



# Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

---

---

## MODELO DINAMICO DE BIOMASA PARA EL CAMARON CAFÉ *Farfantepenaeus* *californiensis* (Holmes, 1900) EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, OAX. MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA MARINA

PRESENTA

**ANDREA FLORES GOMEZ**

DIRECTOR DE TESIS

M en C. Pedro Cervantes Hernández

PUERTO ÁNGEL, SEPTIEMBRE DEL 2005

Puerto Ángel, septiembre del 2005.



## ACTA DE REVISION DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la tesis “Modelo dinámico de biomasa para el camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) en el golfo de Tehuantepec, Oax. México.”, presentada por la pasante de Biología Marina Andrea Flores Gómez, se considera que cumple con los requisitos y la calidad necesarios para ser defendida en el examen profesional.

### COMISIÓN REVISADORA

---

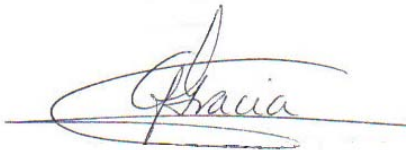
M. en C. Pedro Cervantes Hernández.  
Universidad del Mar.  
Director.

---

M. en C. Antonio López Serrano.  
Universidad del Mar.  
Revisor.

---

Ecól. Sebastián Ramos Cruz  
CRIP-SC.  
Revisor



---

Dr. Adolfo Gracia Gasca.  
UNAM.  
Revisor.

---

M. en C. Saúl Serrano Guzmán.  
Universidad del Mar.  
Revisor.

## **DEDICATORIA**

***A mi papá Ing. H. Jesús Flores Soto, que siempre me apoyado y me ha dado todo sin pedir nada a cambio, mas que la satisfacción de verme desarrollar profesionalmente, gracias por confiar siempre en mí y por lo que me ha enseñado con su ejemplo, por eso y mucho mas te amo.***

***A mi mamá Andrea Gómez Ávila, por sus sabios consejos, sus palabras de aliento, su paciencia, su cariño, por todos los dolores de cabeza que le di, por que siempre estuvo ahí, dando lo mejor de si y esforzándose para que siempre tuviéramos lo mejor.***

***A mi hermano Jesús Flores Gómez, que ha sido mi ejemplo a seguir y mi admiración, te quiero mucho.***

***A mi hermanita, Betty, que con su presencia me da la alegría y las ganas de salir adelante, eres mi adoración.***

***Son lo mas grande y hermoso que tengo.***

## **AGRADECIMIENTOS ACADEMICOS**

Este trabajo de tesis fue posible gracias al apoyo del Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz (CRIP-SC) bajo el convenio “Evaluación del recurso camarón en el Golfo de Tehuantepec” (5IR0403).

Al M. en C. Pedro Cervantes Hernández, por el orgullo de formar parte de su equipo de trabajo, sus enseñanzas, su tiempo brindado, su confianza, por enseñarme el gusto a las pesquerías y por todos sus regaños que me servirán en el futuro para ser mejor persona y profesionista, pero sobre todo por su amistad.

Al M. en C. Antonio López Serrano, Dr. Adolfo Gracia Gasca, Ecol. Sebastián Ramos Cruz y M. en C. Saúl Serrano Guzmán por sus aportaciones a este trabajo.

Al curso impartido por el Dr. Jesús Jurado Molina por medio del CRIP-SC, “Métodos cuantitativos para la dinámica poblacional y la valoración del stock pesquero” que forjaron los conocimientos y su aportación a los cálculos realizados en este trabajo.

Al profesor Derek Broker por su ayuda en la traducción del resumen.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

*A mis tías Rita Gómez Ávila por contar siempre con su apoyo y ayuda incondicional; a Adriana Mineros Gómez por sus palabras, consejos y amistad, pero sobre todo a Claudia Mineros Gómez, que desde un principio estuvo pendiente para cualquier cosa que necesitara en la universidad, por su amistad, consejos, siempre escucharme sin importar la distancia, sin ellas no hubiera sido posible mi estancia aquí.*

*A Miguel Ángel García Jiménez y Ramón Sánchez Vásquez, por ser mis mejores amigos de la licenciatura y por todos los inolvidables momentos que hemos pasado juntos.*

*A Emmanuel Martínez Montaña por ser mi mejor amigo, siempre estar al pendiente de mí ahora y siempre sin importar la distancia, gracias por escucharme y tu amistad incondicional, por que siempre tienes un abrazo, un te quiero o una sonrisa, te quiero muchisisisimo.*

*A Elvira Rodríguez Marcos, por ser una de mis mejores amigas, por esos momentos en que fue mi confidente, mi paño de lagrimas y por todas esas aventuras que pasamos en esta universidad, gracias por todo callo!*

*A Liliana Tiscareño Aguayo, por ser mi mejor amiga, su apoyo, porque siempre me escucha y me alegra millones de veces, te quiero mucho y no sabes cuanto te extraño.*

*A ti, "Faco", gracias por esos cinco años en que fuiste parte esencial de mi vida, por que le diste sentido a muchas cosas, por apoyarme, escucharme, estar a mi lado, por todo lo que me diste y aprendimos juntos, por ese sentimiento, confianza, millones de aventuras y locuras únicas e irrepetibles que hicimos.*

*A la generación 1999-2004 de la Licenciatura de Biología Marina; Paco, Montse, Carmen, Pily, Gaby Mireya, Gaby Hernandez, Erick, Jazmín, Lucia, Isabel, etc.*

*Aquellos que entramos juntos y que algunos, por una u otra razón ya no pudieron estar aquí; Lizzet, Héctor (La Guera), Eloisa, Edith, Toti, Potro, Chuz, Risco, Patty, Jenny, Alejandro (Gato), Daysi, Esquinca, Miguelito, Peque, Greñas, Ángel (torito), Flaco (Héctor), Jocelyn, Citlalli, Israel, Marco, Güero, gracias por todos los momentos maravillosos que pasamos.*

*A la Universidad del Mar, mi Alma Mater.*

*A todos y cada uno de ustedes, gracias...*

**RESUMEN** de la Tesis de **ANDREA FLORES GOMEZ**, presentado como requisito parcial para la obtención del Título de **LICENCIADO EN BIOLOGIA MARINA**. Puerto Ángel, Oaxaca, México. Septiembre del 2005.

**MODELO DINAMICO DE BIOMASA PARA EL CAMARON CAFÉ *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC OAX., MEXICO.**

Resumen aprobado por:

---

M en C. Pedro Cervantes Hernández.

Director de Tesis.

Se analizaron los registros históricos de captura por unidad de esfuerzo (*CPUE*) y del esfuerzo de pesquero (número de viajes y barcos) del camarón café entre 1991 y 1998 en el Golfo de Tehuantepec. Con base en la técnica de análisis de verosimilitud, se estimaron los parámetros asociados a la versión determinista ( $k, q, r, \delta$ ) y estocástica ( $k, r, \delta$ ) de los modelos dinámicos de biomasa de Schaefer y Fox. Los resultados obtenidos, sugieren que independientemente de la unidad de esfuerzo empleado, el mejor ajuste entre *CPUE* observada y esperada, resultó del modelo determinista de Schaefer. A este respecto, los parámetros obtenidos fueron los siguientes: (con viajes:  $k= 14,290$  ton.,  $r = 3.3106$  anual,  $q = 0.12102$ ) y (con barcos:  $k = 12, 277$  ton.,  $r = 3.6659$  anual,  $q = 0.2357$ ). Los estimadores del rendimiento máximo sostenido (*RMS*) y del esfuerzo óptimo ( $f_{opt}$ ), fueron respectivamente de: (11,827 ton. y 136 viajes) y (11,252 ton. y 78 barcos). En términos de biomasa, ambos modelos deterministas, indicaron que fueron extraídos rendimientos por debajo del *MSY* en esta pesquería. Lo anterior sugiere, que la pesquería podría considerarse en un nivel aparente sub- explotado. A sí mismo, los resultados fueron comparados con la relación stock-reclutamiento de esta especie obtenida por Cervantes-Hernández. Ambos modelos confirmaron que la pesquería de camarón café, se ha mantenido en un estado de explotación que podría considerarse como aceptable o sostenida.

**Palabras clave:** camarón café, Golfo de Tehuantepec, evaluación dinámica, Schaefer, Fox, verosimilitud, error de proceso, error de observación.

**RESUMEN** de la Tesis de **ANDREA FLORES GOMEZ**, presentado como requisito parcial para la obtención del Título de **LICENCIADO EN BIOLOGIA MARINA**. Puerto Ángel, Oaxaca, México. Septiembre del 2005.

**DYNAMIC OF BIOMASS MODEL FOR BROWN SHRIMP *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) FROM THE GULF DE TEHUANTEPEC OAX., MEXICO.**

Resumen aprobado por:

---

M en C. Pedro Cervantes Hernández.

Director de Tesis.

The historical registrations of capture were analyzed by unit of effort (*CPUE*) and of the effort of fishing (number of trips and ships) of the brown shrimp between 1991 and 1998 in the Gulf of Tehuantepec. Based in the technique of analysis of likelihood, the parameters associated to the determinist version ( $k, r, \delta$ ) and stochastic ( $k, r, q$ ) of the dynamic models of biomass of Schaefer and Fox. The results obtained, suggest that, independently of the unit of effort employed, the best adjustment among the expected and observed *CPUE*, it was of the pattern determinist by Schaefer; to this respect, the obtained parameters were the following: (with trips:  $k = 14,290$  ton.,  $r = 3.3106$  monthly,  $q = 0.12102$ ) and (with ships:  $k = 12,277$  ton.,  $r = 3.6659$  monthly,  $q = 0.2357$ ). The estimators of the maximum sustained yield (*MSY*) and of the optimum effort ( $f_{opt}$ ), were respectively: (11,827 ton. and 136 trips) and (11,252 ton. and 78 ships). In terms of biomass, both determinist models indicated that yields were extracted below the *MSY* in this fishery. The above-mentioned suggests, that the fishery could be considered in a sub apparent level-exploited. In this respect, results were compared with the relationship stock-recruitment of this species obtained by Cervantes-Hernández. The both models confirmed that the fishery of brown shrimp has stayed in a state of exploitation that could be considered as acceptable or sustained.

**Key words:** Brown shrimp, Gulf of Tehuantepec, dynamic evaluation, Schaefer, Fox, likelihood, process error, observation error.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCIÓN	1
I.I. Clasificación y morfología externa de los camarones peneidos.	7
I.II. Ciclo de vida de los camarones peneidos.	9
II. ANTECEDENTES.	12
III. OBJETIVOS.	16
IV. HIPOTESIS.	17
V. AREA DE ESTUDIO.	18
VI. METODO.	21
VI.I. Recopilación de los datos históricos de las capturas por grupo de edad	21
VI.II. Modelos de predicción.	21
VI.II.I. Estructura teórica de modelación.	21
VI.II.II. Análisis del error de proceso.	24
VI.II.III. Análisis del error de observación.	26
VI.II.IV. Intervalos de confianza, Rendimiento Máximo Sostenible y Esfuerzo óptimo.	28
VII. RESULTADOS Y DISCUSION.	30
VII.I. Análisis del estado de explotación de la biomasa de la pesquería.	42
VIII. CONCLUSIONES.	52
IX. ANEXO.	54
IX.I. Linealización de la función verosimilitud a menos verosimilitud con error de proceso.	54
IX.II. Linealización de la función verosimilitud a menos verosimilitud con error de observación.	55
X. LITERATURA CITADA.	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>Página</u>
1	Distribución de las principales especies de camarón de importancia comercial en el litoral Mexicano. (Com. Per. Cervantes-Hernández).	1
2	Morfología externa del camarón Peneido. Tomado de Barnes, 1991.	8
3	Ciclo biológico de los camarones del género <i>Penaeus</i> . (a) huevo, duración: 14 horas; (b) larva nauplio, duración: 2 ó 3 días; (c) larva protozoa, duración: 3 ó 4 días; (d) larva mysis, duración: 3 días; (e) postlarva planctónica, duración: 6 días; (f) postlarva epibentónica, duración: 30 días; (g) juvenil, duración: 2 a 4 meses; y (h) adulto. La duración media del ciclo completo es de entre 15 y 16 meses (tomado de Gracia, 1992).	10
4	Subzonas de pesca del área 90 del Golfo Tehuantepec. Tomado de Ramos-Cruz, 2004.	18
5	Ajuste entre la $CPUE_{obs}$ y la $CPUE_{esp}$ del modelo determinista de Fox (1970), con unidad de esfuerzo pesquero en barcos y considerando el error $v_t$ .	30
6	Ajuste entre la $CPUE_{obs}$ y la $CPUE_{esp}$ del modelo determinista de Fox (1970), con unidad de esfuerzo pesquero en viajes y considerando el error $v_t$ .	31
7 <sub>a</sub>	Perfiles de máxima verosimilitud (línea azul) e intervalo de confianza de Ji-cuadrada $\chi^2_{1,1-\alpha}$ (línea roja) para los	33

## INDICE DE FIGURAS (continuación)

	coeficientes $k$ y $r$ del modelo de Fox (1970). (a y a') determinista-viajes, (b y b') estocástico-barcos.	
7 <sub>b</sub>	Perfiles de máxima verosimilitud (línea azul) e intervalo de confianza de Ji-cuadrada $\chi^2_{1,1-\alpha}$ (línea roja) para los coeficientes $k$ y $r$ del modelo de Fox (1970). (c y c') determinista-barcos y (d y d') estocástico-viajes.	34
8	Ajuste entre la $CPUE_{obs}$ y la $CPUE_{esp}$ del modelo determinista de Schaefer (1954), con unidad de esfuerzo pesquero en barcos y considerando el error $v_t$ .	40
9	Ajuste entre la $CPUE_{obs}$ y la $CPUE_{esp}$ del modelo determinista de Schaefer (1954), con unidad de esfuerzo pesquero en viajes y considerando el error $v_t$ .	40
10	Perfiles de máxima verosimilitud (línea azul) e intervalo de confianza de Ji-cuadrada $\chi^2_{1,1-\alpha}$ (línea roja) para los coeficientes $k$ y $r$ del modelo de Schaefer (1954). (a y a') determinista-viajes, (b y b') determinista-barcos.	41
11	Variabilidad interanual de la biomasa esperada ( $B_{t+1}$ ) con respecto al $RMS$ y $B_o$ obtenida del modelo determinista de Schaefer (1954), con unidad de esfuerzo pesquero en barcos y considerando el error $v_t$ .	43
12	Variabilidad interanual de la biomasa esperada ( $B_{t+1}$ ) con respecto al $RMS$ y $B_o$ obtenida del modelo determinista de Schaefer (1954), con unidad de esfuerzo pesquero en viajes.	43

## ÍNDICE DE FIGURAS (continuación)

y considerando el error  $v_t$

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 13 | Modelo de relación Stock Reclutamiento del camarón café <i>F. californiensis</i> en el Golfo de Tehuantepec, Oax. Cuadros (generaciones principales). Tomado de Cervantes-Hernández (en Rev.). | 45 |
| 14 | Curva representativa entre la biomasa ( $k$ ) y la producción neta del modelo de Schaefer (1954).  | 50 |

<b><u>Tabla</u></b>	<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b><u>Página</u></b>
I.	Coeficientes y estimadores del modelo de Fox (1970).	32
II.	Coeficientes poblacionales para diferentes especies de camarón.	36
III.	Coeficientes y estimadores del modelo de Schaefer (1954).	37