

Memorias del III Foro de Camarón del Golfo de México y del Mar Caribe



Armando Wakida Kusunoki

Rafael Solana Sansores

Jaime Uribe Martínez

Editores



INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA



CREDITOS DE PORTADA

M. en C. Armando T. Wakida Kusunoki

Fotos

Armando T. Wakida
CRIP - Tampico

DIRECTORIO

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO
RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN.**

JAVIER USABIAGA ARROYO

Secretario

GUILLERMO COMPEÁN JIMÉNEZ

Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca

RAFAEL SOLANA SANORES

Director General en Procesos para el Desarrollo Sustentable

MIGUEL ANGEL CISNEROS MATA

*Director General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos
Pesqueros*

CARLOS RANGEL AVALOS

Director General de Investigación en Acuicultura

IGNACIO MÉNDEZ GÓMEZ HUMARÁN

Director General de Investigación y Desarrollo Tecnológico

ISBN - -

D. R. © Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. *Insurgentes Sur 476, 4° Piso, Col. Roma Sur, Delegación Cuauhtémoc. C. P. 06760. México, D. F.*

Instituto Nacional de la Pesca. *Pitágoras 1320, Col. Santa Cruz de Atoyac, C. P. 03310 México, D. F.*

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

Memorias del III Foro de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe

Editores

Armando T. Wakida Kusunoki
Rafael Solana Sansores
Jaime Uribe Martínez

AGRADECIMIENTOS

La realización del III foro de camarón del Golfo de México y Mar Caribe, se llevo a cabo gracias a la participación de la Secretaria de Pesca del Gobierno del estado de Campeche, así como de la Universidad Autónoma de Campeche, para estas instituciones nuestras más amplios agradecimientos.

Se agradece así mismo a las siguientes personas:

A la Dr. Julia Ramos del Centro EPOMEX, por el apoyo brindado
Al Biol. Dilio Fuentes Castellanos por sus valiosos consejos editoriales

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR – IPN)

Universidad Autónoma de Campeche

Programa de Estudios Pesqueros, Oceanográficos del Golfo de México.

Gobierno del Estado de Campeche

Secretaría de Pesca

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Laboratorio de Ecología, FES-Iztacala

Instituto Nacional de la Pesca

Centro Regional de Investigación Pesquera de Ciudad del Carmen.

Centro Regional de Investigación Pesquera de Lerma.

Centro Regional de Investigación Pesquera de Tampico.

Dirección General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable.

Universidad Veracruzana

Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana.

Universidad de Aveiro, Portugal.

MEMORIAS DEL III FORO DE CAMARON DEL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE.

INDICE

Página

Presentacion

Prólogo

I. ORDENAMIENTO PESQUERO

Alternativas de solución a la pesquería de camarón en Laguna Madre, Tamaulipas
Karina Ramírez López 1

Ordenamiento Pesquero en la Laguna Madre, Tamaulipas.
Ignacio Fernández Méndez y Roberto Escartín Hernández. 5

II. ESTUDIOS BIOLOGICOS - PESQUEROS

Efecto de las vedas del 2000 y 2001 sobre la población y la pesca de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) de Campeche, México
Gabriel Núñez Márquez y Armando T. Wakida Kusunoki

Análisis de la pesquería del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en Campeche, México.

Armando T. Wakida Kusunoki y Gabriel Núñez Márquez.

Ecología y dinámica poblacional del camarón siete barbas *Xiphopenaeus Kroyeri* (Heller, 1862) de la Laguna de Términos, Sur del Golfo de México.
Domingo Flores Hernández, Guadalupe Mex Gasca y Julia Ramos Miranda

Condición biológico pesquera actual del camarón Rosado capturado por la flota del puerto de Campeche y propuesta de veda en 2002
Jaime Arturo Uribe-Martínez

Dinámica de la población del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* en la Sonda de Campeche, Golfo de México, de 1969 a 1994
Mauricio Ramírez-Rodríguez, Francisco Arreguín-Sánchez y Ernesto A. Chávez-Ortíz

III. ESTUDIOS ECOLOGICOS

Flujos de energía y estructura trófica de la Sonda de Campeche, suroeste del Golfo de México.

Manuel J. Zetina-Rejón y Francisco Arreguín-Sánchez.

Variación estacional y cíclica de la abundancia relativa de juveniles de *Farfantepenaeus duorarum* en Champotón, Camp., México, 1994-2000

Héctor T. Salinas Orta, María Elena González y de la Rosa y Josefina Santos Valencia

Estructura de la comunidad de peces de la pesca incidental camaronera

Luis G. Abarca-Arenas, Jonathan Franco-López, Rafael Chávez-López y Ángel Morán-Silva.

Variabilidad en la actividad de la acetilcolinesterasa en músculo de peces del sistema fluvio lagunar del río Palizada, Campeche

Jaime Rendón-Von Osten¹, Alejandro Ortiz Aranal, Rodolfo Dzul Martínez¹, Lúcia Gilhermino y Amadeu Soares

Avances del programa de conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán y su relación con los DET's

Vicente Guzmán Hernández

IV ACUACULTURA.

Engorda de Camarón Rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) en Campeche

Martha Gabriela Pastor Díaz.

Estado sanitario de camarones silvestres y en cultivo del Estado de Campeche (1999 – 2000)

Maria Cristina Ré-Regis y Margarita Hernández Martínez.

**MEMORIAS DEL III FORO DE CAMARON DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR
CARIBE**

PRESENTACION

**MEMORIAS DEL III FORO DE CAMARON DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR
CARIBE**

PROLOGO

I. ORDENAMIENTO PESQUERO

Alternativas de solución a la pesquería de camarón en Laguna Madre, Tamaulipas

KARINA RAMÍREZ LÓPEZ

*Instituto Nacional de la Pesca
Dirección General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable
Pitágoras 3120 Col. Sta. Cruz Atoyac, C. P. 11320, México, D. F.*

Resumen

Para el desarrollo sustentable de la pesquería de camarón es necesario conocer el esfuerzo pesquero aplicado en laguna madre e identificar cuales son los factores involucrados en el manejo y administración de la pesquería. El objetivo de este proyecto de investigación es lograr un modelo basado en actividades alternativas que den opciones al pescador ante la aplicación de normas tales como la veda en periodos de crecimiento y reproducción, y reducción de esfuerzo pesquero en laguna e iniciar un trabajo conjunto para la sostenibilidad del recurso y la vida del pescador. Parte fundamental para la creación de alternativas de solución a la pesquería de camarón son las cooperativas y el derecho de pesca que las reglamenta, necesarias para lograr el ordenamiento de la pesquería, así como la determinación de actividades alternativas al pescador. Para ello es necesario identificar los diversos mecanismos de la administración del recurso en la laguna, las condiciones ecológicas, económicas, sociales, políticas del área y las facilidades de las alternativas para su desarrollo.

Palabras clave: camarón, Laguna Madre, alternativas, esfuerzo pesquero, pesquería artesanal

Abstract

For the sustainable development of the shrimp fishery its necessary to know the fishing effort applied in Laguna Madre, and to identify which are the factors involved in the management and administration of this fishery. The objective of this investigation project is to achieve a model based on alternative activities that give options to the fisherman in the application of norms such as the seasonal restrictions in periods of growth and reproduction and to begin a combined work for the sustainability of the resource and the fisherman's life. In the creation of alternatives to the shrimp fishery are fundamental the cooperatives and the fishing right that it regulates them, necessary to achieve the assessment of the fishery, as well as the determination of alternative activities to the fisherman. And then, is necessary to identify the diverse mechanisms of the administration of the shrimp in the lagoon, the ecological, economic, social conditions, politics of the area and the facilities of the alternatives for their development.

Key words: shrimp, Laguna Madre, alternatives, fishing effort, artisanal fishery

Introducción

Laguna Madre se localiza al norte del estado de Tamaulipas entre 24°01 y 25° 58 N y 97° 23 y 97° 54 W. Tiene una extensión aproximada de 200,000 hectáreas, con una profundidad de 1.5 a 4.5 metros y contribuye con la mayor parte de la captura de camarón, cangrejo, ostión y lisa del Golfo de México. En los últimos años las capturas de camarón han disminuido drásticamente, por ello, desde 1993 se han aplicado vedas temporales y espaciales que intentan revertir la presente situación. Esta restricción consiste en la prohibición de pesca durante las etapas de crecimiento y reproducción (entre mayo y julio, generalmente). La veda pretende reducir la sobrepesca del crecimiento del camarón en lagunas

litorales y proteger la entrada de reclutas juveniles a la población capturable en altamar. Sin embargo para que los pescadores puedan desempeñar actividades alternativas a la pesca de camarón es necesario conocer la situación económica y social de los pescadores dedicados a esta actividad.

Las condiciones económicas en los poblados aledaños a la Laguna Madre varían según la zona, la mayoría de los pescadores capturan camarón, aunque también capturan peces, ostión, jaiba y pesca en altamar. Las condiciones de vivienda son inadecuadas, pues la mayor parte son de cartón o madera con piso de tierra, techo de lámina y carecen de servicios tales como electricidad. Las cooperativas no cuentan con sistemas de conservación del producto, lo que se refleja en pérdidas económicas.

En el estado de Tamaulipas y en el norte de Veracruz, la pesquería se sustenta casi enteramente en la captura del camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*), ambos estados pasaron de aportar el 38% al 69% del total de la captura en el litoral (Veracruz produce el 9% y Tamaulipas el 60% restante) (SEMARNAP, 1998).

Aspectos importantes a considerar en el mecanismo de administración son el esfuerzo de pesca ejercido, artes y equipos de pesca utilizados. El camarón es capturado en atarraya, con red de arrastre, red agallera, rede de bolso y charanga, esta última es legalmente permitida. Hasta 2000 se desconocía el número de charangas que operaban en la Laguna Madre, el INP en 2001 realizó sobrevuelos para conocer el número y distribución de las charangas, contándose un promedio de 3,064 charangas con áreas de aglomeración, siendo mayor el esfuerzo aplicado al esfuerzo autorizado, estos resultados forman parte de la primera etapa del proyecto.

El objetivo será conocer la situación actual de las cooperativas de la Laguna Madre, la captura total, el esfuerzo pesquero, las artes de pesca y la aplicación del derecho de pesca para brindar alternativas a la pesca de camarón.

Una de las intenciones de este proyecto de investigación es fomentar la participación de instituciones gubernamentales, privadas, social y académicas tales como: SAGARPA (Desarrollo Rural), Instituto Nacional de la Pesca, Subsecretaría de Pesca, Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, Centro Regional de Investigación Pesquera-Tampico, Gobierno del Estado de Tamaulipas, Secretaría De Marina, Universidades, Comercializadoras, Sociedades Cooperativas, Sector Privado y Comunidades Pesqueras, entre otros.

Objetivo general

Ordenar la pesquería artesanal de camarón en la Laguna Madre, apoyando alternativas de pesca con la participación y vigilancia de los sectores involucrados, para lograr una explotación sustentable.

Objetivos particulares

- Evaluación de la pesquería artesanal de camarón y su régimen de pesca.
- Estudiar la viabilidad de alternativas a la pesca de camarón.
- Establecer opciones orientadas al desarrollo de actividades alternas a la pesca de camarón para beneficio social.

Métodos

Para cumplir con la primera parte del proyecto de investigación, se han llevado a cabo dos conteos de charangas, registrándose además su ubicación y distribución en la Laguna Madre. Uno de los resultados ha sido la determinación del esfuerzo pesquero.

La segunda parte corresponde a la aplicación de una encuesta a poblados aledaños y cooperativas cuya especie principal de comercialización sea el camarón. Para ello se diseñará un cuestionario que proporcione información básica necesaria para identificar las características sociales y económicas más importantes.

Los principales aspectos a trabajar serán: comunidades pesqueras, flota pesquera artesanal, artes de pesca, veda, esfuerzo pesquero, cooperativas y alternativas a la pesca.

En el caso de la pesquería artesanal del camarón, se pretende reducir el esfuerzo de pesca por medio de vedas temporales y la utilización de artes de pesca adecuados.

Con relación a las cooperativas pesqueras se definirá la aplicación del derecho de pesca, la operación de la pesquería artesanal de camarón, el registro de permisos y las alternativas de pesca.

Resultados

Condiciones económicas.- La captura total registrada para la laguna, en 2000 fue de 29,838 toneladas, de las cuales el camarón café constituye 41% en volumen y 80% en valor. Las fluctuaciones en el volumen de la producción nacional dependen principalmente de las variaciones en la abundancia de los recursos de pesca.

Condiciones ambientales.- La abundancia de los recursos depende de algunos factores ecológicos y humanos. Las capturas de camarón han sido influenciadas por diversos factores: cierre, dragado y apertura de bocas, observancia nula de las medidas regulatorias de pesca, uso de artes de pesca inadecuadas y mortalidad por pesca incidental en el caso de la flota industrial, además de la deforestación alrededor de la laguna. Esta laguna ha sufrido un deterioro medioambiental progresivo que causa grandes problemas para el desarrollo económico y social de la región.

Condiciones técnicas.- La infraestructura se compone por tres puertos en la zona de "Enramadas" ("Soto la Marina"), "La Pesca" y "El Mezquitil". Para la pesca de camarón café existen 275 embarcaciones,

con un total de 2,770 pescadores. El arte de pesca común es la "charanga" con captura anual de 4,400 t. El número de charangas en 2001 fue de 3,064 charangas, esfuerzo mayor al permitido, pues solo 2,540 tienen autorización.

Las cooperativas pesqueras se clasifican en: a) sociedades de solidaridad social, las cuales son formadas por sociedades rurales que se dedican a la agricultura y pesquería y b) sociedades cooperativas, formadas por uniones rurales cuya especialización es la pesca. Las unidades de producción son formadas por hacendados que compran los permisos de pesca y los venden a algunos pescadores. Otros pescadores operan sin el permiso (pesca ilegal).

Condiciones sociales.- Hay 19 comunidades pesqueras caracterizadas por un crecimiento carente de planificación urbana, lo que da una perspectiva de gran pobreza en la región. Parte de esta población la conforman los inmigrantes de otros estados quienes componen nuevas comunidades en época de pesca. La mayoría de ellos llegan a Laguna Madre para obtener ingresos mejores para sus familias. La población total de la zona de estudio en 1995 fue de 8,665 habitantes, con un total de 1,857 casas de diversos materiales de construcción. La mayoría de las casas son asentadas en tierras de propiedad federal y carecen de la infraestructura necesaria.

Discusión

La situación actual en la Laguna Madre muestra la necesidad de crear alternativas para el sector pesca en Laguna Madre, Tamaulipas.

Este programa deberá estar directamente apoyado por el gobierno Estatal y las municipalidades involucradas, además de la participación activa de Universidades.

Técnicos y científicos serán necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación: sociólogos,

biólogos, técnicos de dirección costeros, representantes de administración de pesca, representante de oficinas de la pesquería y Gobierno municipal local, entre otros.

Es necesario promover la participación de las Cooperativas en el proceso de la investigación, ya que a través de ellas será más fácil mantener comunicación con los pescadores y por lo tanto mayor entendimiento en el objetivo de vedas y asimilación de las alternativas a la captura de camarón en la Laguna Madre.

Los pescadores han discrepado con la aplicación de vedas, pero si ellos son co-participantes en este proceso las regulaciones deben aplicarse con facilidad. Este tipo de acercamientos puede ayudar a desarrollo sostenible a la pesquería del camarón café.

Conclusiones

- La organización en cooperativas podrá promover la explotación sustentable del recurso camarón en la Laguna Madre.
- Una buena relación entre pescadores y gobierno podrá beneficiar ecológica, social y económicamente a la región de la laguna, así como a los pescadores.
- La organización y regulación de la pesquería llevará a un desarrollo sostenible de la pesquería de camarón en la laguna y más tarde promover esto en otras áreas.

Literatura Citada

SEMARNAP, 1998. Anuario estadístico de pesca 1998. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 244 pp

Ordenamiento Pesquero en la Laguna Madre, Tamaulipas

IGNACIO FERNÁNDEZ MÉNDEZ Y ROBERTO ESCARTÍN HERNÁNDEZ

Instituto Nacional de la Pesca
Dirección General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable
Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac, C. P. 03310. México. D.F.

Resumen

La problemática en las pesquerías de la Laguna Madre es compleja, para su solución se están dando acciones conjuntas entre los diversos niveles de gobierno. Uno de los graves problemas es el desconocimiento del esfuerzo pesquero que se aplica en la pesquería de camarón, por lo que el Instituto Nacional de la Pesca procedió a través del proyecto de Ordenamiento Pesquero Investigación y Métodos, continuar los trabajos de estimación del tamaño y distribución del esfuerzo pesquero (“Charangas”) en Laguna Madre, Tamaulipas iniciados en el año 2000. Se planteó realizar la estimación mediante cuatro métodos a) fotografía aérea, b) video aéreo, c) conteo visual aéreo y d) conteo visual a nivel del mar, con el objetivo particular de estandarizar una metodológica de campo. Los resultados muestran que la estimación del esfuerzo pesquero en 2001 tiene un mayor grado de confiabilidad que el realizado en el año 2000. Persiste el patrón de comportamiento donde el número de charangas operando es superior al autorizado, su distribución no es uniforme existiendo zonas de alta concentración.

Palabras Clave: ordenamiento pesquero, Laguna Madre, esfuerzo pesquero, charangas, camarón

Abstract

The Laguna Madre fisheries problematic are highly complex, for its solution there are several joined actions between different Government levels. One of the most serious problems is the lack of knowledge of the fishing effort that is applied in the shrimp fishery, reason why the National Fisheries Institute decided to continue estimating the fishing effort of the “charangas” in Laguna Madre through the project “Research and Methods on Fisheries Management”. The fishing effort was estimated using four different methods a) aerial photograph, b) aerial video, c) aerial visual count, and d) visual count in the field, with the main objective of standardize the field methodology. Results shown that the fishing effort estimation for the year 2001 has higher confidence in comparison with the year 2000 estimation. Comparing both analyses, there is a persistent pattern where the number of unauthorized “charangas” is higher than the allowed, and their distribution is not uniform but locating high concentration zones in the lagoon.

Key words: Fishery ordering, Laguna Madre, Fishing effort, charanga, shrimp

Introducción

El camarón es la pesquería más importante del litoral del Golfo de México y Mar Caribe. El valor económico de su producción es el mayor y absorbe para su explotación y procesamiento, la mayor parte de la infraestructura pesquera existente. Ocupa el tercer lugar en cuanto a volumen capturado, después de la mojarra y el ostión.

En el estado de Tamaulipas y en el norte de Veracruz, la pesquería se sustenta fundamentalmente en la captura del camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*). La aportación conjunta de dichos estados, pasó de 38% al 69% del total de la captura en el litoral (Veracruz representa el 9% y Tamaulipas el 60% restante) (SEMARNAP, 1998).

En virtud de ser una pesquería secuencial (se captura de manera artesanal en su etapa de crecimiento en las lagunas y en plena madurez por la flota industrial en altamar) en esta zona se presentan fuertes externalidades que se expresan

conflictivamente entre el sector artesanal de laguna con el industrial de altamar, lo que determina la dinámica de la administración de la pesquería del camarón en todo el Golfo de México, dado que la mayor parte de la flota del Golfo se concentra en esta área.

La veda en esta zona tiene como objetivo reducir la sobrepesca del crecimiento del camarón café en lagunas litorales. Las vedas se establecen con duración y fecha de inicio diferente para las dos pesquerías. Antes de la aplicación de la veda, la intensidad de pesca en las lagunas llegó a niveles de captura promedio de 2,500 toneladas de camarón juvenil en mayo y junio, lo que representó más del 50% de la captura total anual. Esta situación hizo disminuir la producción en el mar, ya que la captura de organismos pequeños disminuyó la biomasa en altamar y el rendimiento por cada recluta que entra a la pesquería afectando el valor económico de la captura en su conjunto.

Las capturas en los sistemas lagunarios se lleva a cabo principalmente en el periodo comprendido de marzo a octubre, presentándose un periodo de máximo reclutamiento de abril a julio con un pico de abundancia en los meses de mayo y junio. Durante este periodo se realiza la migración de organismos de la laguna hacia el mar.

La veda en lagunas litorales se ha venido aplicando durante el mes de junio y periodos de mayo y julio, determinándose la fecha de inicio en relación con la magnitud de la migración al mar. El periodo de migración es breve y depende grandemente de las mareas altas de los tres días previos y posteriores a la luna llena o nueva.

La Laguna Madre mide cerca de 200 km de longitud, con una anchura máxima de 55 km y 200,000 ha de superficie (Contreras 1988).

Durante 1987 a 1992, los cinco años previos al establecimiento de la veda, en Tamaulipas se registró una producción promedio anual de 10,033 toneladas, posteriormente con la aplicación de la veda desde 1993 a 1999 la captura promedio anual ha sido de 11 567 t. Los incrementos en la captura de camarón de altamar han alcanzado un 54 % (en 1993). En promedio anual, la captura en las lagunas se ha reducido de 5,926 a 4,899 toneladas a partir de la aplicación de la veda.

Un aspecto muy importante a considerar en el mecanismo de administración es el esfuerzo de pesca ejercido. Hasta el año 2000 se desconocía el número de charangas que operaban en la Laguna Madre.

La captura en las lagunas se obtiene por medio de artes de pesca fijas llamadas “charangas”, cuya autorización para su uso en la pesca de camarón en Tamaulipas y norte de Veracruz, fue publicada mediante un aviso en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 1997, en el cual se establecen las características de las mismas. Ese año se autorizó la operación de 2,454 charangas en la Laguna Madre, monto que prevalece hasta nuestros días.

La pesca se lleva a cabo de noche durante tres o cinco horas al final de la corriente de la marea producida por la pleamar o coincidiendo con la bajamar. El pescador usa la cuchara a intervalos de cinco minutos a una hora para sacar al camarón atrapado en el yagual. La duración de cada intervalo depende de su experiencia para saber si ya se dispersó o no el camarón desde la operación anterior. Estas trampas se colocan en los canales de los sistemas lagunares contra la corriente con el propósito de atrapar el camarón durante su migración hacia el mar.

Además de las charangas, se utilizan en la Laguna Madre, de manera no autorizada, otras artes de pesca como redes de arrastre y copos de corriente, de las cuales se desconoce su número. Al realizar los

vuelos, se observaron operando redes de ambos tipos en la zona del Mezquital.

El objetivo general del trabajo fue estimar el número de charangas; identificar las áreas de concentración y distribución de las charangas y estandarizar la metodología de campo en la realización de sobrevuelos para su conteo.

Métodos

El conteo se efectuó por vía de cuatro métodos: 1) fotografía aérea fija, 2) video aéreo 3) conteo visual aéreo y 4) conteo a nivel del mar en lancha. Los cuatro métodos son independientes entre sí, y al final se estima un esfuerzo a partir de los resultados de cada uno. Los tres primeros tienen en común el haber utilizado los mismos transectos y utilizar una avioneta Cessna de cinco plazas (incluyendo el piloto). Se tomó como referencia, para el establecimiento de los mencionados transectos, los resultados del conteo aéreo realizado en el año 2000.

1) Fotografía aérea

En los vuelos del 2000 y el primer vuelo del 2001 se utilizó fotografía fija (fig. 1), tomada con una cámara de mano, anotando las coordenadas de inicio y final de cada rollo fotográfico. Al realizar los conteos en las fotografías, en algunas se logró localizar las charangas en el mapa, esto sucedió, cuando se identificó algún punto de referencia geográfico notable. En la mayoría de los casos lo anterior no fue posible, además en algunas fotografías no se logró

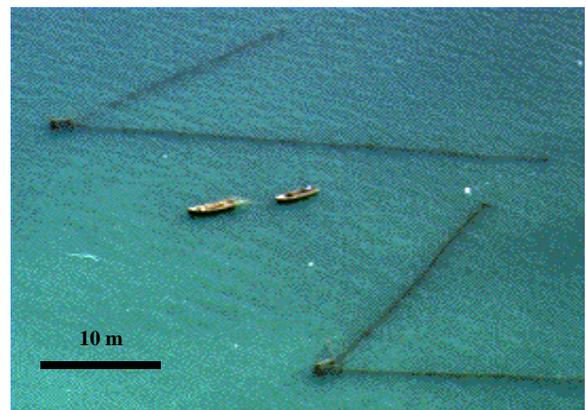


Figura 1. Dos charangas en la Laguna Madre, Tamaulipas.

determinar la sobre posición.

2) Video aéreo

2.1 Video con cámara dirigida verticalmente hacia abajo

Una alternativa para contar con imágenes en secuencia, es utilizar una cámara de video dirigida verticalmente hacia abajo en transectos rectos. La anchura del área cubierta por el transecto depende de

la altitud del vuelo (Fig. 2) y del ángulo (2ϕ) del campo visual de la cámara, según la fórmula (Gunderson, 1993).

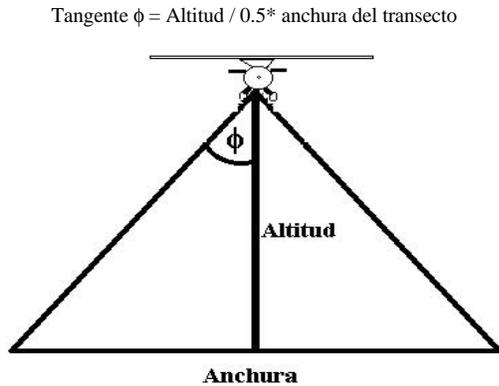


Figura 2. Relación del ángulo 2ϕ del campo visual de la cámara, la altitud del vuelo y anchura del transecto.

La figura 3 muestra la altitud de vuelo (eje de las abscisas) requerida para cubrir diferentes anchuras de transecto en el campo visual de la cámara en relación con el ángulo 2ϕ (eje de ordenadas) para diferentes anchuras de transecto. El ángulo 2ϕ depende de la longitud focal del objetivo de la cámara utilizada (Beker y Kaczynski, 1985).

Así, volando a 1,500 pies (500 metros) de altitud con un ángulo 2ϕ , cercano a los 50 grados, se cubrió una anchura de transecto de no más de 500 metros. Dado que las zonas de mayor densidad de charangas tienen entre 4 y 6 kilómetros de anchura, se efectuaron diversas pruebas, variando altura y el

ángulo visual de la cámara a fin alcanzar dicha anchura. A la misma altura, modificando el ángulo a 160-170 grados, resultó en una distorsión de la imagen que dificultó el conteo y la localización de las charangas. Aumentando la altitud de vuelo, esta debería ser superior a 12,000 pies (4,000 metros) en la cual se pierde la visibilidad de las charangas.

2.2 Video con cámara dirigida lateralmente

Los transectos se realizan de la misma forma que en el apartado anterior. La cámara se apunta al lado derecho del avión. La anchura del área cubierta por la cámara (fig. 4) puede calcularse con la fórmula (Gunderson, 1993):

$$\text{Anchura} = \text{altitud} (\cot \phi - \cot \beta)$$

Donde:

ϕ = ángulo bajo la línea del horizonte de la línea superior del campo visual de la cámara.

β = ángulo bajo la línea del horizonte de la línea inferior del campo visual de la cámara.

En los vuelos realizados a la fecha, el límite práctico de visibilidad de charangas está a 900 pies de altitud ya que proporciona una visibilidad de dos kilómetros, tanto a simple vista como en los videos resultantes. Por lo que esta modalidad en el conteo resultó el más apropiado con los medios disponibles.

3) Conteo visual aéreo

El conteo visual aéreo se realiza en la misma área que la cámara apunta, con contador de mano. El conteo a obtener será superior al que se realice con la cámara, esto es normal ya que es mayor el área que

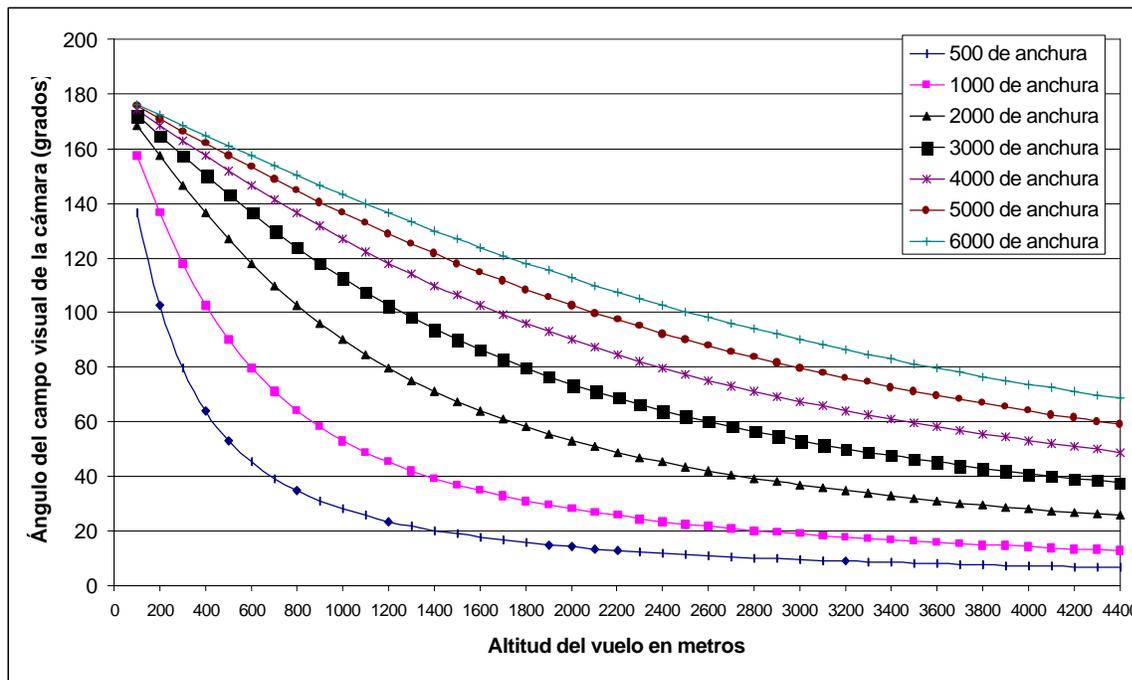


Figura 3. Relación entre el ángulo 2ϕ y la altitud de vuelo para varias anchuras de transecto.

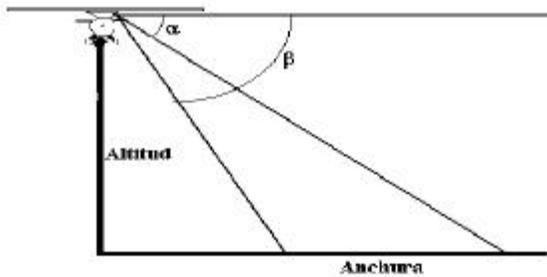


Fig. 4.- Relación entre la altitud, el campo visual de la cámara y el ángulo bajo el horizonte y al anchura del área abarcada por la cámara apuntada lateralmente.

cubre el ojo humano.

Participantes en los sobrevuelos:

- 1) Piloto
- 2) Un camarógrafo que maneja la cámara de video, del lado derecho del avión.
- 3) Una persona del mismo lado que el camarógrafo, que realiza el conteo visual. Éste debe tener un contador manual y el formato de conteo visual.
- 4) Un coordinador que cuenta con mapas estándar de las zonas a recorrer y un GPS. Señala los transectos a realizar, lleva el seguimiento de la posición sobre el mapa con el GPS y realiza anotaciones pertinentes.

Material:

- 1) Localizador GPS.
- 2) Cámara de video con conexión de micrófono externo
- 3) Micrófono externo
- 4) Mapas de las zonas a recorrer con divisiones de un minuto
- 5) Formato de conteo visual
- 6) Contador manual y relojes de pulso
- 7) Tablas con clip y material de escritura
- 8) Procedimiento:
- 9) Previamente al vuelo, se establecieron los transectos y el rumbo con el personal participante. Se hizo coincidir con el eje mayor de la concentración de charangas. La cámara se dirige al lado derecho del avión, en dirección perpendicular al vuelo. El camarógrafo debe mantener el mayor tiempo posible la cámara dirigida horizontalmente, con el ángulo visual abierto, sin hacer zoom más que en los momentos en que pudiera servir para aclarar una zona en particular y sólo el tiempo requerido para ello.
- 10) Se sincronizaron los relojes de la cámara de video, del coordinador y el del contador manual. Se introdujo la información sobre la hora usando la función automática de la cámara de video.

- 11) Se recorrieron los transectos con altitud, velocidad y rumbo constante, en lo posible.
- 12) Al iniciar el transecto, el coordinador anunció en el micrófono de la cámara la latitud y longitud, rumbo y velocidad del punto de inicio, se anotó sobre el mapa la posición y hora de inicio y anunció al personal el inicio del transecto, su número y coordenadas. El contador manual anotó en su formato el número, las coordenadas y hora de inicio del transecto y del conteo.
- 13) Se informó la posición geográfica, velocidad y rumbo por medio del micrófono a la cinta al cruzar cada minuto de latitud o longitud
- 14) Con el contador manual se registró las charangas observadas en la zona determinada por el coordinador.
- 15) Al finalizar el transecto el coordinador indicó en el micrófono su número, la posición final y la registró en el mapa. La persona que contó manualmente, anotó en su formato las coordenadas y hora del fin del transecto y el número de charangas contadas en él.
- 16) Después del vuelo se capturaron en el formato diseñado previamente, los resultados del conteo visual.

Transectos recorridos en los vuelos

En la figura 5 se muestran los transectos recorridos en la Laguna Madre en los vuelos del 2001. Los números indican el número del transecto. Las líneas punteadas muestran recorridos hechos en el vuelo de abril del 2001 y no repetidos en el vuelo de mayo, por la baja abundancia de charangas.

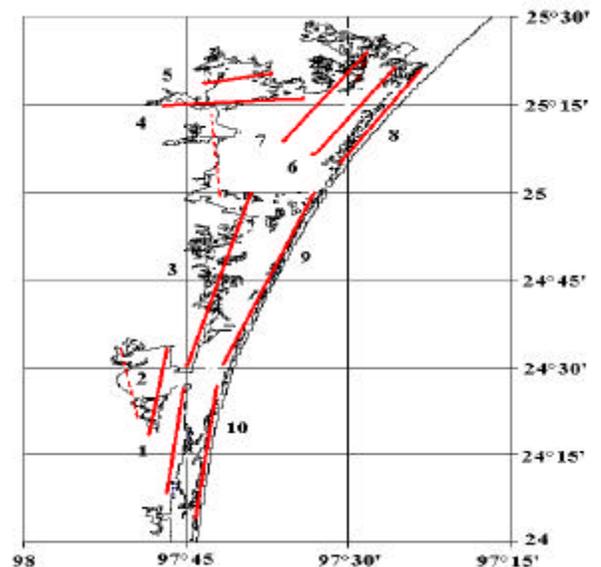


Figura 5. Laguna Madre, transectos recorridos en los vuelos del 2001.

4) Cuento a nivel del mar en lancha

Este procedimiento no se logró efectuar en la Laguna Madre.

Resultados

De conformidad con los objetivos del trabajo los métodos que rindieron los resultados más confiables fueron el video aéreo y el conteo visual aéreo. La fotografía aérea fija enfrentó dificultades difíciles de superar, la más importante fue la sobreposición entre las áreas cubiertas en tomas sucesivas, lo que podría resultar en conteos dobles o subconteos por lo que se desechó su uso.

Al realizar los vuelos, se observaron artes de pesca no autorizados, denominados copos de corriente y redes de arrastre en la zona del Mezquital.

Se detectaron cuatro zonas de concentración de charangas, y se estimó en 3064 las charangas instaladas. Destaca la zona ubicada en la parte central donde se ubican el 54%, como se observa en la figura 6, agrupadas de la siguiente manera:

- I. La zona de mayor concentración abarca la parte central de la laguna, cargada hacia el sur, donde se observaron 1647 charangas. Las mayores aglomeraciones se dieron en torno a la Isla El Carrizal ($24^{\circ}55'$, $97^{\circ}37'$) y hacia el sur de dicha isla, hasta los $24^{\circ}40'$. Trasladándose hacia el sur, a lo largo del cordón entre los $24^{\circ}34'$ y los $24^{\circ}38'$ de latitud también es importante su presencia. En los canales entre las islas de la orilla oeste, entre los $24^{\circ}40'$ y $24^{\circ}55'$, en pequeños grupos aislados. La zona entre ambas orillas de la laguna, entre los $24^{\circ}22'$ y los $24^{\circ}25'$. La zona entre la orilla oeste de la laguna y la Isla La Yegua y entre ésta y la orilla este, entre los $24^{\circ}13'$ y los $24^{\circ}16'$. En pequeños grupos de charangas en la orilla oeste, entre los $24^{\circ}08'$ y los $24^{\circ}13'$.
- II. Ubicada en la parte noreste de la laguna, esta zona es la segunda en importancia en cuanto a concentración, al detectarse 1230 charangas. En torno a la Isla Larga, en un área aproximadamente triangular con vértices $25^{\circ}20'$, $97^{\circ}27'$; $25^{\circ}10'$, $97^{\circ}30'$; $25^{\circ}17'$, $97^{\circ}32'$. También en derredor del Mezquital ($25^{\circ}15'$; $97^{\circ}27'$), es fuerte la presencia de charangas, entre las islas y la costa. Otra significativa cantidad se observó alrededor de la Isla la Mula ($25^{\circ}16'$, $97^{\circ}37'$). Grupos pequeños de charangas, a lo largo de la orilla norte de la laguna.
- III. La tercera zona observa una concentración significativamente inferior a las anteriores, ubicada en las orillas de la laguna de El Catán, se detectaron 100 charangas en su orilla noreste.
- IV. Finalmente la zona con la menor concentración, 87 charangas, se ubica en el extremo noroeste de la Laguna Madre.

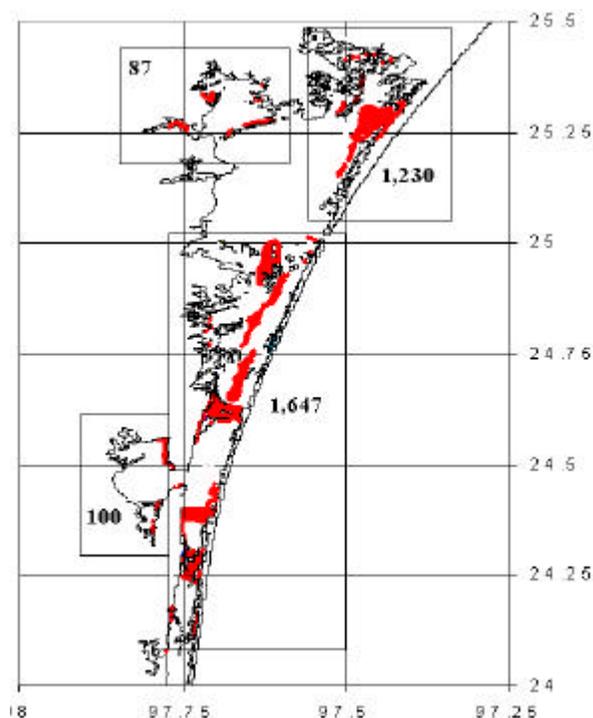


Figura 6. Distribución y números aproximados de charangas en la Laguna Madre.

- V. La anchura de las zonas enumeradas puede llegar a los seis kilómetros en la parte norte, la zona del inciso I, y alrededor de 4 km en la 2.

Discusión

En la Tabla 1 se muestran el total de charangas contabilizado por los métodos visual, vídeo y fotografías en los vuelos realizados en abril de 2000, abril y mayo de 2001. El conteo visual es mayor que el de vídeo y menor que el de la fotografía. Sin embargo, esta última tiene un alto grado de error ya que en un número significativo de fotografías, no se logró determinar la sobreposición entre las áreas cubiertas en tomas sucesivas.

Según los resultados de los conteos realizados hasta el momento, el número de charangas en Laguna Madre se encuentra alrededor de 3,064. Dicha cantidad no varía notablemente de abril a mayo.

Es de resaltar que no hay diferencia notable entre el número de charangas en abril y mayo. Esto se debe

Tabla 1. Número de charangas en la Laguna Madre

	Abril del 2000	Abril del 2001	Mayo del 2001
Conteo Visual	2989	3626	3159
Conteo en video		2242	1893
Conteos en fotografías	3,039		

a que la pesca más importante en la laguna se efectuaba, tradicionalmente de abril a junio y que las charangas estaban colocadas desde abril.

Por su naturaleza, la efectividad de las charangas depende de su localización en la laguna. Ésta depende de factores como la batimetría y el flujo de corriente durante el ciclo lunar. Por ello las charangas siempre se encontrarán en las mismas zonas. La zona más amplia de concentración de charangas es el área cercana al Mezquital, que mide cerca de 6 por 10 km. Un suceso relevante a confirmar, es el posible inicio del proceso de cambio del patrón de captura en la Laguna Madre a partir del 2000, el cual parece ser ocasionado por el creciente uso de esas artes de pesca.

Conclusión

El número de charangas instaladas es mayor que las autorizadas, no se distribuyen uniformemente, existen zonas de alta concentración, como se muestra en los mapas de los apartados anteriores.

La metodología empleada para los conteos es la adecuada para los casos en que las áreas donde se hará el conteo de charangas no tiene una anchura mayor a dos kilómetros. Más allá de esa distancia se dificulta el conteo, tanto visual como en fotografía o video.

Literatura citada

- Beker, L y Romuald Kaczynski. 1985. Fotografía I fotogrametría podwodna. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Varsovia.
- Contreras, F. 1988. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo. Secretaría de Pesca. México
- Gunderson , D.R. 1993. Surveys of fisheries resources. John Wiley and Sons. New York.
- SEMARNAP. 1998. Anuario Estadístico de Pesca 1998.

II. ESTUDIOS BIOLÓGICOS - PESQUEROS.

Efecto de las vedas del 2000 y 2001 sobre la población y la pesca de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) de Campeche, México

GABRIEL NÚÑEZ MÁRQUEZ Y ARMANDO T. WAKIDA KUSUNOKI

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera en Ciudad del Carmen
Av. Héroes del 21 de abril s/n, Prolongación Playa Norte, Ciudad del Carmen, Camp.
correo electrónico: cripc4@prodigy.net.mx

Resumen

La pesca ribereña de camarón “siete barbas” (*Xiphopenaeus kroyeri*) en Campeche, que se efectúa con redes de arrastre de fondo, estuvo prohibida a partir de 1993, pero se reactivó en 1997 sujeta a medidas de regulación drásticas que incluyeron una veda a la pesca entre Mayo y Octubre para proteger a la población durante el período principal de reproducción. La veda del 2000 fue “discontinua” (del 1 de Mayo al 30 de Junio y del 21 de Julio al 30 de Octubre), mientras que la veda del 2001 fue “continua” (del 1 de Mayo al 31 de Octubre). Para evaluar los posibles efectos diferentes a corto plazo se compararon los índices de abundancia relativa, de reclutamiento y de reproducción durante esas vedas, y los rendimientos de pesca al inicio de las respectivas temporadas de captura. Se encontró que la abundancia relativa durante la veda “continua” del 2001 fue 27% mayor que la abundancia promedio en las vedas del período de 1998 a 2001, mientras que durante la veda “discontinua” del 2000 la abundancia relativa fue 26% menor que el promedio. El rendimiento promedio durante el primer mes de la temporada de pesca después de la veda del 2001 fue 13% mayor que el rendimiento promedio obtenido después de la veda del 2000. Se concluyó que la veda “continua” del 2001 dio mejores resultados al evitar totalmente la pesca masiva sobre el recurso, lo que permitió un mejoramiento de la sobrevivencia en la población del camarón siete barbas.

Palabras clave: camarón siete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, vedas, pesquerías

Abstract

The seabob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) nearshore bottom trawl fishery of Campeche was banned in 1993, but restarted in 1997 with restrictive regulation measures such as a closed season between May and October to afford protection to shrimp population during main spawning period. The closed season of 2000 was “discontinuous” one (from 1 May to 30 June and 21 July-30 October), while the closed season of 2001 was “continuous” one (from 1 May through 31 October). Comparisons of relative abundances, recruitment and reproduction indexes of seabob shrimp during these closed seasons, and yields in early respective fishing seasons, were carried out to assess possible differential short-term effects. It was found that the relative abundance during the “continuous” closed season of 2001 was 27 percent higher than the average closed seasons value during the period of 1998-2001, while during the “discontinuous” closed season of 2000 relative abundance was 26 percent below the average value. Mean yield in the first month of fishing season after of 2001 closed season was 13 percent higher than the average yield obtained after the 2000 closed season. It was concluded that the “continuous” closed season of 2001 gave better results as it prevented all massive fishing pressure on resource, so permitting an enhancement in seabob shrimp population survival.

Key words: seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri*, closed seasons, fisheries

Introducción

La pesca ribereña de camarón “siete barbas” *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) en Campeche, que se desarrolla principalmente en la región de Isla del Carmen y península de Atasta, se efectúa con embarcaciones menores de fibra de vidrio, equipadas con motor fuera de borda y una red de arrastre de fondo, que normalmente realizan un viaje por día para pescar en profundidades de 1 a 6 brazas.

La pesca estuvo legalmente prohibida a partir de 1993, cuando entraron en vigor las Normas Oficiales Mexicanas 004-PESC-1993 y 002-PESC-1993, pero un estudio en pesca de fomento permitió recomendar con un fundamento técnico sólido su establecimiento como pesquería legal, aunque condicionándola a estrictas medidas de regulación. Estas incluyeron la reducción de la flota a 200 embarcaciones, estimado equivalente al esfuerzo óptimo de 31,000 viajes de pesca al año para alcanzar el rendimiento máximo biológico, una zona de pesca bien definida entre Isla

del Carmen Campeche y la desembocadura del Río Grijalva, Tabasco, donde se realizó el estudio en pesca de fomento, y una temporada de pesca fija de Noviembre a Abril. La veda continua de Mayo a Octubre protegería a la población durante el período principal de reproducción, cuando se originan las cohortes más fuertes que sostienen a la pesquería de Noviembre a Febrero (Núñez y Wakida, 1997).

La pesquería comercial se reinició ya regulada en Noviembre de 1997 y ha estado produciendo entre 1,500 y 2,000 toneladas de camarón entero por temporada (de 6 a 8 meses de pesca), con rendimientos promedio mensuales entre 48 y 71 kilos de camarón entero por viaje. Sin embargo, se autorizaron 47 embarcaciones más que las recomendadas, la zona de pesca se extendió hasta Chiltepec, Tabasco (donde se autorizaron 20 lanchas más) y hasta el año 2000 se establecieron vedas de Mayo a Octubre, pero con una época de pesca intermedia (“ventana”) de 20 a 45 días en Julio-Agosto. Como en el año 2001 la veda no tuvo “ventana” de pesca, se realizaron comparaciones de la población biológica y de los resultados de la pesca al inicio de temporada para evaluar los posibles efectos a corto plazo de esta veda continua del 2001 contra los de la veda discontinua del 2000.

Material y métodos

Se compararon entre sí y con el promedio de varias vedas, las estimaciones mensuales de reclutamiento, reproducción y abundancia relativa obtenidas a partir de muestreos directos de la población biológica durante las vedas de los años 2000 (Mayo a Octubre, con “ventana” del 1 al 20 de Julio) y 2001 (Mayo a Octubre, sin “ventana”) y los rendimientos y composición por tallas de la captura al inicio de las respectivas temporadas de pesca, estimados a partir de muestreos directos en los lugares de desembarco de las lanchas en Ciudad del Carmen.

El Centro Regional de Investigación Pesquera de Ciudad del Carmen (CRIP-Carmen) realiza muestreos directos sobre la población de camarón siete barbas en la franja marina hasta las cinco brazas de profundidad, desde Isla del Carmen Campeche hasta Chiltepec Tabasco, mediante lances de pesca en puntos fijos o “estaciones de muestreo” (Fig. 1) con una red de arrastre camaronera de polifilamento (red “sietebarbera”) y embarcaciones de sociedades cooperativas de pesca ribereña de la región. De cada lance se registra la latitud y la longitud inicial y final mediante navegador electrónico portátil; la hora de inicio y fin del arrastre y el peso en gramos de la captura total de camarón siete barbas. De ésta se toman muestras para medir la longitud total (LT) en milímetros de cada ejemplar y determinar su sexo y el grado de desarrollo (madurez) de las hembras

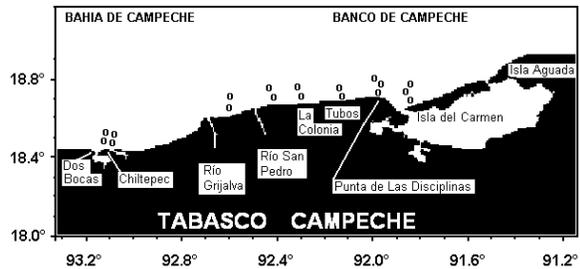


Figura 1. Distribución de las estaciones de muestreo de camarón siete barbas (*X. kroyeri*).

mediante inspección visual de los órganos reproductores y uso de una escala morfocromática.

Para obtener estimados de abundancia relativa (densidad) por tallas por estación de muestreo primero se estima el área cubierta durante cada arrastre de muestreo mediante el método de área barrida (Sparre y Venema, 1995); luego, los datos de los tamaños de camarón en cada muestra se agrupan en distribuciones de frecuencias por clase de longitud que se convierten en frecuencias por clases de peso corporal mediante relaciones longitud – peso elaboradas *ex profeso* y se expanden primero a la captura total de la especie en el lance de pesca correspondiente y luego a la unidad de área muestreada (un kilómetro cuadrado).

Para ubicar reclutamientos se utilizan las distribuciones de abundancia relativa por tallas de sexos combinados y se aplican dos procedimientos complementarios, que usan como referencia una talla media de reclutamiento (77 milímetros LT) inferida de los resultados de la pesca de fomento de 1994 a 1997 reportados por Núñez y Wakida (1997). En el primer procedimiento se considera como índice de reclutamiento a la suma de las densidades de animales con talla igual y menor que la de referencia. En el segundo procedimiento se considera como grupos reclutas a aquellos con longitud modal igual o menor que la de referencia y para hacer un seguimiento temporal de ellos se utiliza la curva de crecimiento estimada durante la pesca de fomento, la cual se traza sobre la serie de distribuciones de frecuencias de tallas. De estas formas se define como época de reclutamiento al mes o meses cuando la talla de referencia y menores presentan la mayor abundancia relativa y/o los grupos reclutas aparecen claramente en la serie de estimaciones.

Para ubicar reproducción se utilizan las distribuciones de abundancia relativa por tallas únicamente de las hembras y se utiliza como referencia la talla media de primera madurez (88 milímetros LT) reportada por Núñez y Wakida (1997). Se considera como índice de reproducción a la suma de las densidades de hembras con talla igual y mayor que la de referencia que además presentan la fase IV de madurez. De esta forma se define como

época de reproducción al mes o meses con los mayores valores de este índice.

Los muestreos de las capturas se realizan en los lugares principales de descarga de las lanchas en Ciudad del Carmen, donde se toman los datos de captura total de camarón siete barbas por viaje de pesca de un número variable de embarcaciones y se mide la longitud total de los organismos en muestras de tamaño variable de las capturas. La captura total reportada por la flota ribereña se obtiene de avisos de arribo en las oficinas de Pesca en Ciudad del Carmen y Atasta. La composición por tallas de las muestras de siete barbas se expande sucesivamente hasta la captura del mes correspondiente.

Resultados

La abundancia relativa global durante la veda del 2000 fue 26% menor que el nivel promedio, mientras que en la veda del 2001 fue 27% mayor (Fig. 2). El máximo de abundancia relativa de Junio del 2000, antes de la “ventana” de pesca autorizada del 1 al 20 de Julio, fue 24% mayor que el nivel promedio de ese mes, pero inmediatamente después de la “ventana” y en los dos meses siguientes fue 57% menor. Por el contrario, durante la veda sin “ventana” del 2001 la abundancia se mantuvo estable durante los primeros tres meses y luego aumentó.

Por su parte, el reclutamiento promedio durante la veda del 2001 fue 34% mayor que el de la veda del 2000 y mantuvo niveles altos durante tres meses, a diferencia del año anterior cuando fue muy puntual en el tiempo (Fig. 3).

Durante las vedas del 2000 y 2001 los niveles globales de reproducción fueron 8% y 23% menores que el promedio respectivamente y los máximos se presentaron con un retraso creciente hacia la segunda parte de las vedas (Fig. 4).

La composición por tallas de la población y las proyecciones del crecimiento (Fig. 5) mostraron diferencias muy notables entre las dos vedas. La del 2001 inició con una alta abundancia de animales grandes que declinó rápidamente en los meses siguientes; en Junio se observaron dos grupos de animales claramente diferenciados, ambos nacidos antes de la veda, los cuales mantuvieron una alta abundancia durante los tres meses siguientes, a diferencia del año anterior cuando el único grupo evidente en Junio apareció en las capturas de la “ventana” de Julio, lo que explica su baja abundancia a finales de ese mes y en los dos siguientes. La contribución de los animales nacidos durante la primera mitad de las vedas a las capturas del primer mes de pesca (Noviembre) fue de 87% en el 2001 y de 64% en el 2000.

Los rendimientos de pesca en noviembre del 2001 fueron 13% mayores que los de noviembre de 2000

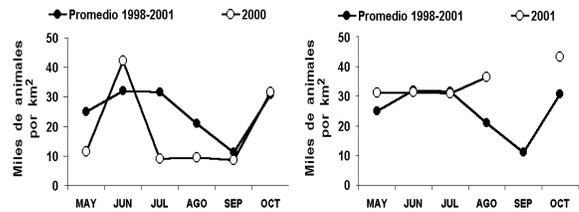


Figura 2. Abundancia de camarón siete barbas durante las vedas en Campeche y Tabasco.

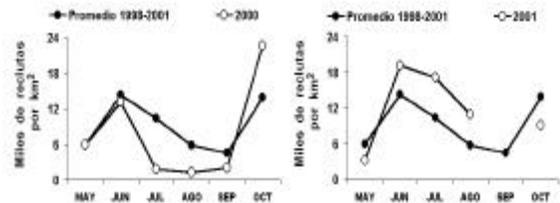


Figura 3. Reclutamiento de camarón siete barbas durante las vedas en Campeche y Tabasco.

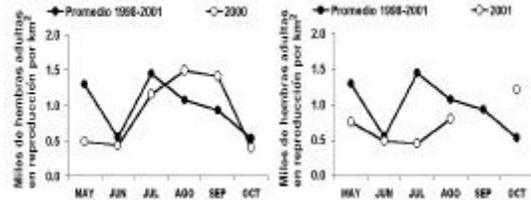


Figura 4. Reproducción de camarón siete barbas durante las vedas en Campeche y Tabasco.

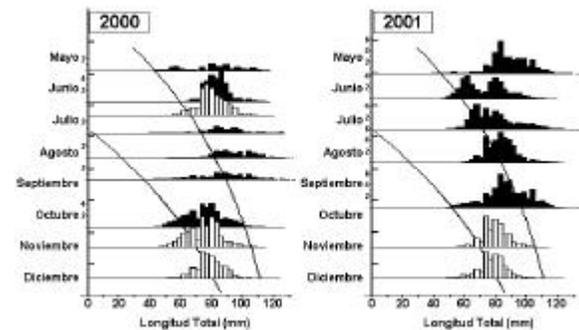


Figura 5. Composición por tallas de la población de camarón siete barbas (miles de animales por kilómetro cuadrado, histogramas oscuros) y composición por tallas de las capturas (porcentajes, histogramas claros). Las curvas son proyecciones idénticas del crecimiento individual promedio.

(59 contra 52 kilos de camarón entero por viaje), pero para Diciembre del 2001 fueron 4% menores que los de diciembre del 2000 (68 contra 71 kilos de camarón entero por viaje).

Discusión

Las vedas a la pesca de camarón siete barbas tienen como objetivo proteger los eventos de reproducción

más importantes del año, que en promedio ocurren de Julio a Septiembre, cuando se generan las cohortes que sostienen a la pesquería de Noviembre a Febrero; normalmente sus primeros grupos inician el reclutamiento a las áreas de pesca en Octubre y lo completan a partir de Noviembre. Se ha observado que, en promedio, al ocurrir un reclutamiento la abundancia aumenta, por lo que la veda hasta el último día de Octubre también pretende proteger el inicio del reclutamiento en ese mes para favorecer la pesca del mes siguiente al elevarse la abundancia. Con base en los antecedentes, también se espera que en Junio-Julio se complete el reclutamiento del camarón siete barbas joven nacido antes de la veda, que conviene proteger porque en los tres meses siguientes ya participa en los eventos de reproducción más importantes.

La diferencia más notable entre las dos vedas que puede considerarse un efecto de la existencia o no de “ventana” es la referente al comportamiento de la abundancia relativa: la composición por tallas de la población y las proyecciones del crecimiento sugieren que la estabilidad de la abundancia global durante la primera parte de la veda del 2001 pudo deberse a la rápida desaparición natural de los grupos de animales más grandes observados en Mayo, lo que globalmente compensó el ingreso extraordinario de reclutas, pero además es evidente que a ello contribuyó también la ausencia de pesca, ya que en la veda del año anterior el numeroso grupo observado en Junio fue el componente principal de las capturas de Julio, lo cual explica por qué el máximo de abundancia previo a esa “ventana” de pesca se convirtió en mínimo en los meses siguientes.

Es elemental esperar que las vedas sin “ventana” de pesca contribuyan a favorecer la sobrevivencia del camarón siete barbas, lo cual se vio reflejado en la composición por tallas de la captura de Noviembre del 2001, donde casi el 90% eran animales nacidos durante la primera parte de la veda, mientras que el año anterior éstos representaron un poco más de 60%. Los mayores rendimientos de pesca de Noviembre del 2001 también reflejan la mayor protección al recurso, pero la rápida desaparición de esta diferencia en los rendimientos podría ser un efecto de factores naturales, tales como los que seguramente indujeron un mayor retraso en la reproducción durante el 2001 y un posible retraso consecuente en los reclutamientos

importantes que hacen las buenas capturas. Si esto es correcto se verá en los resultados de la pesca del resto de la temporada.

La veda propuesta para el camarón siete barbas se fundamenta en criterios económicos, ecológicos y pesqueros que no solo involucran a la especie objetivo, sino también, entre otras, al camarón blanco *Litopenaeus setiferus* cuya población actualmente presenta serios problemas ocasionados por la sobrepesca. Esta especie aparece de manera incidental en las capturas de siete barbas, de manera que la evaluación de vedas con y sin “ventanas” deberá también considerar forzosamente los efectos sobre la población de camarón blanco.

Conclusiones

La veda sin “ventana” del 2001 tuvo un efecto positivo mayor sobre la sobrevivencia en la población que la veda con “ventana” del 2000. Como consecuencia, se tuvo un efecto positivo sobre los rendimientos de pesca al menos en el primer mes de la temporada de capturas del 2001. Ambas vedas protegieron a la población de la pesca masiva durante los meses con los niveles máximos de reproducción observados, pero las diferencias en la ubicación temporal de esos eventos difícilmente pueden ser atribuidos totalmente a efectos de las vedas. El mayor retraso en la reproducción principal del 2001 pudo tener un efecto negativo sobre la magnitud del reclutamiento de Octubre y así, sobre la duración del período con los mejores rendimientos de pesca al inicio de la temporada.

Referencias

- Núñez Márquez, G. y A.T. Wakida Kusunoki. 1997. Pesca de fomento de camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en Campeche y Tabasco 1994-1997. Instituto Nacional de la Pesca, CRIP de Ciudad del Carmen, Campeche, México. Informe técnico (inédito): 42 pp.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1., 440 pp.

Análisis de la pesquería del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en Campeche, México

ARMANDO T. WAKIDA KUSUNOKI Y GABRIEL NÚÑEZ MÁRQUEZ

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera en Ciudad del Carmen
Av. Héroes del 21 de abril s/n, Prolongación Playa Norte, Ciudad del Carmen, Camp.
correo electrónico: cripc4@prodigy.net.mx, awakida@hotmail.com

Resumen

La pesca del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* es una actividad de gran importancia económica y social en la región de Ciudad del Carmen, Campeche. Sus capturas anuales en los últimos 5 años se han mantenido en promedio alrededor de las 1,500 ton (camarón entero). Anualmente se realiza un monitoreo continuo de esta pesquería para recomendar las medidas de manejo adecuadas para que esta actividad se mantenga en niveles de aprovechamiento óptimo. En este trabajo se analizó la información obtenida de 1994 a 2001 a través de encuestas en los centros de descarga y mediante observadores a bordo de las lanchas durante los viajes de pesca. Los resultados indican que a pesar de que el número de permisos de pesca está restringido, (249 embarcaciones) existe posiblemente sobre esfuerzo pesquero que se refleja en la tendencia al aumento de la captura (de 1,266 t en 1994-1995 a 2,098 t en el 2000-2001), en el incremento del esfuerzo pesquero (de 16,863 viajes en 1994-1995 a 41,502 viajes en el 2000-2001), en la disminución de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE)(de 75 kg entero/viaje en 1994-1995 a 50 kg entero/viaje en el 2000-2001), en la ampliación de las áreas de pesca y en el uso mas temprano en la temporada de pesca de áreas de pesca más distantes.

Palabras claves: siete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, pesquería, Campeche, Distribución del esfuerzo

Abstract

Seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* fishing is an activity of great social and economic importance in Ciudad del Carmen, Campeche region. Their annual catches in the last 5 years have maintained on average around 1,500 ton. Annually a continuous monitoring of this fishery is realized to recommend an appropriate management measures to keep this activity in optimal yield levels. The information obtained through surveys in the centers of discharge as well as by observers in fishing trips in the period from 1994 to 2001 was analyzed in this paper. The results indicated that in spite of the number of fishing permission is restricted (249 boats), over fishing effort upon the resource possibly exists. it is reflected on the tendency to increased of the capture (1,266 t whole shrimp in 1994-1995 to 2,098 t whole shrimp in 2000-2001), increased of fishing effort (16,863 tips in 1994-1995 to 41,502 trips in 2000-2001), decreasing of the CPUE (captures by unit of effort) (75 kg whole shrimp/trip in 1994-1995 to 50 kg whole shrimp/trip in 2000-2001),, as well as the enlargement of the fishing areas and earlier use in the fishing season of distant fishing areas.

Key word: Seabob, *Xiphopenaeus kroyeri*, fishery, Campeche, effort distribution

Introducción

La pesquería artesanal del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) en la parte sudeste de México es de gran importancia económica y social, debido a la gran cantidad de personas que están involucradas y a la derrama económica que genera. Sus capturas anuales en los últimos 5 años se han mantenido en promedio alrededor de las 1,500 t de camarón entero. La mayoría de esta producción fue capturada por la flota ribereña que tiene base en Ciudad del Carmen, Campeche.

La pesquería del camarón siete barbas no se encontraba legalmente establecida, hasta que en 1994

se dio comienzo a una pesca de prospección en la cual participaron agrupaciones de pescadores ribereños divididos en cooperativas y sociedades de solidaridad social. Esta pesca se realizó en cuatro fases durante las cuales se recopiló información biológica pesquera que sirvió para su regulación y manejo. Las principales recomendaciones fueron: 1) La temporada de pesca debe ser de noviembre a abril y 2) El esfuerzo, en número de lanchas, debería ser de 200 embarcaciones (Nuñez y Wakida, 1997).

En el presente trabajo se analiza el comportamiento de las capturas, del esfuerzo y de los rendimientos de pesca de la flota ribereña de Ciudad del Carmen que captura camarón siete barbas, con

énfasis en la distribución espacial y temporal del esfuerzo.

Métodos

Para conocer la captura mensual de camarón siete barbas obtenida por la flota ribereña, se recopiló sistemáticamente la información estadística de las oficinas de pesca de Ciudad del Carmen y Atasta, Campeche.

En los lugares principales de descarga se realizaron entrevistas a los pescadores para conocer sus zonas de pesca y registrar el peso de sus capturas de camarón al momento en que las entregaban, incluyendo las de especies incidentales como el camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) y café (*Farfantepenaeus aztecus*).

Periódicamente se embarcaron técnicos observadores a bordo de las embarcaciones menores en viajes comerciales, para registrar información de cada lance de pesca tal como la latitud, longitud y velocidad inicial y final de cada arrastre mediante un geoposicionador por satélite; la hora de inicio y fin del lance, la profundidad, el peso en kilos de la captura total y de cada especie de camarón.

Mediante gráficas se realizaron análisis exploratorios de los datos obtenidos y se elaboraron mapas de la zona para observar la distribución espacial y temporal del esfuerzo de pesca.

Resultados

El análisis de las capturas por mes (Fig. 1A) muestra que existe una clara tendencia hacia el aumento durante el período multianual estudiado, con las mayores capturas a finales e inicio de año (diciembre-febrero). El esfuerzo calculado (Fig. 1B) también presenta una tendencia al incremento, a diferencia de los rendimientos de pesca (CPUE, Fig. 1C), que presentan una leve tendencia de disminución, con aparente estabilización alrededor de los 50 kg/viaje.

Al analizar la información obtenida por medio de las encuestas a pescadores se aprecia que al transcurso de las temporadas de pesca ha cambiado el patrón espacio-temporal de distribución del esfuerzo (Fig. 2); anteriormente, durante el primer bimestre de la temporada la mayor proporción se aplicaba en la zona A (costa norte de Isla del Carmen) y luego se desplazaba hacia la zona C (costas de la península de Atasta), pero actualmente se observa una declinación paulatina de la proporción del esfuerzo aplicado a inicio de la temporada en la zona A y una menor duración de tiempo en la misma (Fig. 3a y 3b).

Este comportamiento se corrobora con la información obtenida mediante observadores a bordo de las lanchas, donde se aprecia que la zona A es utilizada cada vez en menor proporción a inicio de

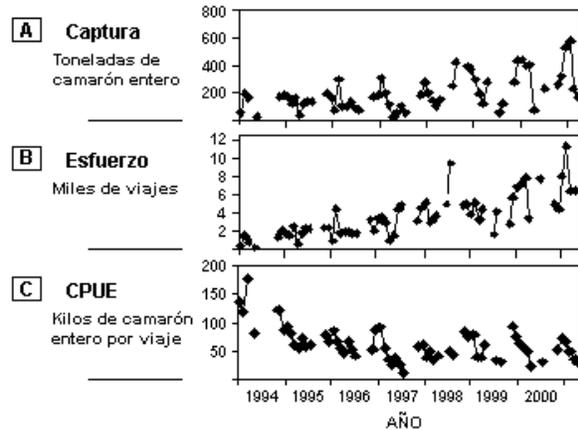


Figura 1. Captura, esfuerzo y rendimientos de pesca (CPUE) obtenidos por la flota siete barbera de Ciudad del Carmen, Campeche 1994- 2001.

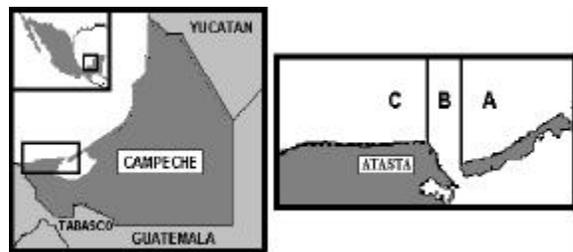


Figura 2. Zona donde trabaja la flota ribereña que captura camarón siete barbas en Campeche y subzonas de distribución del esfuerzo aplicado.

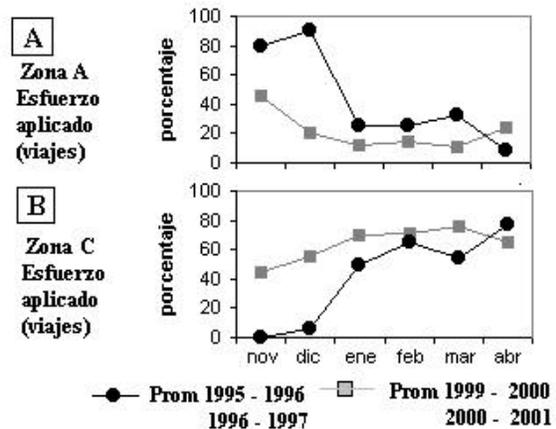


Figura 3. Comportamiento del esfuerzo aplicado en cuatro diferentes temporadas en dos diferentes zonas. Zona A (A) y Zona C (B).

temporada y que el esfuerzo se distribuye más rápidamente hacia el oeste (Fig. 4).

Al comparar los rendimientos por zonas en las temporadas 1996 - 1997 y 2000 - 2001, se aprecia que en noviembre de 1996, en la zona A se presentó el valor más alto para esa temporada (Fig. 5a), con aproximadamente 20 kg por hora de arrastre. A diferencia de la temporada 2000 - 2001 cuando el

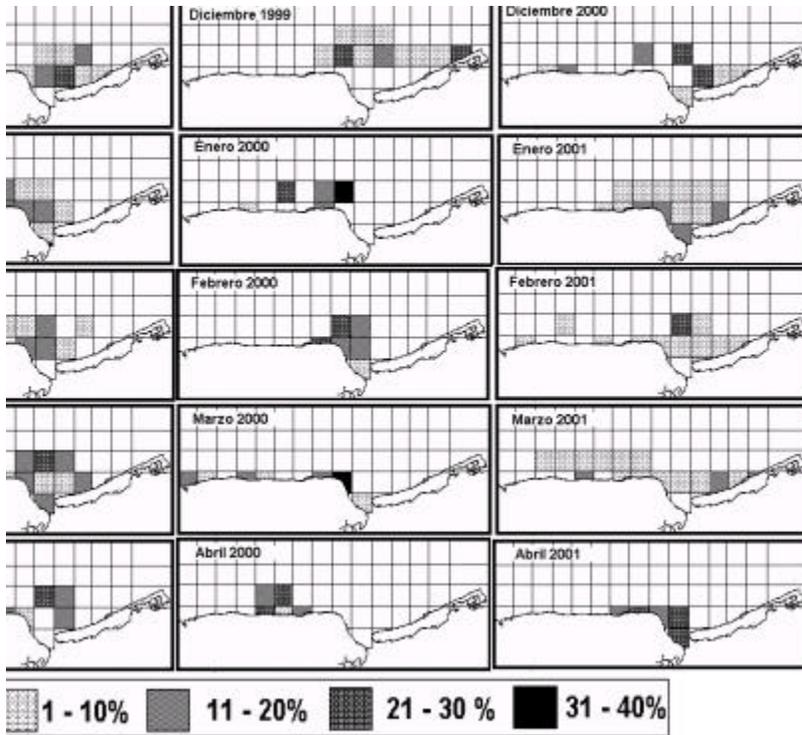


Figura 4. Distribución espacial del esfuerzo aplicado (lances) en tres diferentes temporadas.
Fuente: Observadores a bordo de lanchas.

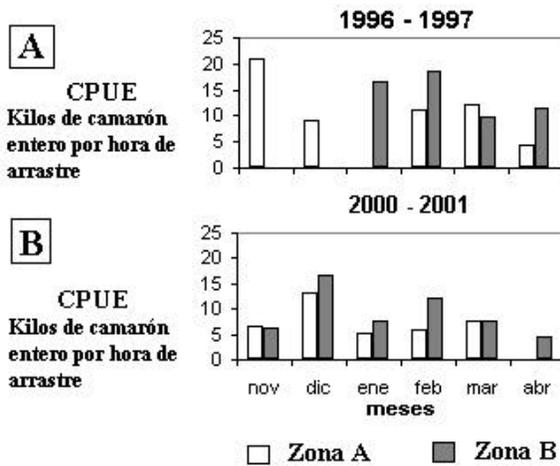


Figura 5. Rendimientos obtenidos en las diferentes zonas en dos temporadas.

mayor rendimiento estuvo en diciembre, esto posiblemente debido a la variabilidad ambiental. En a la zona C, no se tienen valores en noviembre y diciembre de 1996, debido a que la flota no fue a pescar a esa zona, pero en diciembre de 2000 se presentó el mayor rendimiento de toda la temporada.

Discusión

El análisis únicamente temporal de las principales variables pesqueras como son la captura, el esfuerzo y los rendimientos, indicaría que el recurso se mantiene en un nivel adecuado, pero al realizar un análisis más detallado de los cambios en la distribución espacio - temporal del esfuerzo aplicado, se aprecia que en la pesquería ribereña del camarón siete barbas actualmente se está aplicando un esfuerzo mayor al adecuado. Esto se refleja en el hecho de que ha cambiado el grado de importancia de la zona tradicionalmente principal a inicio de temporada: en los últimos años el esfuerzo aplicado en dicha zona al empezar la pesca es menor en proporción y en tiempo, y esto es resultado de que los rendimientos obtenidos ahí a inicio de temporada son menores comparados con los de otras zonas.

El hecho de que en los últimos años la flota siete barbera presente una utilización de los caladeros más lejanos cada vez más temprano en la temporada, explica él por qué la tendencia de los rendimientos presenta una aparente estabilización, a diferencia de las claras tendencias de incremento de la captura y el esfuerzo.

Conclusiones

El esfuerzo y la captura presentan una tendencia ascendente, no así los rendimientos de pesca cuya tendencia es hacia la baja, aunque con una posible estabilización en las últimas temporadas.

La situación anterior es resultado de la aplicación de un sobre esfuerzo pesquero, así como de la ampliación del área de pesca.

Literatura citada

Núñez Márquez, G. y A.T. Wakida Kusunoki. 1997. Pesca de fomento de camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en Campeche y Tabasco 1994-1997. Instituto Nacional de la Pesca, CRIP de Ciudad del Carmen, Campeche, México. Informe técnico (inédito). 42 pp.

Ecología y dinámica poblacional del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) de la Laguna de Términos, Sur del Golfo de México

DOMINGO FLORES HERNÁNDEZ, GUADALUPE MEX GASCA
Y JULIA RAMOS MIRANDA

Universidad Autónoma de Campeche
Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)
Av. Agustín Melgar y Juan de la Barrera.C.P. 24030. Campeche, Camp.
correo electrónico: doflores@mail.uacam.mx

Resumen

La información analizada proviene de capturas experimentales realizadas entre septiembre de 1997 a marzo de 1999. Se obtuvo un total de 7224 individuos con un peso de 14.7 Kg. Se observó que *X. kroyeri* se distribuyó en la región sur y suroeste de la Laguna de Términos. Los valores más altos de abundancia, se presentaron durante los meses de agosto y noviembre de 1998 ($0.31 \cdot 10^{-1}$ individuos/m²- $0.84 \cdot 10^{-1}$ gr/m²) y ($1.30 \cdot 10^{-1}$ individuos/m²- $0.580 \cdot 10^{-1}$ gr/m²), estos son los registros máximos reportados para esta zona, los cuales se asocian a un incremento en la salinidad. Se observó un crecimiento diferencial por sexos, registrándose hembras en la captura de hasta 11.65 cm (LT) y machos hasta de 9.25 cm (LT); se observó una proporción de sexos (Hembras/ Hembras+Machos) con una preponderancia de hembras (0.55). Asimismo, los valores de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (1938) calculados fueron para hembras: $L_{\infty}=14.5$ cm; $K=1.0$ / año y $t_0=0.09$ / año y para machos $L_{\infty}=12.0$ cm; $K=0.96$ / año y $t_0=0.10$ / año. Se determinó el valor de mortalidad natural (M), por sexos por año fue $M=2.17$ para hembras y $M=2.22$ para machos. Los cambios en el ecosistema con impactos en la distribución y abundancia del siete barbas, deben ser monitoreados en una escala de tiempo y espacio mayor, ya que es una especie de importancia comercial y susceptible a variaciones climáticas y pesqueras.

Palabras claves: *Xiphopenaeus kroyeri*, siete barbas, dinámica de poblaciones, Laguna de Términos

Abstract

The data analyzed were obtained of experimental sampling carried out from september 1997 to march 1999. A total of 7224 organisms were caught, with a total weight of 14.7kg. This species was distributed in the south-southwest region of Laguna de Términos. The highest abundance values were found through august and november of 1998 ($0.31 \cdot 10^{-1}$ individuos/m²- $0.84 \cdot 10^{-1}$ gr/m²) y ($1.30 \cdot 10^{-1}$ individuos/m²- $0.580 \cdot 10^{-1}$ gr/m²), these are the highest values reported for this species in the region, which were related to salinity. The maximal total length (LT) caught were 11.65 cm for females, and 9.25 cm for males. Growth of females and males was different. The females were slightly more abundant than males, with sex ratio (Female/Female+Male) equal to 0.55. Growth parameters of the von Bertalanffy model (1938) showed differences according to sex, $L_{\infty}=14.5$ cm; $K=1.0$ / year and $t_0=0.09$ /year for females, and $L_{\infty}=12.0$ cm; $K=0.96$ /year, and $t_0=0.10$ /year for males. The annual natural mortality (M) determined was 2.17 and 2.22 for females and males, respectively. The ecosystem changes and their impacts on the distribution an abundance of the *X. Kroyeri* must be monitoring during a biggest scale of time and space.

Palabras claves: *Xiphopenaeus kroyeri*, seabob, stock dinamic, Terminos Lagoon.

Introducción

Para el Golfo de México Gunter, *et al.* (1964) reportaron 19 especies de peneidos entre las cuales, las de mayor importancia comercial, de acuerdo a su talla y volumen de captura son: el camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1839), el camarón café (*Farfantepenaeus aztecus* Ives, 1891) y el camarón blanco (*Litopenaeus setiferus* Linnaeus, 1767)(Pérez Farfante y Kensley, 1997). No obstante, otras especies de menor valor económico tienen

relevancia desde el punto de vista social, por el número de pescadores dedicados a la actividad. Una de ellas es el camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862), ya que está sujeta a una explotación pesquera principalmente de tipo artesanal dentro de la Laguna de Términos y en la zona costera adyacente; de acuerdo a la SEMARNAP (1997) proporcionó empleo directo a 741 personas de la Isla del Carmen, pero su número está en incremento. En 1996, la captura comprendida entre la Isla del Carmen y Atasta, zona donde se concentra la actividad

pesquera sobre *X. kroyeri*, representó el 1.4 % (1,104 toneladas) de la producción nacional de camarón, INEGI (1997). Por otra parte, existen pocos estudios sobre la biología de esta especie, por lo que este trabajo se enfoca al análisis de algunos aspectos biológicos como la distribución y abundancia, en la Laguna de Términos, la proporción de sexos, el crecimiento y la mortalidad natural. Es de particular importancia mencionar que esta laguna ha sido considerada como un hábitat de protección y crianza para numerosas especies de aves, mamíferos, reptiles, moluscos, crustáceos, peces, etc., por otra parte, el periodo de muestreo incluyó 1998, año que fue extremadamente cálido en todo el hemisferio norte (Mann *et al.*, 1999), lo cual supone condiciones especiales ambientalmente.

Área de Estudio

La Laguna de Términos se encuentra en el Litoral Sur del Golfo de México, frente a la Sonda de Campeche, entre 91°10' - 92°00' de longitud Oeste y 18°22' - 19°00' de latitud norte (Fig. 1).

Es un área somera, con un promedio de 3.5 m de profundidad y 2500 km² de superficie incluyendo pantanos y sistemas fluvio lagunares, presenta dos bocas o conexiones con el mar, la del Carmen situada en la porción occidental y otra en la parte oriental llamada Boca de Puerto Real.

Existe un flujo neto de la circulación del agua, entrando por Puerto Real con circulación Este-Oeste,

saliendo por la Boca del Carmen (Mancilla y Vargas, 1980). Estas condiciones inducen un gradiente de salinidad decreciente en el sentido ya descrito, lo cual a su vez crea un gradiente de ambientes al mezclarse con los aportes de los ríos Palizada, Chumpán y Candelaria, influyendo en la distribución de especies tanto vegetales como animales. El clima es tropical subhúmedo, con tres épocas climáticas: “Nortes” de octubre a febrero, “Secas” de marzo a mayo y “Lluvias” de junio a septiembre.

Materiales y métodos

Los datos provienen de 23 estaciones realizadas en la Laguna de Términos comprendiendo el período de septiembre de 1997 a marzo de 1999.

Los muestreos se realizaron con la ayuda de una lancha de fibra de vidrio de 7 m de eslora, equipada con un motor fuera de borda de 65 HP, y una red de arrastre de prueba camaronera (chango) de 5 m de largo y 5 m de boca, con abertura de trabajo de 2.5 m y una luz de malla de ³/₄ de pulgada, la cual cuenta con un par de puertas de 0.5 por 0.4 m de largo y ancho respectivamente, realizando lances con una duración de 12 minutos, cubriendo un área de muestreo de 2000 m². En cada estación se realizaron mediciones de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, profundidad y transparencia. Los organismos obtenidos fueron etiquetados y congelados para su posterior procesamiento en el laboratorio, aquí los organismos se separaron, los

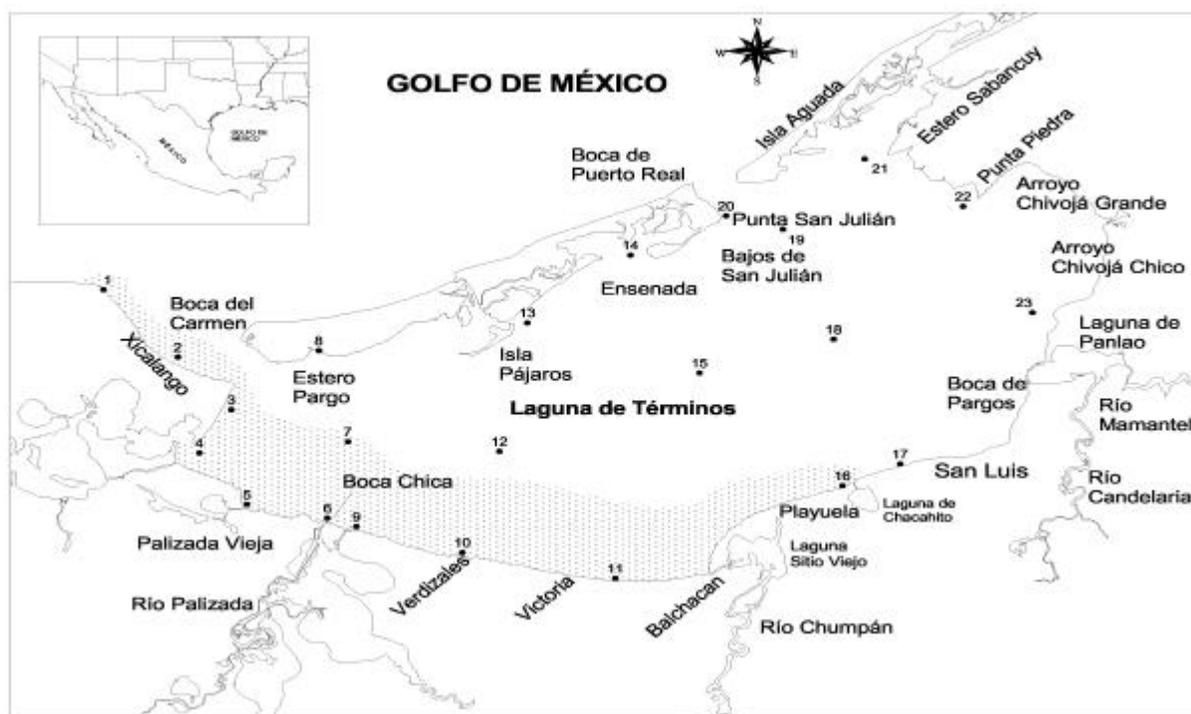


Figura 1. Área de Estudio Laguna de Términos y estaciones de muestreo (Ramos Miranda, 2000). Zona sombreada indica el área de distribución de *X. kroyeri* durante septiembre de 1997 a marzo de 1999.

ejemplares de siete barbas se identificaron empleando las claves de identificación de Fisher (1978) y Pérez Farfante y Kensley (1997), se separaron por sexos, se midieron y pesaron.

Distribución y abundancia. La abundancia de *X. kroyeri* se determinó, de acuerdo con las siguientes expresiones: $D = N / A$ y $B = P / A$

Donde:

D=la densidad en individuos/m², N = número de individuos, A = área muestreada; y B = biomasa en g/m², P = peso total.

Proporción de sexos. Se llevó a cabo un análisis de la proporción de sexos (Hembra/Hembra+Macho), de acuerdo con la talla total, la estación de muestreo, y el mes.

Crecimiento. Los crustáceos son un grupo de organismos que carecen de estructuras rígidas medibles como las escamas y otolitos, con las que se pueda hacer una determinación directa de edad, ya que el crecimiento de los crustáceos acontece cuando se produce cambio en el exoesqueleto o caparazón. De esta forma, para el estudio de crecimiento, se realizó una separación de poblaciones normales por medio del método MIX (Macdonald y Pitcher, 1979); posteriormente se hizo el análisis de frecuencias de longitud utilizando el modelo estacionalizado de von Bertalanffy, 1938 (Pauly y Gaschütz, 1979), según la expresión:

$$L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0) - (CK/2\pi) * \sin(2\pi * (t - t_v)))]$$

donde: L_{∞} = Longitud asintótica; K = parámetro de curvatura que determina la rapidez con que la especie alcanza L_{∞} ; t_0 = parámetro de condición inicial, determina el punto en el tiempo cuando la especie tiene una longitud cero; t_v = punto de verano, adquiere valores entre 0 y 1; C = amplitud, adopta valores entre 0 y 1, $\pi = 3.14159$. El ajuste del modelo se realizó por medio del programa FiSAT (Gayaniilo *et al.*, 1996).

Mortalidad Natural. La tasa instantánea de mortalidad natural anual (M), fue estimada por dos métodos: a partir de la fórmula empírica de Pauly (1980), la cual describe M como una función de K, L_{∞}

y T la temperatura del agua (°C).

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 * \ln L_{\infty} + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln T$$

Se empleó el valor de 27.5 °C como temperatura promedio del agua, este valor ha sido utilizado para la zona por Ramos Miranda (2000). Asimismo, M se calculó por la fórmula de Rikhter y Efanov (1976), quienes demostraron que hay una asociación cercana entre M y T_{m50} , (la edad a la que el 50% de la población esta madura) así se tiene:

$$M = (1.521 / T_{m50}^{0.720}) - 0.155$$

Estos autores sugieren además, que T_{m50} es igual a la edad óptima definida como la edad a la cual la biomasa de una cohorte es máxima. Para este cálculo, se utilizaron los valores de talla de primera madurez L_{m50} los cuales se transformaron a edad por medio de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. Lins Oliveira (1991), reportó un valor $L_{m50} = 11.2$ cm (LT) para esta especie en Guyana francesa; Smith (1984) reportó que en el Golfo de México la talla de primera madurez va de 5 a 6 cm (LT).

Resultados

Distribución y abundancia

Distribución espacial. De los muestreos realizados se obtuvieron 7224 individuos de *X. kroyeri*, que aportaron 14.7 Kg. La distribución se concentró en la parte sur y oeste de la laguna (Fig. 1). La mayor abundancia se registró en la estación 1 con 2361 individuos que corresponden al 32.6% de la captura total; seguida de las estaciones 10 y 2 con 2088

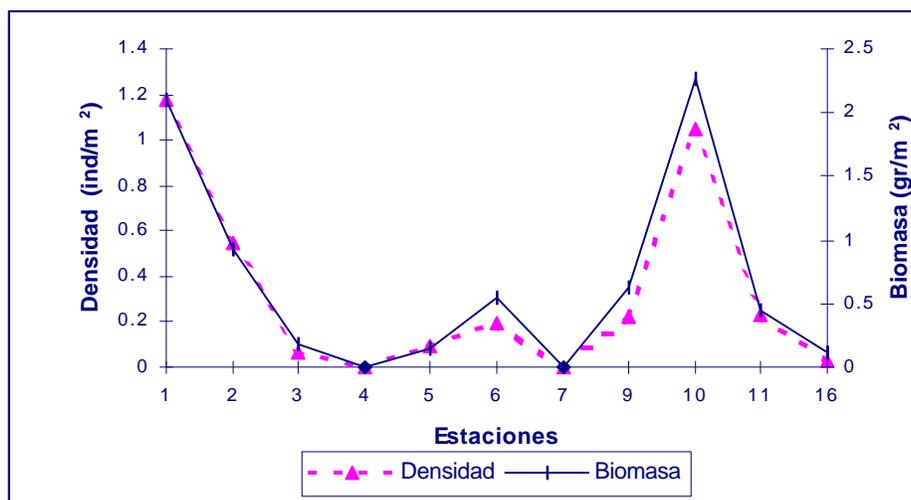


Figura 2. Densidad y biomasa de *X. kroyeri*

(28.9%) y 1088 (15.06%), respectivamente. La densidad fue muy variable según las estaciones, el valor promedio fue de $0.20 (10^{-1})$ individuos/m², con una desviación estándar de $0.27 (10^{-1})$ individuos/m² (Fig. 2); se observan tres valores altos en las estaciones 1 con $11.8 (10^{-1})$ individuos/m², estación 6 con $1.9 (10^{-1})$ individuos/m² y la estación 10 con $10.4 (10^{-1})$ individuos/m², siendo el más notable el de la estación 1, que se encuentra situada en Boca del Carmen. En cuanto a la biomasa, al igual que la densidad, se destacan tres valores importantes considerándose la estación 10 como la de mayor biomasa con $22.7 (10^{-1})$ gr/m², seguidos de la estación 1 con $21.1 (10^{-1})$ gr/m² y estación 6 con $5.4 (10^{-1})$ gr/m².

Distribución temporal. El camarón siete barbas estuvo presente durante todo el período de muestreo en la Laguna de Términos. El número de individuos promedio fue de 317.8 con un coeficiente de variación de 54.9%, lo cual indica una variabilidad moderada del recurso, teniendo en cuenta la alta fluctuación ambiental de la región, determinada por los aportes de agua dulce y las masas de agua marina. La mayor abundancia, se presentó en los meses de agosto 1998 con 683 individuos que corresponde a 9.45% de la captura total (época de lluvias), noviembre de 1998 con 665 individuos (9.20%), estos meses corresponden a las épocas de lluvias y nortes, respectivamente (Fig. 3). La densidad promedio fue $0.21 * 10^{-1}$ individuos/m², con una desviación estándar de $0.27 * 10^{-1}$ individuos/m². Se observan valores de densidad relativamente importantes en los meses de agosto de 1998 ($0.31 * 10^{-1}$ individuos/m²), noviembre de 1998 ($1.30 * 10^{-1}$ individuos/m²) y febrero de 1999 ($0.29 * 10^{-1}$ individuos/m²), siendo el más importante el de noviembre de 1998, que corresponde a la época de Nortes (Fig. 4). La biomasa promedio fue de $0.32 * 10^{-1}$ gr/m² con una desviación estándar de $0.190 * 10^{-1}$ gr/m²; asimismo, se observaron cuatro meses de alta biomasa: octubre de 1997 ($0.477 * 10^{-1}$ g/m²), agosto de 1998 ($0.84 * 10^{-1}$ gr/m²), noviembre

de 1998 ($0.580 * 10^{-1}$ gr/m²) y febrero de 1999 ($0.499 * 10^{-1}$ gr/m²) es notorio que el valor de mayor importancia se observó en agosto seguido de noviembre ambos meses en 1998 y durante lluvias y nortes, respectivamente.

Estructura en talla. Con el fin de determinar el comportamiento de la población con base al total de los muestreos efectuados, se realizó un análisis de la estructura en talla, donde se observó una mezcla de componentes poblacionales tanto para hembras como para machos (Fig. 5). Es notorio también que los machos registraron capturas a lo largo del intervalo de 2.25 hasta 9.25 cm (LT), no se observaron ejemplares mayores a 9.25 cm; mientras que las hembras alcanzaron hasta los 11.65 cm (LT).

Proporción de sexos (H/H+M). La proporción de sexos (H/H+M) obtenida para *X. kroyeri* en la laguna de Términos durante el período de estudio fue de 0.55 indicando una ligera predominancia de hembras. La figura 6 muestra la proporción de sexos mensual del camarón siete barbas, donde se observó que existen cuatro picos importantes el de noviembre de 1997 (0.63), febrero de 1998 (0.72), noviembre de 1998 (0.68) y el de enero de 1999 (0.69), mientras que en los demás meses la proporción se mantiene cercana a 0.50.

Crecimiento. Los parámetros de crecimiento obtenidos utilizando el modelo de crecimiento estacionalizado de von Bertalanffy en *X. kroyeri*, a partir del análisis de 19 muestras mensuales de frecuencia de longitudes (los grupos de tallas fueron obtenidos por el método MIX) presentaron los siguientes valores:

Hembras $L_{\infty} 14.5$ cm, $K 1.0$ (año⁻¹), $C 0.38$, $WP 0.84$, $t_0 = -0.09$

Machos $L_{\infty} 12.0$ cm, $K 0.96$ (año⁻¹), $C 0.57$, $WP 0.86$, $t_0 = -0.10$

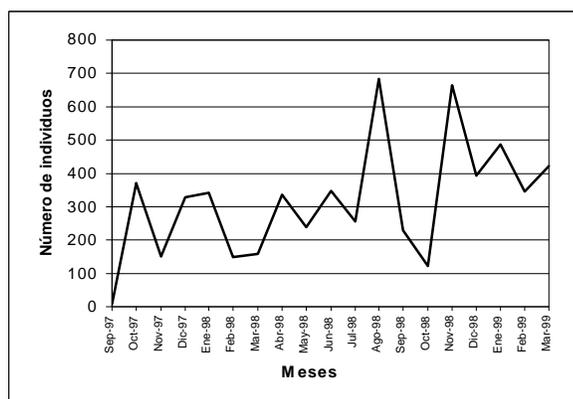


Figura 3. Número de individuos de *X. kroyeri* por mes en la Laguna de Términos.

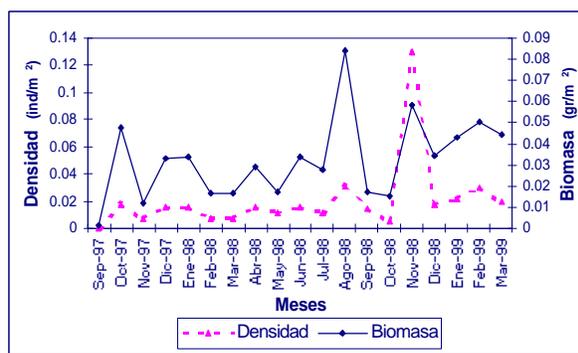


Figura 4. Densidad y biomasa mensual de *X. kroyeri* en la Laguna de Términos.

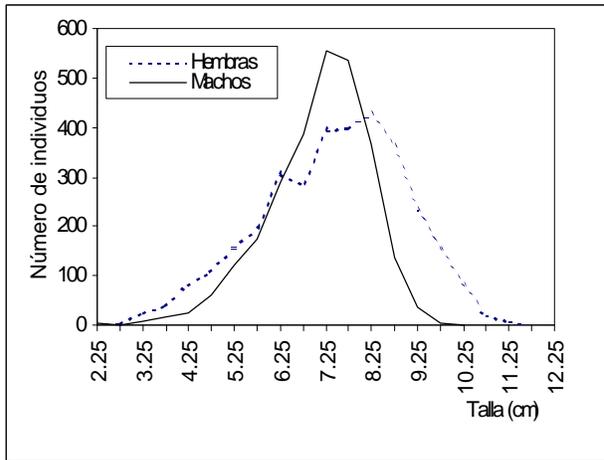


Figura 5. Estructura en tallas de *X. kroyeri* por sexo.

Mortalidad

Mortalidad Natural por la Fórmula Empírica de Pauly (1980). Los resultados obtenidos son: para ambos sexos $M=2.02$, para hembras $M=2.17$ y para machos $M=2.22$ por año.

Mortalidad Natural por la Fórmula de Rikhter y Efanov (1976). Usando los valores antes mencionados, se obtuvieron las estimaciones reportadas en edad, transformándolas a través de la fórmula inversa de von Bertalanffy (Tabla 1).

Discusión

Los valores de mayor abundancia (biomasa y densidad), están relacionados a ambientes marinos como es el área de la Boca del Carmen. La distribución observada en este estudio es la de mayor amplitud; por ejemplo, Smith (1984), señala que esta especie solamente penetra en la Laguna de Términos en la época de nortes, inducida por la dirección de los vientos sobre las aguas superficiales de la zona marina adyacente.

Asimismo, Román Contreras (1988) menciona que debido a los hábitos marinos de *X. kroyeri*, las poblaciones de esta especie se concentran en la porción exterior inmediata a la Boca del Carmen y los especímenes son poco numerosos en el interior de la laguna. En contraste con estos autores, se observó la presencia de siete barbas durante todo el año, lo cual

Tabla 1.- Valores de mortalidad natural (M) calculados por la ecuación de Rikhter y Efanov (1976), para *X. kroyeri*.

Talla de primera madurez (cm)	Edad de primera madurez (años)	M
5.0	0.33	3.20
6.0	0.44	2.57
11.2	1.39	1.04

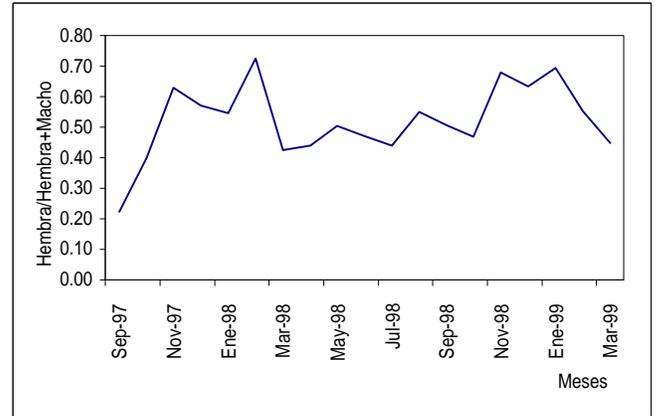


Figura 6. Proporción de sexos (Hembra/Hembra+Macho) mensual.

indica que durante el periodo del estudio, se presentaron condiciones propicias excepcionales para una mayor distribución y abundancia de la especie en el interior de esta laguna. Esto puede confirmarse por los resultados de Flores Hernández *et al.* (2000), quienes señalaron cambios notables en las isohalinas en el interior de la Laguna de Términos, comparando datos de 1980-81 con los de 1997-99, reportaron un incremento notable de la salinidad, así como de la transparencia, como consecuencia de una mayor influencia de agua marina en la laguna; asimismo, estas variaciones ambientales, indujeron cambios en la abundancia y distribución de especies de peces importantes como *Bairdiella chrysoura* y *Archosargus rhomboidalis*, entre otras.

En general, los valores de densidad y biomasa observados durante el presente estudio fueron muy superiores a los reportados por Signoret (1974), Smith (1984) y Román Contreras (1988); otro aspecto importante es que en agosto y noviembre de 1998, estas variables mostraron los valores más altos, como resultado de la incorporación de nuevos reclutas en ese período, este fenómeno fue notablemente mayor en noviembre de 1998.

En este estudio se señaló que existe una diferencia del número de individuos en función de la talla, alcanzando las hembras mayores tallas que los machos; al respecto y en concordancia con este trabajo, Signoret (1974) menciona que en la Laguna de Términos, las tallas medias para machos fueron de 7.76 cm (LT) y 7.91 cm (LT) para las hembras, también señala una ligera dominancia en número de hembras. Lins Oliveira (1991) reportó en Guyana francesa una proporción de sexos promedio de 0.63 (H/H+M), la cual es ligeramente superior a la reportada en este trabajo; asimismo, señaló tallas medias de captura para hembras de 10.3 cm (LT) y para machos 9.3 cm (LT), asumió también la existencia de crecimiento diferencial de ambos sexos confirmando los resultados obtenidos en este trabajo.

Los valores de mortalidad natural obtenidos los métodos utilizados mostraron concordancia. Se puede

notar que existe una diferencia poco significativa entre la mortalidad por sexos.

Conclusiones

La distribución del camarón siete barbas (*X. kroyeri*), en la Laguna de Términos se concentró en la zona sur y suroeste de este cuerpo de agua. La zona de la boca del Carmen, concentró el 47.66% de los individuos. La biomasa y la densidad se vieron influenciadas fuertemente por el reclutamiento durante agosto y particularmente noviembre de 1998.

La distribución y abundancia de la especie, se vieron notoriamente incrementadas por cambios de temperatura y salinidad en el interior de la Laguna de Términos, debido a una mayor influencia de las aguas marinas.

La estructura en talla está fuertemente afectada por diferencias en la proporción de sexos (Hembras/Hembras+Machos), la cual mostró una ligera predominancia de hembras, con un valor promedio de 0.55. El crecimiento es diferencial según los sexos, las hembras alcanzan una mayor longitud que los machos.

La mortalidad natural fue muy semejante entre ambos sexos, para hembras $M=2.17$ y para machos $M=2.22$ por año.

Como recomendación, sería importante profundizar los estudios ecológicos en un período de tiempo más largo, especialmente en función de los cambios ambientales, ya que estos tienen un impacto muy importante sobre la distribución y abundancia del recurso, este fenómeno debe tener también una fuerte incidencia sobre las capturas comerciales realizadas en la zona costera adyacente. Otro aspecto importante es el monitoreo y evaluación de los impactos pesqueros en toda el área de distribución.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con información generada por el Centro EPOMEX como parte del proyecto "Evaluación del Camarón Blanco (*Litopenaeus setiferus*) y de las Comunidades Nectónicas en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche, México. Estimación de los Impactos Ambientales y de las Estrategias de Pesca", financiado por el CONACyT-SISIERRA.

Literatura citada

- Bertalanffy, L. von, 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10: 181-243.
- Fisher, W., (ed.), 1978. FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31) Rome 7 (2).

Flores Hernández, D., J. Ramos Miranda, J. Rendón von Osten, A. Sosa López, L. Alpuche Gual, R. Rosas Vega, M. Memije Canepa, M. Mas Sulub, C. Canul Calam, F. Arreguín Sánchez, M.E. González y de la Rosa, J. Santos Valencia, L.A. Ayala Pérez. 2000. Evaluación del Camarón Blanco (*Litopenaeus setiferus*) y de las Comunidades Nectónicas de la Laguna de Términos Campeche, México: Informe Técnico SISIERRA-CONACyT, 19 pp.

Gayanilo, F. C. Jr, P. Sparre y D. Pauly, 1996. FISAT (FAO - ICLARM Stock assessment tools) User's Manual. *International Center for Living Aquatic Resources Management. Food and Agriculture Organization of the United Nations.*, 122 pp.

Gulland, J. A., 1971. Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces. Publicación FAO. Ed. Acriba, España. 164 pp.

Gunter, G., J. Y. Christmas y R. Killebrew, 1964. Some relations of salinity to population distributions of mollusc estuarine organisms, with special reference to Penaeid Shrimp. *Ecology*, 45(1): 181-185.

INEGI, 1997. Anuario Estadístico Pesquero 1996. SEMARNAP, 338 pp.

Lins Oliveira J., 1991. Biologie et Dynamique de la Sea Bob, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) en Guyane Française. Document Scientifique No.30 du Pole de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe, 189 pp.

MacDonald, P. D. M. y T. J. Pitcher, 1979. Age group from size frequency data: a versatile and efficient method of analyzing distribution mixture. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 36: 987- 1001.

Mann, M. E., R. S. Bradley y M. K. Hughes, 1999. Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties and Limitations. *Geophysical Research Letters*, 26: 759 pp.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth, parameter and mean environmental temperature in 175 fish stock. *J. Cons. Inst. Explor. Mer.* 39:(3):175-192.

Pauly, D. y G. Gaschütz, 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *ICES C.M. 1979/6: 24: 26 pp.* (mimeo).

Pérez Farfante, Y. y B. Kensley. 1997. Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World. Keys and diagnoses for the Families and Genera. Editions du Museum Paris Tome 175 Zoologie

- National Museum of Natural History. 235pp.
- Exploitation de la Crevette Blanche, *Litopenaeus* en Campeche, Mexique. Tesis de Doctorado. Université de Francia, 236 pp.
- On one of the approaches to estimation of natural mortality of *ICNAF Res. Doc., 76/VI/8:12* pp.
- Román Contreras, R., 1988. Características ecológicas de los crustáceo Laguna de Términos, In: Yañez Arancibia., A y J. W. Day Jr.(Ed) *Ecología de los Ecosistemas de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar y UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU Editorial Universitaria, México DF. Cap.17:305-*
- SEMARNAP, 1997. Anuario Estadístico de Pesca. Naturales y Pesca (SEMARNAP), México, 212 pp.
- Signoret, M. 1974. Abundancia, tamaño y distribución de camarones (Crustacea Penaidae) relación con algunos factores hidrológicos. *An. Univ. Nal. Autón. México, 45 Ser. Zoología (1)* -140.
- Smith, M. K., 1984. Some Ecological Determinants of the Growth and Survival of Juvenile Peneid *Penaeus setiferus* (Linnaeus) in Términos Attention to the Role of Population Density. Tesis Doctoral. Univ. Calif. Berkeley Dept. Zoology.
- Vargas Flores, M., 1978. La Corriente y el Transporte gua en la Laguna de Términos, Camp. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería UNAM,

Condición biológico pesquera actual del camarón Rosado capturado por la flota del puerto de Campeche y propuesta de veda en 2002

J ARTURO RIBE- ARTÍNEZ

*Instituto Nacional de la Pesca
Regional de Investigación Pesquera de Lerma
-Lerma km 5, 24500 Campeche, Camp., México.*

Resumen

Para proponer la veda en 2002 del camarón rosado de la Sonda de Campeche, se analizaron las estadísticas de la producción anual reciente y se concluye que la producción anual persiste a la baja, la captura por día de viaje que en 2000 y la de noviembre-kg/día en cada año). Pero la calidad del camarón después de la última veda fue mala, porque aumentó la proporción juveniles, similar al observado en 1998. El 2.7% de hembras desovantes y la ausencia de desovadas en octubre, revelan que el segundo pico de reproducción masiva. La simulación de escenarios indica que en el lapso de un mes, es irrelevante la pérdida de camarón debida a causa peso y valor de la captura podrían alcanzar su máximo el 31 de octubre. Se concluye que como efecto de las vedas recientes, la biomasa del camarón rosado accesible a la unidad de esto y considerando que los atrasos del reclutamiento o de la reproducción son eventuales, así como el posible saldo positivo de los beneficios marginales, se recomienda establecer la próxima veda del 1 de 2002.

Palabras clave: camarón rosado, Sonda de Campeche, veda 2002

Abstract

To propose the 2002 close fishing season of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* commercial catch statistics were analyzed, surveys data were examined likewise, and a simulation of marginal results showed that annual production is still going down, catch by trip day is stable from 1997 to 2001, in 2001 it -december yield after 1999 to 2000 restrictions shows some shrimp quality was bad, owned to the increase of the little shrimp proportion. As the surveys data demonstrated, this increment was occasioned for a delay oportion, and the ausence of spawned females, revealed that in different form to that noted in 1999 and 2000 (few spawners but that in a month lapse, does not worth so much the shrimp amount declining owned to natural causes, and the extra 31. It is concluded that as an effect of recent close fishing seasons, the pink shrimp biomass accessible to fishing eventuals, as soon as the expected positive balance of marginal benefits estimated, it is recommend to found the 2002

pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum*

Introducción

Las mayores concentraciones del camarón rosado *Farfan* en México, se encuentran en la costa norte del estado de Campeche y la parte

desova en altamar y por efecto de las corrientes sus larvas son llevadas hacia la costa adonde arriban en postlarvas, las cuales crecen en aguas estuarino costeras convirtiéndose en juveniles y después emigran, reclutándose al área marina donde ocurre todo el año, hay una temporada de

reproducción masiva con un pico en abril y otro pico máximo en junio-julio (Ré-Regis, 1989) o agosto-septiembre (Guitart y Hondares, 1980), flanqueada por dos pulsos de reclutamiento a la zona marina y a la pesquería, el menor en marzo o abril y el más importante en octubre o noviembre (Uribe-Martínez y Chin, 1999), aunque puede prolongarse hasta diciembre (Uribe-Martínez *et al.*, 1996).

Los datos registrados indican que en el estado de Campeche, el camarón rosado componía el 59% del camarón desembarcado por la flota de altamar de Ciudad del Carmen (Sánchez-Chávez, 1986) y el 77% del descargado por la flota del puerto de Campeche (Navarrete-del Próo y Uribe-Martínez, 1993), pero su producción anual ha venido decreciendo y con objeto de conservar la sustentabilidad de la pesquería, desde 1992 se aplicó veda permanente en aguas estuarino-costeras y a partir de 1993 desde la línea de costa hasta las 15 millas en la zona marina, para evitar el riesgo de sobrepesca del crecimiento, así como veda temporal en altamar desde 1994, para limitar el riesgo de sobrepesca del reclutamiento y proteger el principal período de reproducción (Uribe-Martínez y Chin, *op. cit.*).

A partir de 1998 la veda en altamar se estableció abarcando desde mayo hasta la primera quincena de noviembre, pero en 2001 se implantó del 1 de mayo al 31 de octubre y con objeto de recomendar la veda de 2002, en el presente documento se analiza el comportamiento reciente de la pesquería de camarón rosado del puerto de Campeche.

Material y métodos

Con base en las recomendaciones para el estudio de camarón (García y Le Reste, 1986), los datos estadísticos de la pesca comercial se consiguieron en las oficinas del gobierno encargadas de la administración pesquera (SAGARPA). De los “avisos de arribo” se sacó el esfuerzo de pesca (número de viajes y días de viaje), el peso de las descargas (camarón de línea y pacotilla) y se calculó la captura por unidad de esfuerzo (kg/día de viaje). De las “hojas de maquila” se extrajo el peso de la producción por categorías comerciales (clasificadas según el número de colas de camarón que colman una libra de peso), agrupándolas para estimar la proporción de camarón de línea grande (10/14 a 26/30 colas por libra), mediano (31/35 y 36/40) y chico (41/50 a 60/over).

La información del recurso biótico en la zona nordeste de la Sonda en temporada de veda, se obtuvo mediante la aplicación de métodos convencionales para el reconocimiento de recursos pesqueros en altamar (Alverson, 1971; Saville, 1978), efectuándose mediciones de la captura a bordo de embarcaciones de la flota del puerto de Campeche, para estimar el

rendimiento de pesca (kg/día de viaje) y la composición de la captura (categorías comerciales y grado de desarrollo sexual), en tres cruceros de investigación realizados hacia el final de las vedas de 1998 a 2000 y en tres más durante 2001.

Para definir la fecha más adecuada de cierre de la próxima veda, se simularon escenarios de los beneficios marginales que podrían lograrse en lo inmediato, en el caso de concluirla en alguna de tres fechas (15 o 31 de octubre y 15 de noviembre).

Usándose como datos de entrada los del crucero efectuado en la primera quincena de octubre de 2001 (número de individuos capturados por día y talla media por categoría comercial), en combinación con los parámetros de mortalidad natural y crecimiento (en Uribe-Martínez *et al.*, 1996), se aplicó en secuencia el modelo de extinción exponencial, la “ecuación inversa de von Bertalanffy” para estimar edad y su modelo de crecimiento en talla y peso (en Sparre y Venema, 1995). Los individuos se transformaron a sus equivalentes comerciales (peso en libras y valor en dólares) y para facilitar su comparación, los resultados se expresaron como razón de momios.

Resultados y discusión

No obstante que la producción anual de camarón de línea conseguida con los viajes efectuados por la flota del puerto de Campeche persiste a la baja (Fig. 1), el rendimiento de pesca por día de viaje muestra poca variación durante los últimos cinco años y el de 2001 presenta incluso un alza del 25% con relación al calculado para 2000 (Fig. 2). En el rendimiento conjunto de noviembre y diciembre en particular, se aprecia una ligera tendencia a su incremento entre 1999 y 2001 (70, 83 y 89 kg/día de viaje en cada año).

La calidad en la composición comercial del camarón maquilado en el puerto de Campeche después de la última veda, fue en cambio inferior a la lograda sobre todo en noviembre de 1997 y 1999 (Fig. 3), porque la proporción de camarón grande disminuyó al aumentar la del camarón de línea chico. Esto obedece seguramente al crecimiento de los individuos del componente de descarte y pacotilla,

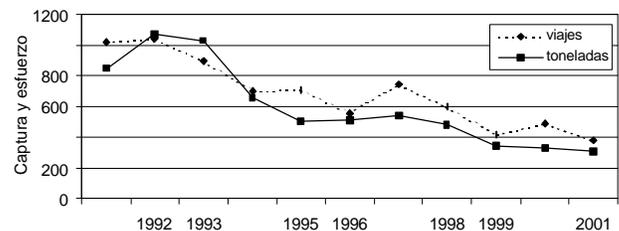


Figura 1. Variación interanual del esfuerzo de pesca y de la captura de camarón rosado de línea.

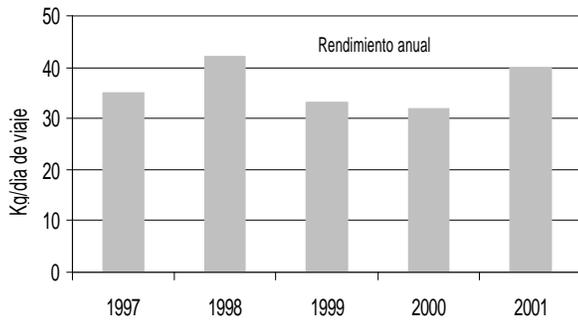


Figura 2. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo en camarón rosado de línea.

cuyo porcentaje en la captura empezó a elevarse desde septiembre, como demuestran los cruceros efectuados durante junio, septiembre y octubre de 2001 (Fig. 4).

En el crucero de junio de 2001 no se encontraron machos inmaduros y la proporción de hembras inmaduras fue baja (21.8%), con relación al total de las hembras capturadas, lo que manifiesta que había pasado ya el primer pulso anual de reclutamiento de juveniles. De septiembre a octubre se notó incremento de machos inmaduros (0.8% y 5% respectivamente) y de hembras inmaduras (25.9% y 39%), pero en porcentajes que indican que apenas estaba empezando el segundo pulso de reclutamiento.

Esto último se confirma al comparar la proporción de individuos inmaduros de octubre de 2001, con la de los cruceros realizados en octubre de 1999 y de 2000 (Fig. 5), cuando se juzgó que estaba finalizando el segundo pulso de reclutamiento y a su vez explica la predominancia de camarón pequeño en la pesca comercial de noviembre de 2001 (Fig. 4), la cual responde a la presencia del camarón juvenil incorporándose al área con retraso de un mes, en forma probablemente similar a lo observado durante octubre-noviembre de 1998 (Fig. 5).

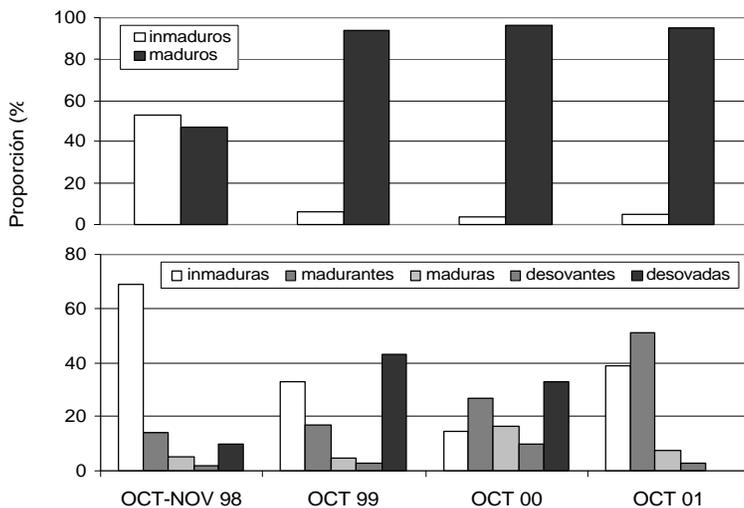


Figura 5. Composición del camarón rosado por grado de desarrollo sexual (machos arriba y hembras abajo).

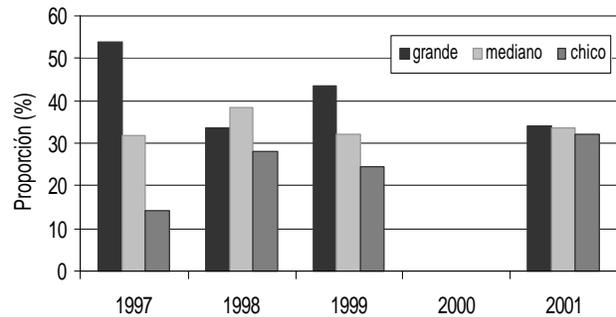


Figura 3. Composición del camarón rosado de línea maquilado en noviembre.

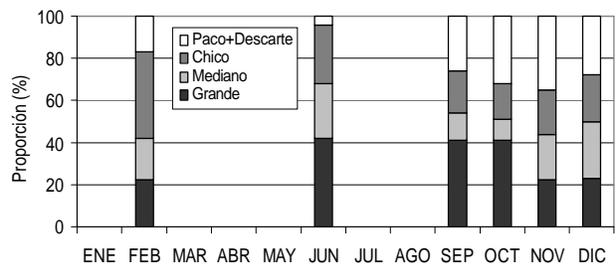


Figura 4. Composición del camarón rosado durante 2001.

Los porcentajes de hembras desovantes y desovadas en junio (0.4% y 1.7% respectivamente), señalan que había pasado ya el primer pico anual de reproducción. En septiembre se encontraron más desovantes y menos desovadas (3.3% y 0.2%), pero en octubre sólo se hallaron desovantes (2.7%). Si los reproductores no se extrajeron por la pesca furtiva, los datos de los dos últimos meses revelan que en 2001 se retrasó el segundo pico, a diferencia de 1998 (menos desovantes y más desovadas) o sobre todo de 1999 y 2000 (pocas desovantes y muchas desovadas), cuando se estimó que prácticamente había terminado la temporada de reproducción masiva (Fig. 5).

Importa recalcar que la inferior calidad de la composición del camarón después de la veda reciente (Figuras 3 y 4), responde al retraso del reclutamiento y no implica que el camarón de línea tendiera a perderse en el área de pesca, ya que como muestra la razón de momios en cuanto al efecto atribuible a los procesos de mortalidad natural (Fig. 6), la proporción de sobrevivientes declina en forma relativamente paulatina.

Por otro lado, aunque inicialmente existen más individuos es claro que el peso y el valor de la captura por día es menor en el escenario base (15 de octubre), mientras que a pesar del efecto de la mortalidad natural, el crecimiento de los sobrevivientes determina que el peso y el valor prácticamente se dupliquen quince días después (31 de octubre), pero como la proporción de

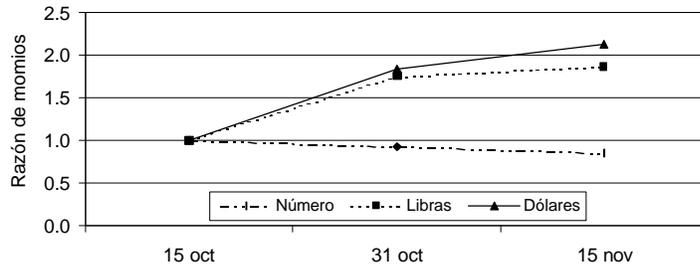


Figura 6. Variación relativa de sobrevivientes y del incremento en peso y valor de la captura.

sobrevivientes continúa disminuyendo y el crecimiento de los individuos se aminora, luego de otros quince días a un mes de la base (15 de noviembre), el incremento de los beneficios ya resulta menos pronunciado (Fig. 6).

Conclusión y recomendaciones

A partir de los resultados analizados acerca del comportamiento reciente de la pesquería de camarón rosado del puerto de Campeche, se concluye que el rendimiento de pesca exhibe poca variación en los cinco últimos años, que el obtenido inmediatamente después de las tres últimas vedas manifiesta una ligera mejora progresiva, que el retraso del segundo pulso de reclutamiento en 2001 ocasionó la inferior calidad del camarón obtenido después de la veda, que en el lapso de un mes es en general irrelevante la disminución de la cantidad de camarón debida a causas naturales y, que el peso y el valor de la captura por día podría alcanzar su máximo el 31 de octubre.

Suponiendo que la captura por unidad de esfuerzo sea un indicador válido de la abundancia relativa del recurso biótico, puede considerarse que como efecto de las vedas recientes, la biomasa del camarón rosado accesible a la unidad de pesca ha alcanzado una fase de cierta estabilidad. Con base en esto y considerando además que los atrasos del reclutamiento o de la reproducción son eventuales y no necesariamente concomitantes, así como el posible saldo positivo de los beneficios marginales estimados, se recomienda establecer la próxima veda del 1 de mayo al 31 de octubre de 2002. Con el fin de facilitar su efecto, también se recomienda reforzarla con una adecuada vigilancia por parte del sector administrativo y con un serio compromiso del sector productivo a no infringirla.

Agradecimientos

Se agradecen a Rafael Solana y Armando Wakida las ideas aportadas para el desarrollo de este trabajo y a

Rubén Urbina el diseño de la hoja de cálculo para la simulación de escenarios.

Literatura citada

- Alverson, D.L. 1971. Manual of methods for fisheries resources survey and appraisals. Part 1. Survey and charting of fisheries resources. *FAO Fish. Tech. Pap.* (102):80 pp.
- García, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO. Doc. Téc. Pesca* (203):180 pp.
- Guitart, B. y A. Hondares. 1980. Crustáceos. *Revista Cubana de Investigación Pesquera* 5 (3):1-97.
- Navarrete-del Prío, A. y J.A. Uribe-Martínez. 1993. Evaluación de la pesquería industrial del camarón de altamar del Puerto de Campeche, México, en el período 1981 a 1990. *Ciencia Pesquera* (10):33-41.
- Ré-Regis, Ma.C. 1989. Madurez gonadal del camarón rosado *Penaeus duorarum* (Burkenroad, 1939), en la Sonda de Campeche. X Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología. México, D.F., 1989. 14 pp.
- Sánchez-Chávez, J. 1986. Diagnóstico de la pesquería del camarón de la Sonda de Campeche por la flota de Ciudad del Carmen (un enfoque multiespecífico). Tesis, M. en C. (Biología Marina), Instituto Politécnico Nacional, CINVESTAV, Unidad Mérida, Yucatán, México. 41 pp.
- Saville, A. 1978. Métodos de reconocimiento para la evaluación de los recursos pesqueros. *FAO Doc. Téc. Pesca* (171):78 pp.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO Doc. Téc. Pesca* 306.1, Rev. 1, 420 pp.
- Uribe-Martínez, J.A., F. Arreguín-Sánchez y A. Navarrete-del Prío. 1996. Simulación de escenarios de veda para la pesquería de camarón rosado *Penaeus duorarum* de la Sonda de Campeche. Taller Internacional de Crustáceos Tropicales, University of Miami (RSMAS)-Univ. Aut. Campeche (EPOMEX), Campeche, Camp., 1996. 8 pp.
- Uribe-Martínez, J.A. y M. Chin A. 1999. Abundancia relativa y composición del camarón rosado de la Sonda de Campeche (otoño 1998). *Zoología Informa* (41):53-68.

Dinámica de la población del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* en la Sonda de Campeche, Golfo de México, de 1969 a 1994

MAURICIO RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, FRANCISCO ARREGUÍN-SÁNCHEZ Y
ERNESTO A. CHÁVEZ-ORTÍZ

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR – IPN)
Apdo. Postal 592, 23000 La Paz, Baja California Sur, México.
correo electrónico: mramirr@ipn.mx

Resumen

Con el fin de explorar las causas del colapso de la pesquería de camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* en la Sonda de Campeche, se aplicó un análisis de población virtual a datos de captura comercial registrados de 1969 a 1994. Los resultados muestran que el reclutamiento disminuyó de 861 millones de individuos durante 1970-1979, a 238 millones en 1990-1994. Las tasas de explotación por temporada fueron altas, con valores promedio de $E=0.69$ de 1970 a 1983, de $E=0.75$ en 1984 y 1985, y de $E=0.72$ de 1986 a 1994. Estos cambios se relacionan con modificaciones en la estructura por edades de la población, cuya causa puede encontrarse en la influencia de modificaciones en el sistema de pesca (flota y estrategia) o en la vulnerabilidad por edad.

Palabras clave: camarón, *Farfantepenaeus duorarum*, Campeche, México

Abstract

Commercial catch records from 1969 to 1994 were examined. A virtual population analysis was applied to data of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* of the Campeche Bank, southern Gulf of Mexico. Results show a collapse of the fishery, associated to the marked decrease of recruitment from 861 million of individuals in 1970-1979 to 238 millions in 1990-1994. Exploitation rates were high with mean values of $E=0.69$ from 1970 to 1983, $E=0.75$ in 1984 and 1985, and $E=0.72$ from 1986 to 1994. These decrease in recruitment is related to modifications in age structure, probably derived from the influence of changes of the fishing system (fleet and strategy) or in the vulnerability associated to age.

Key words: Shrimp *Farfantepenaeus duorarum*, Gulf of Mexico, collapse

Introducción

La pesquería de camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) en la Sonda de Campeche, al sur del Golfo de México, inició a principios de los años 1950 y para el periodo 1975-1977, con la participación de barcos de México, Estados Unidos de América y Cuba, se encontraba totalmente desarrollada (FAO, 1972). Arreguín-Sánchez y Chávez (1985) estimaron un potencial 17,000 t.

En 1980 se retiraron las flotas extranjeras y en 1981-82 la propiedad de la flota mexicana pasó de la industria privada a cooperativas de producción pesquera. Estos cambios se relacionaron con la reducción del esfuerzo de pesca y de la captura en alta mar (Navarrete del-Pró et al., 1994; Flores-Hernández et al., 1997a; Arreguín-Sánchez et al., 1997; Gracia y Vázquez-Bader, 1999) y propiciaron el crecimiento de la pesca artesanal de camarón juvenil en estuarios y lagunas costeras, generando una situación de sobrepesca de crecimiento del camarón rosado (Gracia, 1995, 1997).

La evaluación del camarón rosado a partir de datos de captura y esfuerzo en el periodo de 1981 a 1990 mostró la disminución del esfuerzo y la captura, de 8,600 t en el primer año a 2350 t en el último, e indicaba que el esfuerzo aplicado podía ser excesivo (Navarrete del Próo y Uribe-Martínez, 1993).

Desde 1994 el Gobierno de México aplica medidas de manejo para las pesquerías de camarón del Sur del Golfo de México que incluyen vedas temporales, áreas protegidas y prohibición de la pesca artesanal. Sin embargo, de 1991 al 2000 se observaron tendencias al decremento en el número de viajes, captura total y rendimiento por viaje, y aumento en la proporción de individuos chicos en la captura (Anónimo, 2001). En los últimos años la captura de alta mar no alcanzó las 2,000 t y la pesca artesanal opera furtivamente (Castro-Meléndez et al., 2000).

A pesar del colapso de la pesquería, existen pocos trabajos sobre los cambios en la estructura de la población y sobre las causas que originaron el colapso (Ramírez-Rodríguez et al., 2000). El objetivo del presente trabajo es proporcionar información base sobre la explotación del recurso en las tres últimas décadas.

Métodos

Para la evaluación se utilizaron datos de captura total por mes por clase comercial, registrados en las plantas empacadoras de camarón de los puertos de Campeche y Ciudad del Carmen, de enero de 1969 a diciembre de 1994. A partir de la relación peso-longitud total, se estimó el número de individuos por categoría comercial en la captura de cada mes y se elaboraron distribuciones de frecuencia de longitudes usando intervalos de longitud total de 10 mm.

Para la asignación de la edad, se aplicó el procedimiento sugerido por Castro y Arreguín-Sánchez (1991) a datos mensuales de frecuencias de tallas procedentes de muestreos realizados de 1984 a 1988 y se construyó una clave edad – longitud en términos de probabilidad. Esta se aplicó a la distribución de tallas de la captura total mensual y se obtuvo la estructura por edades mes a mes, suponiendo que la estructura del error en la estimación de la curva de crecimiento es constante. Para estimar el número de individuos de cada edad en la población N_t y las tasas instantáneas de mortalidad por pesca a edad F_t , se aplicó un análisis de población virtual (Lassen y Medley, 2001). Para los cálculos se determinó que los valores de M a edad proporcionados por Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez (en prensa, a), se relacionan por la ecuación $M_t = (648.09 x^{-1})/12$, donde x es el número de días. Se estimó el siguiente vector de M mes⁻¹ y edad, mismo que se consideró constante en todo el periodo analizado:

M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}
0.90	0.60	0.45	0.36	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16

Para el análisis de población virtual (VPA) se siguió el procedimiento propuesto por Hilborn y Walters (1992). Primero, conociendo los valores de N_{t+1} , C_t y M_t se estimaron valores de N_t resolviendo por iteración, a través del algoritmo de Newton, la ecuación:

$$C_t = \left[1 - \frac{M_t}{\ln(N_t) - \ln(N_{t+1})} \right] (N_t - N_{t+1}) \tag{1}$$

Los valores de abundancia para el grupo terminal $N_T = N_{11}$, con los que se inicia el análisis, se obtuvieron con el método aproximado de Pope (1972), suponiendo que $N_{12} = 0$. Esto se hizo debido a que en la captura los grupos de edad mayores que 11 meses son muy escasos.

Una vez que se estimó la abundancia de cada grupo de edad de cada cohorte en cada mes, desde enero de

1969 a marzo de 1994, con los valores de N_t y N_{t+1} se estimó la tasa instantánea de mortalidad por pesca por edad t en cada mes (F_t) a partir de la ecuación:

$$F_t = -\ln \left(\frac{N_{t+1}}{N_t} \right) - M \tag{2}$$

Para estimar valores de F terminales, correspondientes a la última edad de cada mes y último mes en los datos, así como para las cohortes incompletas, se calcularon promedios ponderados de los valores de F para las edades 8 a 10 en cada mes y edad a partir de los valores obtenidos de las ecuaciones (1) y (2), desde junio de 1992. Con estos valores se estimaron N_t y F_t resolviendo con el algoritmo de Newton la ecuación de captura hasta lograr el mejor ajuste de la captura observada. La función objetivo que se minimiza es (Lassen y Medley, 2001):

$$\sum [C_{obs} - C_{esp}]^2 = MIN \{N_t, F_t\}$$

donde la captura esperada (C_{esp}) está dada por la

$$C_t = N_t \frac{F_t}{F_t + M_t} \left(1 - e^{-(F_t + M_t)} \right) \tag{3}$$

ecuación:

Este procedimiento de calibración tiene como elemento implícito que la captura refleja las tendencias de la abundancia. La no disponibilidad de índices de abundancia relativa, independientes o al menos captura por unidad de esfuerzo, impidió adoptar un proceso tipo ADAPT para obtener una modelación más estricta del patrón de explotación (Lassen y Medley, 2001).

El valor de F para el grupo de 2 meses de edad se multiplicó por 0.77, valor de la probabilidad de retención en las redes camaroneras con tamaño de malla en el copo de 1¼” (4.4 cm), estimado a partir de la curva de selectividad. Desde los 3 meses de edad la probabilidad de retención es de 100%.

Para cada temporada de pesca se estimó la tasa de explotación E_a como:

$$E_a = \frac{F_a}{Z_a} \left(1 - e^{-Z_a} \right) \tag{4}$$

donde a = temporada de pesca, Z es la mortalidad total por temporada ($= F + M$). F es la tasa instantánea de mortalidad por pesca y M es la tasa instantánea de mortalidad natural. F_a se estimó como la suma de los promedios mensuales de F para cada edad en temporadas de octubre de un año a septiembre del siguiente.

Para representar la tendencia de la captura y del reclutamiento se utilizaron promedios móviles de orden 12.

Resultados

La captura muestra una tendencia decreciente en el periodo analizado, con amplias variaciones intermensuales y la predominancia de capturas altas en los meses de octubre a diciembre (Fig. 1). La captura por temporada de pesca, de octubre de un año a septiembre del siguiente, aumentó de 1969 a 1977, y desde entonces decrece con una mayor pendiente desde 1986.

En la captura promedio por temporada los individuos de 2 meses de edad representan el 6%, los de 3 meses el 38%, los de 4 a 6 meses el 52%, y los adultos el 4%. En la serie de tiempo se observan variaciones en la estructura por edades entre temporadas de pesca, con una tendencia al aumento de la contribución de individuos jóvenes (Fig. 2). En la composición promedio por mes, los individuos de 2 y 3 meses de edad representan el 49% de la captura de junio a diciembre; los individuos de 4 meses y mayores tienen mayor presencia de enero a mayo (58%).

La captura y la abundancia de reclutas (de 3 meses de edad) presentan una tendencia decreciente. El reclutamiento disminuyó de 861 millones de individuos durante 1970-1979, a 238 millones en 1990-1994. El reclutamiento se presentó en todos los meses, con un pico de septiembre a noviembre. Las proporciones de reclutas y adultos con relación a la abundancia total de la población en cada temporada, muestran que de 1974 a 1983 la estructura de la población era relativamente estable, con 59% de reclutas y 2% de adultos, pero en 1984 y 1985 la proporción de adultos disminuyó a la mitad; posteriormente incrementó hasta 2.5% en 1988. De 1989 a 1994 los adultos representaron el 2%.

Los valores de la tasa instantánea de mortalidad por pesca por temporada al inicio de la serie estuvieron por abajo del promedio de todo el periodo, pero desde 1982 fueron mayores. Esto corresponde con el comportamiento de la captura total (Fig. 3). El promedio de la mortalidad por pesca por mes de los individuos de 2 y 3 meses de edad fue 0.14 mes^{-1} .

Para los de 4 a 6 meses y para adultos los valores fueron de 0.61 mes^{-1} y 1.03 mes^{-1} , respectivamente. En general el patrón estacional de F es similar para

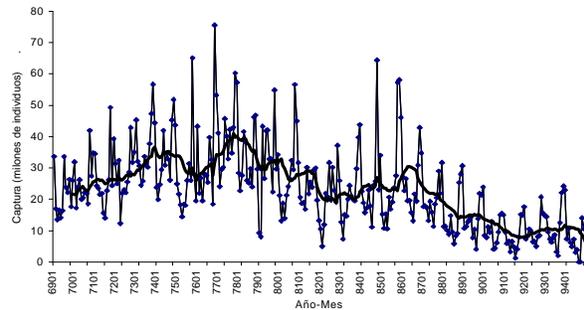


Figura 1. Captura total mensual, observada (línea suave) y estimada (rombos) de camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche durante el periodo de 1969 a 1994, y su tendencia (promedio móvil de orden 12, línea gruesa).

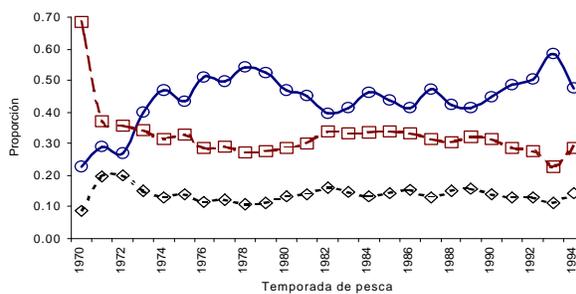


Figura 2. Composición por edades de la captura por temporada de pesca de camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche. Individuos de 2 y 3 meses de edad (línea con círculos); de 4 a 6 meses (línea con cuadros); de 7 a 11 meses (línea con rombos).

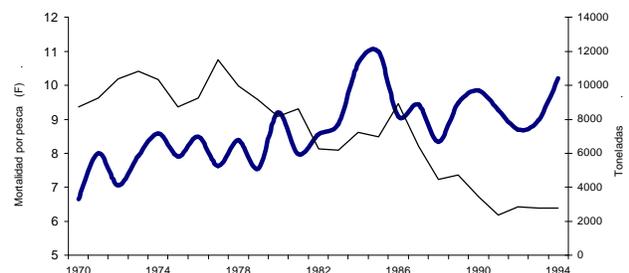


Figura 3. Tendencia de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (línea gruesa) y de la captura (línea suave) por temporada de pesca de camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche.

todas las edades, aumentando en primavera y disminuyendo en otoño. Las tasas de explotación por temporada fueron altas, con valores promedio de $E=0.69$ de 1970 a 1983, de $E=0.75$ en 1984 y 1985, y de $E=0.72$ de 1986 a 1994.

Al considerar los cambios de la abundancia por mes y año, resulta evidente el cambio en la estructura de la población desde el inicio de la década de los años 1980. Por otra parte, la abundancia es mayor en los meses de otoño-invierno que en los de primavera-verano. Desde mediados de los años 1980 la disminución de la población es notable y el fenómeno se acentúa en los últimos años de la serie analizada (Fig. 4).

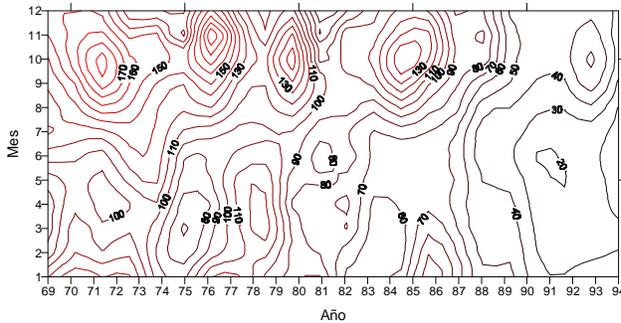


Figura 4. Isolinias de abundancia de la población (millones de individuos) de camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche, por mes y año.

Discusión

Como el camarón rosado en la Sonda de Campeche ha sido fuertemente explotado, se puede esperar que el VPA provea estimaciones razonables del reclutamiento de las cohortes que han pasado totalmente por la pesca. Los resultados muestran que desde finales de los años 1970 la disminución de la captura total aparenta tener una buena relación con la disminución en la abundancia.

El análisis efectuado se basa en la suposición de la existencia de condiciones estables en el patrón de crecimiento del camarón. Los errores en la determinación de edad y el uso de sólo una clave edad - longitud tienden a producir resultados que enmascaran la variabilidad del reclutamiento, disminuyen la incertidumbre asociada a su estimación y pueden llevar a estimaciones sesgadas sobre la productividad del stock (Hilborn y Walters, 1992; Haddon, 2001). Sin embargo, aun con la presencia de esos efectos, los resultados de este trabajo indican la tendencia a disminuir de la abundancia de la población y la importancia de los cambios en el reclutamiento.

La tendencia a la disminución del tamaño de la población de camarón rosado en el sureste del Golfo de México se relaciona con cambios en la estructura por edades de la población, que se manifiestan en la disminución diferencial de la abundancia de las cohortes presentes en los meses de primavera-verano y otoño-invierno, especialmente desde los años 1980. Las causas pueden asociarse a las elevadas tasas de explotación y probablemente al efecto diferencial del medio ambiente en el desarrollo de esas cohortes (Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez, en prensa, b).

El incremento de la proporción de individuos de 2 y 3 meses de edad en la captura sugiere la influencia de modificaciones en el sistema de pesca (flota y estrategia) o en la vulnerabilidad por edad, siendo este un síntoma típico de poblaciones sobre explotadas. Según Castro-Meléndez et al. (2000) el

número de viajes de pesca por temporada disminuyó notablemente durante el periodo estudiado, pero su efecto no se refleja en la captura ni en F . La mortalidad por pesca por temporada se mantiene o incrementa, lo que sugiere que la mayor causa de la variación de F podrían estar relacionadas con cambios en la capturabilidad del camarón rosado.

Es probable que estos cambios hayan sido más importantes en el periodo de 1984 a 1986, cuando la proporción de adultos en el stock disminuyó a la mitad del promedio de años anteriores. Desde 1987 es notable la disminución en la magnitud del reclutamiento. También debe considerarse que durante el periodo analizado la pesca artesanal incrementó su importancia y, como su captura consiste principalmente de individuos de 2 y 3 meses de edad (Alarcón-Fuentes y Arreguín-Sánchez, 1994), su impacto en la abundancia de reclutas a la pesca marina puede ser significativo (Gracia, 1995; Gracia y Vázquez-Bader, 1998).

Los valores de F se incrementan con la edad, coincidiendo con lo mencionado por Arreguín-Sánchez et al. (1994). Estacionalmente los valores altos de F se relacionan con los periodos de reclutamiento (Arreguín-Sánchez et al., 1997) y con la presencia de adultos en la temporada de desove; la agrupación de los camarones favorece el aumento de la capturabilidad. Este comportamiento también se ha observado para *Farfantepenaeus aztecus* en el norte del Golfo de México (Castro y Arreguín-Sánchez, 1997) y para *Penaeus semisulcatus* en Kuwait (Ye y Mohammed, 1999).

De 1995 al 2000 la captura de camarón registrada en el Estado de Campeche continuó disminuyendo, a pesar de las medidas de administración tendientes a mejorar la situación con vedas y áreas protegidas (Anónimo, 2001). Esto permite suponer que esas medidas no han tenido el éxito esperado.

Resulta interesante mencionar que la pesquería de camarón rosado en los bancos de Tortugas, al sur de la Península de Florida en el Golfo de México, también presentó una severa disminución de captura de mediados de los años 1980 a principios de los 1990. Esto fue asociado a la reducción del reclutamiento por cambios ambientales que afectan de manera diferencial temporadas y áreas de crianza y reclutamiento (Browder et al., 1999; Ehrhardt y Legault, 1999). La posible relación entre la caída de la captura de la misma especie en Tortugas y Campeche no ha sido analizada.

Agradecimientos

Los autores agradecen los apoyos del Instituto Politécnico Nacional (COFAA, EDI y CGPI) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Literatura citada

- Alarcón-Fuentes, T. y F. Arreguín-Sánchez. 1994. Selectividad de artes de pesca utilizadas para la explotación de camarón rosado *Penaeus duorarum* en aguas interiores de la región del Banco de Campeche, México. Rev. de Invest. Marinas, Cuba 15 (4): 45-53.
- Anónimo. 2001. Elementos técnicos para determinar el inicio del periodo de veda de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe en el 2001. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – Instituto Nacional de la Pesca, México. <http://sagarpa.inp.mx>
- Arreguín-Sánchez, F. y E.A. Chávez, 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Inv. Mar. CICIMAR (2): 23-44.
- Arreguín-Sánchez, F., J.A. Sánchez, A. de Alava y O. Defeo. 1994. Comparación de dos técnicas para estimar mortalidad por pesca utilizando VPA y su aplicación a la pesquería del camarón rosado (*Penaeus duorarum*) del Banco de Campeche, México. Frente Marítimo, 15, sec.A: 117-126.
- Arreguín-Sánchez, F., L.E. Schultz-Ruíz, A. Gracia-G. J.A. Sánchez y T. Alarcón. 1997a. Las pesquerías de camarón de altamar: explotación, dinámica y evaluación. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.), Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México, p. 145-172. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7:
- Arreguín-Sánchez, F., L.E. Schultz-Ruíz, A. Gracia-G., J.A. Sánchez y T. Alarcón. 1997b. Estado actual y perspectivas de las pesquerías de camarón. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.), Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México, p. 185-203. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7.
- Browder, J.A., V.R. Restrepo, J.K. Rice, M.B. Robblee y Z. Zein-Eldin. 1999. Environmental influences on potential recruitment of pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum*, from Florida Bay nurse grounds. Estuaries 22(2B): 484-499.
- Castro, R.G. y F. Arreguín-Sánchez. 1991. Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral mexicano del noroeste del Golfo de México. Ciencias Marinas México 17(4): 147-159.
- Castro, R.G. y F. Arreguín-Sánchez. 1997. Mortality and stock assessment of the brown shrimp *Penaeus aztecus* (Crustacea: Penaeidae), in the northwest Gulf of Mexico. Rev. Biol. Trop. 45(3): 1075-1083.
- Castro-Meléndez, R.G., L.E. Schultz-Ruíz, A.T. Wakida-Kusunoni, J.I. Fernández-Méndez, M.E. Sandoval-Quintero, M. Medellín-Avila, I. Hernández-Tabares, G. Nuñez-Márquez, F. Aguilar-Salazar, A. González-Cruz, J. Rivas-Villegas, J. Uribe-Marínez, F. Soto-Aguirre, C. A. Severino-Hernández y J. Santos-Valencia. 2000. Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. *Penaeus brasiliensis*, *P. setiferus*, *P. duorarum*, *P. aztecus*, *Xiphopenaeus kroyeri*. In: Sustentabilidad y pesca responsable en México; evaluación y manejo. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca: 357-420.
- Ehrhardt, N.M. y C.M. Legault. 1999. Pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum*, recruitment variability as an indicator of Florida Bay dynamics. Estuaries 22(2B): 471-483.
- Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez. 1997. Panorama de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. In: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.) Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7: 1-17.
- Gracia, A. 1995. Impacto de la pesca artesanal sobre la producción del camarón rosado *Penaeus Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1939. Ciencias Marinas, México, 21(3): 343-359.
- Gracia, A. 1997. Pesquería artesanal de camarón. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7: 173-184.
- Gracia, A. y A.R. Vázquez-Bader. 1998. The effects of artisanal fisheries on penaeid shrimp stocks in the Gulf of Mexico. In: Funk,-F.; Quinn II,-T.J.; Heifetz,-J.; Ianelli,-J.N.; Powers,-J.E.; Schweigert,-J.F.; Sullivan,-P.J.; Zhang,-C.-I (eds). Symp. on Fishery Stock Assessment Models. Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-98-01. American-Fisheries-Society 15: 977-998.
- Gracia, A. y A.R. Vázquez-Bader. 1999. Shrimp fisheries in the South Gulf of Mexico: Present and future management alternatives. In: H. Kumpf, K. Steindinger y K. Sherman (eds.) The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem. Assesment, sustainability, and management: 205-224.

- Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC, 406 p.
- Hilborn, R. y C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Routledge, Chapman and Hall, Inc.: 569 p.
- Lassen, H y P. Medley. 2001. Virtual population analysis - A practical manual for stock assessment. FAO Fish. Tech. Pap. 400. Publishing and Multimedia Service, Information Division, FAO.
- Navarrete-del Prío, A. y Uribe-Martínez, 1993. Evaluación de la pesquería industrial de camarón de altamar del Puerto de Campeche, México, en el periodo 1981 a 1990. Ciencia Pesquera, Inst. Nal. Pesca México 10: 33-41.
- Navarrete-del Prío, A., H. Garduño y A. Gracia, 1994. Estado actual de la pesquería de camarón en altamar del Golfo de México y el Caribe Mexicano *In*: Atlas pesquero de México. Pesquerías relevantes. Secretaría de Pesca, Inst. Nal. de la Pesca México, CENEDIC, Univ. de Colima (CD multimedia).
- Pope, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. ICNAF Res. Bull. 9:65-74.
- Ramírez-Rodríguez, M.y F. Arreguín-Sánchez. 2000. Growth of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) in Campeche Sound, Mexico. Crustaceana 73(10): 1263-1272.
- Ramírez-Rodríguez, M., E.A. Chávez y F. Arreguín-Sánchez. 2000. Perspectiva de la pesquería de camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad) en la Sonda de Campeche, México. Ciencias Marinas México 26(1): 97-112.
- Ramírez-Rodríguez, M y F. Arreguín-Sánchez. (en prensa, a). Life history, stage duration and natural mortality for the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) in the southern Gulf of Mexico: using the gnomonic model for time division. Fish. Res.
- Ramírez-Rodríguez, M y F. Arreguín-Sánchez. (en prensa, b). Spawning stock-recruitment relationships of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* in the southern Gulf of Mexico. Bull. Mar. Sci.
- Ye, Y.y H.M.A. Mohammed. 1999. An analysis of variation in catchability of green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus*, in waters off Kuwait. Fish. Bull. 97: 702-712.

III. ESTUDIOS ECOLÓGICOS

Flujos de energía y estructura trófica de la Sonda de Campeche, Suroeste del Golfo de México

MANUEL J. ZETINA-REJÓN Y FRANCISCO ARREGUÍN-SÁNCHEZ

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, I.P.N.
Apartado Postal 592, La Paz, 23000, Baja California Sur, México
¹mzetina@ipn.mx, ²farregui@ipn.mx

Resumen

Se presenta un modelo actualizado de la estructura trófica del ecosistema de la Sonda de Campeche construido usando el modelo Ecopath. Esta versión del modelo incorpora algunos grupos adicionales a los reportados previamente por Manickhand-Heileman *et al.* (1998a) como son delfines, aves marinas y tortugas marinas, entre otros. Se describen brevemente las características del ecosistema y de las pesquerías, discutiéndose el uso potencial del modelo como herramienta para el manejo de los recursos pesqueros de la región. Se encontró que la base de la trama trófica la constituye el detritus, ya que contribuye con 66% de la energía primaria a la red trófica y que los principales depredadores en el ecosistema son los delfines, tiburones y aves marinas. La tendencia del nivel trófico medio de las capturas sugiere que el ecosistema ha sido impactado por el colapso de la pesquería de camarón.

Palabras clave: Sonda de Campeche, modelo trófico, Ecopath, estructura del ecosistema

Abstract

An improved version of a previous trophic model for Campeche Sound was constructed using the Ecopath model. This version added some functional groups such as the dolphins, sea birds and marine turtles, among others, which were omitted by Manickhand-Heileman *et al.* (1998a). Characteristics of the trophic structure of the ecosystem and its fisheries are described. The potential use of the model as a tool for fisheries management is also discussed. It was found that detritus is the main source of energy for the food web, contributing with 66% of the energy source to the food web. Dolphins, sharks and sea birds are the top predators in the ecosystem. The trend of the historical changes in the mean trophic level of catches suggests that the ecosystem has been impacted by the collapse of the shrimp fishery.

Key words: Campeche Sound, trophic model, Ecopath, ecosystem structure

Introducción

En la Sonda de Campeche se desarrollan actividades económicas de relevancia para nuestro país, entre las que destacan la actividad petrolera, la cual aporta cerca del 70% de la producción nacional, y la actividad pesquera. Anterior al establecimiento de la industria del petróleo, a inicios de los 80's, la actividad económica principal era la pesquería de camarón que aportaba grandes volúmenes de captura y generaba importantes divisas. Esta región fue considerada como la más importante en captura de camarón en el Golfo de México debido a los altos volúmenes obtenidos, los cuales durante la década de los 60's y 70's estuvieron alrededor de 22,000 t. Sin embargo, a partir de la década de los 80's las capturas empezaron a decrecer aproximadamente a 12,000 t, posteriormente, durante 1991 a 1994 las capturas de camarón rosado apenas superaron las 5,000 t (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2000) y en años recientes difícilmente alcanzan las 2000 t.

Por otra parte, actualmente se ha reconocido que el enfoque de manejo monoespecífico de los recursos tiene que ser reemplazado por un enfoque holístico, que considere al ecosistema globalmente (Arreguín-Sánchez 1995, Botsford *et al.*, 1997), tomando en cuenta su estructura y funcionamiento, particularmente los flujos de energía a través de las relaciones tróficas (Christensen y Pauly, 1995). Este enfoque debe de ser aplicado para el caso de la Sonda de Campeche, donde existe un interés múltiple por sus recursos. Manickhand-Heileman *et al.* (1998a) construyeron un modelo trófico preliminar aplicando el enfoque Ecopath, sin embargo algunos grupos funcionales importantes fueron omitidos. En esta contribución se actualizó el modelo, añadiendo algunos grupos funcionales. Así mismo se caracteriza la estructura trófica del ecosistema, enfatizando las interacciones tróficas del camarón, su papel en el ecosistema, y el impacto del colapso de su pesquería.

Metodología

Área de estudio

La Sonda de Campeche comprende un área de

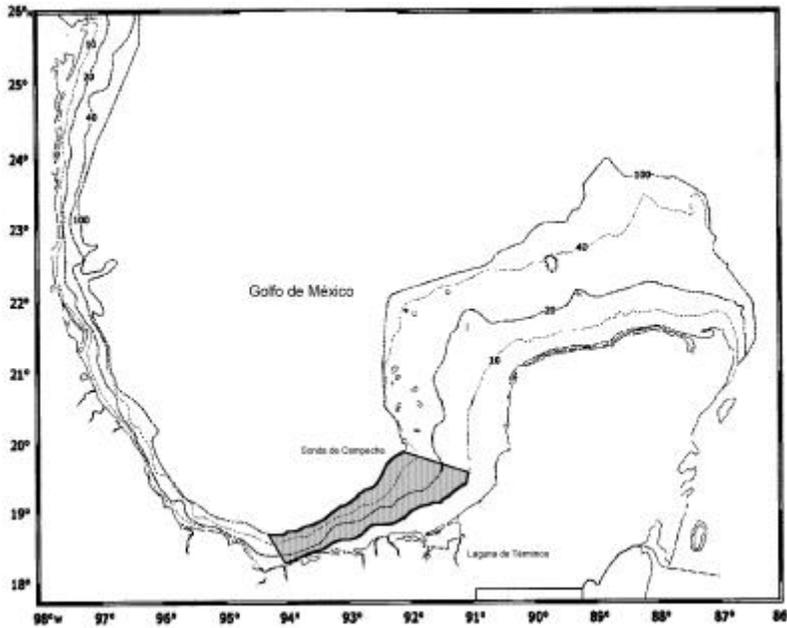


Figura 1. Sonda de Campeche, suroeste del Golfo de México. El área sombreada representa el ecosistema modelado.

aproximadamente 65,000 km² (fig. 1). En esta región confluyen dos provincias geológicas con características distintas. La parte oeste está influenciada por agua dulce y sedimentos de origen terrígenos provenientes de las descargas de los ríos, además está caracterizada por aguas turbias con transparencias de 7 a 42%, salinidades superficiales entre 32.3 y 37 y sedimentos limo-arcillosos con alto contenido orgánico ($\geq 10\%$). La parte este se caracteriza por sedimentos calcáreos con bajos contenidos de materia orgánica ($\leq 10\%$), aguas claras con transparencias de 50 a 99%, y salinidades superficiales entre 35.7 y 37.2 (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1983). La zona de estudio abarca desde la línea de costa hasta los 200 m de profundidad.

Descripción del modelo

El modelo Ecopath (Christensen y Pauly, 1992) consiste de un conjunto de ecuaciones lineales que representan un balance de flujos de biomasa en el ecosistema entre los grupos funcionales del ecosistema (conjunto de especies que tienen un mismo papel trófico). Así, para cada grupo i se tiene una ecuación lineal de la forma:

$$B_i \cdot \left(\frac{P}{B}\right)_i = Y_i + \sum_{j=1}^n B_j \cdot \left(\frac{Q}{B}\right)_j \cdot DC_{ji} + B_i \cdot \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot (1 - EE_i) \quad (1)$$

Donde B_i es la biomasa de i , $(P/B)_i$ es el cociente Producción/Biomasa de i , el cual es equivalente a la tasa de mortalidad total (Allen, 1971), Y_i representa las capturas pesqueras, B_j es la biomasa del depredador j que consume i , $(Q/B)_j$ es el cociente consumo por unidad de biomasa del depredador j , DC_{ji} es la fracción del grupo i en la dieta del depredador j . EE_i es la eficiencia ecotrófica de i , que representa la proporción de la producción que es exportada (p.ej. pesca) o consumida por los depredadores, de tal manera que $(1 - EE_i)$ representa otras pérdidas.

Construcción del modelo

El modelo construido se basa en el modelo preliminar de Manickhand-Heileman *et al.* (1998a), contiene 25 grupos funcionales, 6 grupos más que el modelo original. Los grupos nuevos fueron: delfines, aves y tortugas marinas. También se desagregaron dos grupos, resultando dos grupos independientes: uno de peces, los sargos (Familia Sparidae) y otro de invertebrados, el pulpo. Además, un grupo de productores primarios adicional fue considerado, el cual estuvo conformado por las macrófitas bentónicas. Los datos de entrada del modelo, de acuerdo a la ecuación (1) son: B , P/B , Q/B , EE , las capturas, y la matriz depredador/presa construida en base a estudios de contenidos estomacales tomados de la literatura publicada para la región. Dado que el modelo representa un balance de masas es posible que uno de los cuatro primeros términos sea desconocido y el modelo lo estimará. Los datos de biomasa de peces fueron tomados del modelo original, los cuales fueron calculados a partir de arrastres realizados entre agosto de 1988 y julio de 1994. Los datos de biomasa del fitoplancton, detritus, invertebrados fueron tomados de Soto y Escobar (1995), con respecto a los valores de P/B y Q/B , sólo fueron realizados los ajustes necesarios. Las pesquerías también fueron desagregadas ya que existen dos tipos de pesquerías en la región, la pesquería de camarón y la artesanal (Arreguín-Sánchez *et al.* 1997, Gracia, 1997), esta última puede ser dividida en 4 grupos dependiendo de las especies capturadas y del arte empleado: 1) la flota demersal que emplea anzuelos y palangres, que captura

Tabla 3. Estadísticas básica del ecosistema de la Sonda de Campeche.

	Valor	Unidades
Flujos de consumo	1999.60	t/km ² /año
Flujos de exportación	7.56	t/km ² /año
Flujos respiratorios	1208.58	t/km ² /año
Flujos a detritus	4624.70	t/km ² /año
Flujos totales	11293	t/km ² /año
Producción total	5057	t/km ² /año
Nivel trófico promedio de la pesca	2.82	
Producción primaria neta	4668.70	t/km ² /año
Producción primaria total/respiración total	3.86	
Producción neta	3460.13	t/km ² /año
Producción primaria total/biomasa total	41.4	
Biomasa total/flujo totales	0.01	
Biomasa total (sin detritus)	112.76	t/km ²
Capturas totales	7.56	t/km ² /año
Ascendencia	13798.9	Flowbits
Overhead	17429.1	Flowbits
Capacidad de desarrollo	31228.0	Flowbits
Índice de reciclaje de Finn	4.49	%

primaria requerida (PPR) para soportar las capturas totales es del 6.4% del total de la producción primaria del ecosistema. El mayor porcentaje de PPR fue para los tiburones, se destaca que para la pesquería del camarón este porcentaje fue relativamente bajo por estar cercano a la base de la pirámide alimenticia, y a que su principal alimento es el detritus.

En la agregación de la estructura trófica se encontraron 7 niveles tróficos, pero solo en los primeros 5 se presentan los flujos significativos (fig.

3). La eficiencia de transferencia promedio entre un nivel trófico y el siguiente fue 12.9 y tiende a aumentar en los primeros niveles tróficos (II a III) y a disminuir en los últimos niveles tróficos (IV a V). Por otra parte, de la producción primaria total solo alrededor del 12% pasa al segundo nivel trófico (herbívoros) y el excedente de esta producción se recicla como detritus. Así mismo, de la energía que proviene del primer nivel trófico al segundo y subsecuentes niveles, alrededor del 66% proviene del detritus (1,172.1 t/km²/año) y el resto de los productores primarios (582.6 t/km²/año), sugiriendo que la trama alimenticia en el ecosistema esta fuertemente basada en el detritus como fuente de energía primaria.

Los impactos tróficos entre grupos se muestran en la figura 4, donde se puede apreciar la importancia del detritus en el ecosistema, teniendo un impacto positivo sobre la gran mayoría de los grupos funcionales. También el detritus impacta significativamente a la pesquería de camarón y a la de chinchorro, las cuales son las de mayor importancia en términos de volumen de captura (tabla 4).

Discusión

Una de las consideraciones más importantes en la construcción del modelo fue la incorporación de

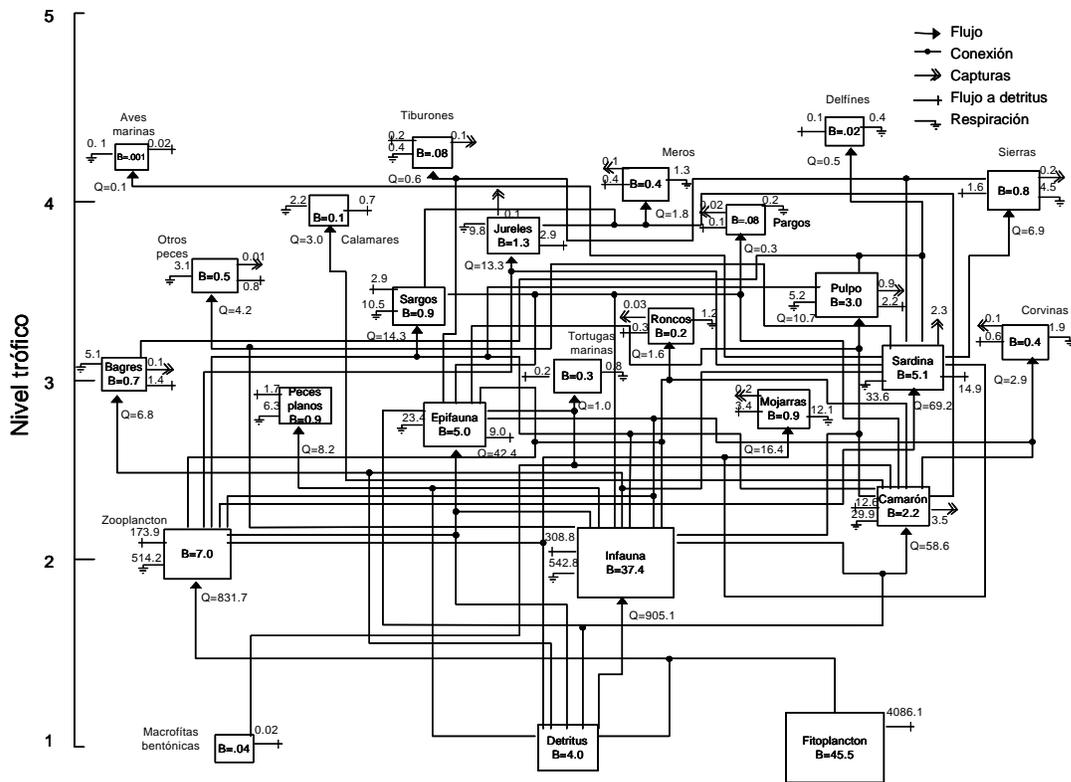


Figura 2.- Diagrama de flujos de la región de la Sonda de Campeche. Cada compartimento representa un grupo funcional siendo el área proporcional a la abundancia de la biomasa. Cada grupo se encuentra ubicado según su posición trófica. Solo se muestran los flujos principales (>10% del total).

Tabla 4. Capturas pesqueras por tipo de flota en la Sonda de Campeche y producción primaria requerida para las capturas pesqueras (PPR) en relación a la producción primaria total (PP).

Grupo	Flotas					Total	PPR/PP
	Camarón	Demersal	Pelágica	Chinchorro	Pulpo		
Tiburones			0.052			0.05	4.44
Meros	0.076					0.08	2.28
Sierras		0.24				0.24	1.5
Pargos	0.019					0.02	0.59
Jureles			0.12			0.12	0.57
Otros peces				0.012		0.01	0.12
Pulpo					0.9	0.9	1.45
Roncos				0.028		0.03	0.14
Corvinas				0.084		0.08	0.14
Sardinias				2.3		2.3	0.47
Bagres				0.07		0.07	0.38
Mojarras				0.16		0.16	0.18
Camarón	3.5					3.5	0.56
Total	3.5	0.095	0.412	2.654	0.9	7.561	6.43
Nivel trófico medio	2.31	4.01	3.96	3.05	3.45	2.82	

grupos con funciones importantes dentro del ecosistema, como son los delfines, las aves marinas y las tortugas marinas, además del interés de conservación que pueda existir por estos grupos. Dos de ellos, los delfines y las aves marinas, en conjunto con tiburones meros y sierras fueron depredadores tope en el ecosistema. Manickhand-Heileman *et al.* (1998a), al no considerar ni delfines ni aves marinas,

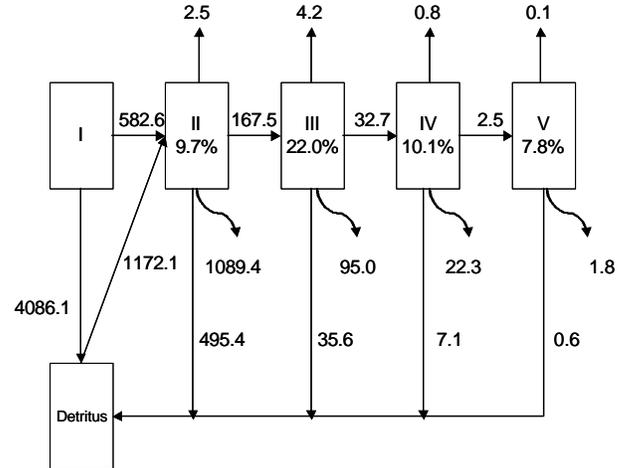


Figura 3.- Agregación de la estructura del ecosistema de la Sonda de Campeche en niveles tróficos discretos. Se representan los flujos entre niveles (flechas horizontales), exportaciones (flechas hacia arriba), respiración (flechas curvas) y el flujo a detritus (flechas hacia abajo). El porcentaje en cada compartimiento representa la eficiencia de transferencia del nivel trófico anterior.

detectaron que los principales depredadores fueron los tiburones, meros y calamares. Varias especies de la plataforma continental tienen también una importante presencia en aguas costeras interiores, particularmente la Laguna de Términos donde, en

Grupos impactados

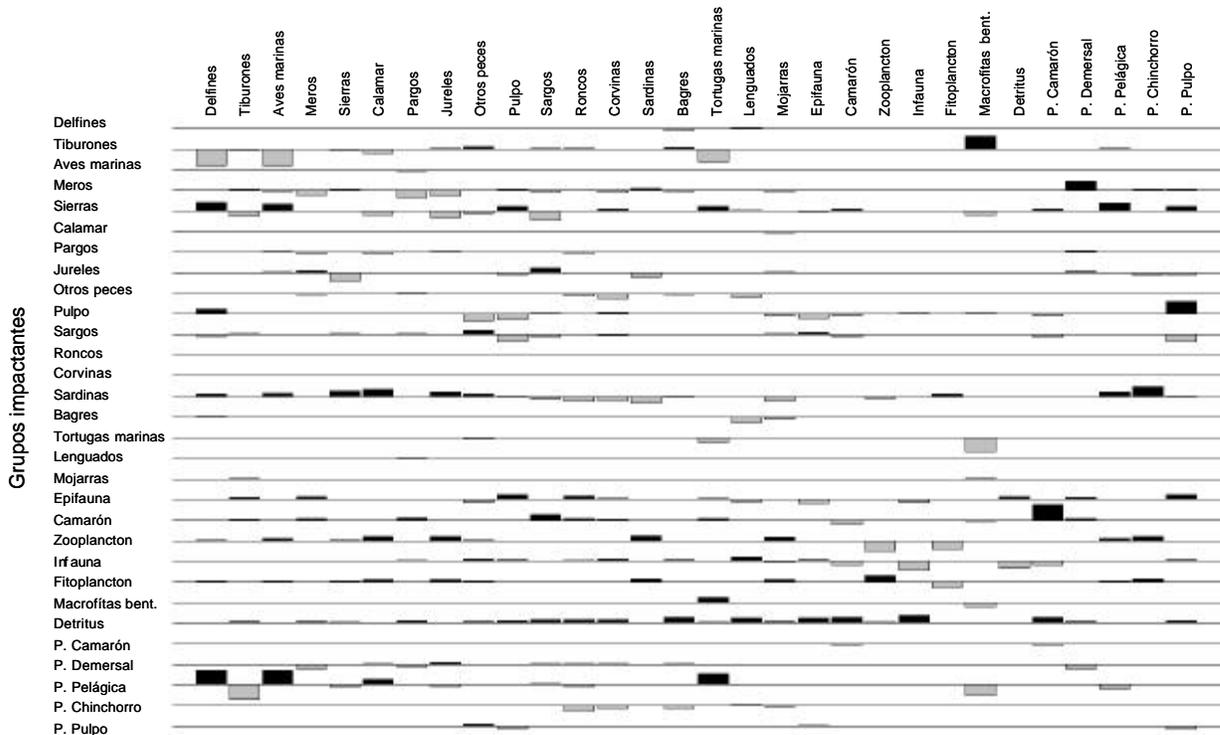


Figura 4.- Matriz de impactos tróficos, representa el efecto de cada grupo sobre los demás. Barras negras: impactos positivos, barras grises: impactos negativos. Se muestra también los impactos de y sobre las cuatro pesquerías principales de la región. Las magnitudes de los impactos son relativas y comparables entre sí.

general, los niveles tróficos encontrados para los grupos de peces fueron menores (Manickhand-Heileman *et al.*, 1998b). Muchas de las poblaciones de peces que habitan en la Sonda de Campeche pasan parte de su ciclo de vida en la Laguna de Términos donde se crían y alimentan y posteriormente emigran hacia la plataforma adyacente cuando alcanzan su edad adulta (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985), donde ocupan niveles tróficos mayores debido a los cambios que presentan en su dieta.

A pesar de que el detritus es de mayor importancia que los productores primarios, en términos del aporte al segundo nivel trófico como fuente de energía (fig. 3), se encontró que su eficiencia ecotrófica es relativamente baja. Esto sugiere la existencia de un proceso de acumulación de biomasa, el cual puede depositarse en el fondo o ser exportado a zonas de mayor profundidad.

Actualmente el manejo multiespecífico de los recursos pesqueros se ha vuelto un objetivo principal para los biólogos pesqueros, los cuales han orientado sus esfuerzos de investigación en el manejo mono-específico (Walter y Hoagman 1971; Pope 1979; Kirkwood 1982; Sainsbury 1982; Gulland y García 1984). El enfoque a nivel de ecosistema, considerando su estructura trófica, permite entender como funciona el ecosistema globalmente. En los últimos años el enfoque Ecopath ha ido ganando aceptación entre la comunidad científica (www.ecopath.org), actualmente se han incorporado nuevas herramientas al modelo como Ecosim y Ecospace (Walters *et al.*, 1997; Walters *et al.*, 1999; Pauly *et al.*, 2000), las cuales permiten la exploración de estrategias de manejo multiespecíficas a nivel del ecosistema en términos de tiempo y espacio. El modelo construido servirá para probar estrategias de manejo que puedan contribuir a resolver la problemática pesquera de la región, y las estrategias de manejo pueden ser optimizadas basadas en criterios ecológicos, sociales y/o económicos utilizados para encontrar los niveles de esfuerzo recomendados para maximizar uno o más criterios, tal como ha sido realizado por Zetina-Rejón *et al.*, (2001) para una laguna costera del Pacífico mexicano.

En cuanto a la pesquería de camarón, se considera en principio una condición de colapso dado que su abundancia ha venido decreciendo durante las tres últimas décadas (Ramírez-Rodríguez *et al.* 2000, Arreguín-Sánchez *et al.* 2002) como consecuencia de un decremento continuo de la tasa de reclutamiento (fig. 5), y que las medidas de control aplicadas, tales como la veda estacional implementada desde 1994 a la fecha no han tenido como resultado la recuperación del recurso ni su estabilización. Bajo este escenario se estimó el cambio en el nivel trófico promedio de las capturas y el índice de balance de las pesquerías

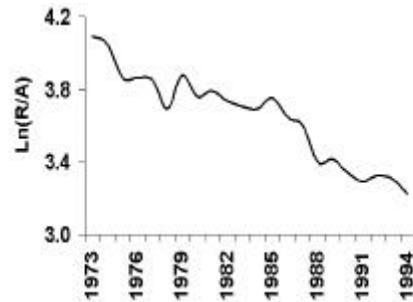


Figura 5. Decremento de la tasa de reclutamiento, $\ln(R/A)$, del camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) de la Sonda de Campeche durante las últimas tres décadas.

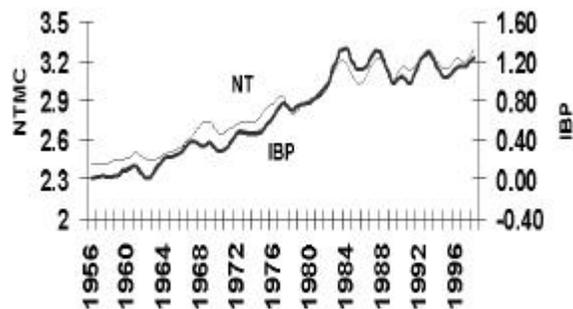


Figura 6. Cambios en el nivel trófico promedio de las capturas, NTMC (línea delgada), y del índice de balance de las pesquerías, IBP (línea gruesa), en la Sonda de Campeche. La tendencia positiva responde a la menor presencia en las capturas del camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) como consecuencia del colapso de la pesquería.

(fig. 6), ya que como ha sido sugerido por Pauly *et al.* (2000) éstos son indicadores de cambios estructurales en el ecosistema. Si los niveles tróficos y por tanto el ecosistema, esta siendo utilizado de manera balanceada, ambos índices deberán tener una tendencia horizontal. La tendencia positiva en el tiempo de ambos indicadores es claro indicio de impacto puesto que dichos cambios son causados por la menor aportación a las capturas de organismos de nivel trófico bajo (camarón) y por lo tanto el aumento en la proporción relativa de los predadores tope. Este concepto ha sido señalado por Arreguín-Sánchez *et al.* (2002) como “Fishing up food web” (pescando hacia arriba en la cadena trófica) indicando el efecto opuesto al señalado por Pauly *et al.* (1998) cuando por la pesca se extraen demasiados predadores tope (“Fishing down food web”). Este tipo de evidencias sugieren también la importancia de regular adecuadamente la pesca actual del recurso camarón no sólo como pesquería, sino en el contexto del ecosistema.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo económico a través de PIFI,

COFAA, EDI y del proyecto CGPI-20010287. También agradece a CONACyT por el soporte a través del proyecto 34865-B.

Literatura citada

- Allen, K.R. 1971 Relation between production and biomass. *Fish. Res. Board. Can.*, 28:1573-1584.
- Arreguín-Sánchez, F. 1995 Biodiversidad y la explotación de los recursos pesqueros del ecosistema. 87-110p. In: Yáñez-Arancibia, A. Recursos faunísticos litorales de la Península de Yucatán. EPOMEX Serie Científica 2. México. 136p.
- Arreguín-Sánchez, F., Schultz-Ruíz, L.E., Gracia, A., Sánchez J.A. y Alarcón, T. 1997 Las pesquerías de camarón de altamar: explotación, dinámica y explotación. p. 145-172. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.). Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. EPOMEX Serie Científica, Univ. Autón. Campeche, México. 496p.
- Arreguín-Sánchez, F., Zetina-Rejón, M.J., Manickchand-Heileman, S., Ramírez-Rodríguez, M. y Vidal, L. 2002 Simulated response to harvesting strategies of an exploited ecosystem on the southwestern Gulf of Mexico. *Ecological Modelling* (submitted)
- Botsford, L. W., Castilla, J.C. y Peterson, C. H. 1997 "The management of fisheries and marine ecosystems." *Science* 277: 509-515.
- Christensen, V. y Pauly, D. 1992 ECOPATH II - a software for balancing steady-state models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling* 61, 169-185.
- Christensen, V. y Pauly, D. 1995 Fish production, catches and the carrying capacity of the world oceans. *Naga* 18, 34-40.
- Finn, J. T. 1976 Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows. *Journal of Theoretical Biology* 56, 363-380.
- Gracia, A. 1997 Pesquería artesanal de camarón. p. 173-184. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.). Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. EPOMEX Serie Científica, Univ. Autón. Campeche, México. 496p.
- Gulland, J. y García, S. 1984 *Observed patterns in multispecies fisheries*. In: R.M. May (Ed.). *Exploitation of Marine Communities*. Dah. Konf. Life Sci. Res. Rep. Springer-Verlag. 32. The Netherlands. 155-190p.
- Kirkwood, G.P. 1982 Simple models for multispecies fisheries. 83-98p. In Pauly, D. And G.I. Murphy. *Theory and Management of Tropical Fisheries*. ICLARM, Philippines and CSIRO, Australia. *ICLARM Conf. Proc.* 9. 360p.
- Leontief, W. W. 1951 *The structure of the American economy*. 2nd ed. Oxford University Press, New York, 264 p.
- Lindeman, R. L. 1942 The trophic dynamic aspect of ecology. *Ecology*. 23, 399-418.
- Manickhand-Heileman, S., Soto, L. A. y Escobar, E. 1998a "A preliminary trophic model of the continental shelf, South-western Gulf of Mexico." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46: 885-899.
- Manickhand-Heileman, S., Arreguín-Sánchez, F., Lara-Domínguez, A. L. y Soto, L. A. 1998b. "Energy flow and network analysis of Terminos Lagoon, SW Gulf of Mexico." *Journal of Fish Biology* 53(Supplement A): 179-197.
- Pauly, D., Christensen, V., Daalsgard, J., Froese, R. y Torres Jr., F. 1998 Fishing down food webs. *Science*, 279:860-863.
- Pauly, D., Christensen, V. y Walters, C.J. 2000 Ecopath, Ecosim and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES J. of Marine Science* 57:697-706 (available online at www.idealibrary.com as doi: 10.1006/jmsc.2000.0726).
- Pope, J. 1979 Stock assessment and multispecies fisheries with special reference to the trawl fishery in the Gulf of Thailand. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Program. FAO, Rome, SCS/DEV/79/19. 106p.
- Ramírez-Rodríguez, M., Chávez, E. A. y Arreguín-Sánchez, F. 2000 "Perspectiva de la pesquería de camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad) en la Sonda de Campeche, México." *Ciencias Marinas* 26(1): 97-112.
- Sainsbury, K. 1982 *The ecological basis of tropical fisheries management*. 167-194p. In Pauly, D. y G.I. Murphy. *Theory and Management of Tropical Fisheries*. ICLARM, Philippines and CSIRO, Australia. *ICLARM Conf. Proc.* 9. 360p.
- Soto, L. A. y Escobar, E. 1995 Coupling mechanisms related to benthic production in the SW Gulf of Mexico. *Proceeding of the European Marine Biological Society Meeting*, 28 EMBS Symposium, 233-242.

- Ulanowicz, R. E. 1986 *Growth and development: ecosystem phenomenology*. Springer Verlag, New York, 203 p.
- Ulanowicz, R. E. 1995 The part-whole relation in ecosystems. In Patten, B. C. & Jørgensen, S. E. (eds.) *Complex ecology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 549-560.
- Ulanowicz, R. E. y Puccia, C. J. 1990 Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses* 5, 7-16.
- Walter, G.G. y Hoagman.1971 Mathematical models for estimating changes in fish populations with applications to the Green Bay. *Proc. 14th. Conf. Great Lakes Res.* 170-184.
- Walters, C., Christensen, V. y Pauly, D. 1997 Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 7:139-172.
- Walters, C., Pauly, D. y Christensen, V. 1999 Ecospace: prediction of mesoscale spatial patterns in trophic relationships of exploited ecosystems, with emphasis on the impacts of marine protected areas. *Ecosystems* 2: 539-554.
- Yáñez-Arancibia, A. y Sánchez-Gil, P. 1983 Environmental behavior of Campeche Sound ecological system, off Términos Lagoon México: Preliminary results. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México* 10(1):117-136.
- Yáñez-Arancibia, A., LaraDomínguez, A. L., Sánchez-Gil, P., García-Abad, Ma. de la C., Alvarez-Guillén, H., Tapia-García, M., Flores-Hernández, D. y Amezcua Linares, F. 1985 Ecology and evaluation of fish community in coastal ecosystems: Estuary-shelf interrelationships in the Southern Gulf of México. Cap. 22: 475-498. En: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. UNAM-PUAL-ICML, Editorial Universitaria, México, 654 p.
- Zetina-Rejón, M., Arreguín-Sánchez, F. y Chávez, E. 2001 Using an ecosystem modeling approach to assess the management of a Mexican coastal lagoon system. *CalCOFI Rep.* Vol 42, 78-90.

Variación estacional y cíclica de la abundancia relativa de juveniles de *Farfantepenaeus duorarum* en Champotón, Camp., México, 1994-2000

HÉCTOR T. SALINAS ORTA, MARÍA ELENA GONZÁLEZ Y DE LA ROSA
Y JOSEFINA SANTOS VALENCIA

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Lerma
Carretera Campeche-Lerma km 5, 24500 Campeche, Camp, México.
correo electrónico: hsalinaso@prodigy.net.mx

Resumen

Se estimó la abundancia relativa de los juveniles de camarón rosado en Champotón, Campeche, México. Las muestras fueron tomadas con el arte de pesca manual llamado "saca" (red de arrastre que es jalada por un hombre) de 1994 a 2000. El número de individuos por metro cuadrado, sirvió como indicador del estado de salud de la población. Por medio del Análisis de la Serie de Tiempo, se determinó la tendencia, y las variaciones estacionales y cíclicas de los picos de abundancia. De 1994 a 1998 se observaron dos picos de abundancia relativa por año; después se presentó un pico en cada estación del año y casi con la misma magnitud (1999-2000). La mayoría de los picos más abundantes se presentaron por lo regular después de los meses más cálidos y después de la época de lluvias. Se encontró que los juveniles prefieren aguas con temperatura de 28°C, y con salinidad de alrededor de las 30 ups. También estuvieron presentes durante la noche entre las 24:00 y las 02:00 horas, con una mayor abundancia en la Luna nueva.

Palabras claves: camarón rosado juvenil, abundancia relativa, series de tiempo

Abstract

Relative abundance of juvenile pink shrimp was estimated for the Champotón, Campeche, Mexico, area. Samples were taken from the handmade fishing gear called "saca" (man powered trawl net), through a period from 1994 to the year 2000. Individuals per square meter served as an indicator of the state of health of the population. A time series analysis was performed to determine the tendency, seasonal variation and the cyclic peaks of abundance. From 1994 to 1998 two peaks per year were observed, afterwards regular peaks were found in each season of the year, with almost the same magnitude (1999-2000). The most abundant peaks were found mainly after the hottest months after the end of the rains. It was found that juveniles preferred water temperature around 28°C and a salinity of 30 ups, also they were present during the night, between 24:00 to 02:00 hours. Were most abundant during new moon.

Key words: juvenile pink shrimp, relative abundance, time series analysis

Introducción

El camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* tiene un ciclo de vida anfibiótico, que incluye una fase juvenil costera o estuarina, explotada por la peca artesanal furtiva, y una fase adulta marina, explotada por la pesca industrial.

El estudio del ciclo vital completo de este camarón es primordial, particularmente en lo que se refiere a la dinámica de las fases juvenil y adulta y más importante es el conocer y determinar la cronología de los puntos clave del ciclo como son: el

reclutamiento larvario, la migración de los juveniles, la edad a reclutamientos sucesivos en las diferentes pesquerías, la edad de maduración, la longevidad, etc. (García y Le Reste, 1987).

Por lo general las especies de vida corta como el camarón rosado, con estrategia de vida "r", presentan una tasa alta de mortalidad en las primeras etapas del ciclo de vida y por eso producen una considerable cantidad de huevos, larvas y postlarvas, las cuales se dispersan y distribuyen en zonas diferentes a las de los adultos como son los pastizales marinos cercanos a la costa, donde encuentran alimento y protección.

En los cambios o movimientos de los diseminulos (etapas inmaduras) de un estadio a otro, las condiciones ambientales en la zona costera influyen de manera considerable, lo mismo que intervienen para que las zonas de pastizales costeros tengan la capacidad de porte para los juveniles de camarón rosado.

En este estudio se analizó la serie de tiempo de los juveniles de camarón rosado de Champotón, Campeche, de 1994 hasta el 2000, para detectar y conocer las fluctuaciones de la población de juveniles y la periodicidad en que se dieron, teniendo en cuenta que por lo general “en las regiones tropicales la lluvia suele ser el factor principal que rige los cambios estacionales en la estructura y el funcionamiento de las poblaciones” (Emel, 1986).

Materiales y Métodos

Para este trabajo se hicieron colectas mensuales (Santos y González, 1997 y 2001 y Salinas-Orta *et al* 2000 y 2001), con una red artesanal tipo “Saca”, que es un triángulo de madera con 2 m de base y 1.7 de altura y luz de malla de 0.5 cm. Este arte fue operado manualmente, para cada muestreo se realizaron de 3 a 4 lances, con un recorrido de 2 minutos en promedio en cada uno, se obtuvo la distancia recorrida y el área barrida para poder obtener la abundancia relativa de los juveniles de camarón rosado que fueron capturados. De las muestras obtenidas en cada lance se separaron los camarones del resto de la fauna de acompañamiento, estos fueron pesados y medidos uno por uno y una submuestra fue utilizada para identificar la especie, En cada muestreo se anotaron la temperatura y la salinidad del agua, además se usaron los registros de los datos de la temperatura ambiental y la precipitación promedio mensual desde 1994 hasta el 2000, que nos proporciono la Comisión Nacional del Agua (SEMARNAT)

Análisis de los datos

Para expresar la abundancia relativa de los camarones juveniles, se utilizó el numero de ejemplares por metro cuadrado, y se construyó la gráfica por mes de 1994 hasta el 2000 y se comparó con las gráficas mensuales de precipitación y temperatura ambiental.

Además a los datos de la abundancia relativa se les aplicó el análisis de regresión lineal y se correlacionaron con los datos de salinidad y temperatura del agua, y se uso el Análisis de Varianza para saber si existió diferencia significativa entre las abundancias relativas de los juveniles en los efectos de las lunas llena y nueva

Para hacer el análisis de la serie en el tiempo, se aplicó la formula de Spiegel (1992) $Y=T \times C \times S \times I$, donde Y= es la variable en la serie de tiempo o sea

igual a $ind./m^2$, que es el producto de la multiplicación de los movimientos de T= tendencia, C= cíclicos, S= estacionales e I= irregulares.

Para realizar el análisis de todo el proceso, primero obtuvimos un numero índice de cada pico, para lo cual, se sumaron las cantidades que formaron un pico (de ascenso y descenso) y se obtuvo el promedio o índice estacional.

La tendencia se estimo por el método de mínimos cuadrados y la variación estacional se obtuvo dividiendo los datos mensuales originales entre los números índices y con estos datos ajustados de la variación estacional se obtuvo una gráfica que nos señaló la distancia entre los datos reales y la media de cada pico, y resaltaron los picos que sobresalieron de la línea de tendencia.

Para estimar las variaciones cíclicas se dividieron los datos ajustados de la variación estacional obtenida para cada pico, entre el valor de la tendencia del pico correspondiente ($Y/ST = CI$), y con ello las variaciones irregulares que son de pequeña magnitud en el comportamiento normal de la especie, quedaron enmascaradas por las variaciones cíclicas ya que se representan unidas (Spiegel,1992).

Resultados

Se analizaron los datos de la abundancia relativa de los juveniles de camarón rosado de Champotón, Campeche, de 1994 al 2000, con el número de individuos por metro cuadrado se elaboro una gráfica (figura 1), esta gráfica fue la base para realizar el análisis de serie de tiempo, respecto a la abundancia relativa registrada tuvimos la mayor en el mes de diciembre de 1994 con 4.019 y la menor se registró en octubre de 1995 con 0.023 ind/m^2 , apreciamos una línea de tendencia negativa con las modas de cada pico desde 4.018 (94), 2.172 (95), 1.377, 1.44, y 1.543 (96), 1.379 y 1.387 (97), 1.145, 1.649 y 1.886 (98), 1.023 y 1.046 (99). Hasta 0.423, 0.395 y 0.445 (2000) (figura 1).

De acuerdo a Spiegel (1992), se analizó la serie de tiempo con los siguientes resultados:

- 1) Tendencia: se observó una tendencia de mas a

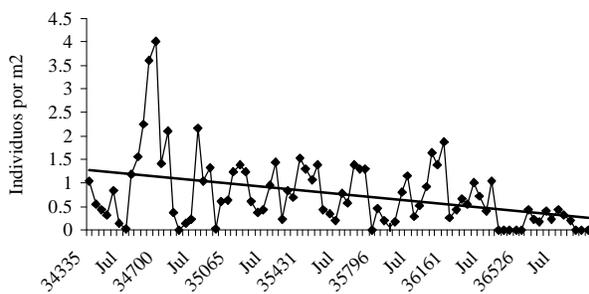


Figura 1. Abundancia relativa de juveniles de camarón rosado en Champotón, Campeche.

menos que presenta picos muy marcados, sumamos las cantidades mensuales de cada pico y se obtuvo el promedio de cada uno, y se hizo una regresión con el resultado: $y = 0.754 - 0.1016x$, y al aplicar la regresión a los promedios de cada pico se obtuvieron los valores de la tendencia de cada uno (figura 1).

- 2) Variación Estacional: con los datos ajustados a la variación estacional se obtuvo una gráfica (figura 2), en la que se señala la distancia entre los datos reales y la media de cada pico, en donde resaltan los picos estacionales que sobresalen de la línea de la tendencia
- 3) Variaciones Cíclicas: se representan en la figura 2, en donde observamos que este método hace más notables los picos pequeños que tienen una media menor, y suaviza y hace más pequeños los picos más amplios y con medias grandes.

La Temperatura ambiente presenta un ciclo bien definido que se caracteriza por la temperatura promedio mensual más alta regularmente en el mes de mayo, y por lo general sobrepasa los 26°C hasta el mes de septiembre y en ocasiones hasta octubre, por lo que la temporada más cálida del año se presenta por lo regular de abril a septiembre-octubre (figura 3).

Los registros promedio mensual de precipitación pluvial en Champotón indican dos épocas definidas en el año que se pueden denominar de lluvias y secas (figura 3), la época de lluvias por lo regular se presenta de junio a septiembre con precipitaciones por arriba de los 200 milímetros, y debido a la presencia de los ciclones Opal y Roxana, se registraron 611 mm en septiembre y 477 mm en octubre de 1995. En invierno en ocasiones las precipitaciones fueron de los 50 a los 100 mm, como en enero de 1996 con 52; febrero de 1997 con 70 y marzo del 2000 con 52mm. (figura 3).

Variación de la abundancia relativa de los juveniles de camarón rosado y su relación con la temperatura ambiente y la precipitación de 1994 al 2000.

Temperatura ambiente

Las mayores densidades de juveniles de camarón rosado se presentaron por lo regular después de los meses más cálidos (figura 4), la relación entre la temperatura y la densidad en Ind/m² resulto una regresión logarítmica con $r = -0.355$.

Comparamos la gráfica de la variación estacional con las temperaturas (figuras 2 y 3) y observamos picos estacionales que se presentan ya sea en los

meses más calurosos como por ejemplo en mayo de 1994; julio-septiembre de 1995; agosto de 1996; marzo y septiembre de 1997; mayo de 1998; mayo de 1999 y mayo-julio del 2000, y también observamos picos estacionales en la época de invierno como sigue: enero y noviembre de 1994; febrero de 1995; febrero, noviembre de 1996 y enero, diciembre de

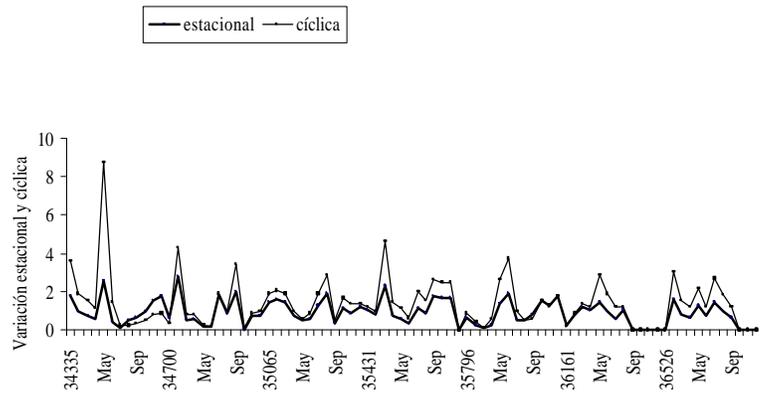


Figura 2. Variaciones estacional y cíclica de los juveniles de camarón rosado, Champotón, Campeche.

1998, no se demostró una relación lineal entre la temperatura y el índice de la variación estacional.

Al comparar la gráfica de la temperatura promedio mensual con la de las variaciones cíclicas de los juveniles (figuras 2 y 3) se encontró lo siguiente: se

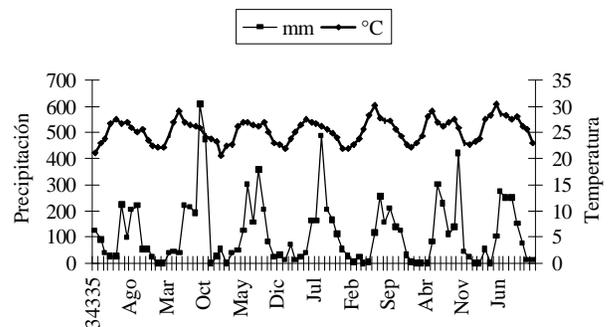


Figura 3. Precipitación y temperatura ambiente en Champotón, Campeche.

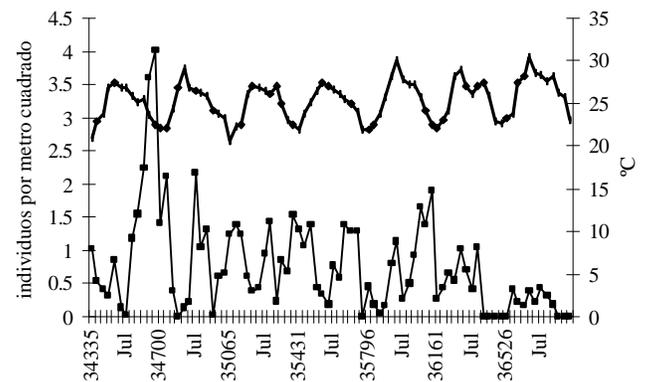


Figura 4. Juveniles de camarón rosado y la temperatura ambiente en Champotón, Campeche.

observo la presencia de dos tipos de pico por ciclo anual que se relacionan con el termino del periodo de temperaturas más altas: Los picos más grandes se presentaron como sigue: mayo de 1994; septiembre de 1995; agosto de 1996; septiembre de 1997; junio de 1998; mayo de 1999 y mayo, julio del 2000.

Y otro con el periodo de las temperaturas más bajas como sigue: los picos se presentaron en enero de 1994, febrero de 1995, febrero de 1996, marzo de 1997, en enero de 1998 y diciembre del mismo año, y en febrero del 2000, fueron muy pequeños, no se encontró una relación lineal entre la T°C y el índice de la variación cíclica de los juveniles.

Precipitación pluvial

Existe cierta relación entre la época de lluvias y el aumento en la densidad de los camarones juveniles en la zona de pastizales marinos, como se nota al comparar las gráficas de precipitación y de la abundancia relativa (figura 5), en 1994 las lluvias se presentaron en junio y en agosto-septiembre y el pico se presento de octubre a diciembre; en 1995 se registraron precipitaciones en junio y julio y un pico de abundancia apareció en julio, las precipitaciones fueron extraordinarias en septiembre y octubre de 1995 (Opal y Roxana) y el pico se presentó de enero a marzo de 1996; despues hubo lluvias en junio y el pico apareció en julio de 1996; y se registraron lluvias en agosto y septiembre de 1996 y el pico apareció

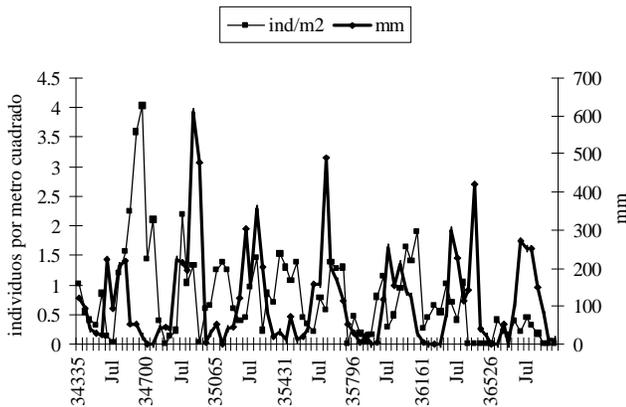


Figura 5. Juveniles de camarón rosado y la precipitación en Champotón, Campeche.

desde diciembre de 1996 hasta marzo de 1997; en 1997 hubo lluvias en agosto y el pico apareció desde septiembre, octubre y noviembre de 1997; se presentaron lluvias en julio y septiembre de 1998 y enseguida se observaron los picos de abundancia de octubre y diciembre de 1998; con las lluvias en junio-julio de 1999 el pico de abundancia probablemente se manifesto en el otoño-invierno de ese año.

En el 2000 las lluvias se registraron con mayor intensidad en junio, julio y agosto, y en los muestreos

de julio se noto un pico de abundancia, comparamos la gráfica de la precipitación promedio mensual con la gráfica de la variación estacional de los camarones juveniles (figuras 2 y 3) y poco coinciden en el mismo tiempo las temporadas de lluvias con los picos del índice de variación estacional, pero se nota que después de las lluvias, aparecen los picos de esta variable estacional, aunque presentaron cierta relación esta no fue lineal.

Variación cíclica de los juveniles de camarón rosado y la precipitación.

Se aprecia que hay dos tipos de relación; los picos de la variación cíclica que aparecen en la época de lluvias, y los picos que aparecen después de la época de lluvias y por lo general en el invierno o en invierno-primavera, con los siguientes resultados: en época de lluvias en junio y noviembre de 1994; abril, julio y septiembre de 1995; junio, julio y agosto de 1996; julio, septiembre y noviembre de 1997; junio, julio, octubre y noviembre de 1998; febrero marzo y mayo de 1999; febrero, marzo y mayo del 2000.

En épocas de baja precipitación (secas): en abril, mayo de 1994; febrero de 1995; enero, febrero y marzo de 1996; noviembre y diciembre de 1996; enero, marzo y abril de 1997; enero, abril mayo y junio de 1997; febrero, marzo, abril y mayo de 1999; y enero, febrero, marzo y abril del 2000.

Los picos de la variación cíclica de los juveniles

Tabla 1. Picos más abundantes (*) en épocas de lluvias y de baja precipitación (secas).

		picos mas abundantes	
		en lluvias	en secas
1994	Ind/m ²	1.549	4.019 *
	V. Estacional	0.663	2.53 *
	V. Cíclica	0.4762	8.71 *
1995	Ind/m ²	2.172 *	1.377
	V. Estacional	1.965	2.795 *
	V. Cíclica	3.4	4.28 *
1996	Ind/m ²	1.444	1.543 *
	V. Estacional	1.8724 *	1.5794
	V. Cíclica	2.81 *	2.10
1997	Ind/m ²	1.387 *	0.465
	V. Estacional	1.778	2.334 *
	V. Cíclica	2.64	4.58 *
1998	Ind/m ²	1.649 *	0.651
	V. Estacional	1.471 *	0.596
	V. Cíclica	1.52	3.7 *
1999	Ind/m ²	1.023	No reportado
	V. Estacional	1.0	1.196 *
	V. Cíclica	1.16	1.37 *
2000	Ind/m ²	0.445 *	0.423
	V. Estacional	1.405	1.5748 *
	V. Cíclica	2.66	2.97 *

de camarón rosado que se observaron en la época de baja precipitación (invierno-primavera) presentaron densidades mayores en comparación con los picos

que coincidieron con la época de lluvias (verano-toño). Ver tabla 1.

No se encontró una relación lineal entre el promedio mensual de la precipitación y la variación cíclica de los camarones entre 1994 al 2000

Relación entre los juveniles de camarón rosado y el efecto de las lunas llena y nueva, la temperatura del agua (T°C), la salinidad (ups, unidades probables de salinidad) y la hora del día, usando como indicador la abundancia relativa (individuos/metro cuadrado =ind/m²).

Con los muestreos realizados en Champotón de octubre de 1999 a septiembre del 2000 (Salinas-Orta et al 2001, op cit), en cada efecto de luna llena y nueva, se registraron cada hora los datos de temperatura del agua, la salinidad y la hora del día, se analizaron los datos utilizando como premisa los individuos colectados por unidad de área, y se conformo un cuadro con la máxima, mínima y la preferencia de los juveniles a cada variable con los resultados que se presentan en la Tabla 2.

En la luna llena la temperatura del agua vario de 25 a 29 °C, con una preferencia de los juveniles por los 28°C y se encontró una relación lineal positiva entre la abundancia relativa de los camarones con la temperatura del agua (r=0.77). Esta misma relación se presento con la luna nueva (r=0.83) aunque varió de los 18 a los 30 °C y mostraron una preferencia por los 26 y 28°C. y se registro el mayor número de juveniles de camarón a los 28°C en las dos lunas.

La salinidad registrada en los muestreos efectuados en luna llena fue desde los 29 hasta los 40 ups. con una preferencia de los juveniles por los 29 y 30 ups. y se determinó una relación lineal negativa (r=-0.94).

En la luna nueva la mínima salinidad registrada fue de 30 ups, con una máxima de 40 ups., y con una preferencia por los 30 ups aunque no se demostró una relación lineal para las dos lunas los 30 ups. fue la salinidad en que se registro la mayor cantidad de juveniles de camarón rosado.

Respecto a la hora del muestreo los camarones se presentaron en las colectas desde las 20:00 hasta las 02:00 horas, en la luna llena y el mayor numero de

ejemplares se colecto a las 22:00 horas, y presentaron una relación lineal positiva (r=0.70) entre la abundancia relativa de los camarones y las horas consecutivas de la noche. En la luna nueva los camarones aparecieron desde las 19:00 hasta las 02:00 horas con una preferencia por las 21:00 y las 24.00 horas, aunque no presentaron una relación lineal significativa (r=0.39)

Se aplicó un Análisis de Varianza para conocer si existía alguna relación entre las medias de los muestreos de camarón juvenil de las lunas llena y nueva y los resultados nos indican que si hay diferencia significativa (p=0.095) entre las medias de la luna llena y luna nueva, y en términos generales se hizo evidente una mayor presencia de camarones juveniles en las colectas realizadas en la luna nueva.

Literatura citada.

- Emmel, T. C. 1986 Ecología y Biología de Poblaciones. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. décima primera reimpression, 182p
- García, S. y L. Le Reste 1986 Ciclos Vitales, Dinámica, Explotación y Ordenación de las Poblaciones de Camarones Peneidos Costeros. FAO Doc, Tec. Pesca, (203):180 p.
- Salinas-Orta, H., M.E. González y de la Rosa, M. Pool-Estrella, T. Rivas-Salcedo y F. Ucan- Marín. 2000 Abundancia Relativa de Postlarvas de Camarón (*Farfantepenaeus* spp. Y *Litopenaeus* spp.) en la zona Litoral Norte de Campeche, México. 53rd Annual Meeting, Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Nov. 6-10 del 2000, Biloxi Mississippi. Resúmenes, p 47.
- Salinas-Orta, H., M.E. González y de la Rosa, M. Pool-Estrella, T. Rivas-Salcedo y F. Ucan- Marín y D.A. Casanova-Uc. 2001 Abundancia Relativa e Incidencia de Postlarvas de Camarón en la Zona Litoral Norte de Campeche, México. Informe de Investigación.
- SEMARNAP INP CRIP Lerma Campeche, SEPESCA Fidecomiso de Estudios y Proyectos de Investigación Pesquera y Acuicola del estado de Campeche. 25 p. (Inédito)
- Santos V., J. y M.E. González y de la Rosa 1997 Abundancia Relativa y Distribución de tallas de Juveniles de Camarón Rosado presente en las Costas de Champotón e Isla Arena, Campeche. 1994-1996. Informe de Investigación SEMARNAP INP CRIP Lerma, Campeche. 17 p. (inédito)
- Santos V., J., M.E. González y de la Rosa y E.A. González-Duran. 2001 Composición Específica, Abundancia Relativa y Crecimiento del Camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1939) en su etapa Juvenil Costera en Champotón, Campeche, México. 2º Foro de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe, 21-23 de marzo, Cd. del

Tabla 2. Variables ambientales y la presencia de juveniles de camarón rosado

		luna llena	luna nueva
Temperatura °C	Máxima	29	30
	Preferencia	28	26 a 28
	Mínima	25	18
Salinidad ups	Máxima	40	40
	Preferencia	29-30	30
	Mínima	29	30
Hora	De las	20:00	19:00
	a las	02:00	02:00
	Preferencia	01:00 y 02:00	21:00 y 24:00

Carmen, Campeche. Resúmenes. SAGARPA INP
CRIP Cd. del Carmen, Campeche.
Spiegel, M.R. 1992 Estadística. 2ª Edición. Serie
Schaum. Ed, Mc Graw-Hill. 556 p.

Estructura de la comunidad de peces de la pesca incidental camaronera

LUIS G. ABARCA-ARENAS¹, JONATHAN FRANCO-LÓPEZ²,
RAFAEL CHÁVEZ-LÓPEZ² Y ANGEL MORÁN-SILVA²

¹Universidad Veracruzana. Centro de Ecología y Pesquerías.
AP 663, 91000 Xalapa, Ver.

correo electrónico: labarca@bugs.invest.uv.mx
²FES-Iztacala-UNAM. Laboratorio de Ecología.

AP 314, 54090 Tlalnepantla, Edo. de México.

Resumen

Una de las características de la pesca de arrastre de camarón es el que además del crustáceo muchas otras especies son capturadas. Los individuos de estas especies, ya sean muertos o no, son regresados al mar. Considerando que las especies así capturadas pueden dar una indicación de la comunidad de peces, el presente trabajo analiza la estructura de la comunidad de peces capturados por arrastres camaroneros por el barco del CETMAR durante los años de 1991 a 1994. En total se realizaron 21 muestreos, en los cuales se colectaron 6734 organismos pertenecientes a 159 especies (dos no identificadas) pesando en total 477845 Kg. La época de "nortes" presentó la mayor cantidad de especies seguida por la de lluvias y al final la época de secas. La época de nortes fue la de mayor biomasa seguida por la de secas y al final la de lluvias. De todos los muestreos combinados, solo 26 especies representaron más del 90% de la abundancia acumulada. El valor de diversidad fue mayor para la época de nortes para abundancia y el menor para biomasa. Al comparar las oscilaciones a lo largo de los muestreos se observó que los datos de biomasa presentaron una variación constante mientras que las abundancias presentaron oscilaciones pronunciadas. Un análisis de similitud entre las estaciones del año mostró un mayor número de grupos para los datos de abundancia que para los de biomasa. El comportamiento de los datos muestra una tendencia hacia la estabilidad de biomasa a lo largo del tiempo aun cuando existen variaciones en cuanto al número, tipo de especies y abundancias de éstas. Sugerimos que la poca variabilidad de biomasa permite al ecosistema mantener su estructura y funcionalidad y la necesidad de incorporar la mortalidad por pesca de estas especies a los modelos de rendimiento particulares.

Palabras clave: diversidad, estructura comunitaria, México, abundancia de peces

Abstract

One of the characteristics of shrimp trawling is that besides catching shrimp many other species are captured. Individuals of these species, dead or alive are returned to the sea. Considering that the study of these by-catches could be an indicative of the fish community characteristics, the present work objective was to analyze the fish community structure taken as a by-product of the shrimp trawling. A total of 21 cruises were done using the CETMAR school ship between 1991 and 1994. A total of 6734 organisms were collected weighting 477845 kg for a total of 159 species (two not identified). The "nortes" season was the one with the highest number of species followed by the rainy season and lastly by the dry season. Considering the biomass, the "nortes" season was the first ranked, the dry season came second and the rainy season last. Of all the samples combined, only 26 species represented more than 90% of the accumulated abundance. The abundance's Shannon Diversity values were highest for the nortes season and for the biomass the value was the lowest for this season. The biomass oscillations along the study period were less pronounced than those presented by the species' abundance. A cluster analysis showed that the number of groups for the abundance data was higher than the number obtained for the biomass data. The data behavior shows that the biomass tends to be more stable than the abundance values. That is, the number and kind of species changes along time but the biomass tendency is to maintain its value. We suggest that the low biomass variability helps the ecosystem to maintain its structure and functionality. This hypothesis is being tested through a trophic network analysis at this moment.

Key words: Diversity, community structure, Mexico, fish abundance

Introducción

La pesca camaronera en México reviste una alta importancia económica en ambos litorales. De forma particular en la Sonda de Campeche la derrama

económica y el papel social que la pesca de camarón es de una gran importancia. Por otro lado, el método de captura del camarón utilizando la red de arrastre origina la captura de otras especies, principalmente bentónicas, aunque algunas pelágicas muchas de las

cuales tienen cierta importancia económica en el área (Yañez-Arancibia et al. 1988).

Son varios los estudios que se han realizado sobre comunidades demersales en el mundo. Entre estos se pueden citar Domain (1972) en Senegal-Gambia, Fager y Longhurst (1968) en el Golfo de Guinea, McManus (1985) y Federizon (1992) en las Filipinas, Bianchi (1992) en el Congo y Stobutzki, et al. (2001a) para Australia. Para las costas mexicanas se pueden mencionar los trabajos de Warburton (1978), Yañez-Arancibia et al. (1988), Bianchi (1991). Es de notar el reducido número de trabajos realizados en México a pesar de la importancia que las pesquerías de este tipo tienen en nuestras costas.

Por otro lado el número de trabajos en México acerca del efecto de la pesca camaronesa sobre otros recursos es prácticamente inexistente.

Después del trabajo de Yañez-Arancibia et al. (1988) no se ha hecho ningún otro estudio respecto a este tema. Considerando la importancia que tiene el conocimiento de la comunidad íctica en áreas aledañas a la Sonda de Campeche y el posible efecto negativo que la red de arrastre tiene sobre ésta, el presente trabajo tuvo como objetivo el analizar la estructura de la comunidad de peces capturados frente a las costas de Alvarado, Veracruz.

Material y Métodos.

El área de estudio se ubicó frente a las costas de Veracruz en las coordenadas 18° 45" y 19° 00" N y 95° 40" y 85° 57" W. utilizando el barco escuela del CETMAR Alvarado, se hicieron un total de 21 arrastres dentro del área entre mayo de 1991 y noviembre de 1994. Los arrastres se llevaron a cabo con una red camaronesa de una duración de dos horas a una profundidad promedio de 25 m.

De la captura total se tomó el 10% y los peces fueron colocados en bolsas de plástico y fijados con formaldehído al 10% para ser transportados al laboratorio. En el laboratorio, los peces fueron identificados a nivel de especie. Los individuos de cada especie fueron pesados y su longitud patrón medida. Posteriormente, se procedió a disectar los organismos para extraer el tracto digestivo. El tracto digestivo se abrió y su contenido fue examinado para identificar el tipo de alimento. En algunos casos debido al grado de digestión la identificación no fue posible. El contenido estomacal se expresó en porcentaje del total examinado.

Todos los resultados se vertieron en hojas de cálculo electrónicas para su posterior análisis. Se utilizó el índice de Shannon-Wiener para determinar la diversidad específica y el índice de Pielou para determinar la

equitatividad. Estos índices se aplicaron tanto a los datos de abundancia como a los de biomasa. Para determinar similitudes temporales en cuanto a la biomasa y abundancia se realizó un análisis de disimilitud entre meses de muestreo para cada conjunto de datos de tal forma que los meses con biomasa o abundancias similares se agruparan.

También se hizo un análisis de medias móvil para determinar la existencia de oscilaciones repetitivas entre los meses de muestreo de las abundancias y biomasa.

Resultados.

De las 21 campañas realizadas, seis correspondieron a la época de secas, seis a la de lluvias y nueve a la de "nortes". El total de peces colectados fue de 6734 correspondiente a 159 especies (dos no identificadas) y un peso total de 477.84 kg. La temporada de "nortes" fue la más rica en especies con 122 especies y el valor de biomasa más alto (229.73 kg). Le siguió la temporada de lluvias con 108 especies y 113.53 kg y al final la época secas con 83 especies y 134.57 kg de biomasa.

De todas las especies capturadas *Upeneus parvus* representó el 16.7% de la abundancia y el 14.3% de la biomasa total. La misma especie fue la más abundante en todas las temporadas y de mayor biomasa en "nortes" y lluvias, mientras que *Conodon nobilis* presentó la mayor biomasa en la época de secas. De las temporadas combinadas 26 especies representaron más del 90% de la abundancia acumulada. Para cada temporada, el número de especies que representó más del 90% de la abundancia fue de 45 para "nortes", 43 para lluvias y 31 para secas (Fig. 1A y 1B).

Los valores de diversidad fueron relativamente

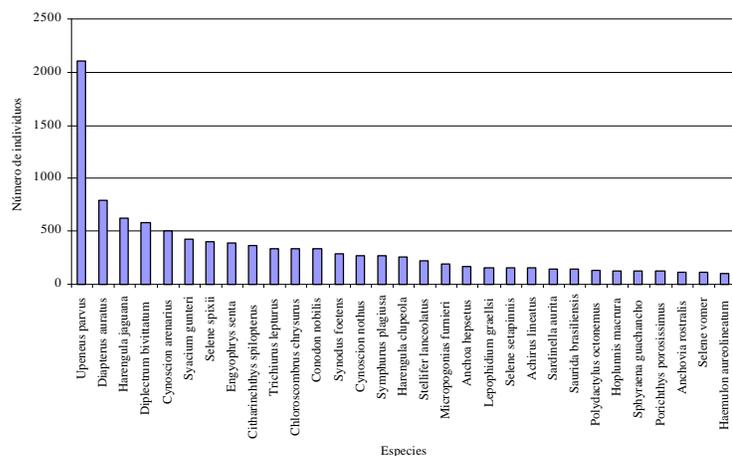


Figura 1A. Abundancia total de las especies con más de 100 individuos durante todos los muestreos.

mayores para los datos de biomasa que para abundancia con una misma tendencia temporal para

los valores de equitatividad. La temporada de lluvias presentó el valor más bajo de diversidad para abundancia mientras que la temporada de “nortes”

Del análisis de clasificación y dividiendo el dendrograma al 60% de la distancia entre grupos, para los datos de biomasa se obtuvo una menor

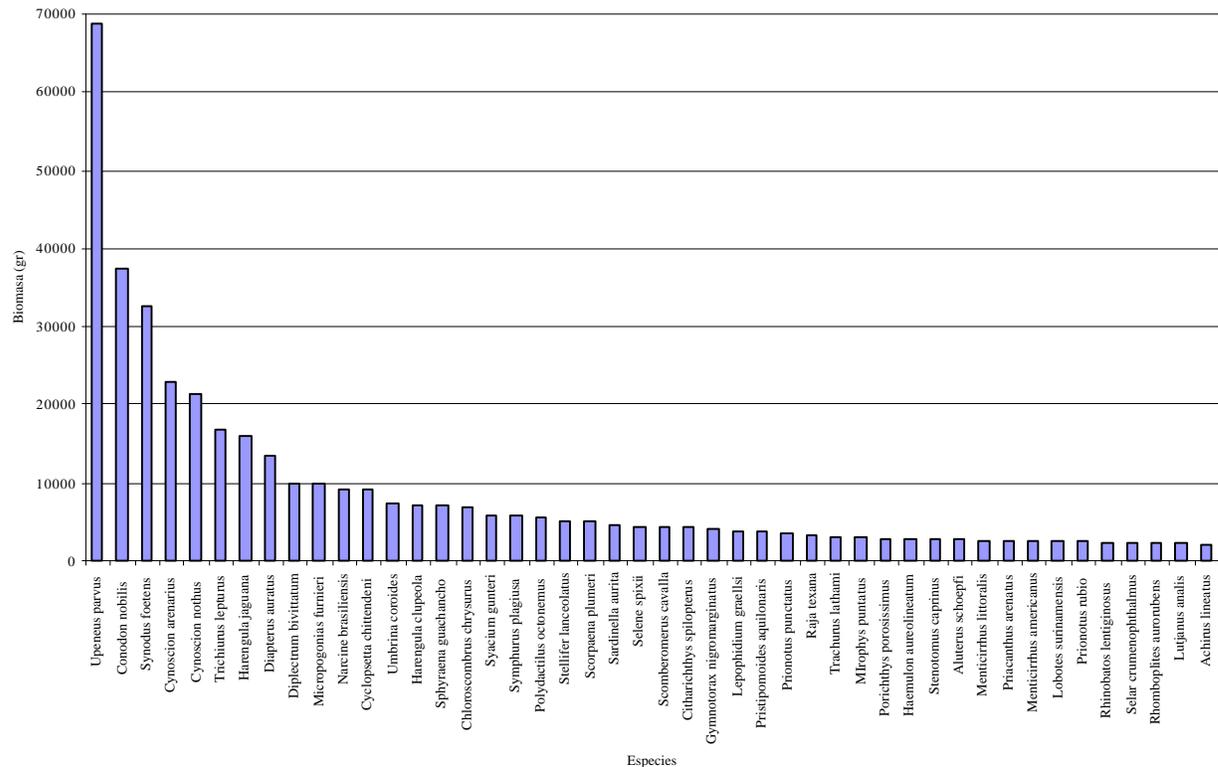


Figura 1B. Biomasa total por especie con más de 2000 gr durante todos los muestreos.

presentó el menor valor de diversidad de biomasa. En general, los valores de diversidad de los datos de biomasa no variaron tanto como los valores del mismo índice para la abundancia (Tabla 1).

Se hizo un análisis de media móvil tanto para los datos de abundancia como para los datos de biomasa y se calculó el error típico de éste análisis. De acuerdo a éste análisis, el error típico para los datos de biomasa es menos amplio que el presentado para los datos de abundancia aunque se presentó un pico durante el intervalo diciembre 1993 a febrero de 1994 y febrero a marzo de 1994 para los datos de biomasa. En general se observa que para los valores de biomasa la amplitud del error típico es menor que la

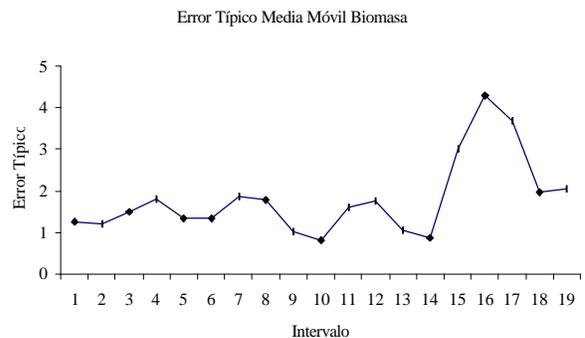


Figura 2A. Error típico del análisis de media móvil para los datos de biomasa.

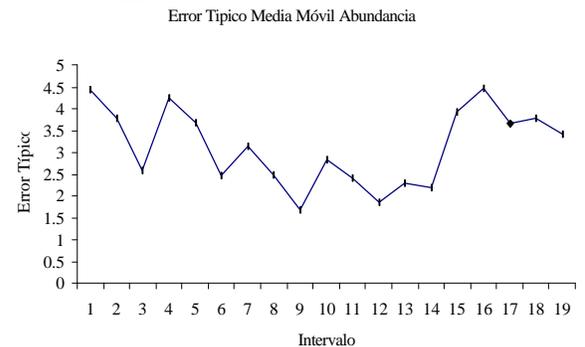


Figura 2B. Error típico para el análisis de media móvil para los datos de abundancia. El intervalo corresponde al intervalo entre los meses muestreados.

Tabla 1. Diversidad (H, Índice de Shannon) y equitatividad (E, Índice de Pielou) para cada temporada de muestreo y para las abundancias y biomasa total capturadas para la fauna de acompañamiento.

TEMPORADA	ABUNDANCIA		BIOMASA	
	H	E	H	E
SECAS	4.7847	0.7505	5.1588	0.807
LLUVIAS	4.1815	0.7129	5.1821	0.7672
NORTES	5.1749	0.7467	5.2381	0.7544
TOTAL	5.3972	0.7389	5.6266	0.7694

observada para las abundancias (Fig. 2A y 2B).

cantidad de grupos en comparación con el mismo análisis para los datos de abundancia. Es decir, la variabilidad de la biomasa entre las estaciones del año es menor que la variación de las abundancias durante los mismos periodos (Fig. 3).

Discusión.

El efecto negativo de la captura incidental durante la peca del camarón se ha demostrado en varios lugares del mundo (Hall, 1999; Stobutzki et al, 2001a, b). El presente trabajo, aún cuando no pretende demostrar los efectos negativos, presenta aspectos de la ecología de la comunidad de peces.

La riqueza específica encontrada es relativamente alta a lo largo del año siendo la temporada de “nortes” presento los mayores valores de abundancia y biomasa. Esto puede deberse a que, pasadas las lluvias la concentración de nutrimentos provenientes de los ríos adyacentes originaron una mayor productividad capaz de sostener una mayor biomasa de peces.

Lo mismo podría suceder durante la temporada de “nortes”, aunque en menor grado debido a la alta precipitación pluvial que se puede presentar en esta época.

En general los valores de diversidad se relacionan con las temporadas de lluvias y “nortes” de manera indirecta. El incremento de biomasa y abundancia de algunas especies durante “nortes” debido origina una disminución en los valores de diversidad y equitatividad ya que prevalecen valores altos de solo algunas especies.

Sin embargo, de manera global, la equitatividad de los valores de biomasa no cambian significativamente a lo largo de las temporadas lo que indica, a su vez, una estabilidad en la distribución de la biomasa entre las especies de la comunidad. Estos valores concuerdan con los trabajos de Stobutzki et al (2001a) quienes encontraron valores altos de diversidad en la pesca incidental de Australia.

Los resultados obtenidos de la clasificación numérica no muestran una clara tendencia estacional o anual de los datos de biomasa o abundancia. Existió una mezcla de meses correspondientes a distintas temporadas dentro de los grupos formados. Esto fue más evidente para los datos de abundancia que para los datos de biomasa.

El menor número de grupos formados para las biomasa concuerda con los resultados de diversidad y dominancia obtenidos en el sentido de la mayor variabilidad de la abundancia que de la biomasa. El análisis de media móvil presentó resultados que concuerdan con estos resultados en el sentido de la poca variabilidad de la biomasa a lo largo de la temporada de estudio. Con base en los resultados aquí expuestos, proponemos que a lo largo del año existe

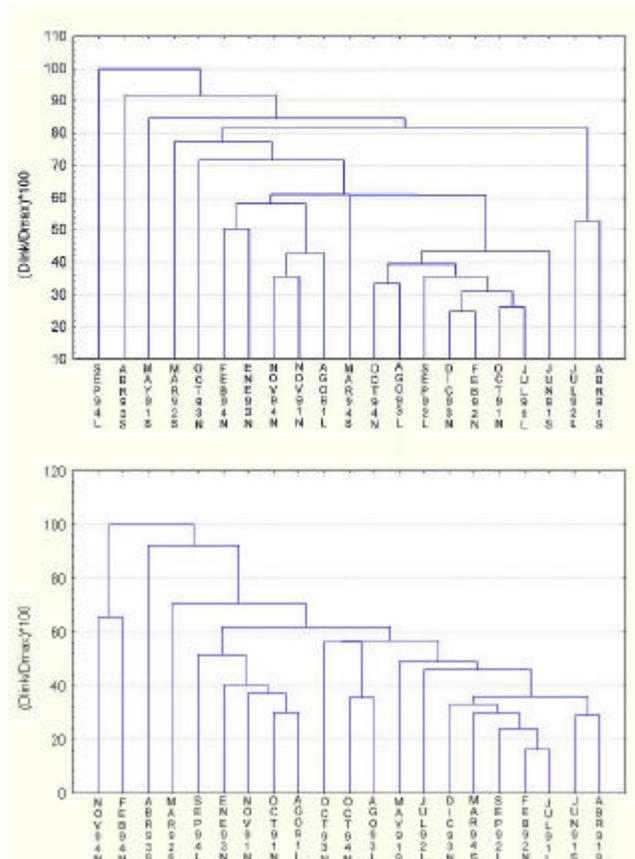


Figura 3. Dendrograma al 60% de la distancia entre grupos, para los datos de biomasa en comparación con los datos de abundancia.

cierto recambio de especies en la comunidad, permaneciendo algunas como dominantes y el resto disminuyendo en número o es remplazada por otras.

Sin embargo las especies entrantes, aun cuando no remplacen a otras en número si lo hacen en biomasa, de esta forma la biomasa de la comunidad oscila alrededor de valores de una forma relativamente estable. En este trabajo proponemos la hipótesis de que esta relativa estabilidad de la biomasa asegura un flujo continuo de materia a lo largo de la trama trófica del ecosistema, es decir, la cantidad de alimento disponible para los distintos niveles tróficos no varía de manera considerable a lo largo del año.

Referencias.

Bianchi, G. 1991. Demersal assemblages of the continental shelf and slope edge between the Gula of Tehuantepec (Mexico) and the Gula Papagayo (Costa Rica). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 73: 121-1401.

Bianchi, G. 1992. Study of the demersal assemblages of the continental shelf and upper slope of Congo and Gabon, based on the trawl surveys of the RV “Dr Fridjot Nansen”. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 85:9-23.

- Domain, F. 1972. Possons demersaux du plateau continental senegambien. Application de l'analyse en composantes principales a l'etude d'une serie de chalutages. Cah, ORSTOM., ser Oceanogr. 10(2): 111-123.
- Fager, E. W. and A. R. Longhurst. 1968. Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the Gulf of Guinea. J. Fish. Res. Bd. Can. 25: 1405-1421.
- Federizon, R. R. 1992. description of the subareas of Regay Gulf, Phillipines and their fish assemblages by exploratory data analysis. Aust. J. MAR. Freshwater Res. 43: 379-391.
- Gutherz, E. J. and G. J. Pellegrin. 1988. Estimate of the catch of red snapper *Lutjanus campechanus*, by the shrimp trawlers in the US Gulf of Mexico. Mar. Fish. Rev., 50: 17-25.
- Hall, S. J. 1999. The effects of fishing on marine ecosystems and communities. Blackwell, UK
- McManus, J. W. 1985. Descriptive community dynamics, background and an application to tropical fisheries management. PhD thesis. University of Rhode Island, Providence. In: Bianchi, G. 1992. Study of the demersal assemblages of the continental shelf and upper slope off Congo and Gabon, based on the trawl surveys of the RV "Dr Fridjot Nansen". Mar. Ecol. Prog. Ser. 85: 9-23.
- Ortiz, M; Legault, CM; Ehrhardt, NM. 2000. An alternative method for estimating bycatch from the U.S. shrimp trawl fishery in the Gulf of Mexico, 1972-1995. Fishery Bulletin, 98 (3), 583-599.
- Stobutzki, I. C.; M. J. Millar; P. Jones and J. P. Salini. 2001a. Bycatch diversity and variation in a tropical Australian penaeid fishery: the implications of monitoring. Fisheries Research, 53: 283-301.
- Stobutzki, I. C.; M. J. Millar and D. Brewer. 2001b. Sustainability of fishery bycatch: a process for assessing highly diverse and numerous bycatch. Environmental Conservation, 28(2): 167-181.
- Warburton, K. 1978. community structure, abundance, and diversity of fish in a coastal lagoon system. Estuar. Coast. Mar. Sci. 7: 497-519.
- Yañez-Arancibia, A. Y P. Sánchez-Gil. 1988. Ecología de los Recursos demersales marinos. AGT Editor, SA, México.

Variabilidad en la actividad de la acetilcolinesterasa en músculo de peces del sistema fluvio lagunar del río Palizada, Campeche

JAIME RENDÓN-VON OSTEN¹, ALEJANDRO ORTÍZ ARANA¹, RODOLFO DZUL MARTÍNEZ¹,
LÚCIA GILHERMINO² Y AMADEU SOARES³

¹ Universidad Autónoma de Campeche
Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)
Av. Agustín Melgar y Juan de la Barrera.C.P. 24030. Campeche, Camp.

² Universidad de Porto, Portugal

³ Universidad de Aveiro, Portugal

Resumen

El sistema fluvio lagunar deltaíco estuarino del río Palizada aporta a la Laguna de Términos más del 70% de agua dulce por lo que la presencia de contaminantes puede ser de gran impacto para los organismos que utilizan a la Laguna como sitio de refugio, crianza y reproducción. Dentro de los potenciales contaminantes para este ecosistema se encuentran los residuos de plaguicidas, los cuales en su mayoría son de los compuestos inhibidores de la acetilcolinesterasa (AChE). Debido a lo anterior se evaluó la variación espaciotemporal de la actividad de la AChE en *Gambusia yucatanana* con el fin de evaluar la posible presencia de plaguicidas. Los resultados indican que las gambusias provenientes del sitio con actividad agrícola presentaron una inhibición de más del 50%, al igual que las procedentes del río Palizada. Los organismos que se encontraban cerca de la actividad ganadera presentaron la actividad de la AChE más alta. Se observó que la actividad de la AChE varía de acuerdo a la época de lluvias y secas, ya que posiblemente los plaguicidas se diluyen en la temporada de lluvias. Así, los residuos de plaguicidas organoforados que estén llegando a la laguna de Términos, pueden tener efectos sobre la biota y su producción a mediano o largo plazo. Debido a lo anterior es necesario llevar a cabo un sistema de vigilancia sistemático que permita anticipar alteraciones irreversibles en el ecosistema.

Palabras clave: acetilcolinesterasa, biomarcador, gambusia, plaguicida

Abstract

The fluvio-lagoon-marsh of Palizada River in Campeche contributes to the Terminos Lagoon with more than 70% of freshwater, so the presence of pollutants can be of great impact for the organisms that use this ecosystem for feeding, reproduction, growing and protection. Pesticides are the main pollutants that are present in this zone, and from these compounds the majority are inhibitors of the acetylcholinesterase (AChE). The objective of this study was to evaluate in *Gambusia yucatanana* the space-temporal variation of the AChE activity according to the possible pesticide presence. The results indicate that the gambusias coming from the place with agricultural activity presented an inhibition more than 50%, almost the same as those coming from the Palizada river. The organisms that were near to the cattle rising activity presented the highest AChE activity. It was observed that the AChE activity varies according to the rainy and dry seasons, this is because possibly the pesticides are diluted in the rainy season. In this way, the organophosphate residues that are arriving at the Terminos lagoon can have negative effects on the biota and their production at the short and long term. Due to the above mentioned it is necessary to carry out a systematic monitoring system that allows preventing irreversible alterations in the ecosystem.

Key words: acetilcolinesterasa, biomarker, Gambusia, plaguicide.

Introducción

El sistema fluvio lagunar deltaíco estuarino del río Palizada (SFLDERP) es un sitio importante dentro de la región de la Laguna de Términos ya que este sistema le aporta el 70% del agua dulce, así, en épocas de lluvias el sistema es exportador de agua dulce, nutrientes, materia orgánica y sedimentos, teniendo un efecto benéfico sobre la Laguna de Términos (Vera-Herrera et al., 1988).

Dentro de la cuenca del SFLDERP se tienen diversas coberturas del suelo, principalmente de tipo ganadero, agrícola, forestal y humedales. En el 2000 se tenía que la actividad agrícola ocupaba 30,000 has lo cual representa un 12.2% de la cuenca.

El principal cultivo es el arroz, el cual puede ser de riego o de temporal, y en menor medida los cultivos de sorgo, mango y maíz. Para el control de plagas en el arroz se emplean diversos productos siendo los más importantes el carbofurán, clorpirifos, malation y glifosato, de los cuales, los tres primeros

son fuertes inhibidores de la acetilcolinesterasa (AChE).

El cultivo del arroz requiere estar inundado de manera permanente, por lo que existe una red de canales que pasan por los cultivos y drenan a las corrientes que alimentan al SFLDERP, esto hace que los escurrimientos pudieran contener residuos de plaguicidas tóxicos, ya que, en el caso del clorpirifos, además de ser un producto extremadamente tóxico para peces de agua dulce, invertebrados acuáticos y organismos marinos y estuarinos, puede persistir, dependiendo de las condiciones ambientales, desde 3 semanas a un año (USEPA, 1986).

Generalmente la determinación de residuos de plaguicidas es costosa y no representa el posible efecto que pudiera tener el contaminante sobre un organismo, por lo que una forma de evaluar la posible presencia y efectos de algunos plaguicidas es mediante la determinación de la actividad de la colinesterasa, ya que el uso de estos biomarcadores enzimáticos ayudan a estimar el riesgo que existe por la exposición a sustancias tóxicas en el ambiente.

El objetivo de este biomonitoreo fue establecer la variabilidad espacial y temporal de la colinesterasa en el pez *Gambusia yucatanana* de acuerdo a las actividades antropogénicas llevadas a cabo en tres sitios a evaluar dentro del SFLDERP.

Material y métodos

Área de estudio

Se seleccionaron tres sitios con actividades humanas diferentes en el sistema fluvio lagunar deltaico del río Palizada. En la figura 1 se muestra el sitio A el cual se localiza en una área con una ganadería incipiente. El sitio B se localiza aproximadamente a 5 kilómetros de una área de agricultura dedicada al arroz, y los principales plaguicidas son inhibidores de la AChE. El sitio C es el Río Palizada el cual recibe el drenaje de algunos campos de cultivo, y a aproximadamente a 30 kilómetros se localiza la Ciudad de Palizada que descarga al río desechos municipales.

Para este biomonitoreo se seleccionó como bioindicador a la gambusia (*Gambusia yucatanana*, Regan 1914) ya que es un organismo que se encuentra en abundancia y ampliamente distribuido en arroyos y ríos, asimismo es fácil de muestrear, identificar, transportar y procesar en el laboratorio. Se capturaron 15 gambusias por sitio mediante una red con una malla de 2.0 mm en los

meses de marzo y noviembre del 2000 y marzo y septiembre del 2001. Inmediatamente después de su captura se congelaron y se llevaron al laboratorio en donde se identificó el sexo, se pesaron, midieron y procesaron para el análisis enzimático en músculo.

La actividad de la colinesterasa en músculo se determinó por el método de Ellman (Ellman *et al.* 1961) adaptado a microplaca tal y como se describe en Guilhermino *et al.* (1996) en el cual se usa 0.05 ml de homogeneizado y 0.250 ml de la solución de reacción (yoduro de acetiltiocolina + DTNB) y se lee a una longitud de onda de 414 nm. La concentración de proteína se determinó mediante el método de Bradford (1976). La actividad enzimática se determinó por triplicado y se expresó como Unidades (U) por mg de proteína; una U es un nmol de sustrato hidrolizado por minuto.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa Statistica (StatSoft, 2000).

Resultados

En la figura 2, se muestra la media y el error estándar de los valores de la actividad de la AChE en músculo de *Gambusia yucatanana* durante los meses de muestreo. La media de la actividad (U/mg proteína) de la AChE en músculo fue de 230.5 ± 11.7 (Media \pm ES) para el sitio con ganadería, de 132.0 ± 11.8 (Media \pm ES) para el sitio con agricultura y de 125.1 ± 10.5 (Media \pm ES) para el río Palizada.

La variación de la actividad enzimática entre sitios y meses fue estimada mediante un análisis de varianza (ANOVA) y el resultado fue analizado mediante una prueba de Tukey para comparación de medias con muestras de tamaño desigual. Los

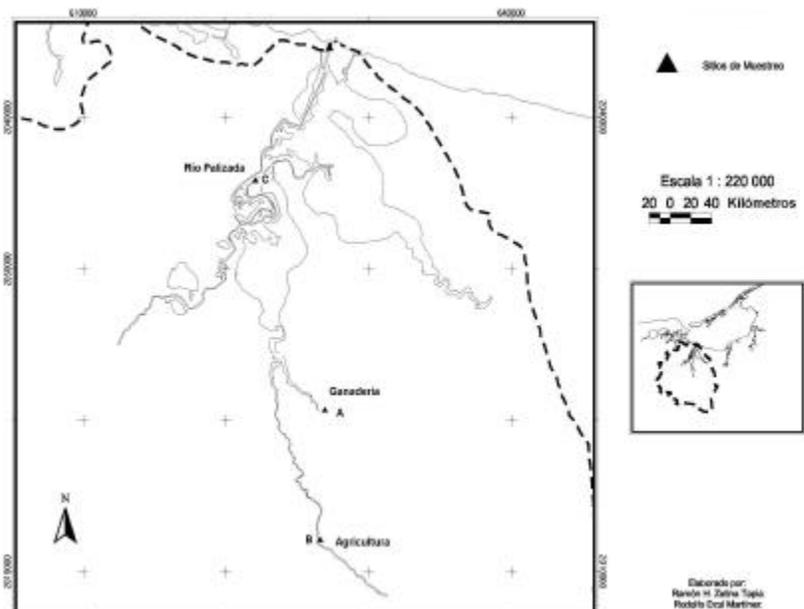


Figura 1. Sitios de muestreo.

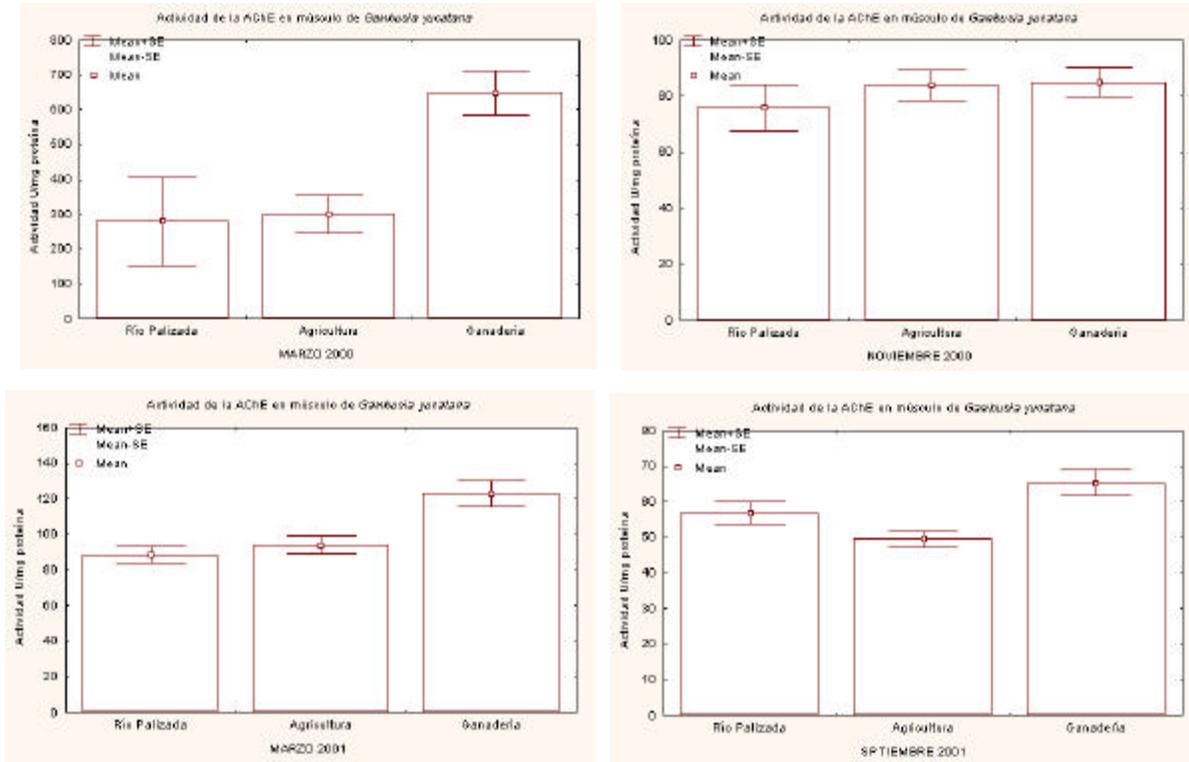


Figura 2. Media de la actividad de la acetilcolinesterasa en *G. yucatanensis* por sitio y por mes en el SFLDERP

resultados de esta prueba se muestran en la tabla 1.

Discusión

En la figura 2 se observa que en el mes de marzo, tanto del 2000 como del 2001, la actividad de la AChE es más baja en el área agrícola y del río Palizada más que en la dedicada a la ganadería. Durante el mes de noviembre las actividades de la AChE fueron muy similares, por lo que en la tabla 1 se observa que noviembre la actividad no tuvo diferencias estadísticamente significativas y, en septiembre, solo el área con actividad agrícola presentó una diferencia significativa más baja.

En el área seleccionada como agricultura la aplicación de plaguicidas es de manera continua y probablemente es por esta situación que la actividad enzimática no varía de acuerdo a los “patrones” de uso de plaguicidas para el cultivo de arroz, los cuales son de junio a octubre.

Asimismo, esta variación enzimática puede estar relacionada con las lluvias ya que probablemente los residuos de plaguicidas pudieran estar diluidos durante los meses de septiembre y noviembre.

Por otra parte, en el mes de marzo la inhibición de la AChE es más pronunciada y es inicio de la época de seca, sin embargo los canales de riego para arroz y el río Palizada siempre tienen caudal, por lo que los residuos de plaguicidas que llegaran a estar presentes estarían en mayor concentración.

Se han propuesto varios criterios para evaluar la exposición a compuestos organofosforados y carbámicos mediante la evaluación de la actividad de la AChE y una inhibición mayor del 50% significa una intoxicación severa por plaguicidas, asimismo es importante poder explicar las diferencias en los organismos entre la inhibición y mortalidad así como otras alteraciones fisiológicas asociadas con la inhibición o activación de cualquier enzima (Fulton and Key, 2001). Así, es difícil establecer cuáles son los valores normales de actividad de la AChE en organismos silvestres ya que esta enzima puede variar estacionalmente.

Debido a lo anterior en la figura 3 se muestra el porcentaje de inhibición que presentaron los peces de las áreas agrícola y del río Palizada con relación a los peces provenientes de la zona ganadera los cuales se tomaron como “niveles normales”.

En esta figura 3 se muestra que los peces de la zona agrícola y del río Palizada en el mes de marzo del 2000 presentaron una inhibición de la AChE

Tabla 1. Sitios y meses que presentaron actividad enzimática diferente

	Palizada (Pa)	Agricultura (Ag)	Ganadería (Ga)
Marzo	Ga	Ga	Pa, Ag
Noviembre			
Marzo	Ga	Ga	Pa, Ag
Septiembre	Ag		Ag

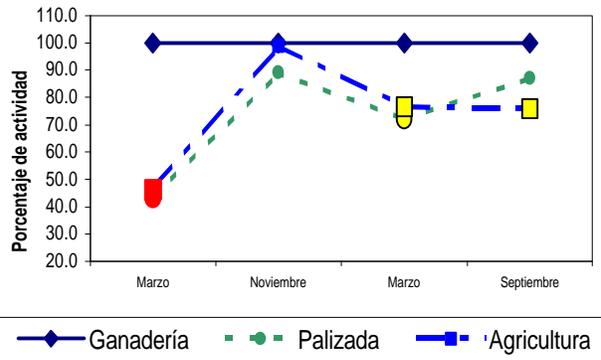


Figura 3. Porcentaje de actividad de la colinesterasa en músculo de *G. yucatanana*.

mayor del 50% con relación a los peces de la zona ganadera. Asimismo, durante los meses de marzo y septiembre del 2001 los peces de la zona agrícola y del río Palizada tuvieron una inhibición de la AChE cercana al 30%. Sturm y colaboradores (1999) encontraron que en espinosillos (*Gasterosteus aculeatus*) provenientes de un arroyo que contenía paratión en partículas suspendidas y agua a concentraciones de 4.4 µg/kg y 0.6 µg/L, respectivamente, la actividad de la AChE fue inhibida de un 19.5 a 21.6%. Debido a lo anterior, es muy probable que el sitio con actividad agrícola y el río Palizada presenten concentraciones de plaguicidas organofosforados y/o carbámicos y que pudieran estar impactando a corto y mediano plazo los recursos del SFLDERP.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados es evidente que en el SFLDERP existen compuestos que inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa tales como los plaguicidas organofosforados. Asimismo, se puede identificar una variación temporal en la actividad debido probablemente a los arrastres de los residuos por parte de las lluvias lo cual permite identificar épocas de mayor y menor riego.

Nuestro estudio genera información para el uso de la actividad de la AChE en *G. yucatanana* como un biomarcador económico y sensible, el cual se puede aplicar en el biomonitorio de cuerpos de agua en los cuales se sospecha de la presencia de plaguicidas. Otra de las ventajas del uso de este biomarcador es que brinda información de los posibles efectos sinérgicos que pudieran tener los compuestos inhibidores de la acetilcolinesterasa.

Asimismo, es conveniente establecer una batería de biomarcadores en un organismo adecuado que nos permita tener una información más integrada acerca de la contaminación que se tiene en el SFLDERP.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por la Unión Europea a través de International Co-operation (INCO) con el proyecto TROCA-WET.

Literatura citada

- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Ellman, G.L., Courtney, D., Andres, V. Jr. and Featherstone, R.M. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemistry and Pharmacology*, 7, 88-95.
- Fulton, MH. and Key, P.B. 2001. Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an indicator of organophosphorus insecticide exposure and effects. *Environ. Toxicology and Chemistry* 20(1):37-45.
- Guilhermino, L., Lopes, M.C., Carvalho, A.P. and Soares, A.M.V.M. 1996. Inhibition of acetylcholinesterase activity as effect criterion in acute tests with juvenile *Daphnia magna*. *Chemosphere*, 32, 727-738.
- Vera-Herrera, F., Rojas-Galaviz, J.L., Fuentes Yaco, C., Ayala Pérez, L., Alvarez-Guillén, H. y Coronado Molina, C. 1988. Descripción ecológica del Sistema Fluvio-Lagunar-Deltaico del Río Palizada. Cap. 4:51-88. *En: Yáñez-Arancibia, A. y Day, J.W. (Eds.) Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Inst.Ciencias Mar y Limnol. UNAM. Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria. México, 518 p.*
- StatSoft Inc. 2000. *Statistica for Windows, Version 5.5.* Tulsa, OK, USA.
- Sturm, A., Wogram, J., Hansen P.D. and Liess, M. 1999. Potential use of cholinesterase in monitoring low levels of organophosphates in small streams: natural variability in three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) and relation to pollution. *Environ. Toxicology and Chemistry* 18(2):194-200.
- U.S. Environmental Protection Agency. *Ambient Water Quality criteria for Chlorpyrifos-1986.* Washington, DC, 1986.5-51.

Avances del programa de conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán y su relación con los DET's

VICENTE GUZMÁN HERNÁNDEZ

*Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera en Ciudad del Carmen
Av. Héros del 21 de abril s/n, Prolongación Playa Norte, Ciudad del Carmen, Camp.
correo electrónico: vgh81@hotmail.com*

Resumen

Se presenta una retrospectiva desde la perspectiva de la abundancia de tortugas marinas en la región con información histórica, anecdótica y oficial sobre las capturas comerciales; su posterior declinación, la implementación de las primeras vedas y el inicio del programa de protección. Acorde con (*IUCN/SSC*), se evaluaron las poblaciones y se delimitaron las unidades demográficas y sus tendencias actuales, como enfoque referencial. Con información disponible sobre captura incidental de tortugas en CPUE, se analizó la contribución y las implicaciones del uso de los DET's en la pesca de arrastre de camarón y su impacto en el programa de conservación de tortugas.

Palabras claves: Tortugas marinas, península de Yucatán, DET, conservación.

Abstract

This paper is a retrospective look on the sea turtle Conservation program in Yucatan Peninsula. It considers the historic aspects and anecdotes caused by capture industry that put the sea turtle on the extinction boarder, the harvest of sea turtles prohibition and the beginning work protection for nest and females on camps sites. According to the *IUNC/SSC* the populations and tendencies was evaluates to referential focuses. With available information on sea turtles incidental catch in CPUE, the contributions and implications of the TED's use on the trawlers ships on the sea turtles conservation program, was evaluated.

Key words: Sea turtles, Yucatán peninsula, TED, conservation.

Introducción

Las tortugas marinas son de los pocos animales que son especies "carismáticas". Son organismos primitivos y singulares, - fósiles vivientes - que poco han cambiado desde la aparición de sus primeros ancestros en la Tierra hace unos 150-200 millones de años y que forman parte importante de la diversidad biológica mundial.

El hecho que las tortugas marinas hayan sobrevivido hasta el presente es por su gran capacidad adaptativa a los cambios que han ocurrido en sus ambientes, durante millones de años. En sus mejores épocas, sus poblaciones alcanzaron tamaños de millones de individuos.

En el continente americano fueron de gran relevancia cultural y religiosa para sus habitantes que las usaban como alimento, medicinas, ropajes y de material de construcción.

La explotación de las tortugas marinas prosperó en la época de la conquista, pues facilitaron la colonización del continente americano por europeos que las capturaban durante sus travesías al Nuevo

Mundo manteniéndolas vivas a bordo durante algún tiempo antes de aprovechar su carne. Hasta los siglos XVIII y XIX, las tortugas marinas eran muy abundantes en todas sus áreas de distribución que abarcan todos los mares tropicales y subtropicales del mundo.

Tan solo de tortuga para el año de 1878, se enviaban a Inglaterra unas 15,000 tortugas anualmente desde el Caribe, aunque ya en los 1700's estas escaseaban en muchas áreas de su distribución en América. Una a una, la mayoría de las colonias desaparecieron y con pocas excepciones, las que conocemos en el presente son remanentes de poblaciones que en antaño fueron más abundantes.

Aun así, las poblaciones se mantuvieron relativamente saludables hasta la década de los 50's. Entonces, el auge de explotación alcanzó su máxima expresión, alentado por una demanda insaciable por pieles de tortuga que abastecía la industria peletera en Europa en sustitución de la piel de cocodrilo. Ya que este panorama se repitió en otras regiones de manera similar, fue evidente que las especies de tortugas

marinas fueron seriamente diezgadas, hasta alcanzar niveles críticos y muchas se extinguieron.

La explotación de adultos y juveniles en el mar, y la extracción de hembras reproductoras y huevos en playas de anidación simplemente rebasó la capacidad natural de las poblaciones para recuperarse. Como las tendencias en la abundancia de las poblaciones no pudieron revertirse, el Instituto Nacional de la Pesca implementó el programa de protección de tortugas marinas en la Península durante la década de los 70's.

La degradación o destrucción de sus hábitats naturales por las actividades del hombre ha influido significativamente en su disminución. Adicionalmente, las tortugas han estado sujetas a diferentes niveles de impacto de mortalidad por la captura incidental en diferentes artes de pesca comercial o artesanal diseñadas para otras especies.

Los nuevos conceptos en legislación ambiental internacional tienen el propósito de lograr un balance entre tres aspectos esenciales: *integridad ambiental, eficiencia económica y el bienestar del hombre*. Esta aspiración o meta es lo que se ha denominado "Desarrollo Sustentable".

Estatus (Condición actual y Legislación vigente)

Al aplicar criterios sobre tendencias poblacionales y su historia de vida; se clasifican de acuerdo al grado de reducción para el taxón durante las últimas tres generaciones en el tamaño poblacional, el índice de abundancia, el área de ocupación, extensión y/o calidad del hábitat, o niveles de explotación reales o potenciales. Las categorías de en peligro crítico, en peligro, o vulnerable aplican cuando la reducción representa por lo menos un 80%, 50% o 20%, respectivamente, UICN, (1994)

Todas las especies de tortugas marinas se encuentran en veda total y permanente a la captura en el Golfo de México desde 1971, (SEPESCA, 1990). A escala global con excepción de la tortuga Kikila, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las demás especies se encuentran incluidas dentro de la lista roja de las especies como en peligro o vulnerables a la extinción; y en los apéndices I y II Del CEM (Convención de Especies Migratorias de Animales Silvestres), (UICN/CSE, 1995).

Sin excepción de ninguna especie, todas se encuentran incluidas dentro del apéndice I de la Convención sobre Tráfico Internacional de especies amenazadas y en peligro de extinción de flora y fauna, (CITES, siglas en Inglés, 1985). En 1996, la UICN, designó a la tortuga de carey en "peligro crítico" en su lista roja. La Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994) y el acta de especies en peligro de los Estados Unidos, las clasifica como "especies en peligro". Adicionalmente, desde 1992 se

implemento el uso obligatorio de los Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET's) en la flota camaronera mexicana.

De las 65 Unidades Geopolíticas donde existe actividad anidadora de tortuga de carey, 56 poblaciones han sufrido declinaciones sustanciales (Groombridge y Luxmoore, 1989). Meylan, (1997), concluye que de 35 países monitoreados con excepción de México, solo 9 reciben entre 100 y 1000 anidaciones por año.

La Península de Yucatán considerada como Unidad Geopolítica por la UICN, mantiene la segunda población más importante del mundo, (CITES, 2001) con una densidad de más de 30 nidos por Km lineal de playa, (Guzmán, 1999); y la más importante en el Hemisferio Norte, con resultados sostenidos de recuperación (Meylan y Donnelly, 1999); (Garduño, et. al, 1999).

"Solo subsisten cinco poblaciones regionales (Seychelles, México, Indonesia y dos en Australia) con más de 1.000 hembras desovadoras al año. Tres de estas declinan; solo dos mantienen aumentos sustanciales, una de Australia y la de México", CITES, (2001).

Métodos

El análisis de la dinámica de los cambios demográficos en las poblaciones son complicados no solo porque intervienen diversos factores de manera simultánea, muchos de ellos son difíciles de estudiar directamente. La determinación de la condición de una especie se basa en una evaluación del balance entre animales jóvenes y veteranos.

Debido a que es difícil realizar censos de las tortugas en el mar, normalmente se obtienen estimaciones por medio de muestreos representativos de alguna fase del desarrollo.

Comúnmente se usa el número de hembras anidando en playa y sus tendencias observadas a largo plazo, proporciona estimadores del estado de la población. No obstante sus hábitos migratorios, las tortugas marinas son muy específicas en el lugar donde anidan, regresando a la misma playa en sucesivas migraciones para la reproducción. Para su primera anidación, las hembras tienden a regresar a las playas donde nacieron ("filopatría"). Este hecho tiene importantes implicaciones para el manejo.

Primero, porque cada colonia anidadora tiende a comportarse como una unidad poblacional con demografía independiente. Segundo, porque este nivel de estructuración significa que las colonias que sufran merma o colapsos por cualquier causa (natural o antropogénica) no podrán recuperarse a través un reclutamiento proveniente de poblaciones externas, por lo menos dentro de escalas de corto plazo.

Resultados

I. Evaluación poblacional

Tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*)

Definida la unidad demográfica de la población de carey en México como la Unidad Geopolítica: En la actualidad, cerca de 2000 hembras de carey se reproducen anualmente en la Península de Yucatán. Con base en el modelo de Parentela - Progenie que se basa en el Stock - Reclutamiento, Garduño et al (2000) proponen lo siguiente: Hecha la evaluación poblacional y conociendo la densidad promedio de juveniles en zonas de forrajeo, si se mantienen los actuales niveles de reclutamiento en la población reproductora de carey, la recuperación se podría alcanzar cerca del año 2010 con una producción de tres millones de huevos, procedentes de 15,000 nidos de 5,000 hembras; 60,000 juveniles mayores a 24 cm, y 2,000,000 de crías liberadas por temporada.

Tortuga blanca (*Chelonia mydas*)

Se considera que 2000 hembras activas anualmente representan la población del Golfo de México que aún no superan los 5000 individuos, que se requiere para superar la categoría del peligro de extinción, (mace y landa, 1990), citado por Bravo, et al., (Inédito). Las variaciones – pulsos - anuales presentes en los ciclos alternos de desoves, uno extremadamente alto donde se concentra el grueso de la población (años pares), y otro extremadamente bajo de mínima expresión (años nones), sugieren *inestabilidad en la población*; en ambos casos *la tendencia en el tiempo es creciente* (Guzmán, 1999).

Otras especies

La actividad de especies ocasionales de tortugas, como la tortuga lora (*L. kempi*) ha sido persistente en el tiempo con 13 anidaciones esporádicas en 12 años; en Isla Aguada, Campeche, son los reportes más australes para esta especie. No obstante, Márquez, (1994) y (com. pers.), para el 2000 reportó que se habían superado las 3,500 hembras en Tamaulipas y Veracruz.

De tortuga de caguama (*Caretta caretta*) únicamente se han documentado dos anidaciones en Campeche; sin embargo, para la Península de Yucatán de acuerdo con datos de los últimos 4 talleres regionales, se registran aproximadamente 700 hembras activas anualmente.

II. Captura incidental de tortugas marinas y su relación con los DET's

¿Porque el uso de los excluidores?: caso tortuga lora.

La alta incidencia de tortuga lora en las capturas incidentales de la flota norteamericana ha sido uno de los principales factores que provocaron el decline de esta especie en los últimos 25 años, cuando el esfuerzo pesquero para la captura de camarón se incrementó (Weber *et al.*, 1995). Para 1973, una gran diversidad de estudios en los EUA apoyaba la sospecha que la mortalidad de tortugas marinas ocasionada por la pesca de arrastre produce un efecto negativo mayor que la suma de todas las otras actividades humanas.

Lo anterior se basó en la estimación de que se capturaban 47,000 tortugas anualmente por la flota camaronera que opera en el sudeste de los Estados Unidos (desde la frontera con México hasta Cape Hatteras, Carolina del Norte) y de éstas unas 11,000 morían ahogadas (20% del total; Henwood y Stuntz, 1987). El esfuerzo pesquero en esta región ha sido calculado en 373,000 días de 24 horas en un ciclo anual, con un 92% de la actividad concentrada en el Golfo de México (National Research Council EUA, 1990).

En lo que respecta a la actividad de la pesquería de camarón por arrastre, la evidencia de una correlación significativa con la mortalidad de tortugas marinas se obtuvo desde el final de los 1980's (Schroeder y Maly, 1989; Murphy y Hopkins-Murphy, 1989), pero el impacto sobre las especies continúa hasta temporadas recientes como lo evidencia el incremento de tortugas juveniles y adultas varadas en playas durante los periodos de apertura a la pesca que trajo como consecuencia el uso obligatorio de los DET's en la pesca de camarón.

La incertidumbre por resultados poco claros en la aplicación de los DET's en los EUA, sumado a la amenaza de boicot a las importaciones de camarón por ese país impulsado por grupos ambientalistas, ha dificultado y confundido el análisis objetivo de los impactos por este tipo pesca en otras áreas.

Además, se ha concentrado la atención sobre un arte de pesca, cuando existen otros que también inciden negativamente sobre las tortugas marinas.

El caso de la pesquería del SE de los EUA es grave debido al gigantesco esfuerzo pesquero que ejerce y a la condición de las especies impactadas, p. e. la tortuga lora y la caguama. Pero, ya es demostrable que:

- ❑ Este esfuerzo rebasa en ordenes de magnitud la suma de las actividades de todas las flotas latinoamericanas
- ❑ La situación de cada población de tortuga varía entre cada una de las zonas de pesca.

Entonces, ¿Qué tan extrapolable es la experiencia del sudeste de EUA? Para dimensionar la magnitud y relevancia del problema es necesario considerar: ¿Qué tan grande es el impacto por la captura

incidental de tortugas marinas en los arrastres camareros?, Ver tabla 1.

III. Experiencia con los DET's en el Norte y Sur Del Golfo de México

De un total de 41 arrastres, con 208 horas de trabajo red, utilizando un DET tipo Morrison suave la CPUE en dos cruceros fue de 0.00009 tortugas/100 pies de red/hora, en la flota camarera de Cd. del Carmen, Olguin, (1996).

Tabla 1. Tasas de captura incidental de tortugas marinas en diversas regiones del mundo

País/Zona	Captura por unidad de esfuerzo en horas	mortalidad estimada en %	referencias
Costa Norte de Australia	0.0126	10.1	Poiner y Harris (1990)
Costa Oriental de Australia (Queensland)	0.0027	1.1	Robbins (1995) Dato transformado.
Costas de EUA en el Golfo de México	0.0031	29	Henwood y Stuntz(1987)
Costas Del Atlántico en el SE de EUA	0.0487	21	Henwood y Stuntz(1987)
Belice	0.0057	n.e.	Arauz, R. (1996).
Honduras	0.0007 (0-0.002)	n.e.	Morales (1994), en Arauz (1996)
El Salvador	0.0511 (0.004-0.102)	58.3	Arauz, R. (1996). Vazquez (1990)
Costa Pacífico de Costa Rica	0.0899 (0.03-0.79)	n.e.	Arauz, R. (1996).

De 26 viajes con 3 tipos de excluidores entre el 92 y 93 la captura fue de 0.00041 en 2,411 hrs en la flota camarera de C. del Carmen. Renaud et al., 1993, en el Norte del Golfo de México la CPUE fue de 0.0006; y de 0.0375 y 0.0031 en el Atlántico de EUA en redes con y sin DET's. En todos los casos los valores para la Sonda de Campeche son muy bajos.

Discusión

Independientemente de las diferencias en el esfuerzo pesquero entre las flotas (para una estimación del impacto global) *se observa una alta variabilidad en las tasas de captura y de mortalidad entre zonas*, tabla 1. Esta variación puede tener diversos factores de influencia reflejados en los resultados de los distintos muestreos, entre los que se encuentran:

- 1) Heterogeneidad en los tiempos de operación,
- 2) Disimilitud en la profundidad de arrastre,

3) Variaciones espacio-temporales en la abundancia de tortugas marinas por:

- (a) Los hábitos migratorios en rutas particulares para las poblaciones de las diferentes especies y
- (b) Desproporción en los niveles de abundancia relativa que varían estacionalmente, por especie y por región.

Si se pretende evaluar adecuadamente el impacto sobre las poblaciones de tortugas marinas es indispensable incorporar el estado de conservación de cada una. El impacto unitario (cada tortuga muerta) tiene una repercusión diferente sobre una determinada población de cada especie de acuerdo a su particular estatus; y sobre otras especies de tortugas, dependiendo de la ubicación donde se realicen las operaciones.

Se considera importante resaltar las implicaciones del uso de los DET's con respecto a ventajas más universales como medida de conservación adicional para otros componentes del ambiente marino. De las 29 millones de toneladas de fauna de acompañamiento que se pescan anualmente, 27 millones son regresadas al mar con niveles de mortalidad no evaluada (Alverson *et al.*, 1994).

En esta perspectiva, la importancia de los DETs va mucho más allá de proteger tortugas marinas.

Además de tortugas marinas, otras especies capturadas incidentalmente incluyen algunas de gran valor comercial (por ejemplo el huachinango en el Golfo de México) cuyas poblaciones han sido afectadas en los EUA no por la pesquería dirigida a ese recurso, sino por la captura y mortalidad incidental en los arrastres de la flota camarera (Frazier y Olguín, 1996).

Conclusiones

Por el tipo de operaciones que realizan los barcos camareros en la Sonda de Campeche, se deduce lo siguiente:

- (1) El hábitat de las tortugas marinas de la región, - zonas de forraje y reproducción -, no coincide con los suelos limo - arcillosos utilizados para las operaciones de pesca de arrastre, por lo que no se encuentran altas concentraciones de tortugas en estas áreas.
- (2) La captura incidental debe ocurrir cuando las tortugas se desplazan durante sus migraciones, por tanto, la captura incidental de tortugas en las áreas de pesca es mínima, y no supera el 1 % de mortalidad del estimado poblacional de todas las especies que ocurren en la Sonda de Campeche.
- (3) La contribución del uso de los DET's en los barcos camareros para la recuperación de las tortugas marinas no es significativa, aunque no deja de ser importante. No obstante, contribuye a la conservación adicional para otros componentes

del ambiente marino, caso específico de pesquerías de importancia económica como el Huachinango.

Literatura citada

- Alverson, D.L., M.H. Freeberg, J.G. Pope, y S.A. Murawski. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. No. 339. Rome, FAO.
- Arauz, R. 1996. A description of the Central American shrimp fishery with estimates of incidental capture and mortality of sea turtles. En: Keinath, J.A., D.E. Barnard, J.A. Musick y B.A. Bell (compiladores) Proc. 15th Annual Symp. Sea Turtle Biol. and Conserv. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFSC-387.
- Bravo Gamboa, R., R. Márquez M., M. Garduño D., I. Hernández T., M. Del C. Jimenez Q., V. Guzmán H., M. Garduño A. y A. S. Leo P. 2001. Capítulo: tortuga blanca. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo 1999-2000. En prensa.
- CITES. 1985. Convention International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I and II. August 1° of 1985. Appendix III. August 18, 1981. Washington, D.C.
- CITES. 2001. Primera Reunión de diálogo entre los Estados Del área de distribución de la tortuga carey del Gran Caribe. Ciudad de México, 15-17 de Mayo de 2001.
- Frazier, J. y G. Olguín. 1996. Carta al editor. Periódico El Financiero, México el 15 de agosto de 1996.
- Garduño-Andrade, M., C. Monroy Gracia y V. Guzmán H. 1991. Capítulo: tortuga de carey. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo 1999-2000. (En prensa).
- Garduño-Andrade, M., V. Guzmán, E. Miranda, R. Briseño-Dueñas, and F. A. Abreu-Grobois. 1999. Increases in Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Nestings in the Yucatán Península, México, 1977-1996: Data in Support os Successful Conservation?. *Chelonian Conservation and Biology* IUCN/SSC, Vol 3, Number 2, 286-295.
- Groombridge, B. And R. Luymoore. 1989. The green turtle and hawksbill (Reptilia: Cheloniidae) World Status, Exploitation and Trade. A publication of the CITES. Secretariat Lausanne, Swtzerland. 601 p.
- Guzmán, Hernández V. 1999. Evaluación de las poblaciones de tortugas marinas de Campeche, con énfasis en el campamento de Isla Aguada. Informe Técnico de Investigación 99/8/SEMARNAP/INP/CRIP Carmen, 24 pp. Inédito.
- Henwood, T.A. y W.D. Stunz. 1987. Analysis of sea turtle captures and mortalities during commercial shrimp trawling. *Fisheries Bulletin*. 85:(4)813-817.
- Márquez, M.R. 1990 FAO species catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81 p.
- Márquez, R. 1994. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga lora, *Lepidochelys kempi* (Garman, 1880). FAO Sinopsis sobre la Pesca, No. 152 INP/S152 Instituto Nacional de la Pesca. México, D.F.
- Meylan, Anne B. And Marydele Donnelly. 1999. Status justification for listing the hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) as Critically Endangered on the 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. *Chelonian Conservation and Biology* IUCN/SSC, Vol 3, Number 2, 200-224.
- Murphy, T. M., y S. R. Hopkins-Murphy. 1989. Sea Turtle and Shrimp Fishing Interactions: A Summary and Critique of Relevant Information. Washington, D. C.: Center for Marine Conservation. 60 pp.
- National Research Council. 1990. Decline of the Sea Turtles. National Academy Press Washington, D.C.
- Olguín, G., J. G. Frazier y J.C. Seijo. 1996. The impact of TEDs on the shrimp fishery in Campeche, Mexico. pp. 226-229. En: Keinath, J.A., D.E. Barnard, J.A. Musick, y B.A. Bell (eds.) Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memorandum NMFS-SEFSC-387.
- Renaud, M. Gistchlag, G., Klima, E., Shah, A., Koi, D., and Nance, J. 1993. Loss of shrimp by turtle excluder device (TEDs) in coastal waters of the United States, North Carolina to Texas: March 1988-August 1990. *Fish. Bull.* 91:129-137.
- Schroeder, B. A., and C. A. Maly . 1989. Fall/winter strandings of marine turtles along the northeast Florida and Georgia Coast. Pp. 159-161 in Proceedings of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology held 7-11 February, 1989 at Jekyll Island, Georgia. S.A. Eckert, K. L. Eckert, and T. H. Richardson, comp. NOAA-TM-NMFS-SEFC-232. Miami, Fla.: SFC, NMFS and SN, Atlantic and Gulf

Coast of the USA January -December 1987.
NOAA-NMFS-SEFC. CRD-87-28. Miami, Fla.:
CRD, NMFS. 45 pp.

SEPESCA. 1990. Acuerdo de veda total y permanente para todas las especies y subespecies de tortugas marinas en aguas de jurisdicción nacional. Dirección de comunicación social. 8 p.

UICN. 1994. Categorías de las Listas Rojas de la UICN. UICN, Gland.

UICN. 1995. Una Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN. Gland, Suiza, 24 p.

Weber, M, D. Crouse, R. Irvin and S. Ludicello. 1995. Delay and Denial: A political history of sea turtles and shrimp fishing Center for Marine Conservation. Washington, D. C.

XI Taller Regional Sobre Programas de Conservación en la Península de Yucatán, Riviera Maya, Cancun, Q. Roo. 8 al 10 de Marzo de 2001.

IV. ACUACULTURA

Engorda de Camarón Rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) en Campeche

MARTHA GABRIELA PASTOR DÍAZ

Instituto Nacional de la Pesca
Centro Regional de Investigación Pesquera de Lerma
Carretera Campeche- Lerma km 5, 24500 Campeche Camp., México.
correo electrónico: gpasdi@hotmail.com

Resumen

Con el fin de probar el cultivo de camarón rosado para contribuir a solucionar la problemática pesquera del descenso en la producción, se produjeron postlarvas en dos tinas de 3 000 l con alimento microencapsulado, bajo condiciones ambientales estables. Se sembraron 12 500 Pl(35) en un estanque rústico de 2500 m². Se alimentó a los organismos dos veces al día, con el 10% de la biomasa total con alimento comercial de 35% de proteína. A los 180 días de cultivo los camarones alcanzaron un peso promedio de 12.21 g y una longitud de 11.84 cm se cosechó un total de 16.31 kg con un factor de conversión de 2.5 y una supervivencia del 10.68%, con un rendimiento de 65.24 Kg./ha. Dentro de las variables ambientales el oxígeno mostró valores promedio de 4.02mg/l valor promedio mínimo en el mes de septiembre y salinidad máxima fue 40‰ en el mes de marzo lo cual posiblemente afectó crecimiento. Puede considerarse ante las actuales técnicas de cultivo esta especie para una tercera cosecha anual a tallas cocteleras con muy buenos resultados. Por tener *F. duorarum* requerimientos proteicos de 50 % con la tecnología actual para cultivo comercial es poco rentable.

Palabras clave: Camarón rosado, *Farfantepenaeus duorarum*, estanque rústico

Abstract

The purpose of this study was to contribute to give a solution to the problem of the low in catch of the of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* fishery, Post larvae were produced in 3000L tanks, were fed with microencapsulated food, 12 500 postlarvae (pl35) were produce, there were stocked at 5 pl/m² in a 2500 m² rustic pond, fed with 10% of the total biomass with 35% protein pellets, harvest after 180 days average weight 12.21 g and length 11.84 cm, total harvest of 16.31 Kg, conversion factor of 2.8, 10.68% survival rate, actual yield by ha of 65.24 Kg/ha, were registered. The environmental variable with greatest impact was salinity 40‰ in March it could affected the growth. This species can be consider for a third annual crop with good results in low sizes *F. duorarum* have a 50 % protein requirement, there is to high, with the actual techniques commercially cultivation of the pink shrimp, offers poor commercial competition.

Key words: Pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum*, rustic pond

Introducción

El estado de Campeche contó en la década pasada con una importante pesquería sustentada en *Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad (1939), representó un 79.6 % del total de la captura, siendo la primera especie en importancia, seguida por *F. aztecus* con un 11.4 % y *Litopenaeus setiferus* con un 3.3 % en los puertos de Cd. del Carmen y Campeche (Navarrete y Uribe 1993), esta pesquería ha venido mostrando una importante caída en sus volúmenes de producción.

En el presente estudio se probó la engorda de *F. duorarum* con técnicas ya probadas para otras especies como *L. vannamei*. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de camarón rosado, bajo condiciones de cultivo en un estanque rústico de 2 500 m² en una granja comercial y conocer

las posibilidades de esta especie como una alternativa para el cultivo comercial.

Antecedentes

Ciclo de vida

El camarón rosado habita en aguas costeras a profundidades de 65 m (raramente a profundidades mayores) es mucho más abundante entre 1 y 36 m.

Los adultos se encuentran principalmente en fondos firmes, en zonas lodosas y arenas coralinas algunas veces entre fragmentos de concha. Los juveniles y subadultos prefieren substratos de partículas gruesas de fragmentos de conchas y arenas. Son predominantemente nocturnos, enterrándose durante el día excepto en días nublados (Fuss, 1964).

Muestran un claro comportamiento relacionado con el fotoperíodo son activos durante la noche e

inactivos durante el día (permanecen enterrados), muestran una persistencia y una periodicidad circadiana bajo condiciones de baja intensidad de luz, mostrando los periodos de mayor intensidad de actividad en el amanecer y el ocaso, este factor resulta de gran importancia, ya que los organismos más pequeños (menores a 4 cm) son menos sensibles (Hughes 1968).

Es una especie de tético cerrado, el desove esta relacionado con los ciclos lunares incrementándose con la luna llena y siendo casi nulo con la luna nueva. presentan hábitos omnívoro carnívoros. (Moriarty 1977, Marte 1980, Boddeke 1983, Hunter y Feller, 1987 citados en García *et al* 1998). Se realizaron estudios para determinar el requerimiento de proteína en la dieta de *F. duorarum* y se encontró que requiere de un 50 % de proteína en la dieta (Rosas *et al* 1995, García *op cit*). Se ha reportado que *F. duorarum* por la persistente actividad nocturna tiene mayor consumo oxígeno, en la medida que este esté disponible, en el medio natural su actividad esta relacionada también con los ciclos de marea. Excava a diferentes profundidades de acuerdo con el tamaño del organismo, estableciendo un sistema mecánico de circulación de agua, que consiste en dos pequeños agujeros en el sustrato, por medio de los cuales eliminan sus desechos biológicos (Fuss 1964, Subrahmanyam 1976). La siembra en *L. vannamei* se realiza ya sea con un periodo de preengorda en forma directa con PL 8 - PL 10 con una densidad por ha de 6 a 12 organismos por metro cuadrado en sistema semiintensivo, proporcionando alimento comercial de entre 30 y 40 % de proteína. (Martínez 1993). Los estudios más relevantes de engorda de *F. duorarum*, la mayoría se realizaron en Estados Unidos de Norte América y los principales autores son: Caillovet *et al* 1972, Lovel *et al* 1973, Tatum 1977, Samocha *et al* 1997, estos estudios si bien son una importante base, se realizaron en diferentes condiciones a las imperantes en el país, y especialmente para el estado de Campeche.

Material y métodos

Fertilización y siembra en el estanque rústico

Se produjeron 13 000 postlarvas en dos tinas de 3 000 l con alimento microencapsulado, los organismos alcanzaron un tamaño máximo de 5.9 mm en Pl(1) con un 53% de sobrevivencia, bajo condiciones ambientales estables, se sembraron en pl(35) por la dificultad para tener el estanque en condiciones adecuadas para la siembra. El cultivo se llevó a cabo en la granja "Pocitos" municipio de Tenabo Campeche, en un estanque de 2500 m², el cual fue lavado y desinfectado. Se llenó con 15 días de anticipación a una profundidad de 80 cm y se mantuvo a esta profundidad durante todo el cultivo.

Se fertilizó, con Nitrato de Amonio y Superfosfato triple, con una relación Nitrógeno- Fósforo de 9:1, se realizaron mediciones de productividad primaria (transparencia) mediante el uso del disco de Secchi, Durante siembra de postlarvas en el estanque rústico se registró previamente temperatura, salinidad y pH, se observó las condiciones de los individuos y se procedió al acondicionamiento, se liberaron en diferentes áreas de estanque, con una densidad de 5 individuos por m².

Alimentación

La alimentación se proporcionó a los 15 días después de la siembra, por lo que las postlarvas se alimentaron con la producción natural de alimento en ese período. Posteriormente se suministró alimento peletizado de 35 %,de proteína se proporcionó el 10 % de la biomasa total en dos raciones de acuerdo a New (1987) y Jaime *et al* (1999.), en la primera ración el 40 % y en la segunda el 60 % restante, el horario de alimentación fue a las 5:00 AM y a las 16:00 PM. El porcentaje de la ración se fue modificando de acuerdo al peso en biometrías quincenales hasta los 8 g, entonces se modificó la ración a 4% hasta cumplir los 180 días de cultivo.

Registro de crecimiento

Se realizaron biometrías quincenales, para registrar el crecimiento de la población y supervivencia, el muestreo se realizó con una atarraya de luz de malla de ¼", los camarones obtenidos fueron medidos y pesados, también se consideró el contenido del tracto digestivo, signos de enfermedad y características del exoesqueleto, Una vez medidos y pesados los animales se reintegraron al estanque.

Con los datos obtenidos se calculó:

a)La ganancia en peso se registró con el peso promedio de los organismos y su comparación con el valor anterior.

$$A = wf \cdot wi$$

b)La biomasa total multiplicando el peso promedio de los camarones por el número total de camarones en el estanque.

$$Bt = wf \cdot Nf$$

c)La conversión alimenticia estimada en relación es la cantidad de alimento utilizado entre la cantidad de camarón producido.

$$CA = wa/wt$$

d) La tasa Instantánea de crecimiento (TIC) se determinó de acuerdo a. (Castille *et al* 1993 citado en García *et al* 1998) con la siguiente formula :

$$TIC = 100 \times [\ln(wf/wi)]/t$$

w f = Peso húmedo final promedio.

w i = Peso inicial húmedo inicial promedio.

t = Tiempo experimental

Análisis estadístico de datos

Para los datos de crecimiento de postlarvas solo se realizaron registros de largo total en mm y se calculó la curva de regresión y sus parámetros.

Para el crecimiento se determinó tamaño de muestra, se estimaron las medias de las tallas de los muestreos quincenales y se determinó su significancia estadística por medio del estadístico t de Student para un 95 % de confianza de acuerdo a Daniel (1979). Se determinó la curva de ajuste de regresión y se determinaron límites de confianza.

Cuantificación de la supervivencia

Se determinó la supervivencia de camarón en el estanque rústico, por medio de muestreos con atarraya de luz de malla de 1/4", estos se efectuaron mensualmente, se utilizo la formula propuesta por Valerezo (1987),

b) Supervivencia.

Número de animales vivos en el estanque.

$$N = (Na) \times (Ae)$$

Donde:

N = Número de organismos vivos en el estanque.

Na = Número promedio de camarones por lance de atarraya por unidad de área cubierta.

Ae = Área del fondo muestreado.

Se usó el ANOVA para contrastar resultados entre muestreos

Registro de variables ambientales en el estanque rústico

En el estanque rústico se registraron a las 6 AM y 16 PM la temperatura la salinidad, oxígeno disuelto, transparencia con el disco de Secchi y cada tercer día se determinó las concentraciones de nitrógeno amoniacal. Los recambios se llevaron a cabo a los 15 días de cultivo renovando el 10 % del volumen total del estanque, la cosecha se realizó a los 180 días de cultivo

Resultados

Crecimiento en el estanque rústico

Para los resultados de crecimiento de *F. duorarum* en el estanque rústico la siembra se realizó en septiembre 15 pero se reporta a partir de octubre 15, por la dificultad para capturar a los ejemplares en el estanque rústico.

En la figura 1 se muestran los resultados de las biometrías quincenales de camarón, encontrándose un crecimiento de 11.84 cm como largo promedio, mientras que el peso fue de 12.21 g figura 2, cosechándose un total de 16.31 kg con un factor de conversión de 2.5, mostrando un crecimiento lento.

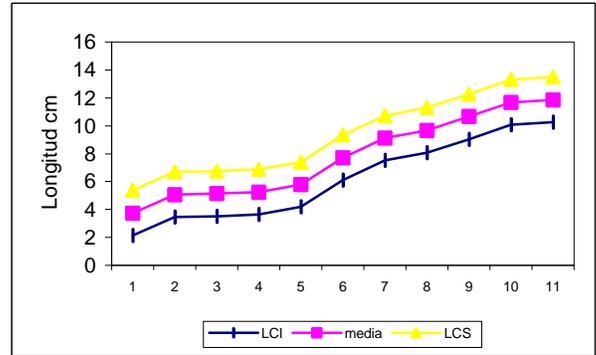


Figura 1. Límites de confianza (P ≤ 0.05) muestreos de longitud quincenales calculados por t de Student

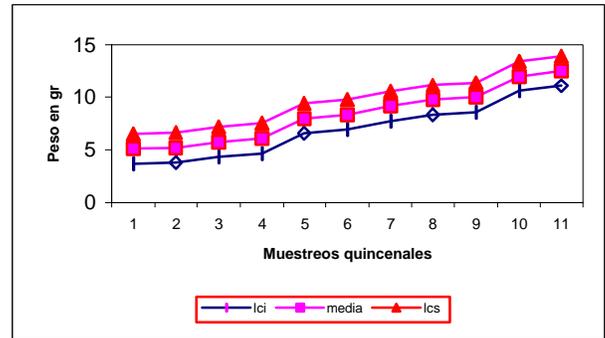


Figura 2. Límites de confianza (P ≤ 0.05) quincenales calculadas por t de Student

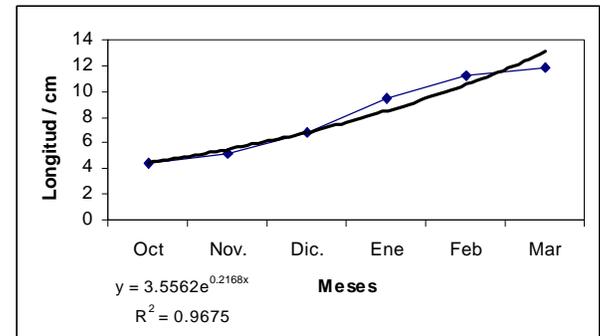


Figura 3. Parámetros de la ecuación de regresión incremento de peso g (P ≤ 0.05)

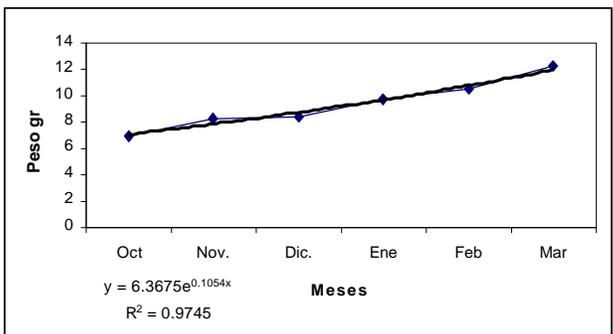


Figura 4 Parámetros de la ecuación de incremento medio de longitud cm (P ≤ 0.05)

En las figuras 3 y 4 se muestran los resultados del ajuste de las curvas de regresión exponencial, en cuanto a longitud encontramos una $R^2 = 0.9675$, el peso con una $R^2 = 0.97745$ lo que nos da un buen ajuste en ambos casos. En cuanto a la tasa instantánea de crecimiento TIC ($P \leq .05$) tenemos un promedio de 0.1029 lo que nos da una tasa de crecimiento baja.

En la figura 5 encontramos los promedios mensuales de variables ambientales, excepto oxígeno, que en las mañanas mostró valores 4.02 mínimo y un valor máximo de 5.23 mg/l y por la tarde 7.76 y 9.23 mg/l. En la tabla 1 encontramos la correlación entre peso ($P \leq 0.05$) y las variables ambientales mostrándose como la de influencia más directa sobre la ganancia en peso la salinidad.

En la tabla 2 se muestra un bajo rendimiento así como conversión alimenticia ya que hubo un problema de depredación, en estanque además del camarón se cosecharon las siguientes especies *Callinectes sapidus* 10.8 kg, *Floridichthys hubus* 7.5 kg, *Mugil cephalus* 6.4 kg, *Cynocion sp* 5.4 kg.

Discusión

Se cosecho a los organismos por medio de redes, porque no fue posible vaciar totalmente el estanque, por estar mal diseñado y se vació por medio de bombeo. Resulta de gran importancia comprender los hábitos del camarón rosado en su medio natural, para así poder determinar los factores que pudieron afectar el crecimiento durante el cultivo, estos organismos tienden a enterrarse, este hábito esta controlado por la intensidad de la luz, la temperatura y el oxígeno disponible. (Fuss 1964, Hughes 1968, Subrahmanyam 1976, Martínez 1993, Tzachi 1996).

Crecimientos de 1.5 gr por semana han sido obtenidos por autores como Ogle (1992), quién reporta este crecimiento en cultivo de *L. vannamei*. Reid *et al* (1992) reportan crecimientos de 3.29 g/semana con un peso total de 14 g con una densidad de 970 org/m². En otros estudios realizados en la granja de Pocitos Campeche con *L. vannamei* en dos estanques de 2 ha reportó crecimientos hasta de 26.05 gr en 180 días de cultivo, Quintin (1992).

Coincidiendo esto con los resultados de Samochoa *et al* (1997) que reportó un bajo rendimiento de *F. duorarum* en 100 días de cultivo teniendo un crecimiento bajo en engorda en estanques de corriente y estanques tradicionales con sobrevivencias del 13.1 % al 62 % con biomasas del 0.38 al 0.89 kg/m² reportando una baja resistencia al estrés con altas mortalidades, señalando que el bajo desempeño de esta especie en cultivo, no fue ocasionado por enfermedades.

Experimentando en Florida con *F. duorarum*, Caillouet *et al* (1972), encontró que con una densidad de 7.5 organismos por m², en 156 días de cultivo se

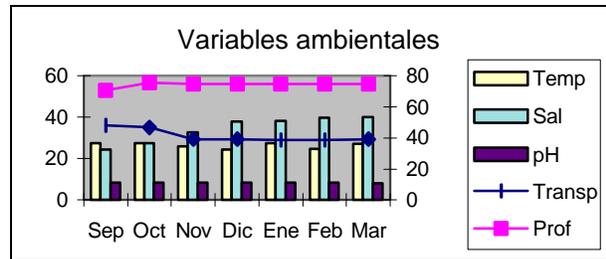


Figura 5. Promedio mensual de variables ambientales, de la engorda de camarón rosado en el estanque.

Tabla 1. Correlación entre el peso ($P \leq 0.05$) y las variables ambientales.

Variable	Correlación (r)
Temperatura	0.232
Oxígeno disuelto	-0.0955
pH	-0.0873
Salinidad	0.7553
Turbidez	-0.0388

Tabla 2. Rendimiento del camarón rosado en el estanque rústico

Rendimiento	<i>F. duorarum</i>
Densidad inicial	5 PL/ m ²
Peso medio inicial	0.2375 g
Peso medio final	12.30 g
Duración del cultivo	180 días
F.C.A	2.5
Biomasa total	16.31 kg
Sobrevivencia	10.68%
Rendimiento /ha	65.24 kg

obtenían 12.5 g de peso promedio, con un 50% de supervivencia. En este estudio no se tuvieron buenas supervivencias, uno de los factores que pudo influir fue el mal diseño del estanque y filtros deficientes, ya que se tuvieron muchos problemas con depredadores en el estanque, como se mencionó se colectaron otras especies que son muy voraces y depredaron a los camarones, compitiendo por el alimento contribuyendo a incrementar posiblemente el estrés de los organismos en el cultivo y al bajo rendimiento mostrado.

Whitaker (1981 citado en Sandifer 1993) hace una recopilación de las tasas de crecimiento encontrando que la tasa estimada para *L. settiferus* es de .13 - .65 mm/día, para juveniles y adultos. Para *F. duorarum* Alvarez *et al* (1987) estimaron en poblaciones naturales una tasa de crecimiento de juveniles con un rango de 0.58 a 1.13 mm/día en la Laguna Términos Campeche para camarón rosado en este experimento encontramos que la tasa de crecimiento es de .07 mm/día en cultivo, en cuanto a ganancia en peso tenemos 0.49 g /semana. Los resultados reportados en otros estudios son similares, coincidieron con lo encontrado en este experimento, el crecimiento que fue en promedio de 0.46 g por

semana. (Figura 16) Lo que nos da un crecimiento muy bajo similar al reportado por otros autores para esta especie.

La energía potencial de crecimiento es la suma total de las respuestas de los organismos a las variables ambientales. En general las variables ambientales no inciden de manera directa sobre el crecimiento sino a través del metabolismo Vanegas (1992).

Se ha determinado que la variable ambiental más importante, que determina la supervivencia de los organismos durante el cultivo es el oxígeno disuelto Martínez (1993) señala que debe mantenerse por arriba de 4 mg/l. para obtener supervivencia por encima del 50 % durante la engorda. En este experimento se observaron valores alrededor de 4.02 mg/l estando estos valores dentro del límite inferior de tolerancia. Se ha demostrado que la tasa de difusión del oxígeno en aguas salinas, disminuye con el incremento de la salinidad. Vanegas (op cit). En estudios en crustáceos eurihalinos se ha demostrado que el rango de consumo de oxígeno, aumenta bajo condiciones de estrés osmótico (Vanegas op cit). Se ha propuesto que el incremento en la tasa de consumo de oxígeno es debido a la combinación del incremento del trabajo osmoregulatorio y un incremento en actividades locomotoras o de nado (Lars Hagerman, 1970, Baldwin, 1982 citados en Aguilar y Trejo 1996).

Un aumento en la salinidad disminuye la tasa de consumo de oxígeno y aumenta la tasa metabólica (Rosas, et al 1995, Dalla, 1986) La salinidad en el último mes del experimento se incremento hasta 40 ‰ por arriba de los rangos que propone Tzachi (1996) de 34.8 ‰ como máximo para *F. duorarum*, cuando este es rebasado puede repercutir en el crecimiento ya que son reguladores hiperosmóticos. La salinidad como factor que influencia el proceso de crecimiento de especies euryhalinas, podría actuar principalmente a través del gasto de energía para la osmorregulación, consecuentemente, la temperatura, el fotoperíodo o cualquier otro factor, puede actuar para modificar la salinidad óptima de osmorregulación.

Se considera de acuerdo a Tsai (1990) que un rango de pH entre 6.6 y 8.5, garantiza el crecimiento eficiente, este no mostró alteraciones importantes. De acuerdo a Ray (1992), el amonio, durante el cultivo tampoco representó un factor limitante del crecimiento. En cuanto a los valores de turbidez en estanquería no son recomendables valores de Secchi en un rango mayor a 30 o 40 cm, estos límites fueron excedidos ligeramente, consideramos este factor de poca influencia sobre el crecimiento.

Por tener *F. duorarum* requerimientos proteicos tan altos y un metabolismo adaptado al uso de fuentes de energía proteica o de origen proteico su

cultivo en situaciones de estrés, como es el caso de la tecnología que se emplea actualmente para el cultivo de *L. vannamei*, con poca profundidad en los estanques una alta incidencia solar, donde los organismos no pueden excavar para ocultarse durante el día y permanecen en condiciones ambientales adversas, genera un consumo muy alto en automantenimiento teniendo un crecimiento pobre comparado con otras especies más tolerantes como *L. vannamei*, siendo comparativamente *F. duorarum* poco competitiva desde el punto de vista comercial, sin embargo probar la engorda en condiciones de mayor profundidad y con variables ambientales más estables, cercanas a los valores óptimos para la especie, en jaulas o en policultivos, pueden resultar buenas alternativas, que no deben dejar de considerarse.

Conclusiones

1. Debe diseñarse tecnología que permita mejorar el rendimiento en cultivo de la especie adecuando las técnicas para la engorda, con condiciones más favorables, por lo que tendría más energía disponible para crecimiento y menos desgaste por estrés,
2. Es posible considerar ante las actuales técnicas de cultivo para esta especie para una tercera cosechas anuales a tallas cocteleras (pacotilla peso cola de 5.7 a 6.5 g) con muy buenos resultados

Literatura citada

- Aguilar, G.,M. y L. Trejo 1996. Efecto del oxígeno disuelto sobre la sobrevivencia crecimiento y metabolismo respiratorio y nitrogenado del camarón blanco *Penaeus setiferus*. Tesis Univ. Auton. Campeche 99pp.
- Alvarez, F., A. Gracia, L. Soto 1986 Crecimiento y Mortalidad de las Fases Estuarinas del Camarón Rosado *Penaeus (Farfantepenaeus) duorarum* Burkenroad,1939 en la Laguna de Términos, Campeche, México. An. Inst. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 14(2):207-220.
- Artiles, M. A., B. Jaime y J. Galindo. 1996. Manejo del alimento en el engorde semi- intensivo del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) utilizando comederos. Rev. Cubana de Invest. Pesqueras. 3(X) : 11- 14.
- Caillouet, C., J. Norris, E.J. Herald, and D.C. Tabb.1972 Growth and Yield of Pink Shrimp (*Penaeus duorarum* Burkenroad) in a Feeding Experiment in Ponds.Proceedings Annual Work Shop World Mariculture Society 4:125 -129
- Dalla, V.J. and Smith 1986. Salinity responses of the juvenile penaeid shrimp *Penaeus japonicus* L.-

- Oxygen Consumption and Estimations of productivity. *Aquaculture* 55 : 297-306.
- Daniel, Wayne 1979 Bioestadística. Bases para el análisis de las Ciencias de la Salud. Ed. Limusa 483 pp.
- Diana, J.S. 1983. An energy budget for northern pike (*Esox lucius*). *Can J. Zool.* 61: 1968- 1975.
- Fuss, C.M., JR 1964. Observations on burrowing behavior of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.* 14 : 62 - 73.
- García, T., G. Gaxiola, T. García, R., Pedroza, L. Soto, N. López y C. Rosas. 1998. Influencia de las proteínas dietéticas sobre el crecimiento, la sobrevivencia y el rendimiento de las postlarvas del Camarón Blanco (*P. setiferus*) y del Camarón Rosado (*P. duorarum*) del Golfo de México. *Rev. Aquatic Num* 2, 11p Febrero de 1998.
- Hughes, D.A., 1968 Factors Controlling emergence of pink shrimp (*Penaeus duorarum*) from de substrate. *Biological Bulletin*, 134 48-49.
- Jaime, B.J. Galindo, Alvarez J. S. Arenciabria G. 1999. La frecuencia de alimentación y su efecto sobre el crecimiento de juveniles de *Penaeus schmitti*. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 17(1) :47-57.
- Lovell, V. Sick and James W. Andrews. 1973 The Effect of Selected Dietary Lipids, Carbohydrates and Proteins on The growth, Survival and body composition of *Penaeus duorarum*. *Proceedings of The fourth Annual Workshop. World Mariculture Society* 23 - 26 pp.
- Martínez, C. L., 1993 Camaronicultura. Bases Técnicas y Científicas para el cultivo de camarones peneidos. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas Univ. de Sonora. Agt Editor. 233p.
- Martínez, E. y Gelabert, T., 1988, Alimentación de larvas de camarón *Penaeus schmitti* I. Diatomeas y Flagelados. *Rev. Invest. Mar.* (IX) : 1, 9 pp
- Navarrete, A.F., Uribe, J.A, 1993. Evaluación de la Pesquería Industrial de Camarón de Altamar del Puerto de Campeche, México en el Periodo de 1981 a 1990. *Ciencia Pesquera* 10 : 33-41.
- New, M., 1987 Feed and Feeding of fish and shrimp. Manual on the preparation of Compound feeds for shrimp and fish in Aquaculture. ADCP/Rep/87/96.
- Ogle, J. T., 1992 Variability in growth of postlarval *Penaeus vannamei* *Bull Research. Report.* Vol. 8 No 4, 423- 426p
- Quintín, J.T., 1992. Cultivo de *Penaeus vannamei* en estanquería rústica en la Granja de Pocitos Tenabo Campeche. Tesis ITMAR. Veracruz. Ver. 120 pp.
- Ré- Regis. M. 1989, "Madurez Gonadal del Camarón Rosado *P. duorarum* (Burkenroad 1939), en la Sonda de Campeche" X Congreso Nacional de Zoología 25- 28 de Octubre UNAM.
- Reid, B., Arnold C.R., 1992 The intensive culture of the Penaeid Shrimp *Penaeus vannamei* Boone in a Recirculating Raceway System *Journal of The World Aquaculture Society* Vol. 23 No 2 June 23 pp.
- Rosas, C., A. Sánchez, Gallardo P., Quiroz, J., Gaxiola G., Díaz E. Soto L. 1995. Oxygen consumption and ingestion rate of *Penaeus setiferus* larvae fed *Chaetoceros ceratosporum*, *Tetraselmis chuii* and *Artemia* nauplii, *Aquaculture Nutrition Blackwell Science USA.* 13-20pp.
- Samocha, T., M., A. Rojas, Ray Sutter, Addison L. Lawrence and FrankL. Castille. 1997. Production of Bait Shrimp *Penaeus setiferus* and *P. duorarum* in Texas using raceways and ponds. *Resumen, Taes Shrimp Mariculture Reserch, Corpus Cristy TX. USA.* 468 pp.
- Sandifer, P. A., Alvin D. Stokes and J. Stephen Hopkins 1993. Further intensification of pond shrimp culture in South Carolina 1993. Sandifer P. A.(ed) *Advances in World aquaculture, World aquaculture ,Soc.* pp 84- 96
- Subrahmanyam, C.B. 1976, Tidal and diurnal Rhythms of locomotory activity and oxygen consumption in the Pink shrimp, *Penaeus duorarum*. *Contributions in Marine Science, Vol* 20. 123-131p.
- Tatum, W. M., and W. C. Trimble 1977. Monoculture and Policulture Pond Studies with Pompano (*Trachinotus carolinus*) and Penaeid Shrimp (*Penaeus aztecus*, *P. duorarum* and *P. setiferus*.) in Alabama NOAA 433- 445 pp.
- Tsai, C. K. 1990 Water quality management, IN: D.M. Akiyama (Editor) *Proc. Southeast Asia Shrimp Farm Management Workshop. Philippines. Indonesia* 56-63pp.
- Tzachi, M. Samocha, A. Rojas, R. Sutter, A. Laurence, F. Castille 1996. Production of Rait Shrimp *Penaeus setiferus* and *P. duorarum* in Texas Using Raceways and Ponds. *TAES Shrimp Mariculture Research Corpus Christy USA.* 458 p.
- Valerezo, L.S. 1987. El muestreo y su importancia en el control de Parámetros Productivos Nutrimar N° 3 Agosto Guayaquil Ecuador. 23pp.
- Vanegas, C., 1992. Efecto de la salinidad y la temperatura sobre el balance energético de juveniles de camarón café *Penaeus aztecus* Ives (crustácea, Decápoda). Tesis de maestría.. Facultad de Ciencias. UNAM: 85p.

Estado sanitario de camarones silvestres y en cultivo del Estado de Campeche (1999 – 2000)

MARIA CRISTINA RÉ-REGIS¹ Y MARGARITA HERNÁNDEZ MARTINEZ²

Instituto Nacional de Pesca

¹Centro Regional de Investigación Pesquera de Lerma
Carretera Campeche-Lerma km 5, 24500 Campeche, Camp., México.
correo electrónico: julietre@prodigy.net.mx

²Dirección General de Investigación en Acuicultura
Pitágoras 1320, Col. Santa Cruz Atoyac, 03310 México, D.F.
correo electrónico: margaritahernandezmx@yahoo.com.mx

Resumen

El presente trabajo presenta el estado sanitario de las poblaciones de *Farfantepenaeus duorarum*, *Litopenaeus setiferus* y *Xiphopenaeus kroyeri* procedentes de 3 localidades del estado de Campeche. El tamaño de muestra por localidad fue de 60 organismos, los cuales se colectaron durante los meses de abril de 1999 a julio de 2000. Los organismos fueron fijados en solución Davidson para estudios histopatológicos con tinción de Mayer-Benett de Hematoxilina-Floxina/Eosina (E&E) previo análisis en fresco para observar su condición al momento de su captura. Asimismo, se tomó una muestra de 83 organismos para pruebas genéticas con sondas moleculares mediante la técnica de Dot Blot. Se identificó la presencia del virus IHNV en un organismo, así como diversos parásitos: Bacterias, Hongos, Protozoarios microsporidios causante del “camarón de leche o de algodón” así como helmintos, tremátodos, gregarinas y céstodos así como diversos endocomensales, asociados a la mala calidad del agua. Se emiten recomendaciones sobre regulación de algunas etapas de la actividad.

Palabras Clave: camarón, Golfo de México, enfermedades, sanidad

Abstract

Recent research was conducted on the sanitary conditions of the *Farfantepenaeus duorarum*, *Litopenaeus setiferus* and *Xiphopenaeus kroyeri* population from 3 locations in the State of Campeche. From each location, the size of the sample was 60 organisms on which collecting occurred during the months of April 1999 to July 2000. Fixation procedures were applied on these organisms using a Davidson's solution for histopathological studies, Mayer-Benett's stain, Hematoxilina-Floxina/Eosina (E&E). Preliminary analyses of these fresh organisms were used to observe their condition at the time of capture. In this manner, one sample was taken from the 83 organisms for genetic testing using molecular probes and the Dot Blot technique. The presence of the virus IHNV was identified in these organisms and diverse parasites such as Bacteria, Fungal and microsporidian Protozoans “milky shrimp or cotton shrimp”, helminth, trematods, gregarins and cestods infections and other organisms endocomensals were associated with the poor quality of water. Recommendations are given for the regulation of these stages of activity.

Key Words: shrimp, Gulf of México, parasitic diseases, sanity

Antecedentes

La producción de alimentos por acuicultura y el comercio de animales acuáticos y sus productos constituye una actividad de significancia económica y social en muchas partes del mundo. Sin embargo, es bien sabido que las enfermedades han cobrado en los últimos años importancia, debido a los efectos catastróficos que ha ocasionado a la industria en el ámbito social y económico en diversos países del mundo. Un reciente ejemplo, es el caso del cultivo del camarón que ha sufrido de brotes de enfermedad afectando significativamente la economía y producción en muchos países alrededor del mundo.

Las causas son complejas y se atribuyen principalmente a virus, bacterias, hongos, pesticidas y degradación del medio ambiente (Gjedrem and Fimland, 1995) y en su medio ambiente como el agente causal del “Camarón de leche” *Agmasoma penaei* (Segovia-Salinas et al. 1991). Gran parte de estas enfermedades han estado asociadas a movilizaciones de organismos acuáticos vivos y por el uso de especies exóticas sin tomar las medidas preventivas y profilácticas adecuadas.

Actualmente, muchos países están preocupados por los efectos de las enfermedades en la actividad acuícola y a través de agencias nacionales e internacionales, se han involucrado en revisar los

métodos de cultivo, las políticas y procedimientos relacionados a la introducción de especies exóticas, así como su transferencia dentro y entre países y del manejo adecuado de las especies. De éstos trabajos se han derivado varios documentos y acciones tales como prácticas de buen manejo, guías de certificación de salud, prácticas de cuarentena para el movimiento de los organismos acuáticos y acuerdos que a nivel internacional intentan homogeneizar el modo de corregir estos problemas, tal es el caso del Código de Conducta para las Pesca Responsable (FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries, 1995) aprobado a escala global por los países miembros de la FAO en octubre de 1995, y la Declaración de Bangkok sobre la Acuicultura en el Tercer Milenio en el que se recomiendan varias acciones con el fin de prevenir la dispersión de patógenos (The Bangkok Declaration on Aquaculture in the Third Millenium, 2000).

Justificación

Debido a la importancia de la industria de la acuicultura y de las enfermedades como un factor que restringe el desarrollo de la actividad, diversas instituciones de investigación en varios estados de la República han implementado líneas de investigación, laboratorios de diagnóstico de enfermedades, cursos de patología a varios niveles para apoyar el sano desarrollo de la actividad.

La información generada en las investigaciones realizadas tanto por este Instituto como por otras dependencias y centros de investigación ayudará a establecer zonas libres de enfermedad en México, con el objeto de proteger estas de la introducción de agentes patógenos específicos, así como para facilitar el comercio entre zonas de similar estado de salud.

Esta delimitación nos ayudara ha evitar la dispersión de enfermedades e incluso ayudar a erradicar determinadas enfermedades en aquellas zonas no libres de ésta. Para la obtención de mejores resultados es necesaria la participación a nivel regional para el establecimiento de estrategias a fin de evitar la dispersión transfronteriza de patógenos en animales acuáticos.

Además, es bien conocido que si con la movilización de organismos acuáticos vivos se tiene el riesgo de transportar también sus patógenos, es necesario continuar con las investigaciones sobre el potencial que brindan las especies nativas y desarrollar programas biotecnológicos que nos permitan la domesticación de estas especies lo cual significaría la reducción de estos riesgos asociados.

Con la diferencia de que las especies nativas por tener una historia evolutiva en estos lugares tienen un crecimiento bien adaptado a las condiciones climáticas existentes, tienen cierta tolerancia y

resistencia a los patógenos locales y no representan ninguna amenaza a la biodiversidad de la región.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la prevalencia y distribución de patógenos con énfasis en enfermedades infecciosas y parasitarias en camarones del estado de Campeche.

Área de estudio

La zona de estudio comprendió las siguientes localidades: Laguna de Términos, Sonda de Campeche, Champotón, Cd. del Carmen e Isla Arena, así como las granjas de cultivo de camarón en Tenabo y Sisal.

Material y método

Las colectas de organismos se realizaron del mes de abril de 1999 a julio del 2000. El tamaño de muestra para cada zona fue de 60 organismos juveniles de acuerdo a lo establecido por Lightner (1996). Los análisis histopatológicos se realizaron de acuerdo a la técnica histológica y tinción propuesta por Mayer-Benett de Hematoxilina-Floxina/Eosina (E&E) (Lightner,1996) y los biología molecular por la técnica de Dot Blot (DiagXotics). Asimismo, se realizaron observaciones en fresco con el objeto de detectar alteraciones externas en los organismos. Las poblaciones estudiadas correspondieron a las especies: *Farfantepenaeus duorarum*, *Litopeneus setiferus* y *Xiphopenaeus kroyeri*.

Los camarones fueron medidos y pesados, posteriormente se disectaron extrayendo branquias, corazón, hepatopáncreas, intestino, estómago y músculo en búsqueda de parásitos. Para el análisis in situ se tomó un fragmento de cada órgano colocándolo en un portaobjetos y adicionándole una gota de agua de mar, se le coloco el cubreobjetos y se observó al microscopio compuesto a aumentos de 50x, 100x y 400x los que fueron sospechosos se les fijó para posterior procesamiento histológico.

Resultados

A través de los análisis histopatológicos se identificaron larvas de tremátodos enquistadas en el hepatopáncreas y corazón, gregarinas, epibiontes (*Ascophrys* sp, *Lagenophrys* sp, *Epystilis* sp, *Zoothamnium* sp y *Leucotrix* sp). Los céstodos se observaron en estado de larva, localizándose en hepatopáncreas, estómago e intestino.

Los tremátodos en etapa larval fueron los parásitos más abundantes, presentándose la mayoría de las veces en el hepatopáncreas, sin determinarse su efecto en la salud general del organismo, como podrían ser la reducción en el crecimiento, mortalidad, así como los protozoarios Coccidios del

género *Agmasoma penaei*=*Nossema*=*Telohania* posible causante de la infertilidad por su ataque en gónadas de la hembras silvestres de camarones tanto blanco como rosado del Golfo de México y también reportado para el camarón café, Segovia-Salinas et al. (1991).

Por lo que se refiere al diagnóstico de enfermedades virales por el método de biología molecular de Dot Blot, en ninguno de los 83 organismos se detectó la presencia de la Enfermedad Mancha Blanca (WSBV). Sin embargo, el diagnóstico para el caso del Virus la Necrosis Hematopoyética Hipodérmica Infecciosa (IHHNV), resultado positivo en macho de la especie *Xiphopenaeus kroyeri* de 81.4 mm. de longitud procedente de Laguna de Términos, Campeche.

Discusión

De acuerdo al análisis de los resultados histopatológicos, se observó la presencia de tremátodos y gregarinas, así como organismos epibiontes de los géneros: *Epystilis* sp, *Zoothamnium* sp, *Lagenophrys* sp, *Leucotrix* sp y *Ascophrys* sp.

Los protozoarios Microsporidios (*Agmasoma penaei*) y tremátodos en etapa larval, de genero no identificado fueron los parásitos más abundantes, presentándose la mayoría de las veces en gónadas y hepatopáncreas, respectivamente sin determinarse su efecto en la salud general del organismo, como podrían ser la reducción en el crecimiento, mortalidad, infertilidad u otras.

De acuerdo a la presencia de epibiontes no invasivos observados estos son indicadores de una mala calidad del agua, por lo que es importante determinar en la zona de colecta la calidad del agua y/o buscar en la zona algún factor estresante que pudiera ocasionar este caso estas infecciones, para establecer su control.

Del total de 83 organismos analizados por la técnica molecular de Dot Blot, ninguno resultó positivo para la Enfermedad de la Mancha Blanca, pero si para el Virus de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa (IHHNV). Como parte de los trabajos que este Instituto realiza en materia de sanidad acuícola en otras regiones del Golfo de México, durante 1998 se determinaron prevalencias de 1.77 a 16.07, afectando a 4 especies: *F. aztecus*, *L. setiferus*, *F. duorarum* y *L. vannamei*, tanto en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche y Yucatán, mientras que para el año 1999 en estas mismas localidades no se detectó ningún agente viral.

Esto nos hace pensar en que posiblemente este agente viral en las poblaciones silvestre fue el resultado de una respuesta a una presión del medio ambiente, como fue el caso de las altas temperaturas registradas. Asimismo, lo anterior nos demuestra la

baja especificidad que tienen los virus para infectar otros hospederos y el impacto que esto puede tener sobre las especies nativas y la biodiversidad de la región afectada, la cual puede estar asociada tanto a infecciones antropogénicas como naturales.

Con base a los resultados obtenidos desde el año de 1998 a la fecha, nos reafirman la necesidad de continuar con los monitoreos periódicos principalmente de poblaciones silvestres de camarón, porque si bien en estos momentos las poblaciones silvestres especialmente las de la especie *F. duorarum*, se encuentran en un punto muy frágil resultado de su sobre-explotación y al cambio climático global, existen reportes sobre la presencia de enfermedades de origen viral en poblaciones silvestres del Golfo de México. Dentro de los reportes más sobresalientes, encontramos el de J.R. Bonami, et al, (1997), informando la presencia del Síndrome de Taura en camarón cultivado en Florida y Texas (U.S.A.). Asimismo, R. Overstreet y K. C. Stuck (1998), reporta la presencia del virus BP en camarón café (*F. aztecus*) y rosado (*F. duorarum*) en la costa del Mississippi. Por otra parte Sandifer, P. A et al (1998) identificaron al Virus de la Mancha Blanca (WSSV) *Litopenaeus setiferus* procedente de capturas silvestre en Carolina del Sur.

Conclusiones

1. Los análisis realizados con las técnicas de Dot Blot para el diagnóstico de la Enfermedad de la Mancha Blanca, demostraron la ausencia de esta enfermedad tanto en poblaciones silvestres como cultivadas.
2. Igualmente, por la técnica de Dot Blot el diagnóstico de la enfermedad viral Necrosis Hematopoyética Hipodérmica Infecciosa, resultó positivo en un organismo de la especie *Xiphopenaeus kroyeri*, procedente de la Laguna de Términos, Campeche.
3. Los camarones de las localidades estudiadas en el estado de Campeche, no presentaron mediante análisis histopatológico enfermedades certificables, especialmente las virales como TSV, IHHN, WSSV, BP, LOVV.
4. Los parásitos más importantes desde el punto de vista de su prevalencia y grado de severidad fueron los tremátodos, y microsporidios del genero *Agmasoma penaei* en gónada y músculo produciendo el "camarón de leche" los cuales se presentaron en todas las especies y localidades estudiadas.
5. Las gregarinas se han observado por 3 años consecutivos de monitoreo, y dado a los grados de severidad reportados no se considera que ocasionen daños graves en las poblaciones afectadas.

6. Los céstodos debido a las bajas prevalencias y grados de severidad no se considera que sean éstos un problema para las poblaciones de camarones.

Recomendaciones

- a) Las altas prevalencias de epibiontes es un indicador biológico de mala calidad de agua en las localidades de estudio, por lo que se recomienda realizar una búsqueda y realizar estudios sobre calidad del agua en las zona afectadas, tanto para conocer los posibles riesgos de contaminantes orgánicos e inorgánicos sobre las poblaciones acuáticas que ahí habitan, como para la colecta y cultivo de camarones con fines de acuacultura y consumo humano directo.
- b) Se recomienda continuar estudios parasitológicos en fresco a fin de identificar en todas las zonas de estudio las especies de parásitos y su posible afectación con base a su prevalencia y abundancia en camarones silvestres y cultivados de importancia comercial.
- c) Se recomienda identificar en la zona de Laguna de Términos los posibles agentes causales y/o vectores de la enfermedad viral IHHNV, a fin de determinar el riesgo potencial de ésta sobre otras poblaciones nativas de la región (Ej. maquiladoras, granjas acuícolas, especies cultivadas, origen de las postlarvas, etc.)
- d) Con base en los resultados obtenidos sobre la presencia de la enfermedad viral IHHN, se requiere proponer una regulación más estricta en cuanto a la movilización de camarones vivos (nauplios, postlarvas y reproductores) especialmente del litoral del Pacífico Mexicano hacia el Golfo de México, a fin de reducir los riesgos de transfaunación generados por estos movimientos de zonas infectadas por enfermedades como Síndrome de Taura, IHHNV y Mancha Blanca hacia zonas o granjas libres de estas enfermedades.

Literatura citada

Bonami J.R., K. W. Hanson, J. Mari, B. T. Poulos and D. V. Lightner (1997). Taura syndrome of marine penaeid shrimp: characterization of the

viral agent. *Journal of General Virology*. 78:313-319 Conroy, D.A. y G. Conroy. (1990). Manual de patología de los camarones peneidos. Commercial Rivero, Maracay 2101-A, Aragua, Venezuela. 197 pp.

Gjedrem, T. and Fimland, E. 1995. Potential benefits from high health and genetically improved shrimp stocks. In: Graig, L. Browdy and Stephen Hopkins (Eds.) *Swimming through trouble water*. Proceedings of the special session n shrimp. Farming. The World Aquaculture Society, 60 - 65

Hernández-Martínez, M., L. Montoya-Rodríguez y C. Re-Régis. Estudio sobre enfermedades virales en camarones del Golfo de México (1998). Noviembre 17 al 19 de noviembre de 1999. VI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP-SEIT.

Hernández-Martínez, M, D. Zúñiga-Loredo, E. Rodríguez-Aradilla, R. Pérez, R. Trujeque y J. Guerrero. 2000. Estado sanitario de poblaciones silvestres y cultivadas de camarón del Golfo de México. Con énfasis en enfermedades parasitarias. (1999). Informe de Investigación.

Lightner, D.V. ,1996. *A Handbook Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Cultured Penaeid Shrimp*. World Aquaculture Society.

Overstreet R. y K. C. Stuck (1998). "Workshop Integrated assessment of shrimp pathogens". 60 pp.

Sandifer P. y Silcox. 1998. *Shrimp Virus Management Workshop*. Nueva Orleans 150 pp.

Segovia-Salinas F., F. Jiménez-Guzmán, J.C. Almaguer, Ramírez-Bon y R.Mercado-Hernández.(1991) Ultraestructura de *Agmasoma penaei* (Microspora: Thelohaniidae) en el Camarón Rosado *Penaeus duorarum*, de la Carbonera, Tamaulipas, México. Publicaciones Biológicas. F.C.B/U.A.N.L., México, Vol.5, No.1, 61-68.

ISBN