par del esfuerzo pesquero y sus potenciales efectos sobre el recurso.

La pesquería en este complejo lagunar inició hace más de tres décadas, pero la anotación de capturas oficiales hasta 1987. En el transcurso de su corta historia, las capturas anuales registradas han fluctuado entre 158.6 y 907 toneladas, con un promedio para el periodo de 455.45 ± 99.25 t ($DE^4 = 218.043$ t). En términos generales, la pesquería se ha caracterizado por sus marcadas fluctuaciones en las capturas ($p = 0.01$), aunque todas ellas de corta duración. Sin embargo, a partir del año 2000, los rendimientos anuales han disminuido de forma constante, si bien más notoriamente en los últimos seis años (2002-2007) cuando se registró la captura más baja de todo el periodo (158.6 toneladas) y las capturas anuales promediaron 224 toneladas, equivalente a 50% de la captura media general.

Estos cambios en los montos de las capturas anuales han ocasionado un ambiente de incertidumbre entre el sector pesquero local, por lo que se consideró conveniente evaluar la pesquería con la finalidad de estimar la captura máxi-

ma sostenible (CMS) y el esfuerzo óptimo ($f_{\text{ópt}}$) requerido para obtenerla, como los primeros puntos de referencia objetivos (Caddy y Mahon 1995) que permitan iniciar un ordenamiento de la actividad pesquera en este lugar, buscar revertir el deterioro de la pesquería en el corto plazo y recuperar las poblaciones para maximizar la producción excedente.

Materiales y métodos

Este macrosistema (La Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas, México) forma parte de un cinturón de sistemas lagunares costeros adyacentes al Golfo de Tehuantepec, que se extiende desde el Huave en Oaxaca y termina en los límites con Guatemala. Desde el punto de vista hidrológico, este complejo lagunar recibe aportes de agua de los afluentes pluviales sólo durante el periodo de lluvias, que abarca de mayo a octubre cuando se presenta 85% de las precipitaciones, con un promedio de entre 1 600 y 2 000 mm (SEPESCA 1990). Geográficamente se localiza en la parte central de la costa chiapaneca ($15^\circ 48' - 15^\circ 59'$ LN y $93^\circ 32' - 93^\circ 47'$ LO) y cubre una superficie aproximada de 6 172 ha (Contreras-Espinosa y Zabalegui-Medina 1991, Anónimo 1998) (Fig. 1). El complejo se conecta con el Golfo de Tehuantepec a través del Canal de San Marcos, obra artificial de cerca de 2.5 kilómetros de longitud, que a su vez conecta con la bocanarra del mismo nombre, también conocida como Boca del Cielo. La parte central del complejo está formada por la Laguna Buenavista. El clima es de tipo lluvioso con precipitación promedio de 1 600 a 2 400 mm, temperatura ambiente media de 25°C y la salinidad de los esteros es de entre 15.3 y 39.5 ups. Según Acosta (1989) se trata de un ecosistema lagunar mixohalino estacional: con salinidad máxima de 39.5 ups (hipersalino) hacia la época de estiaje (mayo) y con descenso en el periodo de lluvias, con valores mínimos de 15.3 ups (hiposalino). Según la SEPESCA (1990), el complejo presenta grados de productividad que varían de 0.5 a $1.0 \text{ g} \cdot \text{C} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{hora}^{-1}$ y en su conjunto tiene un ciclo mareal mixto con intervalos de marea que pueden alcanzar diferencias mayores a 1.20 m de altura entre la pleamar y la bajamar (Contreras-Espinosa y Zabalegui-

2. Fuente: Oficina de Pesca en Chiapas.

3. Todas las SCPP registran atarrayas con mallas de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas para cubrir el requisito ante CONAPESCA, pero en la práctica la abertura de malla máxima que se puede encontrar es de una pulgada.

4. DE = desviación estándar.

Medina 1991). La vegetación circundante está compuesta por comunidades de manglar y pastizales halófitos (Pastor *et al.* 1993). Esta fuente también señala que *Laguncularia racemosa* (Linnaeus) es la especie dominante, seguida por *Rhizophora mangle* Linnaeus; entre las especies de pastizal menciona el chamizo *Atriplex* sp., el vidrillo *Batis maritima* Linnaeus, el saladillo *Suaeda* sp. y la alfombrilla *Abronia maritima* Nuttall.

Para los fines del presente estudio se revisaron los registros anuales de captura de camarón entero en toneladas (t) y el esfuerzo nominal (pescadores · año⁻¹) para el periodo 1987 a 2009. Esta información fue tomada de las libretas de recepción de las capturas de las sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP) proporcionadas a las oficinas de Pesca en Chiapas.

A partir de los datos de captura y esfuerzo se obtuvo la CPUE, que se usa como un índice de abundancia relativa (Gatica y Hernández 2003), si bien no refleja con exactitud los cambios ocurridos en ese sentido en la población (Harley *et al.* 2001), ya que las variaciones se relacionan con las de las características y composición de la flota (Hilborn y Walters 1992, Gatica y Hernández 2003), así como con factores de tipo ambiental. Sin embargo, su estimación es fundamental puesto que constituye la información básica requerida por los modelos globales de producción excedente para la valoración de la CMS y el f_{CMS} necesario para alcanzar la CMS. Para tal fin se utilizó el modelo de producción excedente de Schaefer en su versión dinámica (Hilborn y Walters 1992):

$$B_{t+1} = B + rB_t(1 - \frac{B_t}{K}) - C_t \quad \text{Ec. 1}$$

donde:

t = tiempo (año o temporada de pesca).

B_t = biomasa de la población al tiempo t .

B_{t+1} = biomasa de la población al tiempo $t + 1$.

r = tasa intrínseca de crecimiento de la población.

K = tamaño de la biomasa virgen o capacidad de carga.

C_t = captura al tiempo t .

El modelo asume proporcionalidad entre la CPUE y la biomasa en condiciones de equilibrio,

por lo que ajusta la captura por unidad de esfuerzo observada ($CPUE_{obs}$) con una función de minimización de la suma de cuadrados entre los valores observados y los estimados mediante métodos numéricos de optimización por iteraciones newtonianas. El modelo también asume que la población en equilibrio compensa los procesos de mortalidad con los de crecimiento y de reclutamiento, por lo que la capacidad de carga (K) es constante.

Resultados

Las tendencias históricas de las capturas y el esfuerzo correspondientes a esta pesquería se presentan de manera conjunta en la *figura 2*, en donde puede apreciarse que las capturas anuales de camarón han fluctuado entre 159 y 907 toneladas, con una media para el periodo de 440.4 ± 93 toneladas⁵ ($DE = 214.765$). Entre 1987 y 1990, las capturas oscilaron entre 484 y 907 t, con una media de 635 ± 296.3 t ($DE = 186.215$). Posteriormente, los registros anuales descendieron hasta 281 t en 1993, pero se incrementaron hasta 563.2 t en 1994 y disminuyeron en 1995 a apenas 262 t. En 1997, los desembarques casi sumaron 800 t, para de inmediato disminuir a 354 t en 1998. En 1999, la producción pesquera anual alcanzó 739 t, pero descendió de forma drástica hasta 159 t en 2004, captura que constituye el registro más bajo en la historia de la pesquería. A partir de ese último año y hasta 2007, las capturas se estabilizaron alrededor de 220 t, con una ligera recuperación en 2009 cuando se registraron 350 toneladas.

Los grados de esfuerzo han variado entre 655 y 2 127 pescadores · año⁻¹, con una media de $1\ 555 \pm 157$ pescadores · año⁻¹ ($DE = 363.796$), que se mantuvieron entre 1994 y el final del periodo analizado, en alrededor de 1 736 pescadores · año⁻¹.

Los valores de la CPUE han fluctuado entre 0.09 y 0.90 t · año⁻¹, con un promedio de 0.32 ($DE = 0.222$). Entre 1987 y 1991, las capturas respondieron al esfuerzo aplicado, ya que la CPUE fluctuó

5. $\pm$ Intervalo de confianza de la media al 95%.

entre 0.44 y $0.88 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$, con un promedio de $0.65 \text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$. A partir de 1992, el esfuerzo pesquero se incrementó en 62%, al pasar de 1 327 a 2 127 pescadores $\cdot \text{año}^{-1}$, con lo que se mantuvo en niveles promedio de 1 727 pescadores por año hasta el final del periodo analizado. Para este periodo, la CPUE exhibió valores en el intervalo de $\text{CPUE} = 0.09$ a $\text{CPUE} = 0.5 \text{ t} \cdot \text{año}$, con una $\overline{\text{CPUE}} = 0.26 \text{ t} \cdot \text{año}$, valor que representa cerca de 40% de la $\overline{\text{CPUE}}$ obtenida en los primeros cinco años de la serie histórica examinada.

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo dinámico de biomasa indican que la

captura máxima que debe obtenerse en las condiciones actuales de la pesquería es de 545 t con un $f_{\text{CMS}} = 1\,139$ pescadores $\cdot \text{año}^{-1}$. La capacidad de carga del sistema se estimó en 1 546.9 t, la tasa intrínseca de crecimiento poblacional fue de 1.41, el coeficiente medio de capturabilidad fue 0.00062 y la tasa de deterioro de la población o colapso se estimó en 0.936. De acuerdo con estos resultados, la CMS estimada representa aproximadamente 60 % de la captura máxima observada, mientras que el esfuerzo (f_{CMS}) requerido para alcanzar la CMS representa 53.5 % con respecto al registrado en el registro nacional

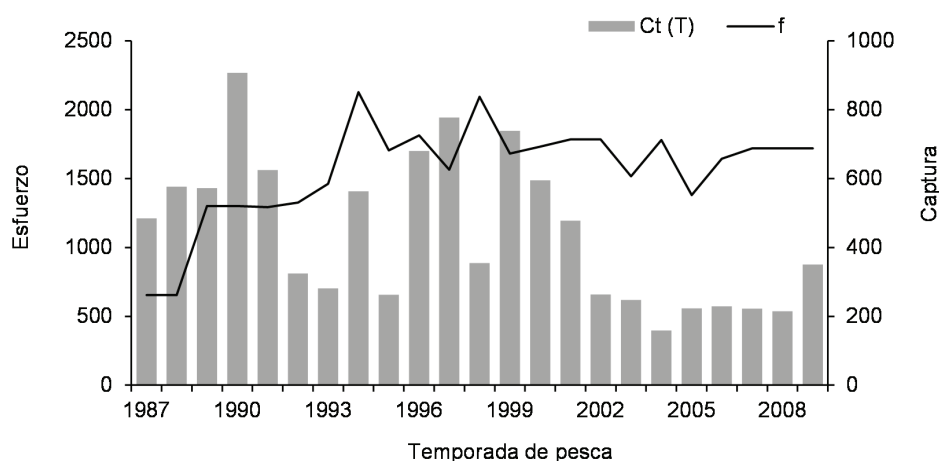


Fig. 2. Tendencia histórica de las capturas anuales en toneladas (Ct) y el esfuerzo (pescadores por año, f) en el sistema lagunar Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas ($\text{Ct}(\tau)$ = Captura total en toneladas).

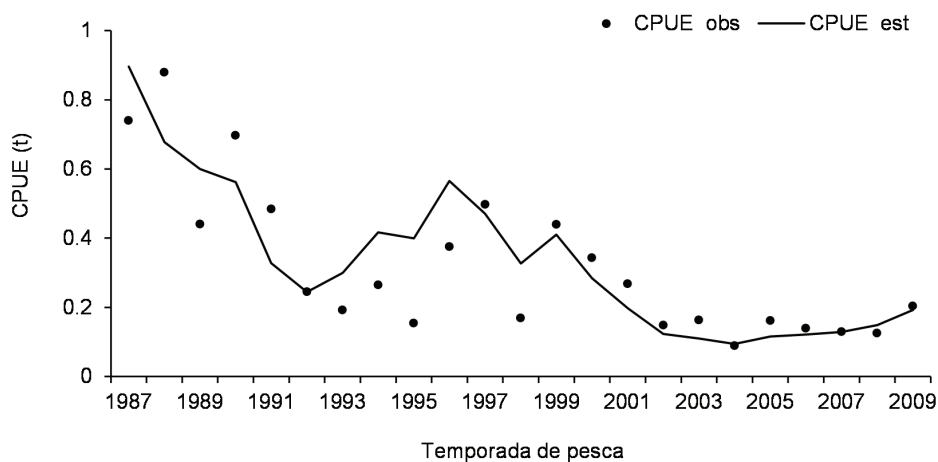


Fig. 3. Ajuste de la captura por unidad de esfuerzo observada y estimada, para el cálculo de los parámetros r , q y k requeridos por el modelo de biomasa de Schaefer.

de pesca (RNP) actual, lo que implica que tanto las capturas anuales como el esfuerzo están por encima de los niveles considerados como permisibles para que la pesquería logre los mayores beneficios del recurso.

Discusión

Los modelos globales se caracterizan por analizar a la población en su totalidad, sin tomar en cuenta su estructura por tallas o edades (Cadima 2003), debido a que sus requerimientos están basados únicamente en datos de captura y esfuerzo, y consideran este último como la variable que explica las variaciones de las capturas (Freón y Yáñez 1995). Sin embargo, a pesar de su simplicidad, estos modelos constituyen una herramienta que pudiera proporcionar una perspectiva confiable acerca del estado de explotación de un recurso determinado. Al respecto, Chien-Hsiung (2004) remarca que este tipo de modelo constituye una de las herramientas más eficaces en el análisis y el manejo de las pesquerías, a pesar de ser sensibles a la de unidad del esfuerzo pesquero que se utilice, sea estandarizada o no. Sobre el particular, en el presente caso de estudio, la unidad de esfuerzo nominal empleada fue la cantidad anual de pescadores registrados en el

RNP, por ser la unidad de esfuerzo pesquero con un registro cronológicamente confiable.

Respecto a los resultados obtenidos, éstos revelan que a partir del año 2000 las capturas anuales delinearon una tendencia decreciente que se estabilizó alrededor de las 240 toneladas en las últimas ocho temporadas, lo que representa 54.5 % de la captura media (440 t) y 26.5 % respecto de la máxima obtenida (907 t), en tanto que el esfuerzo exhibió un crecimiento sostenido hasta 1998, si bien se estabilizó más tarde en alrededor de los 1 700 pescadores por año, cifra que se mantiene comparativamente sobre niveles altos respecto a la de los primeros años de la serie.

Como resultado de estos niveles de esfuerzo pesquero, la CPUE exhibe una generalizada y significativa tendencia decreciente ($p < 0.05$), con algunos periodos importantes de recuperación. Sin embargo, éstos no han sido suficientemente robustos y constantes para mantener la pesquería en niveles aceptables de explotación, ya que a partir de 2001 los rendimientos han sido menores que la CMS y se ubican hacia el extremo derecho de la curva de captura de Schaefer, e indican que en la actualidad la pesquería pasa por un momento de gran riesgo (sobrexplotación) y con síntomas de severo deterioro de la población de camarón en este sistema lagunar. Por ello, las estrategias de ordenamiento deben estar orientadas

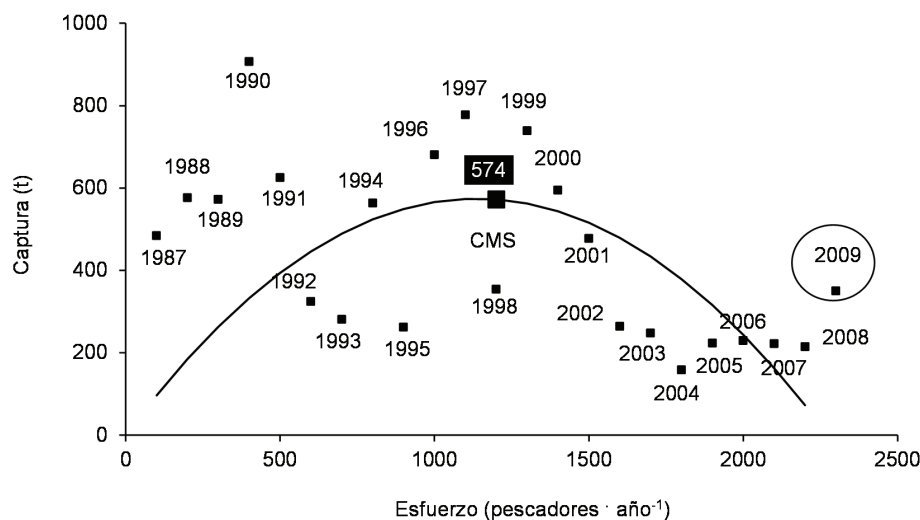


Fig. 4. Modelo global de Schaefer para la pesquería artesanal de camarón en el sistema lagunar La Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas (los cuadros negros son las capturas observadas con sus respectivos años y el círculo indica el nivel de la captura durante 2009).

hacia su recuperación, antes de pensar en aprovechar plenamente su potencial.

Las poblaciones de camarón presentan alta variabilidad interanual en sus capturas, causadas por variaciones independientes en los grados de esfuerzo pesquero y ambientales, o por la suma de ambos (López-Martínez *et al.* 2008). Es importante destacar que, sin dejar de lado el potencial efecto que las manifestaciones naturales han tenido sobre las poblaciones de camarón y que en el presente estudio de caso son desconocidas, es evidente que la caída de los rendimientos pesqueros en este sistema lagunar están estrechamente relacionados con los niveles de esfuerzo, que se han incrementado cronológicamente sin restricción alguna, favorecidos por la evidente desorganización del sector pesquero y complementados con la ausencia de esquemas de ordenamiento de la actividad pesquera (vedas, periodos y áreas de no pesca, etcétera).

Chávez (1998) menciona que la disponibilidad de los recursos impone un límite a la intensidad del esfuerzo de pesca, más allá del cual se corre el riesgo de poner a la pesquería en una situación de incertidumbre. En este contexto, los resultados obtenidos en el presente análisis proporcionan una perspectiva muy aproximada del estado actual de la pesquería en este sistema lagunar y pueden ser considerados como puntos de referencia para la instrumentación de medidas precautorias en su organización y su administración.

Literatura citada

- ACOSTA CJR. 1989. *Evaluación técnica, social y económica del sistema de cultivo artesanal de camarón en la costa de Chiapas*. SEPESCA. México. 125p.
- ANÓNIMO. 1998. Caracterización fisicoquímica de los sistemas lagunares Mar Muerto-Cordón Estuárico y La Joya-Buenavista, Chiapas. Opinión técnica sobre la conveniencia de mantener la comunicación entre el estero Capulín y la laguna La Pampita. INP. Dir. Gral. Infr. Pesq., Subsría. Pesca. SEMARNAP. México. 41p.
- ARAGÓN-NORIEGA EA, MA Cisneros-Mata, E Alcántara-Razo, W Valenzuela-Quinónez y AR García-Juárez. 2007. Habitat utilization by the reproductive stock of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* in the central Gulf of California. *J. Shellfish Res.* 26(2): 617-622.
- CADDY JF y R Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 347. Rome, FAO. 83p.
- CADIMA EL. 2003. Manual de evaluación de recursos pesqueros. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No 393. Roma, FAO. 162p.
- CONTRERAS-ESPINOSA F y LM Zabalegui-Medina. 1991. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en la laguna La Joya-Buenavista, Chiapas, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM* 18(2): 207-215.
- CHÁVEZ EA. 1998. Estrategias óptimas de explotación del pulpo de la Sonda de Campeche, México. *Hidrobiológica* 8(2): 97-105.
- CHIEN-HSIUNG W. 2004. Improvement of the Schaefer model and its application. *En: 17th Meeting of the standing committee on tuna and billfish*. Institute of Oceanography National Taiwan University, Taipei, Taiwan, pp: 1-11.
- FREÓN P y E Yáñez R. 1995. Influencia del medio ambiente en evaluación de stock: una aproximación con modelos globales de producción. *Invest. Mar.* 23: 25-27.
- GATICA C y A Hernández. 2003. Tasas de captura estandarizadas como índice de abundancia relativa en pesquerías: enfoque por modelos lineales generalizados. *Nota Científica. Invest. Mar.* 31(2): 107-115.
- HARLEY SJ, RA Myers y A Dunn. 2001. Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1760-1772.
- HILBORN R y CJ Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty*. Chapman & Hall, New York. 550p.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ J, S Hernández V, E Herrera V, J Rodríguez R y EA Chávez. 2008. Influencia ambiental en la pesquería de camarón. *En: J López-Martínez (ed.). Variabilidad ambiental y pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México, pp: 115-128.
- PASTOR DMG, HE Montiel M, H Gallegos S, HT Salinas O, R Tápia M, V Fernández B, I Manuel V, N Ramírez R, J Pérez V, J Cervantes G y D González B. 1993. Caracterización ambiental y de los recursos biológicos pesqueros de los sistemas lagunares Huave, Chacahua-La Pastoría, Oax., La Joya-Buenavista, Carretas-Pereyra, Cordón Estuárico-Mar Muerto, Chis. INP. Dir. de Anál. de Pesquerías. Subdir. de Invest. en Acuacult. y Pesquerías. Secretaría de Pesca. México. 126p.
- RAMOS-CRUZ S. 2000. Composición por tallas, edad y crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Natantia: Penaeidae), en la laguna Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. *Rev. Biol. Trop.* 48(4): 873-882.
- SEPESCA. 1990. *Bases para el ordenamiento costero-pesquero de Oaxaca y Chiapas (Aspectos generales)*. Secretaría de Pesca. México. 219p.

Recibido: 1 de diciembre de 2012.

Aceptado: 21 de mayo de 2013.