

03067



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR  
Y LIMNOLOGÍA

2

RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE  
CAMARÓN, LA DESCARGA DE LOS RÍOS Y LA  
PRECIPITACIÓN PLUVIAL, EN EL GOLFO DE  
MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR  
(Oceanografía Biológica y Pesquera)

P R E S E N T A

BIOL. MIGUEL ÁNGEL GARCÍA SALGADO

Director De Tesis: Dr. Adolfo Gracia Gasca



México, D.F.

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres

Carlos

y

Fidelina

A mis hermanos

Carlos

Margarita

Emma

Lourdes

Martín

Especialmente para:

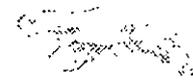
Aida

Rodrigo

y

Fernanda

Con Amor



## **Agradecimientos**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Adolfo Gracia Gasca, director de Tesis, por su apoyo y confianza durante el desarrollo de este trabajo.

Agradezco a los sinodales cuya revisión y atinados comentarios hicieron más enriquecedor este trabajo, Dra. Adela Monreal Gómez, Dr. Cesar Flores Coto, Dr. Manuel Gallardo Cabello y Dr. Carlos Rosas Vázquez.

Quiero agradecer especialmente a la Dra. Viviane Solís Weiss por su constante apoyo, confianza y por brindarme un lugar en su laboratorio..... Gracias....

Al M en C. Alejandro Granados Barba y al M en C. Pablo Hernández Alcántara, por su ayuda y apoyo durante mi estancia en el laboratorio de Poliquetos y en la primera revisión del trabajo..... Gracias.....

A la Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DGAPA), por la beca otorgada para la realización de la maestría y de la tesis.

A la Cámara Nacional de la Industria Pesquera, por el apoyo con las estadísticas pesqueras.

A la Comisión Nacional del Agua, por su ayuda en la obtención de los datos de descarga de ríos y lluvias.

A mis amigos quienes hicieron más grata mi estancia en la UNAM: Alex A., Jesús, Gonzalo, Ariel, Susana, Margarita; Roció, Ivonne, Maru, Alejandro P, X. Chiappa, Alma, Nacho, Leo y Anita, Paty T, Vilchis, Virgilio Arenas, David Salas, Mariana, Axa, Erika, Roberto Trápaga, y .....

Especialmente al Dr. Mario Lara y a la Dra. Claudia Padilla por el apoyo en esta nueva etapa de mi vida..... a todos Gracias.....

Finalmente a todos los que hicieron que esta tesis se pudiera finalizar.....

Gracias Mil



## RESUMEN

Las pesquerías en los mares tropicales dependen de la influencia que sobre estas ejercen los factores ambientales que tienen lugar en zona costera, debido a que en estas zonas se encuentran los sistemas lagunares, ríos, estuarios y en general la zona litoral.

Estas zonas litorales, presentan características físicas y químicas que las hacen sitios adecuados para la reproducción, crianza, alimentación, refugio y protección de una gran diversidad de especies marinas, dentro de las cuales se encuentra el recurso camarón.

Las principales especies de camarón de interés comercial pasa una gran parte de su ciclo de vida dentro de las lagunas costeras o sistemas estuarinos, en donde completa su desarrollo hasta la fase juvenil para después iniciar su migración a aguas abiertas.

En estos sistemas se conjugan una gran cantidad de variables, de las cuales se analizaron en este trabajo la precipitación pluvial y descarga de los ríos para el estado de Tamaulipas y Campeche en relación con producción de camarón en el Golfo de México.

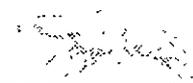
Se realizaron correlaciones, análisis en series de tiempo y análisis de regresión múltiple entre estas variables ambientales y la producción de camarón en los diferentes meses del año en un periodo que abarcó de 1977 a 1990 para el estado de Campeche y de 1977 a 1990 para el estado de Tamaulipas.

Los resultados muestran algunas relaciones significativas tanto positivas como negativas entre los factores ambientales y la producción de camarón. Aunado a estos análisis también se analizó el efecto que tiene el fenómeno de "El niño" en la producción de camarón.

Se proponen dos modelos predictivos sobre la producción de camarón, uno para el estado de Campeche y otro para el estado de Tamaulipas con la inclusión de las variables ambientales que mayor influencia tienen

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS .....	5
ANTECEDENTES .....	6
<i>Relación de las variables ambientales y la captura de camarón</i> .....	6
<i>Fenómeno "EL NIÑO"</i> .....	10
ÁREA DE ESTUDIO .....	17
ESTADO DE CAMPECHE .....	18
<i>Clima</i> .....	18
<i>Hidrología</i> .....	18
ESTADO DE TAMAULIPAS .....	19
<i>Clima</i> .....	19
<i>Hidrología</i> .....	19
MATERIAL Y MÉTODOS.....	21
<i>Análisis estadístico</i> .....	22
RESULTADOS.....	23
ESTADO DE CAMPECHE .....	23
<i>Variación de la captura</i> .....	23
<i>Series de tiempo</i> .....	27
<i>Relación de la captura con las variables ambientales</i> .....	29
<i>Regresión múltiple</i> .....	32
<i>Estimación lineal con un punto de ruptura</i> .....	34
ESTADO DE TAMAULIPAS .....	37
<i>Variación de la captura</i> .....	37
<i>Tendencia de las captura y viajes</i> .....	40
<i>Relación de la captura con las variables ambientales</i> .....	42
<i>Regresión múltiple</i> .....	47
<i>Estimación lineal con un punto de ruptura</i> .....	49
FENOMENO DE EL "NIÑO" .....	51
<i>El fenómeno de "El Niño" y la precipitación pluvial</i> .....	53
<i>La influencia de "El Niño" en la producción de camarón</i> .....	57
<i>Anomalía negativa "La Niña" y su relación con la CPUE</i> .....	64
DISCUSIÓN.....	67
CONCLUSIONES.....	77
LITERATURA CITADA.....	79



# RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN, LA DESCARGA DE LOS RÍOS Y LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL, EN EL GOLFO DE MÉXICO

## INTRODUCCIÓN

La pesquería de camarones en los mares tropicales es una actividad muy antigua. Este recurso es explotado por la pesca artesanal en numerosos países y desde principio de los años cincuenta soporta una pesca industrial, que se ha incrementando cada vez más debido al desarrollo de tecnología especializada y perfeccionada (García y Le Reste, 1986). Aunado a esto, la pesca artesanal se ha incrementado por la implementación de nuevas artes de pesca y por un mayor número de pescadores que se dedican a esta actividad en las lagunas costeras.

Los camarones del género *Farfantepenaeus* y *Litopenaeus* tienen un ciclo de vida similar, durante el cual pasan por diferentes etapas y se desarrollan tanto en los estuarios y lagunas costeras, como en la plataforma continental. Las especies comercialmente más importantes tienen un ciclo de vida que depende de un estuario o una zona cerca de la costa en algún estadio de su vida (Kutkuhn, 1966 y Gunter, 1980; citado en García y Le Reste, 1986; Gracia, 1992).

El camarón es el recurso marino que aporta más divisas a México, las ganancias obtenidas de su exportación lo hacen muy atractivo económicamente, este recurso se explota en casi todas las fases de su vida. Tras el desove de los adultos en altamar, las larvas planctónicas son transportadas por las corrientes marinas hacia los sistemas lagunares y estuarinos. Durante la migración a estos sistemas, las larvas continúan su desarrollo y se transforman en postlarvas. En algunas especies como el camarón blanco del Océano Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) ya implica un valor económico pues se capturan para venderlas a las granjas camaronícolas.

Las postlarvas silvestres entran a los sistemas estuarinos y lagunas costeras con las corrientes de marea, aquí continúan su desarrollo asociadas al fondo hasta la etapa de



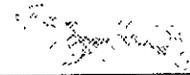
juveniles. en esta fase el interés comercial se mantiene o aumenta, pues adquieren ya un tamaño adecuado para su consumo. Cuando los camarones regresan al mar, donde alcanzan su talla máxima y se reproducen, entonces son aprovechados por las cooperativas pesqueras y el sector de la pesca privada con barcos arrastreros.

Las principales pesquerías de camarón se ubican en los estados de Sinaloa y Sonora en el Océano Pacífico, y en los estados de Tamaulipas y Campeche en el Golfo de México, donde se encuentran las plantas procesadoras y comercializadoras más importantes del país.

Son varias las especies de interés comercial en los mares mexicanos, en las costas del Océano Pacífico las principales son *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900), *F. brevirostris* (Kingsley, 1878), *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), *L. stylirostris* (Stimpson, 1874), y *L. occidentalis* (Streets, 1871), en el Golfo de México son *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus, 1767), *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) y *F. aztecus* (Ives, 1891) y en el Mar Caribe *F. brasiliensis* (Latreille, 1817) (Pérez Farfante y Kensley, 1997).

El efecto de las diferentes pesquerías ocasiona una mortalidad adicional en las poblaciones de camarón, conocida como mortalidad por pesca; esta mortalidad es distinta de la natural, la cual está influida por factores ambientales, entre los que se encuentran los abióticos: corrientes, temperatura, descarga fluvial, salinidad, y los bióticos: depredación y competencia (Gracia, 1992).

Se ha mencionado por diversos autores (García y Le Reste, 1986; Gracia, 1992, González Casas, 1992) que la distribución de los camarones se ve afectada por condiciones ambientales tales como, temperatura del aire y del agua, velocidad del viento, precipitación pluvial y descarga de ríos, estos dos últimos parámetros relacionados directamente con la salinidad de los sistemas estuarinos.



El camarón tiene una fecundidad muy alta, ya que una hembra puede desovar entre 300 000 y 600 000 huevecillos dependiendo de su talla, aunque menos del uno por ciento de los huevecillos desovados llegan a la etapa adulta. La mortalidad por lo tanto es alta en las etapas larvarias y disminuye progresivamente conforme el camarón crece (Gracia, 1992).

Debido a lo anterior una de las etapas críticas para la regulación del tamaño de la población se presenta en la fase de postlarva que se lleva a cabo en las lagunas costeras. La zona estuarina actúa como filtro que determinará el nivel de reclutamiento a la población marina, que depende tanto de la actividad reproductiva en el mar como de las condiciones ambientales estuarinas. Entre los factores ambientales que afectan el establecimiento de las postlarvas destacan la precipitación pluvial y la descarga de los ríos, por el efecto que tienen sobre el ambiente estuarino y la abundancia de camarón (Gracia, 1992).

En los estuarios la interacción de varios factores ambientales, como el tipo de fondo, transporte de nutrientes, niveles de salinidad, profundidad, mezcla y transporte de masas de agua, dan como resultado un área con condiciones adecuadas para el establecimiento y desarrollo del camarón. Las dimensiones del área favorable resultante de esta interacción, aunada a la cantidad de alimento disponible, determinará el establecimiento de las poblaciones de camarón en el fondo estuarino (Gracia, 1992).

Debido a que los factores abióticos son importantes para el establecimiento de las postlarvas y el posterior reclutamiento a las poblaciones marinas, es importante analizar los efectos de los principales factores sobre el desarrollo de las poblaciones de camarón.

La precipitación pluvial es una de las variables que se considera importante para la producción de camarón, variable que es influenciada por la interacción océano-atmósfera en las diferentes regiones del planeta, así que sus variaciones dependen de la época del año en las diferentes regiones

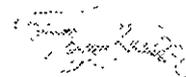


Los cambios que se pueden presentar a escala global que afectan el comportamiento de los sistemas de convergencia y precipitación pluvial en las diferentes regiones del planeta, pueden ser catalogados como consecuencia del cambio climático global con efectos moderados a largo plazo, pero con consecuencias a menor escala de tiempo como el fenómeno de "El Niño", evento que se presenta con una frecuencia irregular (tres a ocho años) y una intensidad variable, los efectos directos más apreciables son: el aumento de la temperatura superficial del Océano Pacífico Oriental Tropical, aumento o disminución de la precipitación pluvial y el retraso de la temporada de lluvias en algunas regiones del planeta. Por ello es importante analizar la influencia que este evento puede tener en las condiciones ambientales particulares de cada región y a su vez los efectos que estos cambios tengan sobre las poblaciones de camarón.

Estos factores ambientales pueden afectar la abundancia en cada estadio del ciclo de vida, y asimismo influir en las predicciones de la abundancia de camarón a partir de modelos elaborados para el manejo de la pesquería (Gracia, 1997). Por lo cual es importante analizar y establecer las interacciones de los factores ambientales con las poblaciones de camarón. Para lo cual se establecen los siguientes objetivos.

## **OBJETIVOS**

- Analizar la relación entre los factores ambientales (descarga de ríos y precipitación pluvial) y la producción de camarón en las principales áreas de captura del Golfo de México.
- Evaluar la relación entre los eventos del fenómeno de “El Niño”, y los patrones de lluvia con la producción pesquera de camarón
- Proponer un modelo predictivo para la pesquería de camarón, con la inclusión del posible efecto de los factores ambientales analizados.



## ANTECEDENTES

### **Relación entre las variables ambientales y la captura de camarón**

Debido a la importancia de las zonas costeras en el ciclo vital del camarón, es posible esperar que exista un efecto de los factores ambientales en los procesos de desarrollo y migración de los peneidos. Tal vez por este motivo, la influencia de las descargas de los ríos fue la primera en ser estudiada. Los resultados hasta la fecha son contradictorios, ya que las relaciones encontradas son positivas o negativas, dependiendo de la zona o la especie estudiada (García y Le Reste, 1986).

En los Estados Unidos de América, Hildebrand y Gunter (1953, citado en García y Le Reste, 1986) y Gunter y Hildebrand (1954, citado en García y Le Reste 1986) encontraron que en el estado de Texas existía, para *Litopenaeus setiferus*, una relación entre la captura total de camarón y la lluvia de los dos años previos ( $r=0.66$ ) o durante un año ( $r=0.70$ ). La relación es significativa al nivel del 1 % y se concluyó que las capturas altas se relacionan con la mayor precipitación pluvial. Los autores sugirieron que existía una relación causa-efecto por la desalinización de las aguas costeras, que posiblemente correspondan con el tiempo al retraso entre las lluvias y su efecto sobre la salinidad del agua, y en consecuencia, afectando la producción de las poblaciones de camarón. Gunter y Edwards (1969, citado en García y Le Reste, 1986) confirmaron estos resultados utilizando series de tiempo más largas (1927-1964) para la misma especie y en la misma región.

Por otra parte, el análisis de los datos disponibles en Louisiana para la misma especie no demostró una relación entre las capturas anuales y las fuertes descargas del Río Mississippi. La conclusión a la que se llegó fue que la salinidad estuvo siempre por encima del mínimo adecuado para *L. Setiferus*.

El mismo análisis se aplicó para *F. aztecus* en la región de Texas y Louisiana (Gunter y Edwards, 1969, citado en García y Le Reste, 1986). los resultados no mostraron una



relación significativa, e incluso sugirieron que con una serie más larga de datos habría una correlación negativa. Este resultado se consideró lógico para una especie que está supuestamente adaptada a un área con pequeños caudales de agua dulce y alta salinidad.

Otros autores (Barret y Gillespie, 1973; 1975, citados en García y Le Reste, 1986) demostraron una correlación negativa entre el caudal del río en primavera y las capturas de *F. aztecus*; y entre el verano y las capturas de *L. Setiferus*, en el estado de Louisiana. Estos autores proponen que las descargas excesivas en esta región, donde el aporte de agua dulce es en sí importante, limita las áreas de crianza disponibles (por su relación con la salinidad) y por lo tanto, la producción de camarón. Esta explicación, se confirmaría por el hecho de que la producción de *F. aztecus* en los estuarios del estado de Louisiana es mayor cuando la salinidad es más alta en primavera.

Los aportes de agua dulce parecen favorables para la producción de camarón en Texas y desfavorables en Louisiana para organismos de la misma especie, lo cual muestra que la relación positiva entre la baja salinidad y la producción de *L. setiferus* sugiere una función lineal con un umbral óptimo, que se invierte cuando se presentan condiciones desfavorables.

Lhomme y García (1984, citado en García y Le Reste, 1986), demostraron en Senegal, que las anomalías en la lluvia y la abundancia de las poblaciones de camarón se encuentran positivamente correlacionadas, en particular en la zona pesquera de San Luis (con baja entrada de agua dulce), y correlacionadas negativamente en Roxo-Bissagos donde el aporte de agua dulce es mucho mayor. Esto indica que en estas zonas el aporte de agua dulce presenta una influencia importante sobre los sistemas y en consecuencia en el grado de salinidad lo cual afecta de forma diferente a las distintas especies de camarón.

En Australia Thompson (1956, citado en García y Le Reste, 1986) menciona que existe una correlación positiva entre las variaciones de la lluvia y la captura de juveniles (1924



Baxter (1969, citado en García y Le Reste, 1986) establece en Texas una relación distinta a las mencionadas, en la que demuestra una relación entre la fecha de mayor inmigración juvenil anual hacia el mar y la temperatura del aire en abril del mismo año. En la misma línea, los trabajos llevados a cabo en Louisiana por Barrett y Gillespie (1973; 1975, citado en García y Le Reste, 1986) indican que la máxima captura de *F. aztecus* en el estuario en el mes de mayo depende directamente de la temperatura registrada en el mes de abril.

Los estudios recientes en el Golfo de México, en la porción mexicana, también presentan relaciones positivas y negativas entre la producción de camarón y los factores ambientales. Así Gracia (1989) analiza la biología y dinámica poblacional del camarón blanco (*L. setiferus*) en el periodo de 1980 a 1984 y su relación con los factores ambientales, señala un incremento en la presión pesquera sobre reclutas y subadultos. Establece una relación reproductores-reclutas en las dos cohortes anuales más abundantes con una correlación múltiple de  $r=0.9$  incluyendo la descarga fluvial durante el periodo de desove y el mes previo al reclutamiento. Durante un ciclo anual la descarga fluvial se determina como la variable de mayor influencia en las fluctuaciones de la abundancia de *L. setiferus*.

González Casas (1992), mediante un análisis de correlación simple entre la CPUE total y las variables ambientales, encuentra un modelo lineal con una correlación positiva con la descarga fluvial y la evaporación ( $r= 0.217$ ,  $p<0.05$ ), y una relación negativa ( $r= 0.217$   $p<0.05$ ) con la temperatura mínima y la evaporación. El análisis de la regresión múltiple efectuada en años normales para la CPUE total, incluye en el modelo a la descarga fluvial durante siete meses previos y la temperatura con una varianza explicada del 50%.

En el año biológico (periodo del ciclo de vida), la CPUE total incluye en el modelo el desfase de temperatura máxima dos y siete meses previos, la descarga de ríos desfasada dos y siete meses previos y la temperatura media, en donde la varianza explicada es de un 85%.

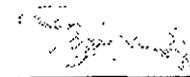


a 1941) sin hacer alguna sugerencia en cuanto a las causas. Se observa una correlación significativa entre la captura y la lluvia de los dos años previos ( $r=0.76$ ), o las lluvias caídas seis a doce meses antes de la temporada de pesca. También encontró en el análisis de seis años (1948-1953), variaciones similares entre la lluvia de un año y las capturas de adultos en el mar en la misma región al año siguiente.

Esta observación preliminar fue confirmada por Ruello (1973, citado en García y Le Reste, 1986), con series más largas de datos, en las cuales se observan las correlaciones más altas de la captura con la lluvia del año anterior ( $r=0.64$ ), así como con aquellas del mismo año sumadas al año anterior ( $r=0.69$ ). Los datos sobre los aportes del río también mostraron una correlación positiva.

Los datos disponibles en la literatura indican una correlación negativa o positiva que depende de la región o de la especie en cuestión. Por ello se han planteado varias hipótesis para explicar los fenómenos observados: el efecto directo en la fecundidad, la migración larval por aumento de salinidad o el efecto negativo de las descargas excesivas sobre el reclutamiento larvario, efectos sobre el hábitat disponible en los estuarios y por lo tanto sobre la competencia, crecimiento, supervivencia, etc., algunos de éstos factores posiblemente actúen conjuntamente.

Así Williams (1969, citado en García y Le Reste, 1986) demostró, en los Estados Unidos, una relación entre la temperatura ambiental característica del año y la abundancia de camarones expresada como captura por unidad de esfuerzo (CPUE). La introducción de un desfase en el tiempo no mejoró notablemente la correlación, cuando se agruparon los datos de los estados de Georgia, las Carolinas y Texas; las capturas fueron mayores durante los años más templados. Sin embargo, aunque estas correlaciones inicialmente no fueron muy claras, al considerarse las diferentes regiones por separado la relación fue aún menor. De hecho, esta relación no parece ser útil para predecir, con buena precisión las variaciones interanuales en cada región por separado y es solamente significativa al nivel de la costa sureste de los Estados Unidos.



## **Fenómeno "EL NIÑO"**

El fenómeno de "El niño" se puede definir como un calentamiento anómalo del agua oceánica frente a las costas occidentales sudamericanas, acompañado habitualmente de fuertes lluvias en las regiones costeras de Perú y Chile. (Vocabulario Meteorológico Mundial. WMO/OMM7BMO-No. 182. Organización Meteorológica Mundial).

El término "El Niño" fue usado por primera vez por los pescadores de Perú y Ecuador para referirse a un calentamiento en la superficie del océano frente a las costas de ambos países que se presenta de manera irregular. Frecuentemente alcanza su máximo desarrollo durante el mes de diciembre (de ahí su derivación del término "Niño Dios"). A lo largo de los años, "El Niño" ha sido usado para designar estos periodos de fuerte calentamiento de la superficie marina, que no solamente afecta al desarrollo de la vida marina, también altera las condiciones climáticas en una buena parte de la superficie terrestre.

En los años 20's el científico inglés Gilbert Walker descubrió una relación entre las lecturas de la presión atmosférica en estaciones situadas en las porciones Este y Oeste del Océano Pacífico; cuando la presión se incrementaba en el Este, generalmente disminuía en el Oeste, y viceversa. Por ello se refirió a este proceso como la "Oscilación del Sur", la cual juega un papel importante en el comportamiento de los vientos en el Océano Pacífico Ecuatorial; así, cuando la presión es alta en el Océano Pacífico Oriental y baja en el Océano Pacífico Occidental, los vientos de superficie se dirigen hacia el Oeste a lo largo del Ecuador desde las Galápagos hacia Indonesia. A esta condición se le conoce como "índice alto" (gradiente fuerte). Cuando la presión oscila hacia una condición de "índice bajo" (gradiente débil), los vientos de superficie (alisios) se debilitan. Walker observó que la temporada de monzones -lluvias torrenciales de verano- en Asia, bajo condiciones de índice bajo se asociaba a menudo con sequías en Australia, Indonesia, India y partes de Africa y con inviernos suaves o moderados en el Oeste de Canadá.



No fue sino hasta la década de los 60's cuando se estableció la relación entre "El Niño" y la "Oscilación del Sur". Así, el profesor Jacob Bjerknes de la Universidad de California fue el primero en percatarse de la conexión entre el calentamiento anormal de la superficie del mar, el debilitamiento de los vientos alisios, y lluvias torrenciales que acompañan condiciones de bajo índice en el Océano Pacífico Ecuatorial. Actualmente, la relación entre la Oscilación del Sur y "El Niño" a menudo es referida como ENSO (El Niño Southern Oscillation) o FENOS (Fenómeno El Niño Oscilación del Sur).

Para el estudio de "El Niño" se han establecido cuatro áreas básicas en el Océano Pacífico Oriental, las cuales se pueden apreciar en la figura 1, siendo la región del Niño-3 ( $5^{\circ}\text{N}$ - $5^{\circ}\text{S}$   $90^{\circ}\text{W}$ - $150^{\circ}\text{W}$ ) la de mayor extensión.

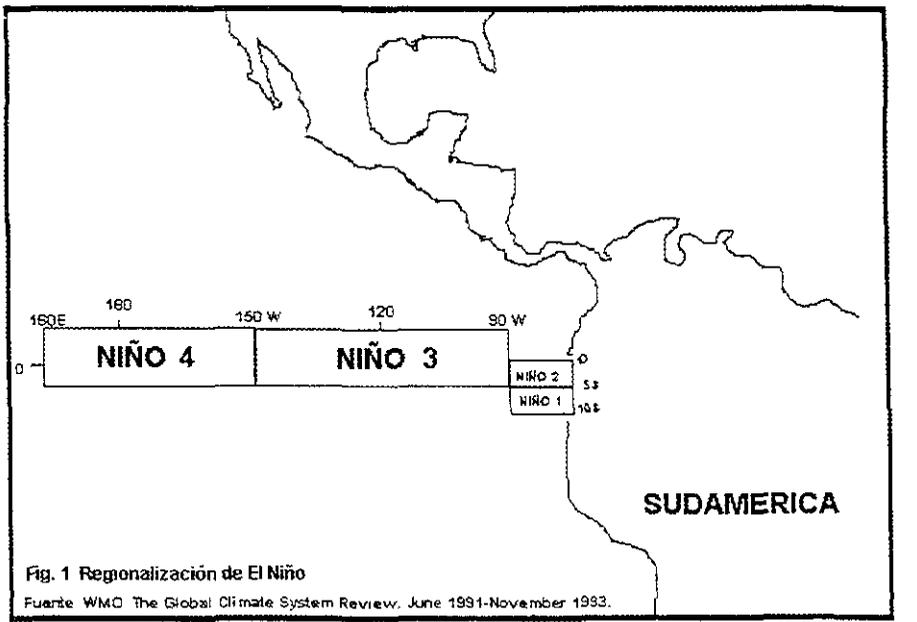
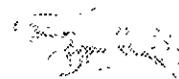


Figura 1. Regionalización de "El Niño".

En el Océano Atlántico se establecieron tres zonas, el Atlántico Norte que comprende la zona delimitada de los  $5^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  de latitud norte y  $60^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  de longitud Oeste; Atlántico Sur, de los  $0^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  de latitud Sur y  $30^{\circ}$  a  $10$  longitud Este y finalmente la Zona Global Tropical de  $10^{\circ}$  sur a  $10^{\circ}$  norte y  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$

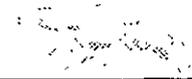


## Eventos del fenómeno “El Niño”

El mayor impacto biológico de “El Niño” se da sobre las pesquerías en las regiones costeras del Océano Pacífico Oriental, pero sus efectos se han observado en una amplia variedad de la vida marina y en lugares tan lejanos como la Antártida, a más de 6,000 km al sur. La declinación de la surgencia costera causa una disminución en la productividad primaria, la cual a su vez reduce la disponibilidad de alimento para las poblaciones de peces. Esto combinado con el incremento en la temperatura marina superficial, obliga a los peces localizados en las zonas costeras a emigrar hacia el Norte o Sur en busca de aguas más frías y alimento, para sobrevivir. Otros peces no dejan la región sino que se mueven hacia aguas más profundas, lo que los hace inaccesibles para sus depredadores, las aves y los barcos arrastreros. Los peces incapaces de emigrar mueren debido a la falta de alimento o por el incremento de la temperatura (Forrester, 1998).

Otro factor relacionado con “El Niño” que altera las poblaciones de peces es el incremento de las lluvias a lo largo de la costa sudamericana, lo cual deriva en un crecimiento en las descargas de los ríos que traen consigo grandes cantidades de sedimentos y agua dulce que aumenta la turbidez y disminuye la salinidad. Los peces abandonan sus hábitats costeros o mueren debido a condiciones inadecuadas para su supervivencia (Forrester, 1998).

Se ha mencionado a menudo que el colapso de la industria peruana de la anchoveta a principios de los 70's fue un resultado directo de “El Niño” de 1972-73. Durante ese evento la población de anchoveta cayó de 20 a 2 millones de toneladas. Esto también redujo la población de aves marinas que se alimentaban de anchoveta, y dio lugar a que las sardinas y macarelas se movieran hacia la misma área, creando un ecosistema pelágico multiespecífico. El evento de “El Niño” de 1982-83, fue considerado como uno de los más fuerte del siglo, afectando los principales recursos pelágicos y provocando los más bajos registros de capturas en las pesquerías peruanas (Forrester, 1998).

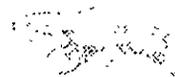


Entre sus efectos a largo plazo sobre las pesquerías, se le atribuye a "El Niño" de 1982-83 la responsabilidad de que la macarela haya emigrado más al norte, alimentándose de las poblaciones de salmón juvenil frente a las costas de Norteamérica. Se le ha relacionado también a variaciones en los patrones de migración del salmón "sockeye" en la Columbia Británica, lo que resultó en un aumento en la depredación de la especie. En contraste a las bajas capturas, los pescadores de salmón en Alaska reportan abundantes capturas en el Océano Pacífico Norte, mientras que elevadas poblaciones de fitoplancton en el Mar Oriental de China desplazaron a los principales bancos pesqueros hacia la costa, lo que incrementó las capturas de sardina 10 veces sobre el promedio (Forrester, 1998).

Los cambios en los patrones de distribución de las pesquerías tienen efectos sobre otros organismos marinos. Los investigadores han detectado una reducción en la tasa de nacimientos en las poblaciones de la foca Weddell en la Antártida cada cuatro a seis años, resultado que coincide con la presencia de los eventos de "El Niño". Se cree que la declinación de la población de focas puede ser un resultado de los cambios en las poblaciones de peces, causadas a su vez por desviaciones en las corrientes marinas (Forrester, 1998).

Después de "El Niño" de 1982-83 se redujo dramáticamente el número de leones marinos en la Isla de Santa Catalina, California. Otro cambio en las poblaciones de cetáceos fue la reducción en el número de ballenas piloto después de un aumento en la abundancia de delfines de Risso. La limitada disponibilidad de alimento en el área resultó en desplazamientos competitivos, los cuales previenen la presencia simultánea de esas especies en una área geográfica restringida (Forrester, 1998).

El fenómeno de "El Niño" de 1982-1983 fue responsable de múltiples efectos ecológicos sobre otros recursos marinos. La región del Océano Pacífico Oriental sufrió un masivo blanqueamiento de corales, eventos y mortalidades que tienen trágicos resultados para las comunidades de los arrecifes coralinos. El aumento en la temperatura y los cambios en la salinidad inducidos por las lluvias en el agua marina superficial, son considerados



como los causantes de muerte de corales en esa región. Por otra parte, la disminución del nivel del mar en el Océano Pacífico Occidental fue responsable de la exposición y destrucción de las capas superiores de los arrecifes de coral que rodean muchas islas (Forrester, 1998).

Se estima que alrededor de un 85% de las aves marinas del Perú murieron durante el evento de "El Niño" de 1982-83. Las causas de la mortalidad son difíciles de determinar. Sin embargo, algunos factores que pudieron haber afectado negativamente a la población son: inundación de sitios de anidamiento, cambios en los patrones de circulación atmosférica, aumento en la temperatura superficial del mar, y migración de los peces, su principal fuente de alimento. (Forrester, 1998).

A pesar de la naturaleza destructiva de "El Niño", algunos organismos marinos se benefician de los disturbios provocados por el fenómeno. Como resultado del evento de 1982-83, los *pectínidos* aceleraron su crecimiento y alcanzaron grandes densidades. Los caracoles púrpura y los pulpos se volvieron más comunes, y la pesquería de camarón alcanzó su nivel más alto. Esto probablemente podría ser el resultado del aumento de las descargas de los ríos debido al incremento de las lluvias, las cuales suministraron una gran cantidad de nutrientes, aunada a una reducción en la depredación al dispersarse las poblaciones de peces (Forrester, 1998).

Existen datos de tres "Niños" intensos: 1891, 1925-26 y 1982-83 y de varios otros desde la llegada de los españoles. El de 1972-73, de intensidad mediana, se sumó a la sobrepesca que existía por el auge de la harina de pescado y determinó la pérdida de las grandes poblaciones de anchoveta. La industria pesquera de Perú prácticamente se colapsó, se perdieron fuentes de trabajo, hubo exceso de barcos pesqueros, fábricas, y descendió bruscamente la exportación de harina de pescado, en ese momento, la segunda fuente de divisas para el Perú, después de la minería.

Varios autores se han referido a las consecuencias que el fenómeno "El Niño" ha ocasionado en distintas pesquerías; entre ellos sobresalen los trabajos de Caviedes



(1975), Arntz (1984), Arntz y Arancibia (1989), quienes han señalado cambios en la distribución y abundancia de los recursos pesqueros ante la presencia de los eventos "El Niño".

Zuzunaga (1989) menciona que durante el periodo de 1987-88 las capturas de camarón blanco o langostino en Colombia presentaron incrementos en los meses de abril y mayo que coinciden con la época de reclutamiento, estos incrementos son inferiores en años anteriores. El camarón "titi" disminuyó en Tumaco durante 1987-88 con respecto a 1986; y por el contrario, en el resto del litoral, las capturas superaron los registros de otros años. Parece que el calentamiento de las aguas favorece el desarrollo de esta especie en esta región.

El camarón café no presenta variaciones notorias durante el periodo 1987-88, su comportamiento no ha variado con respecto al de otros años, y el esfuerzo pesquero ha sido pequeño. Las capturas de camarón rojo (en Colombia) se incrementaron durante el primer semestre del año 1987, favorecidos posiblemente por el aumento de la temperatura superficial, alcanzando cifras muy superiores a las registradas para otros años, aunque el esfuerzo pesquero también se incrementó. Las variaciones en la pesquería de camarón, principalmente de aguas someras, que puedan ser ocasionadas por los efectos de "El Niño", son difíciles de cuantificar por el estado de sobrepesca en que se encuentra el recurso (Zuzunaga *et al*, 1989).

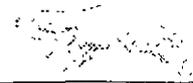
En el caso de la pesquería de la langosta (*Panulirus argus*) en el Golfo de Batabanó en Cuba, Los resultados muestran que durante los eventos de "El Niño" las capturas de langosta son altas, aunque un año antes y uno después de estos eventos las capturas son menores (Hernández y Puga, 1996).

Por otro lado Kwiecinski (1989) menciona que la surgencia en el Golfo de Panamá fue severamente afectada en los años de 1957-58, 1969 y 1982-83 durante los eventos de "El Niño", sin embargo, la CPUE fue ligeramente menor de lo normal durante "El Niño" de 1982-83. Estos eventos pueden tener impacto en la pesquería de camarón ya que



existen indicaciones que la CPUE del camarón blanco esta correlacionada con la intensidad de la surgencia en el Golfo de Panamá (Forsberg, 1969. en Kwiecinski, 1989).

En el Pacífico Mexicano los efectos de los eventos de "El Niño" sobre la pesquería de túnidos, presentan una clara influencia ya que se muestran capturas menores al promedio durante estos eventos. Lo cual indica que los eventos de "El Niño" presentan condiciones previas y posteriores que afectan las poblaciones de atún aleta amarilla. Según Cushing (1982) el reclutamiento de atún tiende a disminuir cuando se presenta "El Niño" y esto se debe a que las surgencias disminuyen o no se manifiestan, por lo tanto los nutrientes que transportan no afloran a las capas superficiales y con ello las poblaciones de atún y de otras pesquerías se desplazan hacia otras zonas para evitar el contacto prolongado con masas de agua pobres en nutrientes y con temperaturas altas (Díaz Pérez, 1992).



## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la región costera de los estados de Tamaulipas, parte sureste de Tabasco y Campeche (Fig. 2), frente a estos estados, en la plataforma continental se realiza la mayor parte de la pesquería de altamar de camarón en el Golfo de México, siendo los estados en donde se encuentran los puertos de desembarque y por lo tanto donde se lleva a cabo los registros de captura más importantes para el camarón.

Estos estados se localizan en la llanura costera del Golfo de México, es la más amplia y con mayor superficie del país, cuya cota altimétrica no rebasa los 200 m. Se extiende desde el norte del estado de Tamaulipas hacia el sureste hasta el límite sureste del estado de Campeche. La llanura se caracteriza por una extensa planicie fluvio-deltáica que se interrumpe en el estado de Veracruz por la presencia del sistema Volcánico Transversal. La planicie fluvio-deltáica esta influenciada por grandes ríos, entre los cuales destacan el Bravo, San Fernando, Soto La Marina, Tamesí, Pánuco, Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva, Usumacinta y Candelaria. (Alvarez Arellano y Gaitan Morán, 1994)

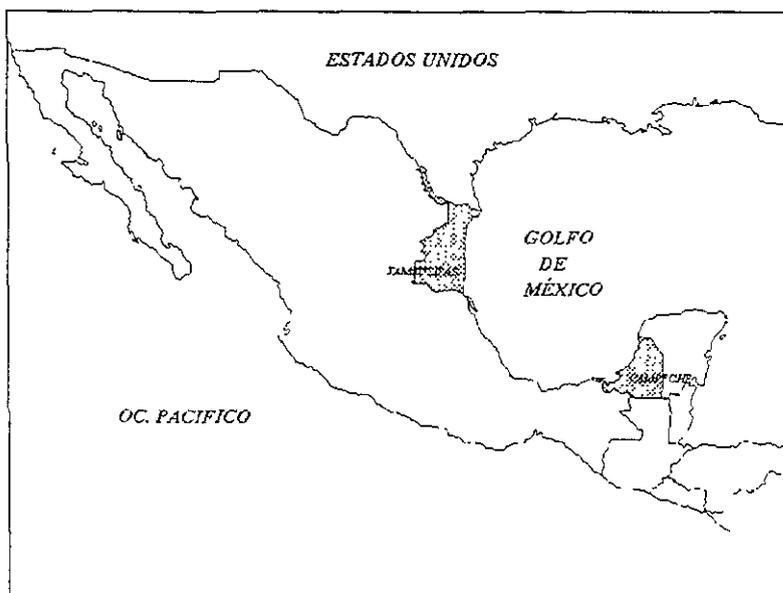


Figura 2. Golfo de México, estados de Tamaulipas y Campeche.



## Estado de Campeche

### Clima

El 93% del estado presenta un clima de tipo (AW) cálido subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 1995).

### Hidrología

Los recursos acuíferos de la entidad están conformados por su litoral, esteros y ríos así como por mantos subterráneos y aguadas siendo estos abundantes.

La entidad forma parte del trópico húmedo, se observa un régimen pluviométrico muy importante y de acuerdo a sus tipos de suelo se presentan las siguientes condiciones, en los de formación aluvial sus aguas se constituyen como escurrimientos superficiales, no así en los de origen calizo que se forman como subterráneos (SARH, 1980).

El estado abarca cuatro regiones y siete cuencas hidrológicas. La región Grijalva-Usumacinta abarca las cuencas del Río Usumacinta que cubre el 1% de la superficie estatal y la Laguna de Términos que cubren el 31%. La región Yucatán Oeste (Campeche) contiene las cuencas cerradas que cubren el 20% de la superficie estatal y el Río Champotón y otros ríos que cubren el 26%. La región Yucatán Norte (Yucatán) sólo presenta la cuenca Yucatán que cubre el 10% y la región Yucatán Este (Quintana Roo) con las cuencas la Bahía de Chetumal y otras que cubren el 2% y las cuencas cerradas que cubren el 10% (INEGI, 1996b).

Los principales ríos son: Candelaria, Grijalva- Usumacinta, Champotón, Chumpán, Palizada y San Pedro y San Pablo (INEGI, 1995) (Fig. 3).

El estado tiene diez lagunas principales y un estuario, los cuales son Términos, Atasta, Pom. El Este, El Vapor, El Corte,

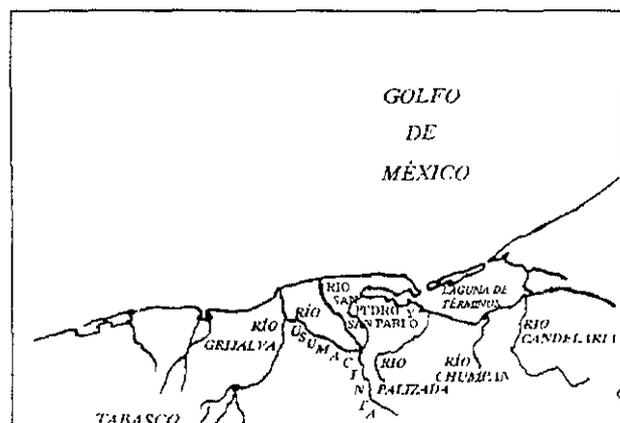


Figura 3. Principales ríos del estado de Campeche y sureste del estado de Tabasco



Panlao, Noh (Silvituc), Chama-ha, Noha y Estero. Sabancuy (INEGI, 1995).

Los puertos de Campeche y Cd. del Carmen son los principales de este estado. Los de menor importancia por su extensión son los de Champotón, Isla Aguada y Seybaplaya (INEGI, 1996b).

### Estado de Tamaulipas

#### Clima

En la parte norte del estado el clima es de tipo seco semiárido (BS), variando únicamente en la desembocadura del Río Bravo, y en la parte sur, cerca de los ríos Pánuco y Guayalejo, donde es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW) (García, 1987).

El gradiente de precipitación va de los 400 mm hasta los 1200 mm de promedio anual en el estado (Instituto de Geografía UNAM, 1990).

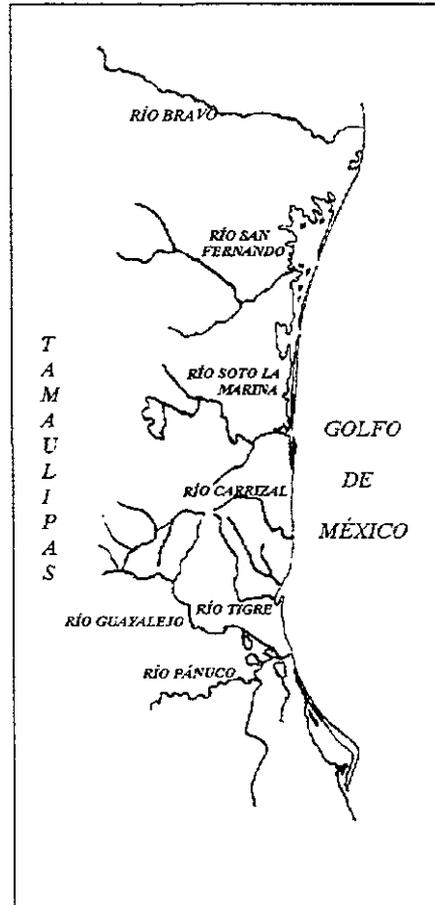
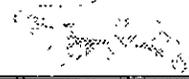


Figura 4. Principales ríos del estado de Tamaulipas

#### Hidrología

Acorde con el Plan Nacional Hidráulico, la zona de estudio se ubica dentro de las regiones RH24 Bravo-Conchos, Cuenca (A) Río Bravo-Matamoros-Reynosa, subcuenca (a) Río Bravo Matamoros, RH25 San Fernando-Soto la Marina, Cuenca (A) Laguna de San Andrés-Laguna Morales, Cuenca (B) Río Soto la Marina, Cuenca (C) Laguna Madre, subcuencas (a) Laguna madre y (c) A. Temaxcal, y Cuenca (D) Río San



Fernando subcuenca (a) Río San Fernando y; RH26 Pánuco, Cuenca (A) Río Pánuco, Cuenca (B) Río Tamesí y Cuenca (C) Río Tamuin (INEGI, 1995).

Las principales ríos son: Bravo, Soto La Marina, San Fernando y Pánuco (Fig. 4)

Las lagunas costeras más importantes son: El Barril, Laguna Madre, Almagre, Morales y San Andrés



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se analizaron los registros mensuales de captura de camarón (captura en kilogramos y número de viajes) proporcionados por la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAINPES), para los estados de Campeche (1974-1990, *Farfantepenaeus duorarum* y *Litopenaeus setiferus*) y Tamaulipas (1977-1990, *Farfantepenaeus aztecus*) en el Golfo de México, estos datos son reportados por las congeladoras y cooperativas a la Delegación Federal de Pesca.

Las estadísticas de descarga de los principales ríos y la precipitación pluvial, se obtuvieron de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Los datos sobre descarga de ríos están registrados en forma mensual en las estaciones hidrométricas y la precipitación pluvial es un promedio mensual para los estados de Campeche y Tamaulipas en el periodo de 1973 a 1990.

Para el análisis de correlación se incluirán las variables ambientales; descarga de ríos y precipitación pluvial, las cuales presentan una mayor influencia en la producción de camarón. Gracia (1989) y González Casas (1992) definen estas variables como las de mayor influencia en las fluctuaciones de abundancia de camarón, esta conclusión se obtuvo después de descartar otras variables ambientales tales como: temperatura mínima, media y máxima, evaporación, velocidad media del viento y velocidad máxima del viento. Se incluye el esfuerzo pesquero (número de viajes) variable muy similar al muestreo para otros casos.

Los datos de la anomalía térmica del fenómeno del "El Niño" se tomaron de la página de Internet del Centro de Predicción del Clima de la NOAA, pertenecientes a la zona del Atlántico norte (5°–20° N, 60°–30° W), la variable que se tomó para realizar el análisis es la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM), se analizaron los registros de las anomalías en el Atlántico que corresponden a los años en que se presenta el fenómeno de "El Niño" en el Océano Pacífico y algunas de las anomalías térmicas



denominadas como eventos "Niña" (anomalías negativas de temperatura) con el fin de evaluar el efecto de estos eventos en la producción de camarón.

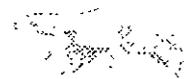
## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Con las tres series de datos (captura, descarga de ríos y precipitación pluvial) se realizó un análisis de series de tiempo, correlación y regresión múltiple para evaluar la influencia de las variables ambientales sobre la producción de camarón.

Por medio de un análisis de correlación simple entre las variables ambientales y las variables de captura. Se realizaron pruebas con la correspondencia normal en el tiempo y con diferente desfase en el tiempo de la precipitación pluvial y la descarga pluvial contra la captura total y la CPUE, se realizó un retraso en el tiempo desde uno hasta doce meses, con el fin de conocer con cuanto tiempo (en meses) las variables ambientales afectan la pesquería, tomando el desfase que tenía la mayor correlación.

Además, se realizó el análisis en series de tiempo (promedio central móvil, 12 meses) de la captura total y la CPUE de camarón contra las variables ambientales y el número de viajes para conocer el comportamiento de la captura de camarón a través del tiempo, como resultado se presentan las tendencias de las variables.

Para obtener los modelos predictivos de la influencia de los factores ambientales en la producción de camarón, se empleó un análisis de regresión múltiple por pasos, con la inclusión de las variables ambientales, el fenómeno de "El Niño" y de producción de camarón. Posteriormente se aplicó un modelo de regresión discontinua "Piecewise linear regression with breakpoint", el cual consiste en realizar una regresión lineal introduciendo (para este análisis) un escalón o salto que hace que los datos se analicen en dos grupos. Este salto en los datos se realiza para dividir los datos que presentan valores muy altos en un grupo y otro grupo con valores más bajos de captura de camarón. El resultado final es una regresión lineal discontinua. El programa estadístico de cómputo utilizado para todos los análisis es "Statistica Ver. 5".



## **RESULTADOS**

Se realizaron pruebas con la correspondencia normal en el tiempo y con diferente desfase en el tiempo de la precipitación pluvial y la descarga fluvial contra la Captura total y la CPUE. Entre la descarga de ríos y la precipitación pluvial hubo un retraso o desfase de uno y tres meses, para el estado de Campeche, y uno y dos meses, para el estado de Tamaulipas, respectivamente. Este desfase puede estar en relación directa con la influencia que tiene el aporte de agua dulce a los sistemas estuarinos y en consecuencia sobre la producción de camarón.

### **ESTADO DE CAMPECHE**

#### ***Variación de la captura***

La captura total de camarón en el estado de Campeche, presenta de forma general una disminución durante el periodo que abarca este estudio (1974-1990), desde una captura cercana a las 800 ton/mes en 1974 hasta una captura de 200 ton/mes en 1990 (Fig. 5).

La CPUE presenta los valores más bajos en los años de 1974 a 1981, a finales de 1981 se presenta un aumento en la CPUE, con valores cercanos a los 2,500 kg de camarón por viaje el cual es el valor más alto de todo el periodo (1974-1990). A partir de 1982 la CPUE promedio es cercana a los 1,500 kg de camarón por viaje realizado (Fig. 5).



**CAPTURA DE CAMARON**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
**1974-1990**

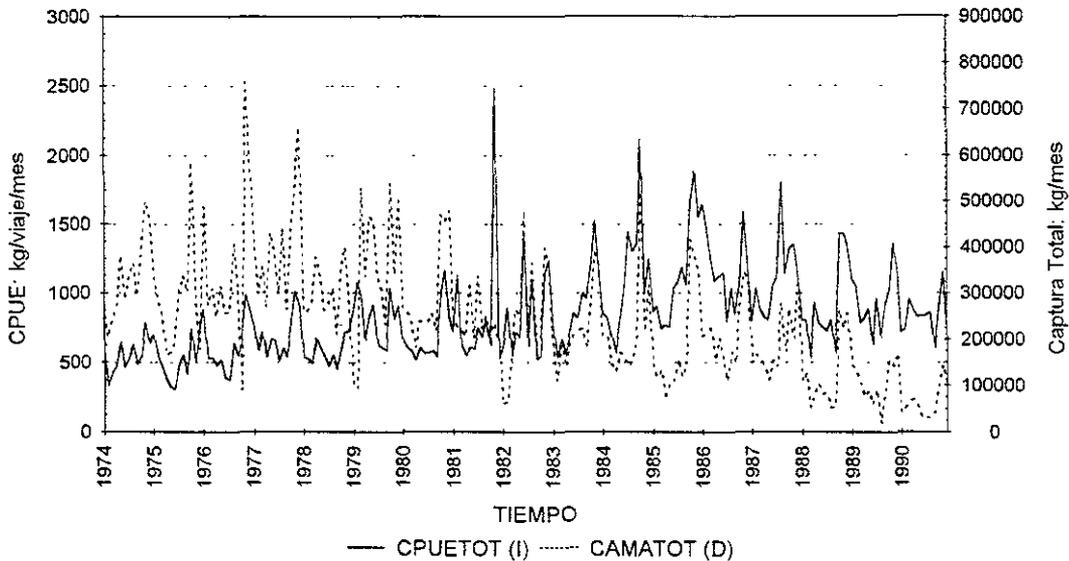
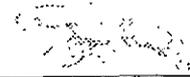


Figura 5. Captura por unidad de esfuerzo y captura total de camarón, registros mensuales en el periodo comprendido de 1974 a 1990 (Cd. del Carmen Campeche).

La captura total de camarón en los años de 1974 a 1979 presenta algunos valores por arriba de las 500 ton/mes y en promedio se encuentra cerca de las 400 ton/mes. En estos mismos años el número de viajes es el más alto de todo el periodo (1400 viajes/mes). A principios del año de 1980 se observa una disminución en la captura al igual que el número de viajes, los valores de captura se encuentran cerca de las 500 ton/mes hasta el valor más bajo de registro de captura que es inferior a las 200 ton/mes de camarón.

En el periodo de 1974 a 1990 el número de viajes tiene un comportamiento en forma similar a la captura y presenta una disminución hasta los 200 viajes/mes contrastando con los valores de más de 1,400 viajes/mes al inicio del periodo (Fig. 6). En todo el periodo se observa una reducción en la captura total de camarón así como en el número de viajes efectuado por la flota camaronera.



**CAPTURA TOTAL - VIAJES**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
**1974-1990**

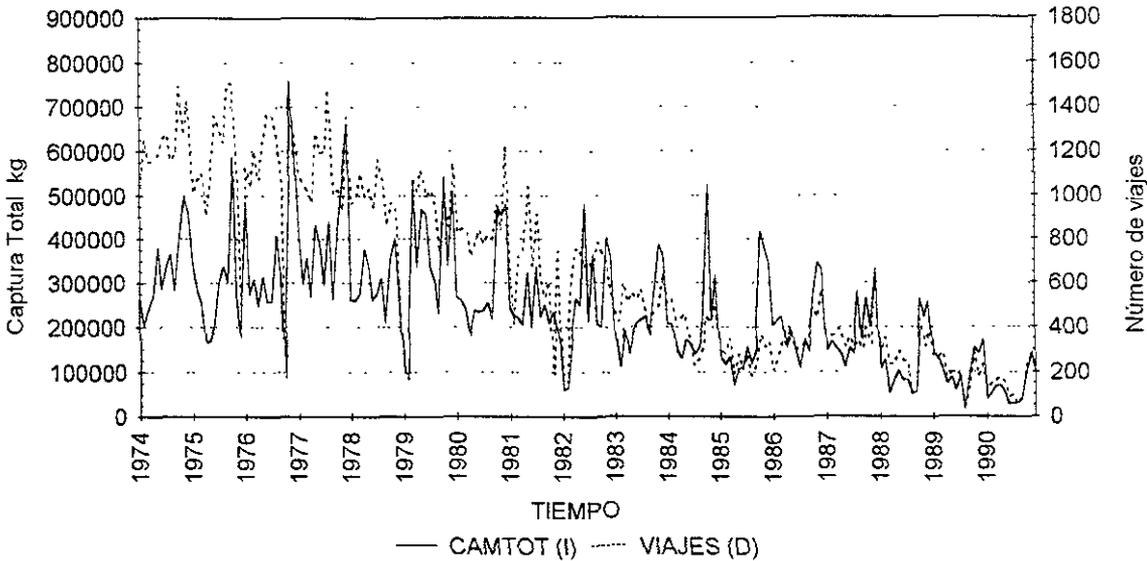


Figura 6. Captura total y número de viajes realizados por la flota camaronera estacionada en Cd. del Carmen, Camp. Registros mensuales del periodo de 1974 a 1990.

Este resultado parece contradictorio; por un lado, se observa una disminución en la captura total y por el otro se observa un incremento en la CPUE, pero si se analiza la CPUE y se relaciona con el número de viajes (Fig. 6), se observa que el número de viajes ha disminuido en una proporción mayor a la captura total a lo largo del tiempo.

Particularmente, en el periodo comprendido entre 1974 a 1979, se observa que la captura de camarón es alta (Fig. 5) y el número de viajes también (Fig. 6), esto da como resultado que al calcular la CPUE se obtengan valores más bajos que en el segundo periodo (80-90), en que se presentan valores bajos de captura total (Fig. 5) pero se observa un decremento notable en el número de viajes; por lo que al calcular la CPUE sus valores se incrementan con relación a los del periodo anterior (Fig. 7). Si se considera que la CPUE esta en función de la captura total y del esfuerzo pesquero (número de viajes), estos presentan una reducción mayor que la captura total, es de esperarse que el valor de la CPUE se incremente en función de esta relación.



**CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO - VIAJES**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
**1974-1990**

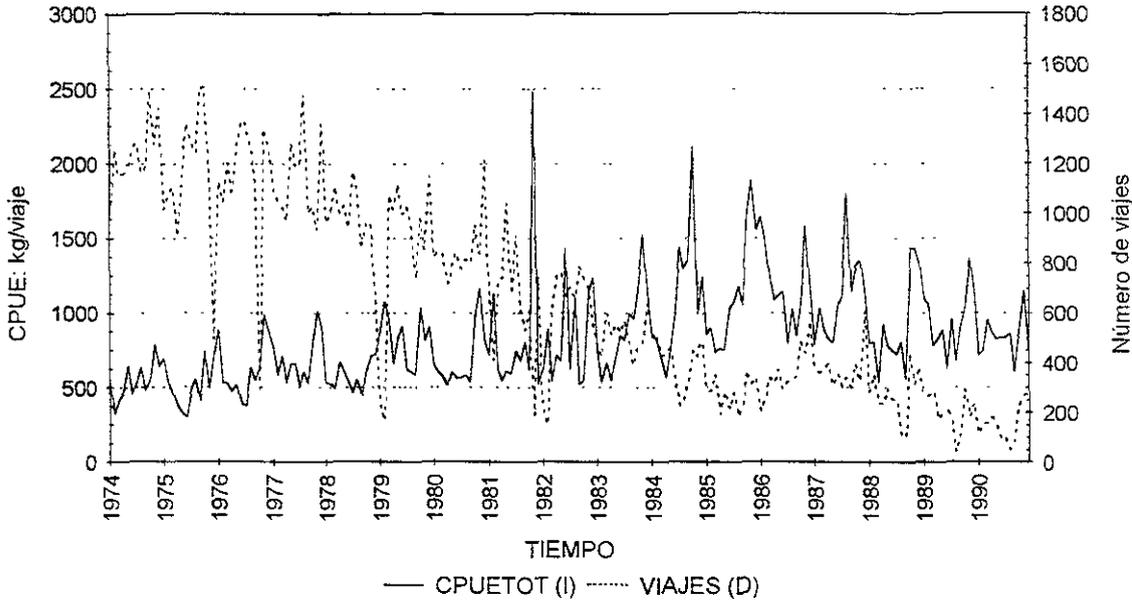


Figura 7. Captura por unidad de esfuerzo contra el número de viajes realizado por la flota camaronera estacionada en Cd. Del Carmen Camp., registros mensuales para el periodo de 1974 a 1990.

El aparente incremento en la CPUE se debe principalmente a la alta reducción en el número de viajes ya que la captura total de camarón ha disminuido notablemente a lo largo de todo el periodo. El número de viajes es la variable determinante en la captura ya que con ella se determina la CPUE que en este caso se utiliza como el índice de abundancia. Aquí se presenta un problema, ya que para obtener una información más precisa y poder elaborar modelos más confiables se deberían de incluir en los registros de pesca el tiempo de arrastre (días, horas) ya que los viajes son diferentes y dependen de la autonomía y capacidad de la embarcación, así la duración de estos varia (por lo tanto los viajes no se pueden considerar como un índice confiable).



### Series de tiempo de captura y parámetros ambientales

Con el fin de conocer las tendencias que presenta la captura de camarón en el estado de Campeche en relación con las demás variables ambientales (descarga de ríos y precipitación pluvial) se realizó un análisis de series de tiempo para lo cual se utilizó el promedio central móvil para 12 meses.

La captura total, como ya se señaló, presenta un decremento a través del tiempo, las capturas más altas se presentan en el periodo que comprende los años de 1976 a 1980 y a partir de este año la captura total muestra un decremento continuo presentando los valores más bajos en los años de 1988 a 1990 (Fig. 8).

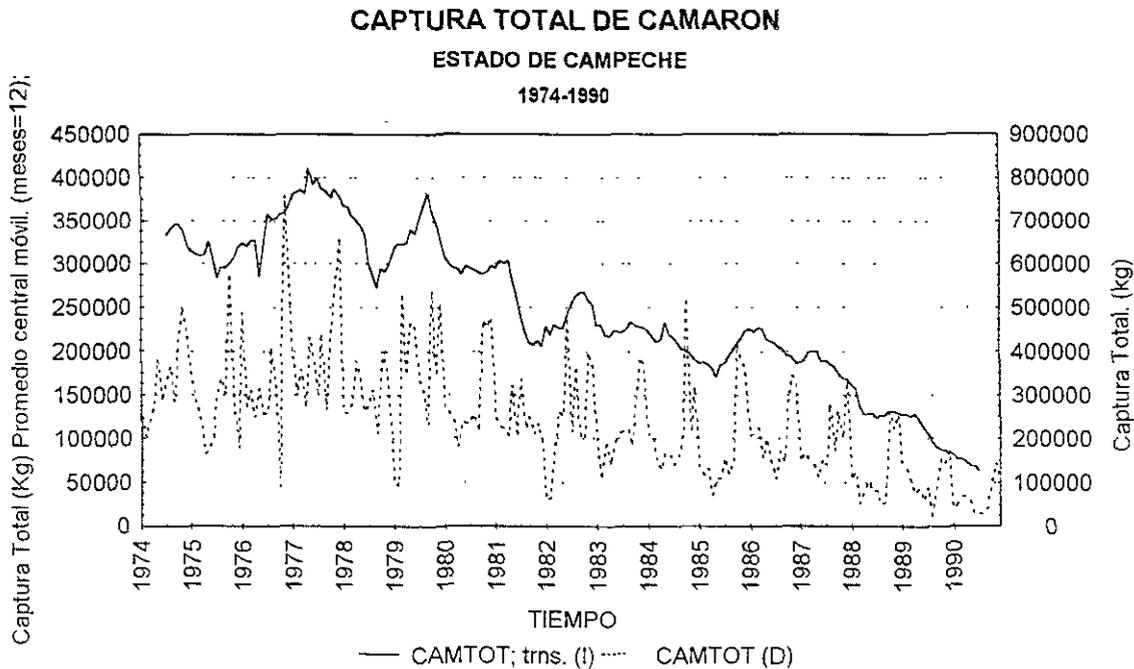


Figura 8. Variación de la captura total de camarón, Promedio central móvil para 12 meses.

La tendencia de la CPUE muestra un incremento continuo con respecto al tiempo, debido a que los viajes se han reducido en una mayor proporción con respecto a la captura total (Fig. 9). La CPUE mas alta es de aproximadamente 2,500 kg/viaje, este comportamiento es continuo hasta el año de 1985 a partir del cual se presenta una tendencia decreciente



**CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
 1974-1990

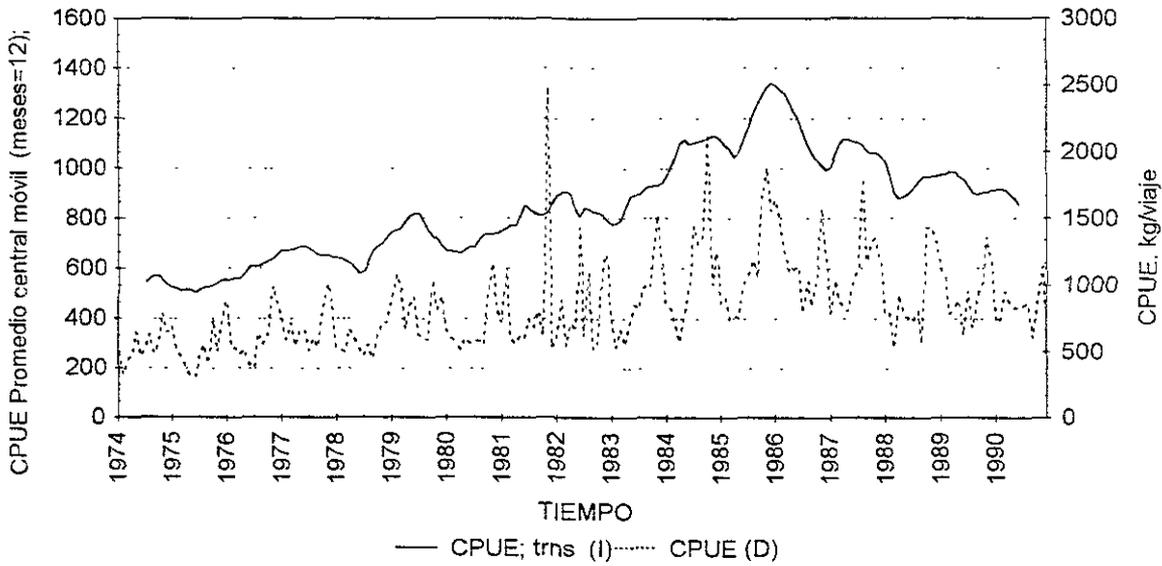


Figura 9. Variación de la CPUE Promedio central móvil para 12 meses.

**NÚMERO DE VIAJES REALIZADOS**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
 1974-1990

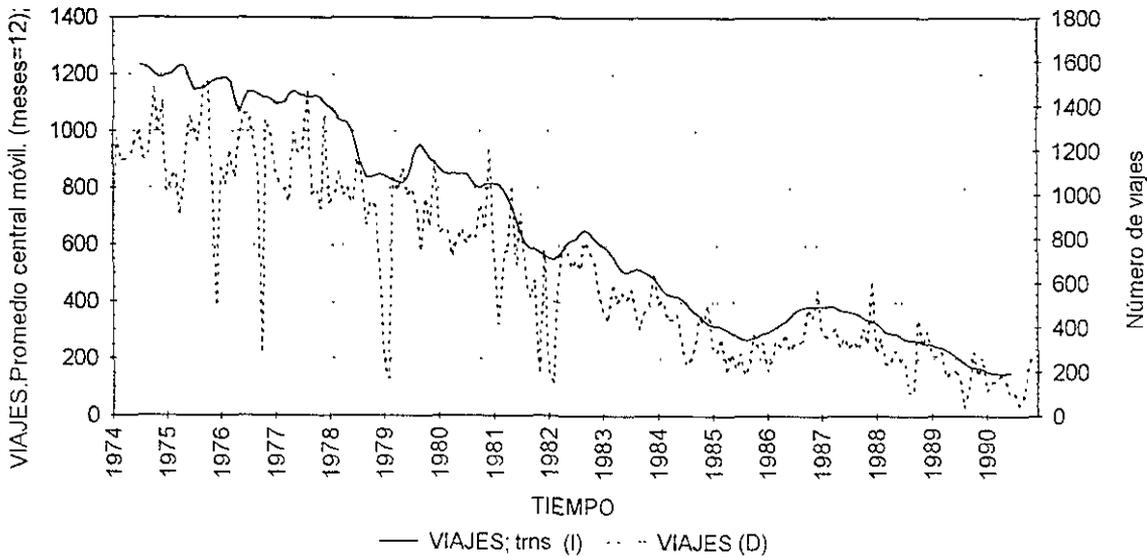


Figura 10. Variación de los viajes

La tendencia del número de viajes realizados muestra una baja continua de aproximadamente 1200 viajes en 1974 a sólo 200 viajes en 1990, esto muestra una



reducción de aproximadamente el 80 % (Fig. 10), lo que nos estaría indicando una baja tanto en la flota camaronera como en el número de viajes.

**Relación de la captura con las variables ambientales**

La pesca de camarón se realiza en todos los meses del año, el esfuerzo pesquero (número de viajes) varía dependiendo de la temporada de captura, ya que esta se presenta posterior a la temporada de lluvia cuando existe una mayor concentración de reclutas a la pesquería, por lo que al analizar gráficamente los registros se observa que los valores máximos de captura presentan una aparente coincidencia con la temporada de lluvias. Al realizar la correlación simple de la captura con los diferentes retrasos o desfases con respecto a la temporada de lluvias se obtiene que la mayor correlación se presenta con un retraso de aproximadamente tres meses entre la temporada de lluvia y la captura de camarón (Fig. 11).

**CAMARÓN TOTAL - LLUVIA**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
**1974-1990**

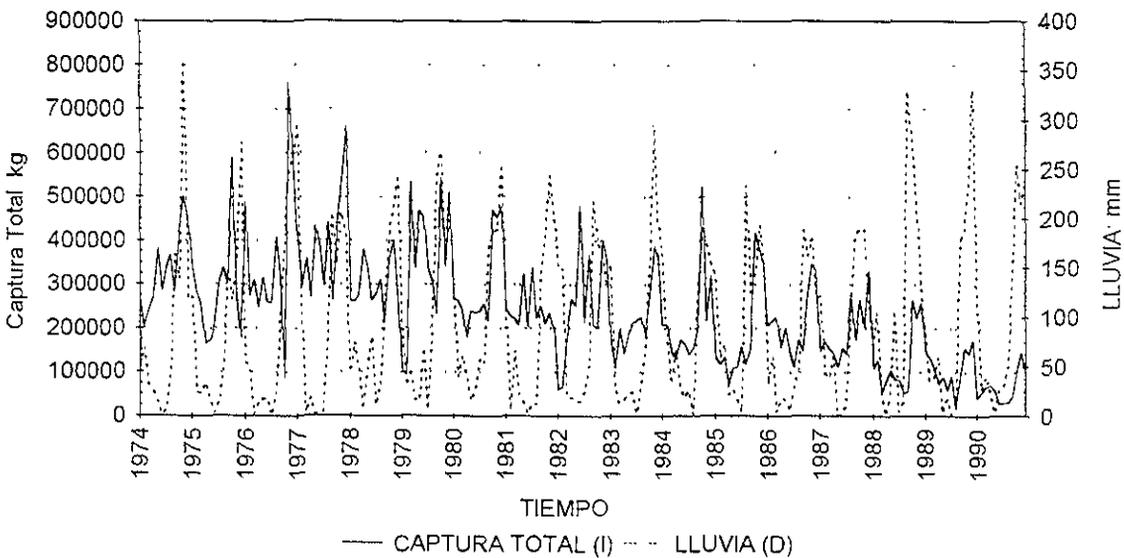


Figura 11. Relación entre la captura total de camarón y la precipitación pluvial. (registros mensuales promedio, con un desfase de la lluvia de tres meses)

La relación que existe entre la precipitación pluvial y la descarga de los ríos es muy estrecha, ya que la descarga depende en su mayor parte de la cantidad de lluvia con un desfase de aproximadamente dos meses.



En la figura 12 se observa gráficamente la relación que existe entre la descarga fluvial y la captura de camarón total con un mes de desfase.

**CAPTURA TOTAL - DESCARGA**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
**1974-1990**

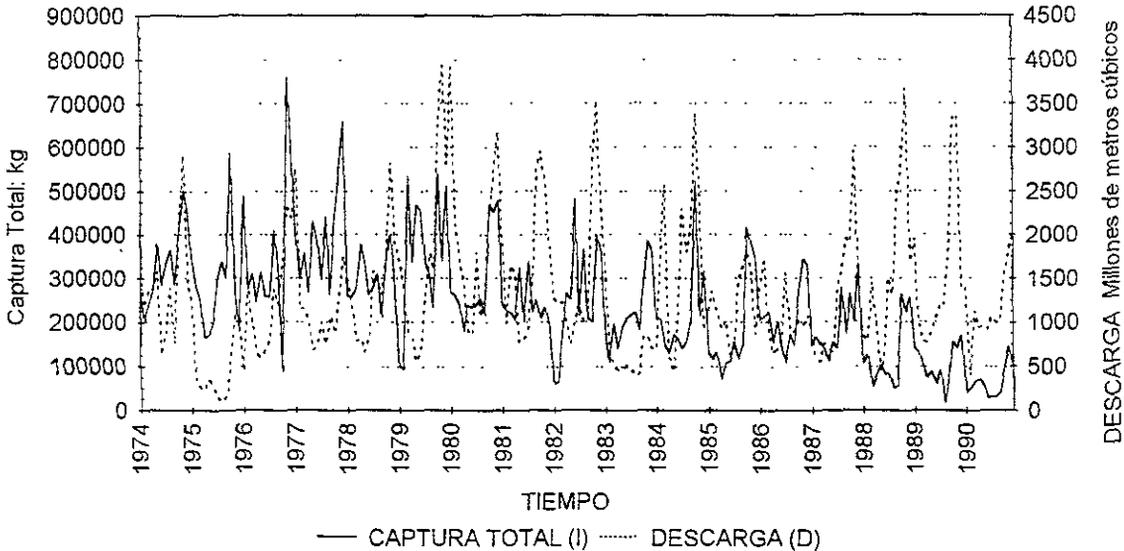


Figura 12. Relación entre la captura total de camarón y la descarga de ríos.  
 (registros mensuales promedio, con un desfase de la descarga de un mes)

En lo que respecta a la CPUE y las variables ambientales se observa el mismo patrón de comportamiento (Fig. 13 y 14). Los picos altos de CPUE coinciden con la descarga fluvial y la precipitación pluvial, con un desfase de uno y tres meses, respectivamente. En el análisis gráfico anterior se muestran las variaciones que existen entre las variables ambientales y la captura ya sea total o CPUE, las curvas de las variables ambientales se presentan con los desfases en el tiempo, es decir, la máxima relación que se obtuvo de las correlaciones entre estas.



**CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO - LLUVIA**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
 1974-1990

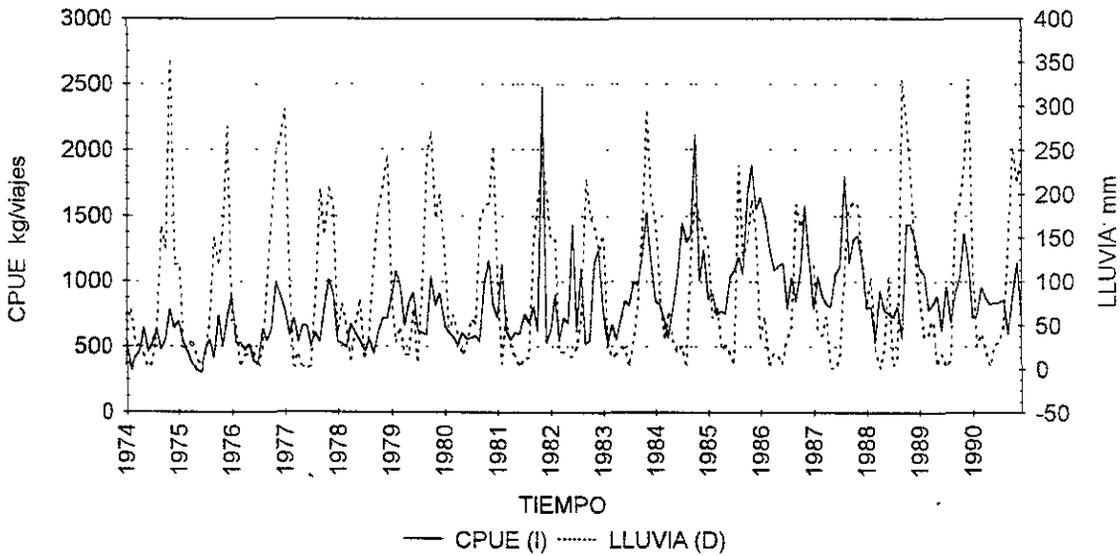


Figura 13. Relación entre la CPUE de camarón y la precipitación pluviales (registros mensuales promedio, con un desfase de la lluvia de tres meses)

**CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO - DESCARGA**  
**ESTADO DE CAMPECHE**  
 1974-1990

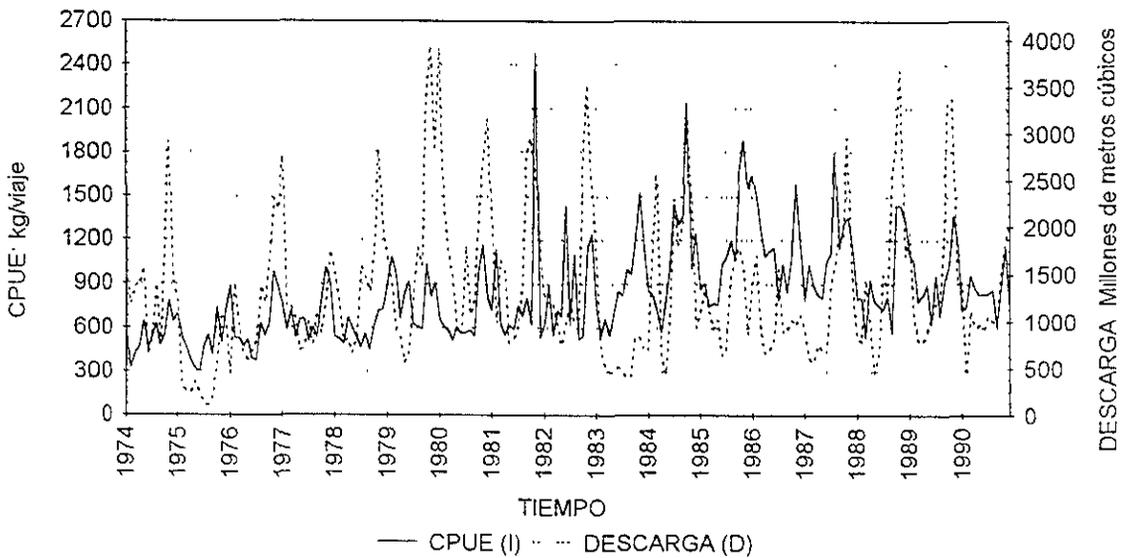


Figura 14. Relación entre la CPUE de camarón y la descarga fluvial. (registros mensuales promedio, con un desfase de la descarga de un mes)



## Regresión múltiple

Con esta información se pretende desarrollar un modelo para conocer como influyen las variables ambientales en la captura de camarón, para lo cual se realizó un análisis de regresión múltiple por pasos.

En una primera exploración de los datos se utilizó la regresión lineal múltiple por pasos en donde la variable dependiente corresponde a la captura ya sea total o por unidad de esfuerzo, contra las variables ambientales descarga de ríos, precipitación pluvial, sólo en el caso de la captura total se incluyó la variable número de viajes debido a que la variable CPUE deriva de la captura y número de viajes y esto tendría problemas de colinearidad.

Los valores de la correlación simple entre las variables empleadas en el modelo de regresión múltiple se presentan en la tabla 1, donde las correlaciones más altas son entre el número de viajes y la captura total (CAMTOT), la descarga de los ríos con la lluvia.

Tabla 1. Valores de la correlación simple ( $r$ ) entre las variables incluidas en el modelo de regresión múltiple para la captura total (CAMTOT) y las variables ambientales (descarga de ríos y lluvia) y la variable del esfuerzo pesquero.

n=248	VIAJES	DESCARGA	LLUVIA	CAMTOT
VIAJES	1	-0.6635	-0.0348	0.7382
DESCARGA	-0.6635	1	0.5787	0.2015
LLUVIA	-0.0348	0.5787	1	0.2702
CAMTOT	0.7382	0.2015	0.2702	1

Los valores de la correlación simple entre las variables empleadas en el modelo de regresión múltiple para la CPUE, se presentan en la tabla 2, donde las correlaciones más altas se observan entre la descarga de los ríos con la lluvia, además, se presenta una correlación muy similar entre la descarga de los ríos y la precipitación pluvial con la CPUE.



Asimismo, los valores de correlación entre la descarga de ríos y lluvia son iguales para los dos tipos de captura (total y por unidad de esfuerzo).

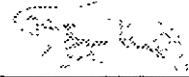
Tabla 2. Correlación simple entre las variables incluidas en el modelo de regresión múltiple para la CPUE y las variables ambientales (descarga de ríos y lluvia)

	DESCARGA	LLUVIA	CPUE
DESCARGA	1	0.5787	0.3122
LLUVIA	0.5786	1	0.3094
CPUE	0.3122	0.3094	1

Al analizar la captura total de camarón para el estado de Campeche, la regresión múltiple por pasos muestra una relación positiva significativa entre la captura total como variable dependiente y con las tres variables independientes que son descarga de ríos, precipitación pluvial y número de viajes, lo cual da como resultado una  $r=0.8013$  ( $p<0.05$ ), y una varianza explicada del 64.21 % con las tres variables interviniendo en el modelo.

Al realizar la selección de variables que aportan una mayor información al modelo se obtiene que estas son la precipitación pluvial y el número de viajes efectuados, con una relación significativa de  $r= 0.795$  ( $p<0.05$ ). Estas dos variables en conjunto explica una varianza del 63.24%.

Al analizar la CPUE con dos variables ambientales solamente (descarga de ríos y precipitación pluvial), dejando fuera la variable número de viajes, ya que para el cálculo de la CPUE se utiliza en número de viajes por lo que esta variable presentaría en el modelo un problema de colinearidad. El resultado del análisis de la regresión múltiple para la CPUE muestra una relación significativa y positiva con una  $r=0.3498$  ( $p<0.05$ ), y una varianza explicada del 12.23%.



El modelo propuesto de la regresión múltiple para la captura total cuenta con las dos variables que aportan mayor información, las cuales son la precipitación pluvial y el número de viajes efectuados:

$$\text{CAMTOT} = 36151.36 + 251.08 \cdot \text{N}^\circ \text{VIAJES} + 457.62 \cdot \text{PP}$$

CAMTOT= Captura Total promedio mensual

N°VIAJES= Promedio mensual del número de viajes a efectuar

PP= Promedio Mensual de la Precipitación Pluvial

El modelo propuesto para la CPUE es:

$$\text{CPUE} = 649.619 + (0.860) \cdot \text{D ríos} + (0.7546) \cdot \text{PP}$$

CPUE= Captura por Unidad de Esfuerzo promedio mensual.

D. ríos= Descarga de ríos.

PP= Promedio Mensual de la Precipitación Pluvial.

### ***Estimación lineal con un punto de ruptura (piecewise linear regression with breakpoint)***

Con el fin de obtener un modelo más aceptable se realizó un análisis mediante la estimación no lineal "piecewise linear regresión with break point".

Los resultados obtenidos para este modelo con tres variables (variable dependiente CPUE y por otro lado la descarga de ríos y precipitación pluvial como variables independientes) mediante este modelo se obtiene una  $r = 0.8034$  con una varianza explicada del 64.55% (Tabla 3).



Tabla 3. Resultados de la estimación no lineal, Captura Por Unidad de Esfuerzo. Descarga de ríos y lluvia como variables independientes.

EST. NONLIN. ESTIMAT	Modelo: Variable Dependiente: CPUE R= 0.80348							Mínimos cuadrados Varianza explicada: 64.558%
N=168	Const. B0	Descarga de ríos	Lluvia	Const. B0	Descarga de ríos	Lluvia	Punto Ruptura	
Estimado	569.969	0.0376	0.0645	952.008	0.1091	0.3113	834.125	

Al igual que para la CPUE se realizó el mismo análisis para la captura total, primero con las cuatro variables, captura total como variable dependiente y descarga de ríos, precipitación pluvial y número de viajes como variables independientes, el resultado obtenido es una  $r = 0.87468$  con una varianza explicada de 76.51% (Tabla 4).

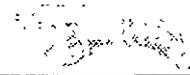
Tabla 4. Resultados estimación no lineal, Captura Total. Precipitación pluvial, descarga de ríos y número de viajes como variables independientes.

EST. NONLIN. ESTIMAT	Modelo: Variable Dependiente: CAMTOT R= 0.87468								Mínimos cuadrados Varianza explicada: 76.506%
N=204	Const. B0	Viajes	Descarga de ríos.	Lluvia	Const. B0	Viajes	Desc.	Lluvia	Punto Ruptura
Estimado	53494.7	169	18.95	18.9964	154765	139.04	9.03620	536.014	242861

Se realizó también el análisis con sólo dos variables independientes, precipitación pluvial y número de viajes, obteniéndose una  $r = 0.87203$  con una varianza explicada del 76.044% (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la estimación no lineal, Captura Total. Precipitación pluvial y número de viajes como variables independientes.

EST. NONLIN. ESTIMAT	Modelo: Variable Dependiente: CAMTOT R= 0.87203						Mínimos cuadrados Varianza explicada: 76.044%
N=168	Const. B0	Viajes	Lluvia	Const. B0	Viajes	Lluvia	Punto Ruptura
Estimado	71986.26	165.1158	106.4838	163802.7	137.3249	586.9464	242861.1



La diferencia que existe entre el análisis de tres y dos variables independientes muestra que la descarga de ríos puede ser excluida del modelo, ya que las variables que aportan una mayor información al comportamiento del modelo son, la precipitación pluvial y el número de viajes, esto es, la variación de la captura total es explicada en un 76.044% por la variación de la precipitación pluvial y el número de viajes, sin olvidar que el medio por el cual el agua dulce llega a los sistemas estuarinos son los ríos.



## ESTADO DE TAMAULIPAS

### Variación de la captura

La captura total de camarón en el estado de Tamaulipas en el periodo analizado presenta un comportamiento irregular. En los primeros meses del año la captura es mínima para todos los años, lo cual indica que la temporada oficial de pesca inicia a partir de los meses de abril-mayo hasta finales del año.

La captura máxima registrada para el periodo de 1977-1990, se obtuvo en el año de 1984 y 1989 con un registro por arriba de 700 ton/mes de camarón. En los años de 1980, 1981, 1983 y 1990 se observan registros de captura por arriba de 600 ton/mes, para el resto de los años se obtuvieron capturas próximas o por debajo de las 400 ton/mes y el registro mas bajo se tiene en el año de 1986 con valores de 250 ton/mes (Fig. 15).

**CAPTURA DE CAMARÓN**  
ESTADO DE TAMAULIPAS  
1977-1990

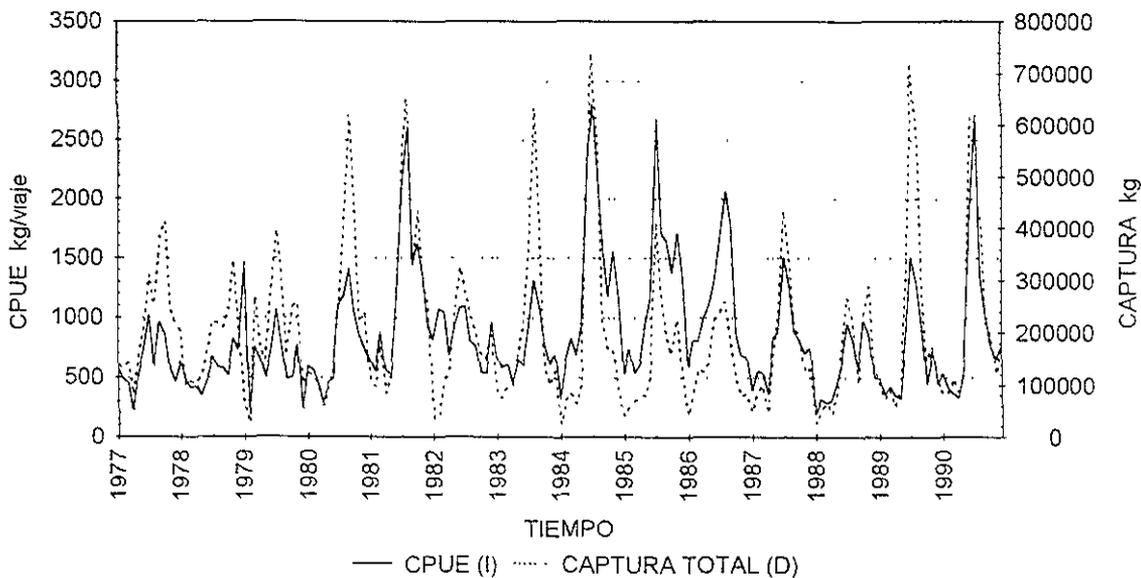
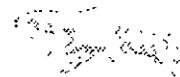


Fig. 15. Captura total de camarón y Captura por Unidad de Esfuerzo, registros mensuales en el periodo comprendido de 1977 a 1990 (Tamaulipas).



El comportamiento de la CPUE es de tipo cíclico y los registros más altos se presentan en los años de 1981, 1984, 1985 y 1990 con valores por arriba de 2,500 kg/viaje. En el año de 1986 se tiene un valor de 2,000 kg/viaje, el resto de los años se presentan valores por debajo de 1,500 kg/viaje (Fig. 15).

El comportamiento de la CPUE, en los años de 1977 a 1984 es irregular pero con valores bajos. En el año de 1984 la CPUE se incrementa para disminuir posteriormente hasta 1988 año en el cual se presenta el valor más bajo de captura y nuevamente se incrementa.

La captura total a partir de 1977 y hasta 1984 presenta un comportamiento muy similar a la CPUE, en los años de 1985 a 1988 se observa una reducción para volverse a incrementar paulatinamente en los dos últimos años 1989 y 1990.

Para el esfuerzo pesquero (número de viajes), se observa que en los años de 1977-1979, 1983, 1984, 1989-1990 se presentan los valores más altos en comparación con los años de 1981, 1982, 1985-1988.

A partir de 1980 a 1983 los viajes muestran una reducción importante y la captura total se incrementa, en este período se presentan algunos de los valores más altos de la captura, y a partir del año de 1985, año en que el número de viajes es la más bajo se inicia un incremento en la captura total al igual que en el número de viajes (Fig. 16).

La CPUE muestra un periodo irregular, los valores más altos coinciden en algunos años con valores cercanos a los 200 viajes, en este caso los años que coinciden son 1981, 1984 y 1990. En los años de 1977 a 1983 la CPUE es baja, a excepción de 1981, a partir de 1984 y hasta 1987 existe un incremento en la CPUE asociada a los valores más bajos del esfuerzo pesquero y a partir de este año el número de viajes se incrementa y la CPUE tiende a incrementarse (Fig. 17).



**CAPTURA TOTAL - VIAJES**  
**ESTADO DE TAMAULIPAS**  
**1977-1990**

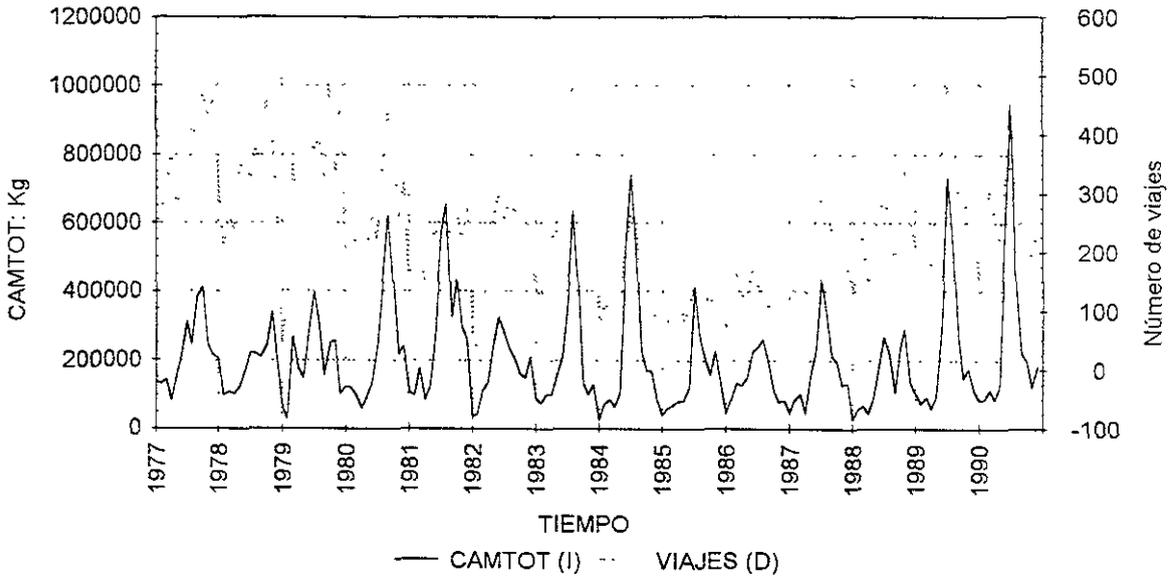


Figura 16. Captura total y número de viajes realizado por la flota camaronera estacionada en Tampico, Tamps., registros mensuales para el periodo de 1977 a 1990.

**CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO - VIAJES**  
**ESTADO DE TAMAULIPAS**  
**1977-1990**

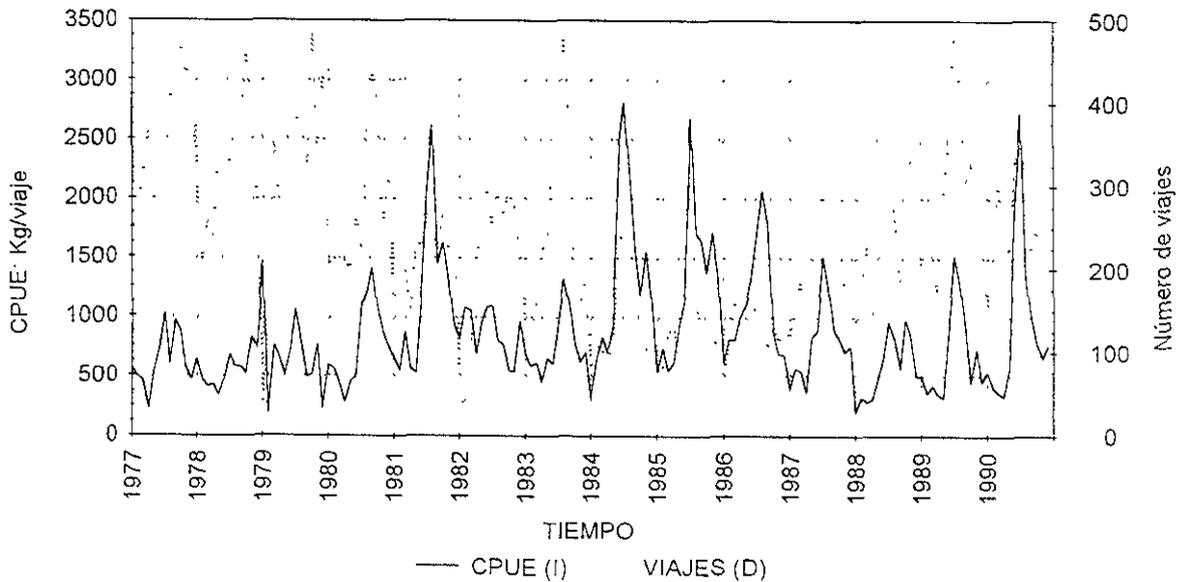


Figura 17. Captura Por Unidad de Esfuerzo y número de viajes realizado por la flota camaronera estacionada en Tampico, Tamps., registros mensuales para el periodo de 1977 a 1990.



**Tendencia de la captura y viajes**

Con el fin de conocer las tendencias que presenta la captura de camarón en el estado de Tamaulipas con relación a las demás variables se realizó un análisis de series de tiempo para lo cual se utilizó el promedio central móvil para 12 meses.

La captura total de camarón muestra variaciones en los tres primeros años 1977-1979 con registros menores a las 220 ton/mes; mientras que en el año de 1981 existe un incremento con valores por arriba de 270 ton/mes, los valores más altos en todo el periodo. A partir de este año existe un decremento en la captura con registros de alrededor de 220 ton/mes hasta el año de 1984. En los siguientes cuatro años disminuye más la captura y se presentan valores por debajo de las 170 ton/mes para incrementarse en los años de 1989 y 1990 con valores cercanos a 270 ton/mes (Fig. 18).

**CAPTURA TOTAL DE CAMARÓN  
ESTADO DE TAMAULIPAS  
1977-1990**

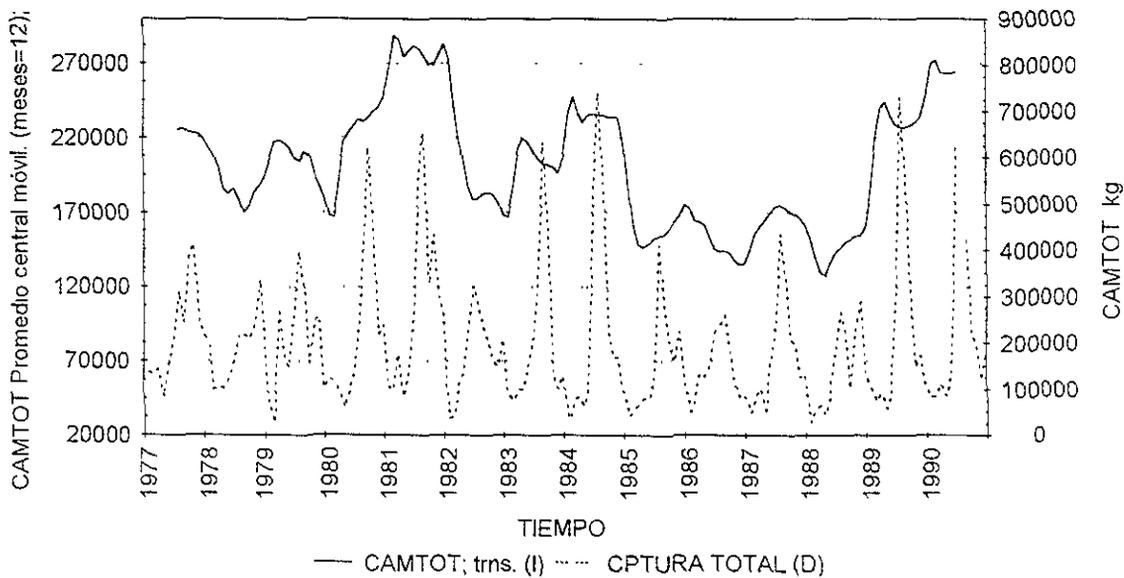


Figura 18. Comportamiento de la captura total de camarón, Promedio central móvil para 12 meses.

La tendencia de la CPUE presenta en los años de 1977 a 1983 capturas que se encuentran por debajo de los 800 kg/viaje, con un repunte en el año de 1981 (1,200



kg/viaje). En los años de 1984 a 1986 existe un repunte en las capturas que rebasan los 1,200 kg/viaje, para disminuir en los años de 1987-88 y recuperarse ligeramente en el año de 1989. La captura por unidad de esfuerzo muestra dos periodos en donde se obtuvieron los valores más altos, sin embargo, este comportamiento no logró mantenerse y la producción muestra dos caídas en la CPUE (Fig. 19).

### CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

#### ESTADO DE TAMAULIPAS

1977-1990

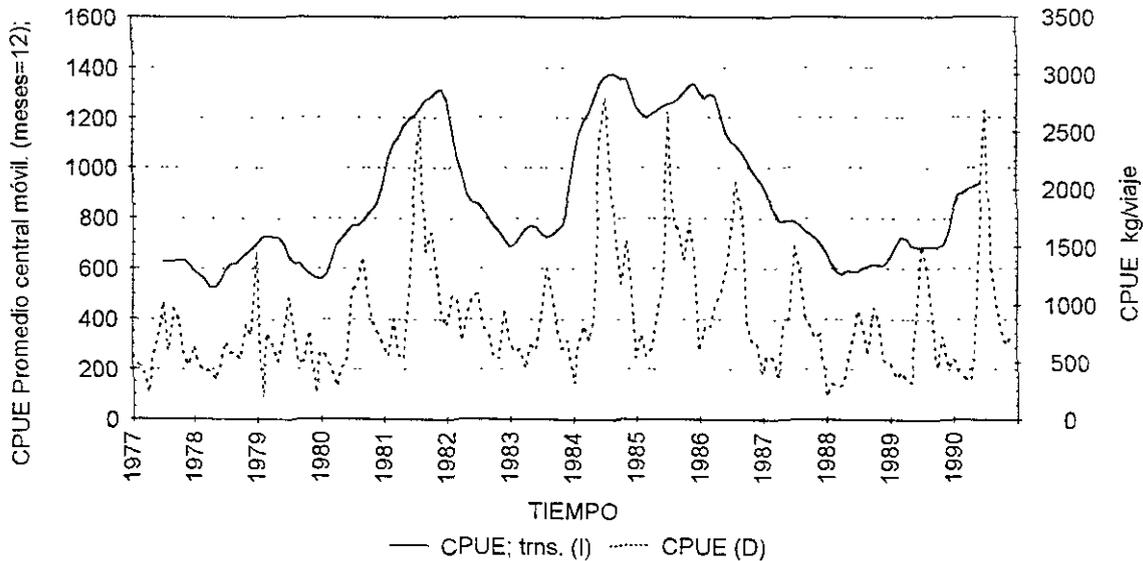


Figura 19. Comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo de camarón, Promedio central móvil para 12 meses.

El número de viajes realizados muestra una tendencia decreciente en toda una primera fase que comprende los años de 1977 a 1985 con un número de viajes cercano a los 350 para terminar en cerca de 100 viajes/mes. A partir de 1986 se observa una tendencia creciente hasta el año de 1990 con cerca de 300 viajes/mes (Fig. 20).



**NÚMERO DE VIAJES REALIZADOS  
ESTADO DE TAMAULIPAS  
1977-1990**

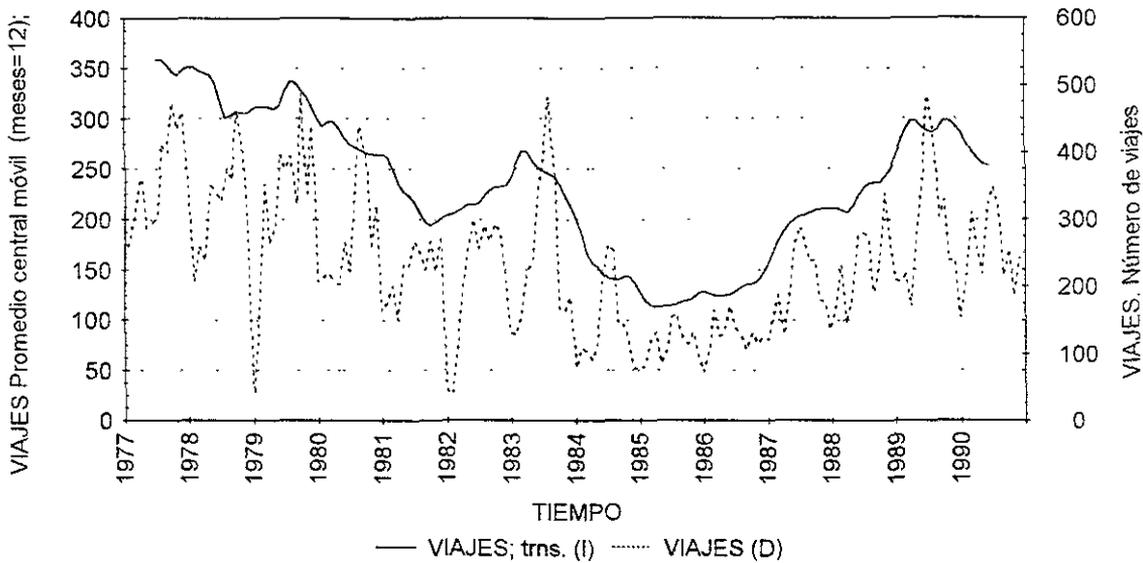


Figura 20. Comportamiento del número de viajes realizados por la flota camaronera, Promedio central móvil para 12 meses.

**Relación de la captura con las variables ambientales**

La captura de camarón se realiza durante todo el año, el número de viajes es variable y depende de la temporada de captura, los registros muestran que la temporada de pesca se presenta posterior a la época de lluvias, así los valores máximos de captura tienen una relación aparente con la temporada de lluvias con un retraso de aproximadamente dos meses entre la temporada de lluvia y la captura de camarón (Fig. 21).



**CAMARÓN TOTAL - LLUVIA**  
**ESTADO DE TAMAULIPAS**  
**1977-1990**

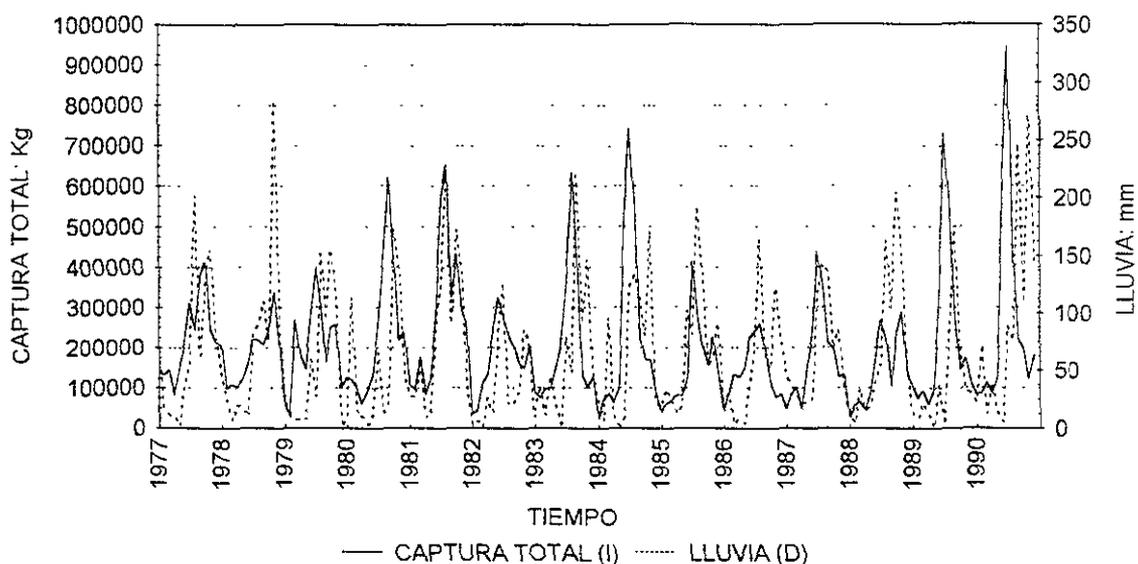


Figura 21. Relación entre la captura total de camarón y la precipitación pluvial (registros mensuales promedio)

La relación que existe entre la precipitación pluvial y la descarga de ríos es muy estrecha, ya que la descarga de los ríos depende en su mayor parte de la cantidad de lluvia con un desfase de aproximadamente un mes, con este tiempo en el desfase se registra una mayor influencia en el volumen de las estaciones hidrométricas más cercanas a la costa.

Los registros del volumen de descarga de estas estaciones es muy variable al parecer debido al represamiento de los ríos en su parte alta, que origina una reducción sustancial en el volumen de descarga; además, se carece de registros en algunas de las estaciones (Fig. 22)



# DESCARGA DE RÍOS ESTADO DE TAMAULIPAS

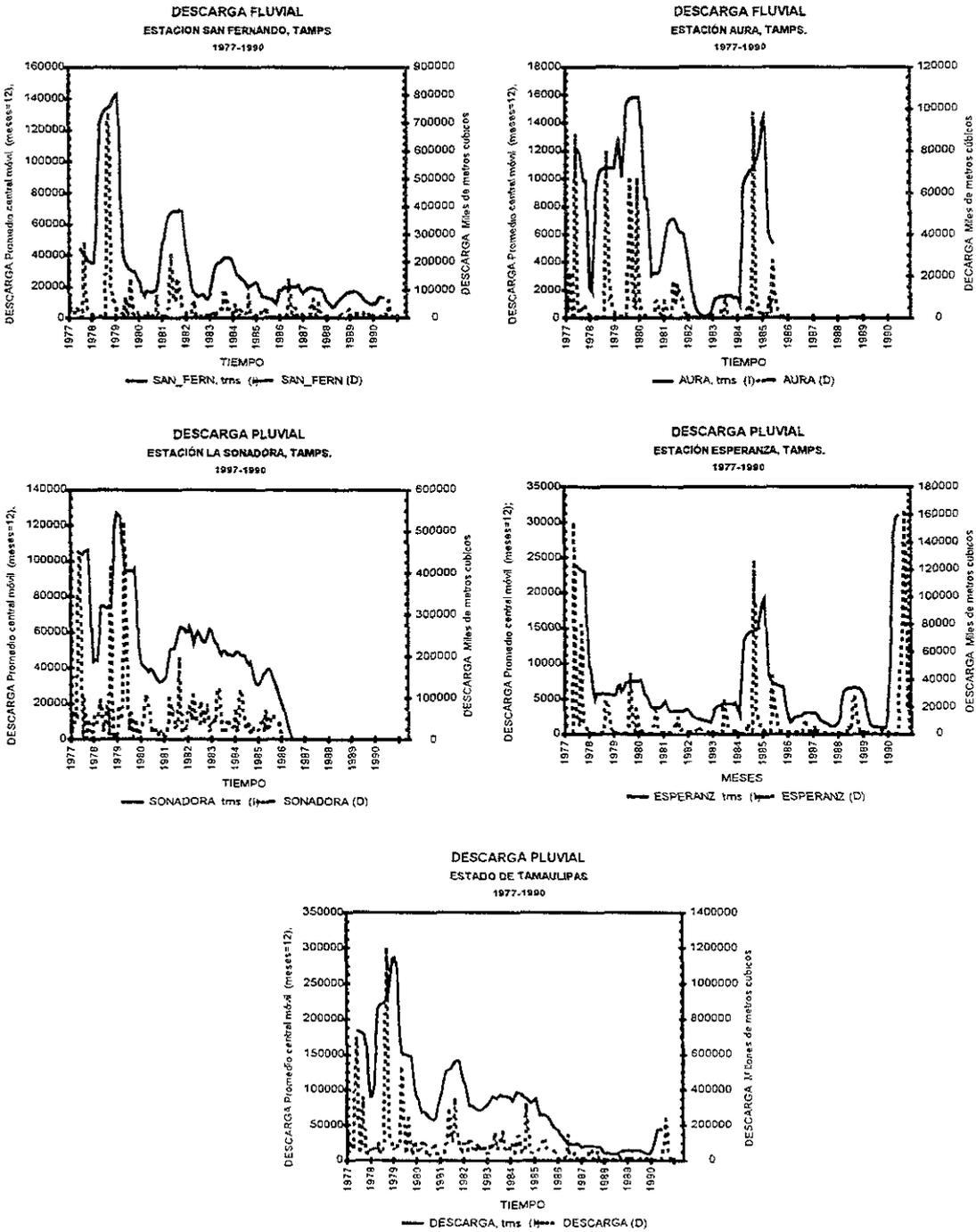


Figura 22. Descarga de los principales ríos del estado de Tamaulipas y volumen total de descarga para el estado



La captura total de camarón y la descarga de los ríos en el estado, tienen una relación aparente ya que los valores de máxima captura coinciden con los valores de máxima descarga con un mes de desfase (Fig. 23)

**CAPTURA TOTAL - DESCARGA**  
**ESTADO DE TAMAULIPAS**  
 1977-1990

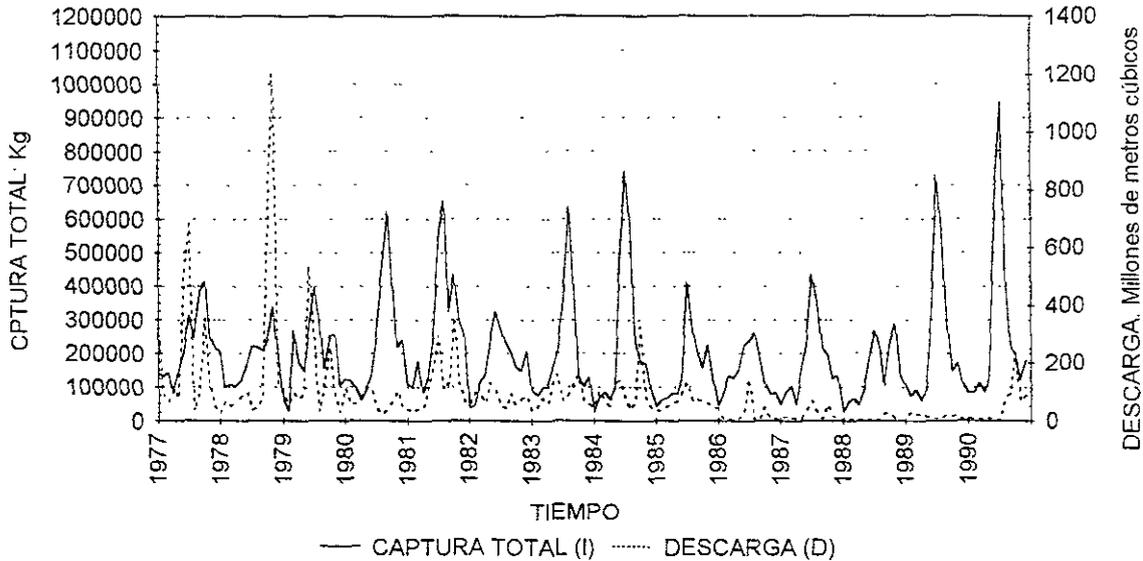
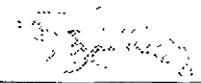


Figura 23. Relación entre la captura total de camarón y la descarga de ríos. (Registros mensuales promedio).

La descarga de ríos muestran una reducción muy importante a partir del año de 1979.

Para este estado la variable de descarga de ríos se tomará con ciertas reservas para el análisis de la captura, debido a la irregularidad y/o ausencia en el número registros.

La CPUE y las variables ambientales presentan un comportamiento similar, los valores máximos de CPUE coinciden con los valores máximos de descarga de ríos y precipitación pluvial, con uno y dos meses de desfase respectivamente ( $r=0.355$ ;  $r^2=0.126$  con la lluvia como la variable significativa) (Fig. 24 y 25).



**CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO vs LLUVIA**  
**ESTADO DE TAMAULIPAS**  
**1977-1990**

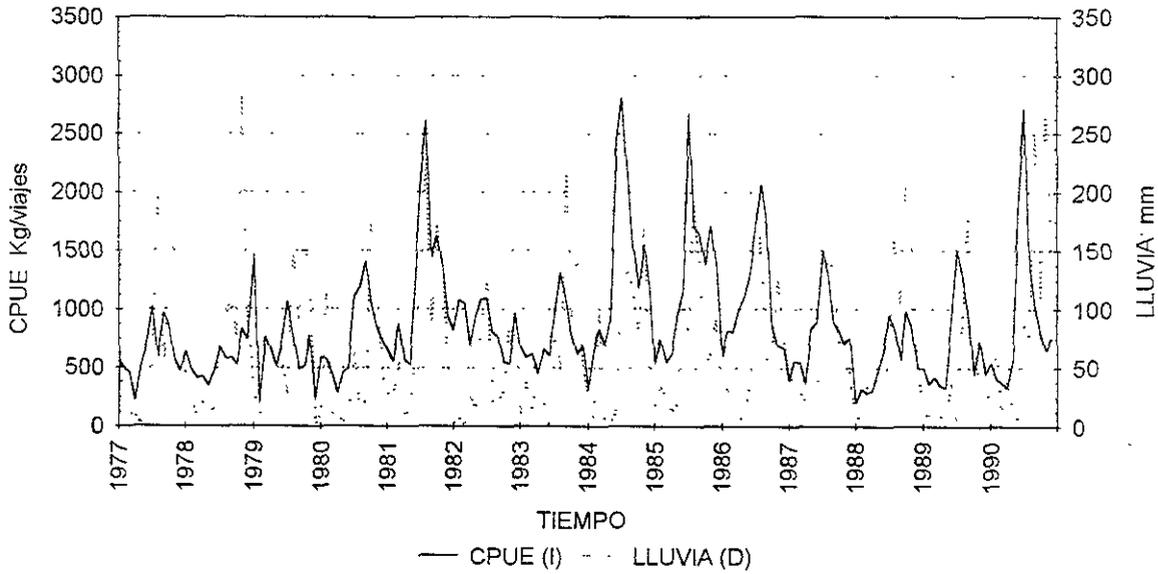


Figura 24. Relación entre la CPUE de camarón y la precipitación pluvial.  
 (Registros mensuales promedio, con dos meses de desfase)

**CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO - DESCARGA**  
**ESTADO DE TAMAULIPAS**  
**1977-1990**

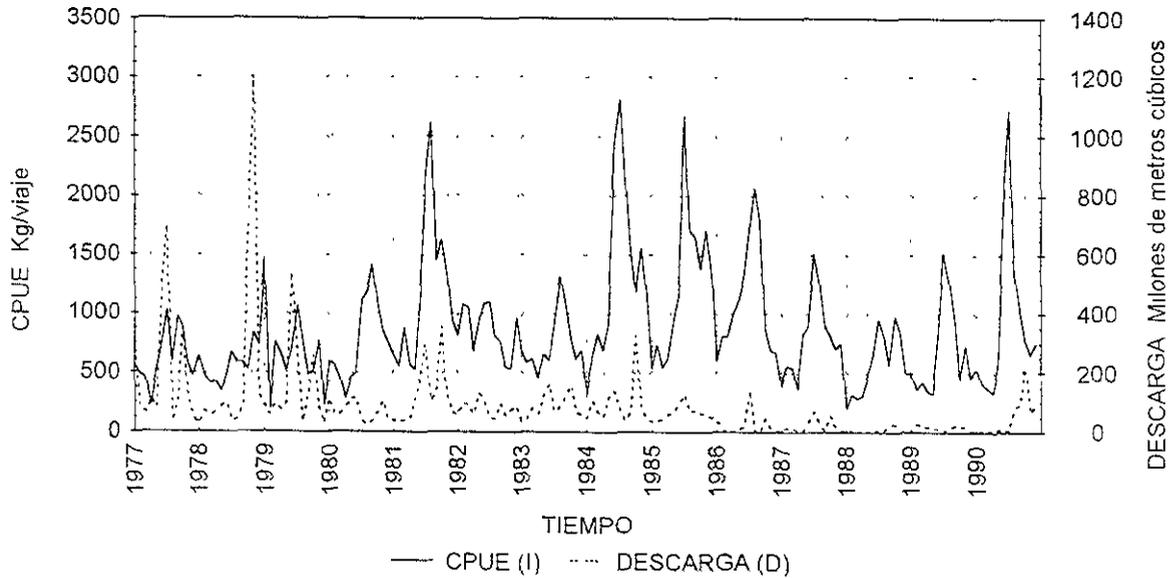


Figura 25. Relación entre la CPUE y la descarga de ríos.  
 (Registros mensuales promedio, con un mes de desfase)



## Regresión múltiple

Se realizó una exploración de los datos mediante una regresión lineal múltiple por pasos en donde la variable dependiente corresponde a la captura total o por unidad de esfuerzo, contra las variables ambientales descarga de ríos, precipitación pluvial y sólo en el caso de la captura total se incluyó la variable número de viajes.

Al analizar la captura total de camarón para el estado de Tamaulipas, el análisis por regresión múltiple por pasos muestra una relación positiva significativa entre la captura total como variable dependiente con dos variables independientes (precipitación pluvial y número de viajes) ya que la variable descarga de ríos fue excluida del análisis por tener un valor de  $P > 0.05$ , las variables que se integran en el análisis son precipitación pluvial y número de viajes, el resultado es  $r = 0.6194$  ( $p < 0.05$ ), la varianza explicada por el modelo es del 38.36%.

Los valores de la correlación simple entre las variables empleadas en el modelo de regresión múltiple se presentan en la tabla 6, donde las correlaciones más altas son entre el número de viajes con la captura total (CAMTOT), y la lluvia con la captura total.

Tabla 6. Correlación simple entre las variables incluidas en el modelo de regresión múltiple para la captura total (CAMTOT) y las variables ambientales (descarga de ríos y lluvia) y el número de viajes.

	VIAJES	DESCARGA	LLUVIA	CAMTOT
VIAJES	1	0.2859	0.2189	0.5691
DESCARGA	0.2859	1	0.2656	0.1779
LLUVIA	0.2189	0.2653	1	0.3630
CAMTOT	0.5691	0.1779	0.3630	1

Al analizar la CPUE con las dos variables se obtiene una relación significativamente positiva con la variable precipitación pluvial, la variable descarga de ríos al igual que en el análisis anterior no fue significativa en el modelo ( $p > 0.05$ ), por lo que se obtiene una  $r = 0.3362$  ( $p < 0.5$ ), la varianza explicada en este caso es del 12.68%.



Los valores de la correlación simple entre las variables empleadas en el modelo de regresión múltiple se presentan en la tabla 7, donde la correlación más alta es entre la lluvia y la CPUE.

Los valores de correlación entre la descarga de ríos y lluvia son iguales para los dos tipos de captura total y por unidad de esfuerzo.

Tabla 7. Correlación simple entre las variables incluidas en el modelo de regresión múltiple para la CPUE y las variables ambientales (descarga de ríos y lluvia)

	DESCARGA	LLUVIA	CPUE
DESCARGA	1	0.2653	0.0652
LLUVIA	0.2653	1	0.3549
CPUE	0.0652	0.3549	1

El modelo propuesto para la captura total cuenta con dos variables que son las que aportan mayor información, las cuales son la precipitación pluvial y el número de viajes efectuados.

$$\text{CAMTOT} = -19669.9 + 770.8 * \text{N}^\circ \text{ VIAJES} + 638.4 * \text{PP}.$$

CAMTOT=Captura Total (promedio mensual)

Nº VIAJES= Promedio mensual del número de viajes a efectuar

PP= Promedio Mensual de la Precipitación Pluvial.

El modelo propuesto para la CPUE cuenta con la precipitación pluvial como única variable incluida en el modelo.

$$\text{CPUE} = 683.802 + 0.363 * \text{PP}$$

CPUE=Captura Por Unidad de Esfuerzo (promedio mensual)

PP= Promedio Mensual de la Precipitación Pluvial



Los valores de  $r^2$  son bajos, lo cual indica que para la CPUE la variación que presenta se explica por la variable precipitación pluvial tan sólo en un 12.68%, y en el caso de la captura total esta es explicada en un 38.36% con base en el comportamiento de las variables precipitación pluvial y número de viajes.

**Estimación lineal con un punto de ruptura  
(piecewise linear regression with breakpoint)**

Al igual que para el estado de Campeche se realizó un análisis con el fin de obtener un modelo más aceptable mediante la estimación no lineal "piecewise linear regresión with break point".

Con este análisis se obtuvo para la CPUE, una  $r=0.7794$  con una varianza explicada del 60.76%, tomando a la CPUE como la variable dependiente, la descarga de ríos y la precipitación pluvial como las variables independientes.

Al igual que en el caso de la regresión lineal por pasos se presenta una relación significativamente positiva con las variables ambientales en la primera recta y negativa para las variables ambientales posteriores al punto de ruptura. (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados de la estimación no lineal para la Captura por Unidad de Esfuerzo.

EST. NONLIN. ESTIMAT	Modelo: Variable Dependiente: CPUE      Mínimos cuadrados R= 0.7794      Varianza explicada: 60.76%						
N=168	Const. B0	Descarga de ríos	Lluvia	Const. B0	Descarga de ríos	Lluvia	Punto Ruptura
Estimado	512.515	0.04105	1.1285	1281.158	-0.2937	1.5074	867.3251

Los resultados obtenidos para la captura total mediante este análisis, se obtiene una  $r=0.7702$  con una varianza explicada del 59.33%, interviniendo la captura total como



variable dependiente, el número de viajes, la descarga de ríos y la precipitación pluvial como variables independientes (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados de la estimación no lineal para la Captura Total.

EST. NONLIN. ESTIMAT	Modelo: Variable Dependiente: CAMTOT                      Mínimos cuadrados R= 0.7654    Varianza explicada: 58.584%								
N=168	Const B0	Viajes	Descarga de ríos	Lluvia	Const B0	Viajes	Descarga de ríos	Lluvia	Punto Ruptura
Estimado	40260.08	252.953	152.094	331.733	222617.0	448.849	-97.732	-40.051	203728.2

Para la captura total en este caso se obtiene un mayor porcentaje de la varianza explicada que por medio de este modelo, debido a la división en dos grupos de los datos de la captura, ya sea total o la CPUE.



## FENÓMENO "EL NIÑO"

Durante los años de 1973 a 1990 se presentan tres eventos "Niño" en el Océano Pacífico, el primero durante los meses de mayo de 1976 a marzo de 1977 con una anomalía cercana a 1 °C, el segundo de febrero de 1982 a octubre de 1983 con una anomalía cercana a los 4 °C y el tercer evento en los meses de abril de 1986 a marzo de 1988, con una anomalía cercana a los 2 °C.

De estos eventos los más importantes son "El Niño" de 1982/83 y el de 1986/87, como se puede observar en la figura 26 el evento ocurrido en 1986 fue el más largo con una duración de 12 meses y con una intensidad menor, comparado con "El Niño" de 1982 que fue el más intenso pero con una duración de 9 meses (Tabla 10).

ANOMALIAS DE TEMPERATURA "EL NIÑO"  
OC. PACÍFICO Y OC. ATLÁNTICO  
1973-1990

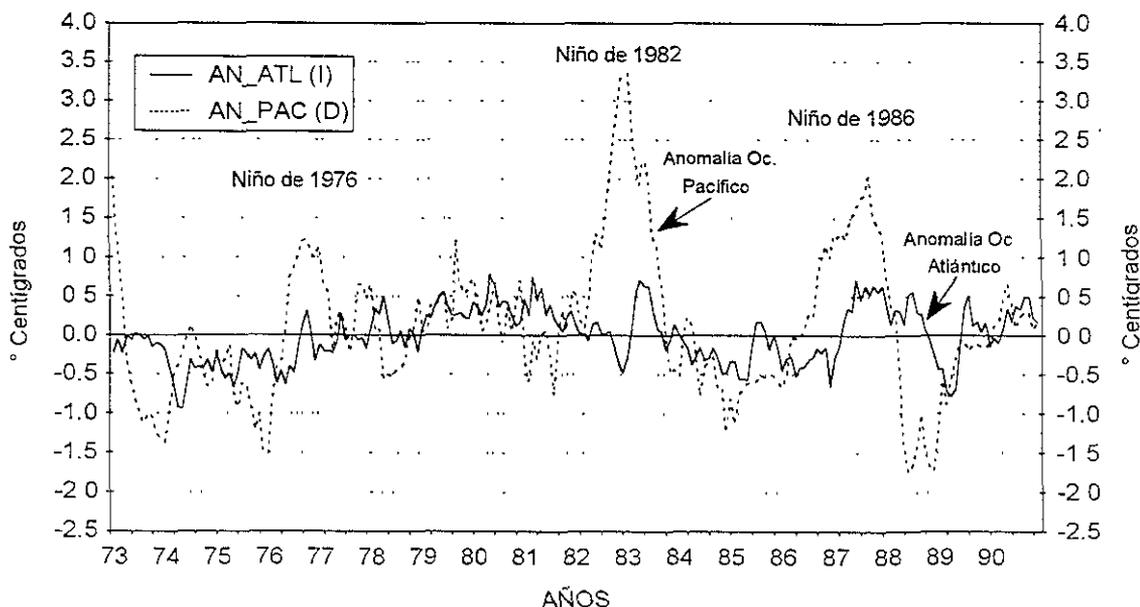
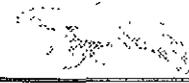


Figura 26. Anomalías de temperatura en grados centígrados, en el Océano Pacífico y Océano Atlántico de 1973 a 1990.

El fenómeno de "El Niño" se inicia en aguas del Océano Pacífico y presenta repercusiones en el Océano Atlántico, con un desfase en el tiempo e intensidad de la anomalía térmica ya que ésta se presenta muy por debajo de los valores registrados en



aguas del Océano Pacífico y en las zonas del Océano Atlántico, los valores de la anomalía térmica no sobrepasan un grado centígrado tanto para los eventos fríos como para los cálidos (Fig. 26).

Tabla10. Eventos del fenómeno “El Niño” en el Océano Pacífico y Océano Atlántico, se presentan los meses en los cuales se registra la anomalía térmica positiva.

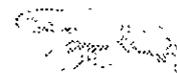
<b>FENÓMENO</b> <b>“EL NIÑO”</b>	<b>OCÉANO PACÍFICO</b>		<b>OCÉANO ATLÁNTICO</b>	
	<b>Años</b>	<b>Meses</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Meses</b>
1976-77	Mayo/76 a marzo/77	1.23	Sep. a nov. de 1976	0.32
1982-83	Feb./82 a oct./83	3.60	Feb. a sep. de 1983	0.71
1986-88	Abril/86 a marzo/88	2.03	Marzo/87 a marzo/88	0.72

Uno de los factores ambientales que se ve afectado por la presencia de “El Niño” son los patrones de la precipitación pluvial a escala regional, factor que se encuentra involucrado en la producción de camarón en el Golfo de México.

Se realizó un análisis estadístico de correlación y regresión múltiple en donde se incluyeron las variables ambientales, la producción de camarón y los eventos “Niño”, es importante aclarar que el análisis sólo se realizó durante los meses en los cuales se presentó el fenómeno de “El Niño” y “La Niña” ya que al realizarlo para todo el periodo los resultados no presentaron una relación significativa.

No se realizó un análisis estadístico en donde se incluyeran las variables descarga de ríos y CPUE, debido a que estas variables no presentaban un cambio en la tendencia en los meses en que se presentó el fenómeno de “El Niño”.

A continuación se analizan los eventos por separado de los eventos “Niño y Niña” con relación a la producción de camarón y el efecto sobre la precipitación pluvial en el Golfo de México.



## EL FENÓMENO DE “EL NIÑO” Y LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

Los eventos de “El Niño” pueden presentar diversos efectos en una escala global, principalmente influye en el cambio de los patrones de lluvia, este es uno de los factores que presenta una influencia sobre la producción de camarón. Se analizó la relación que existe entre los eventos “El Niño” y la lluvia en los estados de Campeche y Tamaulipas.

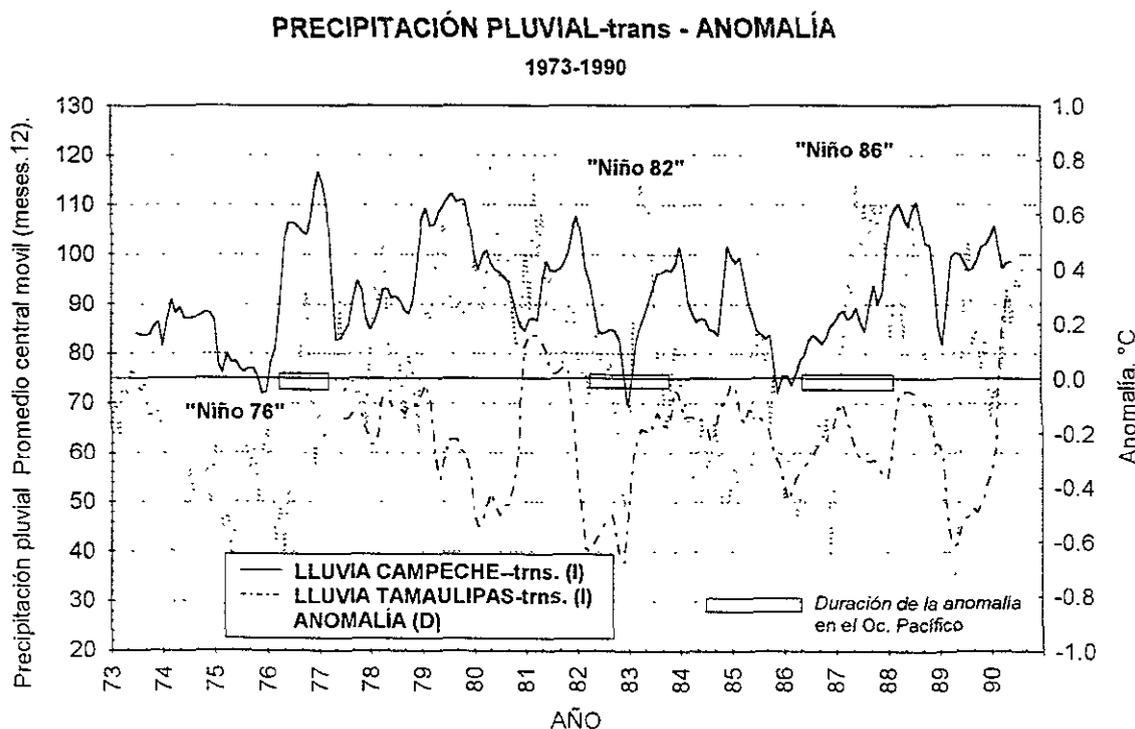


Figura 27. Anomalía térmica positiva y eventos “El Niño” en el periodo de 1973 a 1990.

En la figura 27, se observa la variación de la lluvia con respecto a la variación de la anomalía térmica.

En el caso de “El Niño de 76” la duración de es de sólo tres meses y con una anomalía de 1.23 °C en el Océano Pacífico y de 0.32 °C en el Océano Atlántico, los registros de lluvia en el estado de Campeche muestran un incremento por arriba del promedio mensual en los meses de agosto, septiembre y octubre del mismo año (Fig. 28).



**PRECIPITACIÓN PLUVIAL  
ESTADO DE CAMPECHE  
1973-1990**

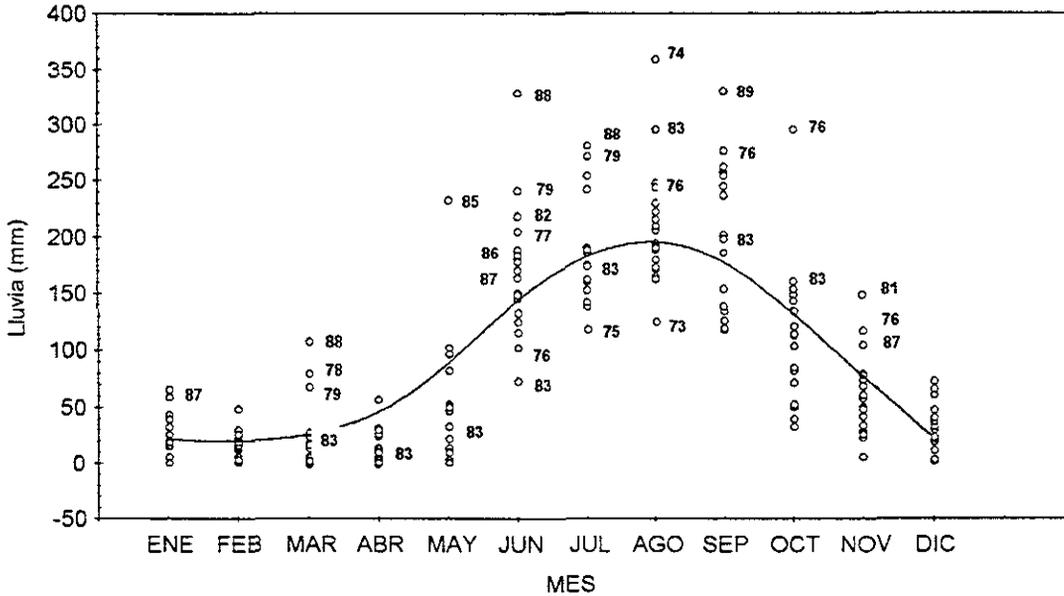


Figura 28. Variación de la precipitación pluvial en el estado de Campeche  
Lluvia mensual de 1973 a 1990.

Los resultados de los datos de la lluvia y la anomalía térmica correspondiente a los meses de agosto a diciembre ("Niño de 76") indicaron que no existe una relación significativa ( $p < 0.10$ ), cabe aclarar que el número de casos es reducido.

En el caso de "El Niño de 82-83", de febrero a septiembre de 1983 se presenta la anomalía térmica en el Océano Atlántico, en este lapso de tiempo existe un decremento de la media mensual en las lluvias de febrero a julio en el caso del estado de Campeche y de un incremento en agosto y septiembre mes en que finaliza "El Niño".

La regresión lineal durante los meses de febrero a septiembre muestra una relación significativa pero de signo negativo ( $r = -0.662$ ;  $p < 0.10$ ), lo que indica que este evento provoca un decremento en la cantidad de lluvia.

La precipitación pluvial para el estado de Tamaulipas también muestra en forma general un decremento en este periodo, excepto en los meses de julio y septiembre en donde la precipitación se presenta muy por arriba del promedio mensual. El resultado que se



obtiene de la regresión lineal indica que no existe una relación significativa entre la anomalía térmica del Océano Atlántico y la precipitación pluvial durante "El Niño de 82" ( $p > 0.10$ ) (Fig. 29).

**PRECIPITACIÓN PLUVIAL MENSUAL**  
**ESTADO DE TAMAULIPAS**  
 1973-1990

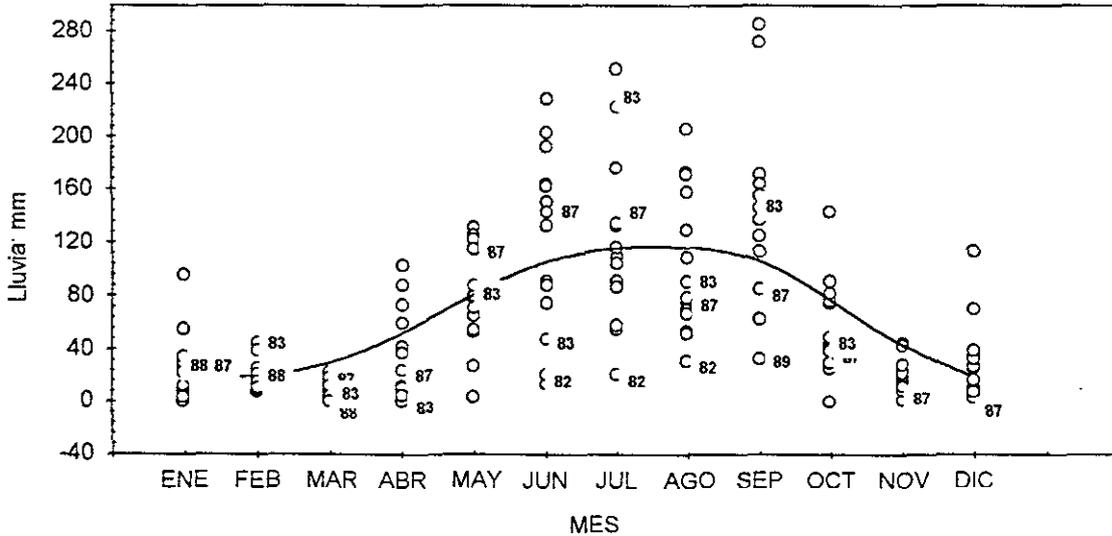


Figura 29. Variación de la precipitación pluvial en el estado de Tamaulipas  
 Lluvia mensual de 1973 a 1990.

Los resultados obtenidos para Campeche coinciden con lo expuesto por Vialard y Queno (1998), sobre la disminución de la precipitación pluvial a causa del fenómeno de "El Niño" en México y algunas regiones del continente americano. Siendo más marcado en el año de 1982, en donde se presenta los valores máximos para la anomalía térmica en el Océano Pacífico.

"El Niño" de 86 origina una anomalía térmica en el Océano Atlántico en el periodo de marzo 1987 a marzo 1988 (Tabla 10). En este periodo la precipitación pluvial no es afectada fuertemente, en el caso del estado de Campeche, los promedios mensuales se encuentran muy cercanos a los promedios anuales y el resultado de la regresión lineal es significativo y de carácter negativo con una correlación de  $r = -0.662$  ( $p < 0.10$ ) (Fig. 28).



Para este mismo evento, en el estado de Tamaulipas la precipitación pluvial se incrementa ligeramente en los meses de mayo, junio y julio, y disminuye en los meses de agosto a diciembre, el resultado de la regresión lineal no es significativo ( $p > 0.10$ ), lo cual sugiere que no existe una relación directa entre el fenómeno del "El Niño" y la precipitación pluvial del estado (Fig. 29).

Los resultados del análisis de la regresión lineal para los datos de la anomalía térmica positiva del periodo de 1979/enero a 1982/marzo, no muestran una relación significativa con la lluvia ( $p > 0.10$ ), este evento no es catalogado como un evento "Niño" comparado con los otros eventos.

Del análisis de la influencia del fenómeno "El Niño" en relación con la precipitación pluvial se obtiene como resultado que los eventos de "El Niño" y sus efectos en las diferentes regiones del país no son los mismos; así las consecuencias sobre las condiciones meteorológicas son diferentes.

Tabla 11. Eventos del fenómeno "El Niño" en el Océano Atlántico, se presentan la significancia de la regresión lineal para la relación de precipitación pluvial y la anomalía positiva.

<b>ANOMALIAS TÉRMICAS POSITIVAS</b>	<b>CAMPECHE</b>		<b>TAMAULIPAS</b>	
	Valor de P		Valor de P	
Meses				
Sep a nov de 1976	P>0.1	No significativo	-----	No significativo
Ene/79 a mar/82	P>0.1	No significativo	P>0.1	No significativo
Feb a sep de 1983	P<0.1	Significativo	P>0.1	No significativo
Mar/87 a mar/88	P<0.1	Significativo	P>0.1	No significativo

Dentro de las anomalías térmicas se presentan eventos con anomalías térmicas negativas, denominadas eventos "La Niña". Los eventos del periodo de 1973 a 1990 se presentan en la Tabla 12.



Tabla 12. Eventos del fenómeno "La Niña" en el Océano Pacífico y Océano Atlántico, se presentan los meses en los cuales se registra la anomalía térmica negativa.

<b>FENÓMENO LA NIÑA</b>	<b>OCÉANO PACÍFICO</b>		<b>OCÉANO ATLÁNTICO</b>		
	<b>Años</b>	<b>Meses</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Meses</b>	<b>Intensidad</b>
	1974-76	Agos/74 a mayo	-1.51	Enero/74 a agosto/76	-0.95
	1984-86	Mayo/84 a mayo/86	-1.23	Feb /84 a jun/1985	-0.58
	1985-87			Dic/85 a feb/87	-0.65
	1988-90	Abr/88 a ene/90	-1.68	Nov/88 a jun/89	-0.780

El análisis de regresión lineal de los eventos "La Niña" (anomalía térmica negativa, Tabla 13) con la precipitación pluvial no muestra una relación significativa para este periodo ( $p > 0.10$ ), aunque existen algunos meses durante estos periodos que los valores de precipitación pluvial exceden el promedio mensual.

Tabla 13. Eventos del fenómeno "La Niña" en el Océano Atlántico, se presentan la significancia de la regresión lineal para la relación de precipitación pluvial y la anomalía negativa.

<b>ANOMALIAS TÉRMICAS NEGATIVA</b>	<b>CAMPECHE</b>		<b>TAMAULIPAS</b>	
<b>Meses</b>	<b>Valor de P</b>		<b>Valor de P</b>	
Ene/74 a ago/76	P>0.1	No significativo	-----	No significativo
Feb/84 a jun/85	P>0.1	No significativo	P>0.1	No significativo
Dic/85 a feb/87	P>0.1	No significativo	P>0.1	No significativo
Nov/88 a jun/89	P>0.1	No significativo	P>0.1	No significativo

### **LA INFLUENCIA DE "EL NIÑO" EN LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN.**

Partiendo de la hipótesis de que la CPUE es diferente entre los meses de "Niño" con respecto a los meses de "Niña", se realizó una prueba de "t", la cual da como resultado que si existen diferencias significativas entre las captura entre estos periodos.

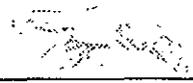


Teniendo en cuenta que existen estas diferencias, se analiza la CPUE en función de la anomalía térmica positiva "El Niño" y negativa "La Niña", el análisis se realiza para cada uno de los eventos en el estado de Campeche y Tamaulipas.

Los resultados de la regresión múltiple de "El Niño de 1976", expresado con las variables independientes precipitación pluvial y la anomalía térmica y contra la variable dependiente Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) para el estado de Campeche, no muestran una relación significativa ( $p > 0.05$ ), cabe aclarar que sólo se analiza el periodo en que se presenta la anomalía térmica en el Océano Atlántico y registrada sólo en los meses de septiembre, octubre y noviembre correspondiente al evento de "El Niño" que se registra en el Océano Pacífico.

La CPUE del año de 1976 para el estado de Campeche se encuentra por debajo del promedio mensual por año (Fig. 30), y en este periodo la lluvia presenta algunos valores por arriba del promedio mensual, con el incremento en la lluvia se presenta un ligero incremento en los valores de la CPUE, aunque estadísticamente esta relación no es significativa, el comportamiento de la CPUE tiende a incrementar. (Fig. 31).

El análisis del evento de "El Niño" de 1982, considerado como el evento más intenso en el periodo de 1973 a 1990, indica que para Campeche, la regresión múltiple realizada para la CPUE como variable dependiente y las variables independientes precipitación pluvial y la anomalía térmica positiva, hay una relación significativa de la CPUE con la lluvia ( $r = 0.8966$ ,  $p < 0.05$ ), la anomalía térmica incrementa el valor de "r" ligeramente pero sin ser significativo ( $r = 0.9237$ ,  $P < 0.05$ ), en la tabla 14 se muestran estas correlaciones.



## CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO ESTADO DE CAMPECHE 1974-1990

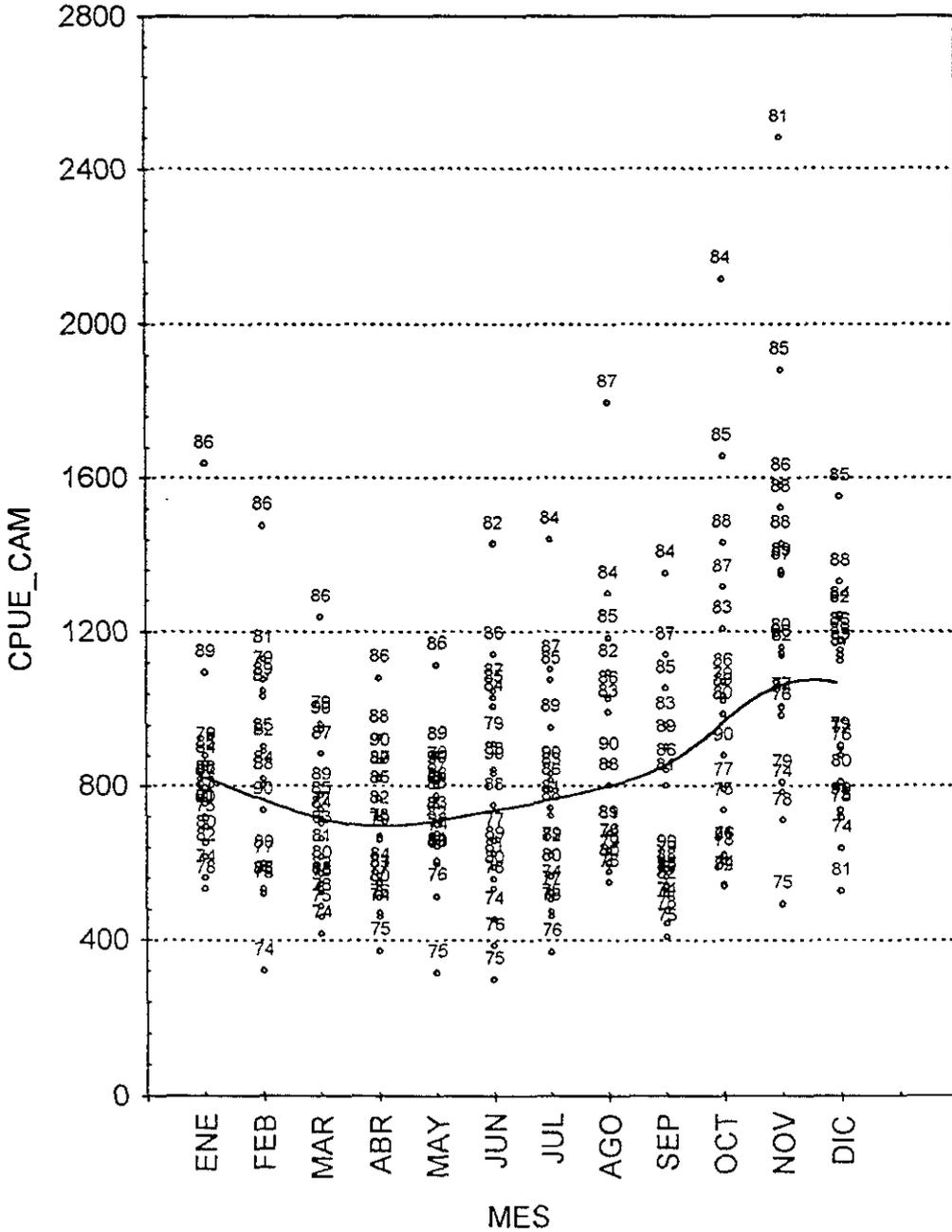


Figura 30. Variación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en el estado de Campeche. Lluvia mensual de 1973 a 1990.



### CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO - ANOMALÍA

1973-1990

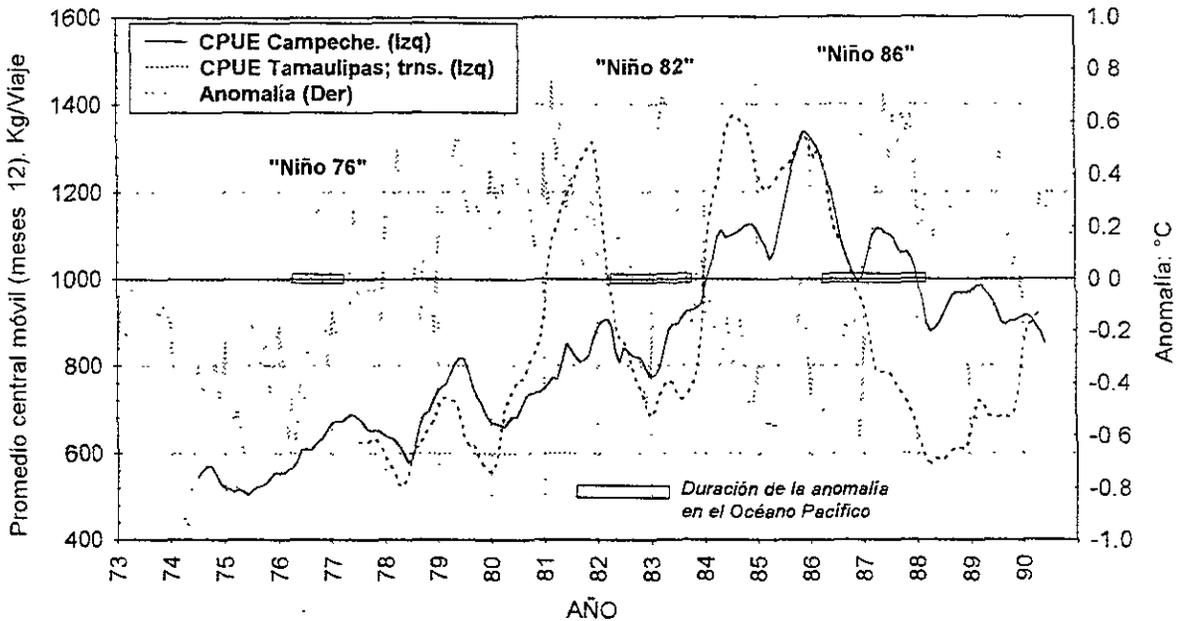


Figura 31. Anomalia térmica positiva "El Niño" y la CPUE en el periodo de 1973 a 1990, para los estados de Campeche y Tamaulipas.

Tabla 14. Evento del fenómeno "El Niño 83" en el Océano Atlántico, se presentan las correlaciones entre la anomalía positiva, la lluvia y la CPUE para el estado de Campeche.

n=8	ANOMALÍA	LLUVIA	CPUE
ANOMALÍA	1	-0.6619	-0.4268
LLUVIA	-0.6619	1	0.8966
CPUE	-0.4268	0.8966	1

El estado de Tamaulipas muestra una relación significativa de tipo negativo entre la CPUE y la anomalía  $r=0.7138$  ( $P<0.05$ ), con la variable lluvia no se encuentra una relación significativa y los resultados de la regresión múltiple con las dos variables interviniendo tampoco presenta una relación significativa.



## CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO ESTADO DE TAMAULIPAS 1977-1990

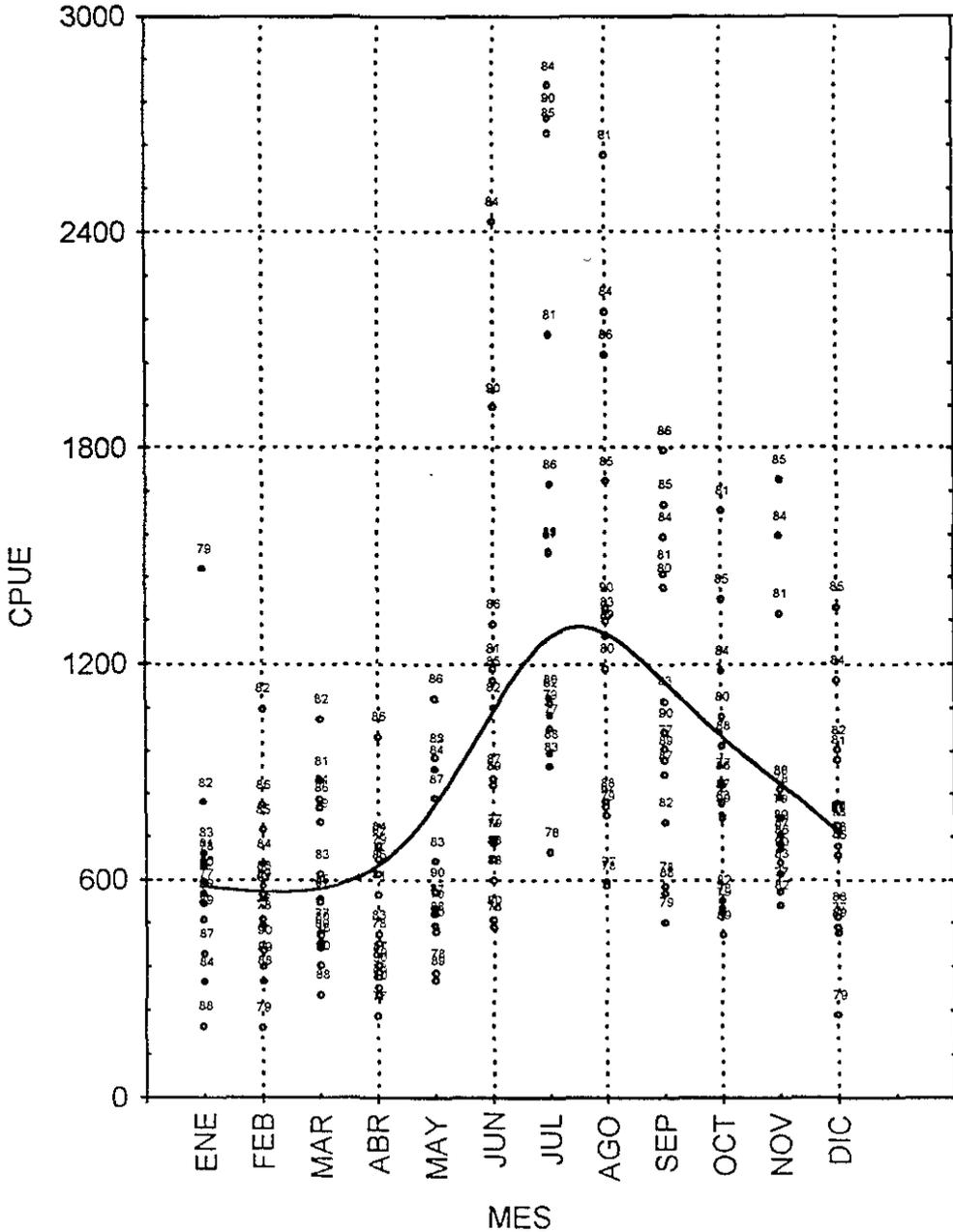


Figura 32 Variación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en el estado de Tamaulipas. Lluvia mensual de 1974 a 1990.

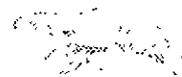


Tabla 15. Evento del fenómeno "El Niño 83" en el Oc. Atlántico, se presentan las correlaciones entre la anomalía positiva, la lluvia y la CPUE para el estado de Tamaulipas.

n=8	ANOMALÍA	LLUVIA	CPUE
ANOMALÍA	1	-0.4793	-0.7137
LLUVIA	-0.4793	1	0.6265
CPUE	-0.7137	0.6265	1

Evento de El Niño en 1987.

En el análisis de "El Niño de 87" se obtiene una relación significativa positiva entre la CPUE y la anomalía  $r=0.6851$  ( $P<0.05$ ), con la precipitación pluvial no existe una relación significativa. Los resultados de la regresión múltiple indican que sólo la anomalía presenta una relación de tipo significativo y positivo (Tabla 16)

Tabla 16. Evento del fenómeno "El Niño 87" en el Océano Atlántico, se presentan las correlaciones entre la anomalía positiva, la lluvia y la CPUE para el estado de Campeche.

n=8	ANOMALÍA	LLUVIA	CPUE
ANOMALÍA	1	0.5714	0.6851
LLUVIA	0.5714	1	0.4922
CPUE	0.6851	0.4922	1

En el estado de Tamaulipas los resultados de la regresión múltiple presentan una relación significativa y positiva sólo con la lluvia  $r=0.6776$  ( $P<0.05$ ), la variable anomalía térmica no presenta una relación significativa (Tabla 17).

Tabla 17. Evento del fenómeno "El Niño 87" en el Océano Atlántico, se presentan las correlaciones entre la anomalía positiva, la lluvia y la CPUE para el estado de Tamaulipas.

n=8	ANOMALÍA	LLUVIA	CPUE
ANOMALÍA	1	0.3142	0.5508
LLUVIA	0.3142	1	0.6776
CPUE	0.5508	0.6776	1



En la tabla 18 se presenta un resumen de la significancia de la regresión lineal entre la CPUE, la anomalía térmica y la precipitación pluvial.

Tabla 18. Eventos del fenómeno "El Niño" en el Océano Atlántico, se presentan la significancia de la regresión lineal para la relación de la captura por unidad de esfuerzo con la precipitación pluvial y la anomalía positiva.

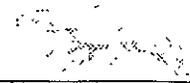
<b>ANOMALIAS TÉRMICAS POSITIVA</b>	<b>CAMPECHE</b>		<b>TAMAULIPAS</b>	
	<b>Anomalía</b>	<b>Lluvia</b>	<b>Anomalía</b>	<b>Lluvia</b>
Meses				
Sep a nov de 1976	P>0.05	P>0.05	-----	-----
Feb a sep de 1983	P>0.05	P<0.05*	P<0.05*	P>0.05
Mar/87 a mar/88	P<0.05*	P<0.05*	P>0.05	P<0.05*

\* Relación significativa

Además, al dividir el periodo total en dos etapas, una de 1974 a 1981 y otro de 1982 a 1990 para realizar la regresión entre la anomalía, la lluvia y la CPUE, los resultados para los dos estados no muestran una relación significativa entre las variables mencionadas.

Los datos ambientales se arreglaron con distinto periodo de retraso basado en eventos importantes del ciclo de vida del camarón, los resultados muestran que en todos los datos analizados las variables ambientales que aportan una mayor información sobre la variación de la producción de camarón son la precipitación pluvial y por consiguiente la descarga de los ríos, influenciados por el fenómeno de "El Niño". Estos desfases son de tres y once meses para el reclutamiento, ocho meses para la reproducción y finalmente de doce meses para el ciclo completo.

El análisis se realizó igual que en el caso anterior para las dos etapas 1974-1981 y 1982-1990 en los estados. Los resultados de la regresión lineal muestran una relación significativa negativa de la CPUE con las variables anomalía térmica (excepto en el periodo de 1977 a 1981 donde la relación es de tipo positivo), y una relación positiva con la precipitación pluvial, en el periodo de 1982 a 1990 con tres y ocho meses de desfase, de 1977 a 1990 y finalmente en el periodo de 1977 a 1981 con un desfase de



once meses para el estado de Tamaulipas. Para el estado de Campeche sólo se encontró una relación significativa negativa entre la CPUE y la anomalía térmica positiva "El Niño" en el periodo de 1982 a 1990 con 11 meses de desfase (Tabla 19).

Tabla 19. Significancia de la regresión lineal para la relación de la captura por unidad de esfuerzo con la precipitación pluvial y la anomalía positiva con desfase en los principales eventos del ciclo de vida del camarón.

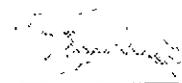
PERIODO	TAMAULIPAS		CAMPECHE	
	Desfase	r	Desfase	r
1977 a 1990	8 meses	0.4011	-----	-----
1977 a 1981	11 meses	0.4529	-----	-----
1982 a 1990	3 meses	0.5150	-----	-----
1982 a 1990	8 meses	0.5218	-----	-----
1982 a 1990	-----	-----	11 meses	0.3432

**ANOMALÍA NEGATIVA "LA NIÑA" Y SU RELACIÓN CON LA CPUE**

En el estado de Campeche a través de la regresión múltiple se obtuvo una relación significativa positiva para la anomalía negativa con la CPUE ( $r=0.3575$ ,  $P<0.05$ ). Los resultados de la correlación son muy bajos y la varianza de CPUE es explicada solo en un 12.75%, la lluvia es excluida del modelo por no presentar una relación significativa.

Para el evento de 1984 en el estado de Campeche sólo existe una relación significativa entre la CPUE y la lluvia con valores de  $r=0.5553$  ( $p>0.05$ ) que excluyen a la anomalía del modelo. Se obtienen resultados similares para Tamaulipas, la lluvia presenta una relación significativamente positiva con valores de  $r=0.5579$  ( $P<0.05$ ), al igual que para el estado de Campeche la anomalía térmica negativa "La Niña" no es incluida en el modelo.

En el evento de 85 para Campeche se obtuvo una relación significativa negativa con la lluvia con una  $r=0.5328$  ( $p<0.05$ ). Para el estado de Tamaulipas el resultado es inverso.



se obtiene una relación significativa positiva con la lluvia  $r=0.5148$  ( $p<0.05$ ). En los dos casos la anomalía térmica negativa no presenta una relación significativa.

En el análisis de la Niña de 88, en Campeche se presenta una relación significativa entre la CPUE y las variables lluvia y anomalía térmica con valores de  $r=0.5415$  ( $P<0.05$ ), esta relación es de tipo positivo para la anomalía y negativo para la lluvia, los valores de correlación se presentan en la tabla 20.

Tabla 20 Evento de las anomalías térmicas negativas "La Niña 88" en el Océano Atlántico, se presentan las correlaciones entre la anomalía negativa, la lluvia y la CPUE para el estado de Campeche.

n=8	ANOMALÍA	LLUVIA	CPUE
ANOMALÍA	1	0.5415	0.5484
LLUVIA	0.5415	1	-0.3464
CPUE	0.5484	-0.3464	1

En el estado de Tamaulipas se presenta una relación significativa positiva entre la CPUE y la anomalía, con valores de  $r=0.8342$  ( $p<0.05$ ), la lluvia no presenta una relación significativa, las correlaciones se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21 Evento de las anomalías térmicas negativas "La Niña 88" en el Océano Atlántico, se presentan las correlaciones entre la anomalía negativa, la lluvia y la CPUE para el estado de Tamaulipas.

n=8	ANOMALÍA	LLUVIA	CPUE
ANOMALÍA	1	0.2832	0.8342
LLUVIA	0.2832	1	0.5550
CPUE	0.8342	0.5550	1

En la tabla 22 se presenta un resumen de la significancia de la regresión lineal entre la CPUE, la anomalía térmica y la precipitación pluvial.



Tabla 22 Eventos del fenómeno "La Niña" en el Océano Atlántico, se presentan la significancia de la regresión lineal para la relación de CPUE con la precipitación pluvial y la anomalía negativa.

<b>ANOMALIAS TÉRMICAS NEGATIVA</b>	<b>CAMPECHE</b>		<b>TAMAULIPAS</b>	
	<b>Anomalía</b>	<b>Lluvia</b>	<b>Anomalía</b>	<b>Lluvia</b>
<b>Meses</b>				
Ene/74 a ago/76	P<0.05*	P>0.05	-----	-----
Feb/84 a jun/85	P>0.05	P<0.05*	P>0.05	P<0.05*
Dic/85 a feb/87	P>0.05	P<0.05*	P>0.05	P<0.05*
Nov/88 a jun/89	P<0.05*	P<0.05*	P<0.05*	P>0.05

\* Relación significativa



## **DISCUSIÓN**

La captura total de camarón en Campeche presentó fluctuaciones cíclicas a lo largo de del periodo de 1974 a 1990, con una tendencia general a decrecer gradualmente. La CPUE presenta una tendencia que se divide en dos fases, la primera de 1974 a 1982 con valores por debajo de los 800 kg/viaje, y una recuperación después de este año en una segunda fase (1983-1990).

El análisis de la tendencia de las capturas indica que en la primera fase se obtiene una producción alta de camarón producto de un mayor número de viajes, por lo que la CPUE presenta valores bajos, esta tendencia podría ser un indicador de una explotación inadecuada del recurso. La tendencia general de la segunda fase (1983-1990) que presenta la captura total es en forma decreciente.

En el caso de las capturas en Tamaulipas se tiene un comportamiento cíclico (1974-1990), presenta valores por arriba de 500 ton/mes, y la CPUE presenta un incremento originado por una disminución en el número de viajes, que se refleja en un descenso de la captura.

Esta tendencia puede ser el resultado de una explotación inadecuada del recurso, ya que la variación existente entre la captura total, la CPUE y el número de viajes está muy relacionada; y esto dependen directamente del esfuerzo pesquero, no obstante a partir del año de 1985, la captura total tiende a aumentar con una pequeña disminución en el número de viajes, lo que sugiere una recuperación de las poblaciones de camarón, ya que a menor número de viajes la captura es mayor.

Si se considera que para calcular la CPUE, la captura total se divide entre el esfuerzo pesquero (número de viajes), y origina que en algunos casos la CPUE presente valores con una tendencia creciente, lo que llevaría a pensar en una recuperación de la producción de camarón, sin embargo este resultado se debe a la disminución en el



número de viajes de la flota camaronera por lo que se tiene una mayor probabilidad de capturas más altas.

Cuando se utilizan las estadísticas de captura de las plantas procesadoras o de las cooperativas pesqueras se subestima el esfuerzo pesquero y se sobrestima la CPUE, el sesgo es máximo durante la temporada de baja captura. Por lo tanto, la CPUE debe tomarse con ciertas reservas, como un índice de estimación en la abundancia del recurso y analizarlo en conjunto con la captura total.

Al analizar las variaciones ambientales y la captura de camarón, los resultados muestran un desfase entre las variables ambientales y la captura, los valores son de tres meses para la lluvia y un mes para la descarga de los ríos en el caso de Campeche y de dos y un mes para Tamaulipas.

El retraso en la captura de camarón con respecto a la influencia de los factores ambientales se debe al tiempo en que el efecto de la cantidad de agua se expresa en los sistemas costeros; por lo que se puede asumir que el efecto es directo en las poblaciones de camarón que se van a reclutar a la pesquería, este resultado coincide con lo reportado por Castro Meléndez y col. (1990) para la captura de larvas de camarón café en la laguna de Almagre y con un mes de diferencia se obtienen las capturas más altas en alta mar en los años de 1984 y 1985.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo presentan una concordancia con lo reportado por varios autores, tal es el caso de García y Le Reste (1986), Gracia (1989) y González (1992).

Existe una relación significativa y positiva entre estas variables ambientales y la captura de camarón en las costas del estado de Tamaulipas y Campeche, la relación incluye en el modelo la captura total como variable dependiente y la descarga de ríos, precipitación pluvial y número de viajes como variables independientes.



Los resultados para el análisis de la CPUE muestran una relación significativa y positiva entre esta variable y la descarga de ríos y la precipitación pluvial, muy similar para los dos estados, independientemente que para Campeche sólo se incluyera a la variable de precipitación pluvial. Para el estado de Campeche las dos variables ambientales se consideran en el análisis (descarga de ríos y precipitación pluvial), lo cual puede indicar que esta variable es importante en la evaluación de los factores ambientales sobre la producción de camarón.

Aunque la variable de descarga de los ríos queda fuera del modelo para la captura total en Campeche, y para la captura total y CPUE en Tamaulipas, debe tomarse en cuenta que éste es el principal medio por el cual llega una gran cantidad de agua dulce a los sistemas estuarinos, y por lo tanto, los nutrientes que sostienen la producción en estos sistemas ya que el efecto de la descarga fluvial está relacionado con el aporte de nutrientes a las áreas de distribución de juveniles y adultos, lo cual afecta el número de reclutas (García y Le Reste, 1986; Edwards, 1978). Browder y Morre (1981), proponen que el aporte de agua dulce a los estuarios puede influir la producción pesquera directa o indirecta a través del transporte de nutrientes, detritos, sedimentos, reducción de salinidad, mezcla y transporte de las masas de agua a las áreas de distribución de juveniles.

Asimismo, se ha propuesto que cuando coexisten varias especies en una región estuarina su distribución relativa esta ligada a las condiciones hidrológicas y, en particular, a su tolerancia frente a gradientes espacio-temporales de la salinidad, parámetro que se ve afectado por el aporte de agua dulce proveniente del continente, por esta razón la descarga fluvial y la precipitación pluvial son considerados como los factores que pueden presentar una mayor influencia en la abundancia de camarón blanco en la Laguna de Términos, y esto repercute en una mayor producción en la Sonda de Campeche (Gracia, 1989).

La proporción de la varianza explicada para la captura total mediante la regresión múltiple es del 63.24% para el estado de Campeche y del 38.36% para el estado de



Tamaulipas, lo que nos indica que existen otros factores que pudieran estar actuando en conjunto con las variables ambientales, que influyen en la producción de camarón, también se debe de tomar en cuenta que las estadísticas pesqueras presentan problemas en cuanto a la toma de datos, esto es, en algunos de los casos no se toman los valores reales de desembarco por muy diversas causas, lo que podría estar subestimando la captura.

Los resultados obtenidos para las capturas por un modelo de regresión no lineal, presentan un incremento en el porcentaje de la varianza explicada por arriba del 60%, la diferencia de este análisis con respecto al de regresión múltiple es que este modelo considera un punto de ruptura o división de los datos en valores altos y los separa de los valores más bajos creando dos regresiones, lo que sería igual a tomar los datos de la temporada de pesca (valores altos), a parte de los datos de los meses que se encuentran fuera de la temporada.

Este último análisis proporciona una mejor relación entre las variables ambientales y la época de captura para analizar las series de tiempo en temporadas similares, ya que la captura varía dependiendo la temporada del año, esto debido a que en el año se tiene un reclutamiento principal y uno secundario, lo que le permite a las poblaciones de camarón adoptar una estrategia oportunista para aprovechar en forma óptima los desfases a microescala de las fluctuaciones cíclicas que repercuten en la capacidad de carga ambiental (Gracia, 1989)

Se ha mencionado por Ruello (1973, en Gracia, 1989) que las variaciones en los periodos de residencia de los organismos se encuentran relacionadas con las fluctuaciones de salinidad en los sitios de crianza y que cuando se alcanzan valores bajos en la salinidad se puede provocar la emigración de los camarones hacia el mar adyacente, lo que coincide con los resultados aquí obtenidos en cuanto al desfase de la temporada de lluvia y la producción de camarón.



Cuando se analizan los resultados del modelo no lineal, los valores de "r" aumentan por lo que también la varianza explicada es más alta, de los modelos propuestos para los dos estados, coinciden en que el modelo no lineal explica con mayor porcentaje la varianza.

En el estado de Campeche las relaciones encontradas son del tipo positivas entre la captura (total y CPUE) y las variaciones ambientales, para Tamaulipas existe una diferencia ya que la primera parte del modelo se comporta positivamente y la segunda es del tipo negativo, este resultado coincide por lo reportado por varios autores (en García y Le Reste, 1986) en que un aumento en el aporte de agua dulce influye en una mayor captura de camarones, pero que después de un cierto nivel se invierte.

La diferencia existente entre los dos comportamientos podría derivarse de la posición geográfica de los dos estados, por un lado el estado de Campeche presenta mayores aportes de agua a diferencia del estado de Tamaulipas en donde los aportes de agua son menores y la estacionalidad (temporada de lluvias) es más marcada, por lo que las condiciones hidrológicas son diferentes y un aporte mayor de agua en este estado tiene un efecto negativo en la producción.

Estos resultados apoyan la mayoría de las hipótesis (García y Le Reste, 1981; Gracia, 1989; González Casas, 1992) en donde se propone que el aporte de nutrientes a las áreas de distribución de juveniles y adultos está relacionado con el efecto de la descarga de agua, lo cual afecta al número de reclutas. Browder y Moore (1981) proponen que el flujo de agua dulce a los estuarios puede influir en la producción pesquera directa o indirectamente a través del transporte de nutrientes, detrito, sedimentos, reducción de la salinidad, mezclado y transporte de las masas de agua (Gracia, 1989), y la variación en estos factores puede disparar el mecanismo de migración de los organismos adultos hacia mar abierto, originando una relación significativa y positiva en los modelos lineales obtenidos.



Los modelos propuestos en este trabajo permitirían predecir con cerca del 80% de confianza la producción esperada si se cuenta con los datos ambientales sobre el aporte de agua a los sistemas estuarinos, a diferencia del modelo propuesto por González Casas (1992), este modelo solo analiza la producción total de camarón sin importar la especie y incluye solamente los parámetros ambientales que más pueden influir en la producción de camarón.

La distribución de los camarones en el Golfo de México, principalmente frente a los estados de Tamaulipas y Campeche, hacen que estas poblaciones presenten características particulares, pero son influidas por los sistemas costeros, tanto por su dependencia con los estuarios o lagunas costeras como por la influencia que tienen los ríos en la zona.

Los modelos propuestos en este trabajo pretenden resaltar la importancia que tiene la descarga de los ríos y la lluvia como uno de los factores ambientales que pueden influir en la producción de camarón, se presentan de un forma sencilla ya que incluye variables ambientales de fácil registro.

### **Fenómeno de “El Niño”**

No existe un patrón definido acerca del fenómeno “El Niño”, y sus efectos sobre biota marina. En la mayoría de los casos se analizan los efectos de este fenómeno sobre la pesquería de organismos pelágicos ya que son los que sostienen las mayores pesquerías que se practican en la costa Oeste del continente americano (Vialard, 1998; García et al., 1984; Baber y Chávez, 1983; Dayton y Tegner, 1984; Zuzuna et al., 1989).

Los efectos del fenómeno de “El Niño” sobre la precipitación pluvial en el análisis de regresión múltiple, la precipitación pluvial y la anomalía térmica positiva “El Niño”, presenta un patrón general de carácter negativo entre la lluvia y la anomalía en los eventos de “El Niño” registrados en los años de 1983 y 1987-88 para el estado de



Campeche, con una disminución en la cantidad de lluvia, una de las características de estos eventos es su intensidad, duración e inicio.

Los registros de la anomalía térmica para el Océano Atlántico muestran para estos dos eventos un inicio en la temporada de secas (febrero-marzo) y presenta su mayor intensidad en la temporada de lluvias, el valor máximo de la anomalía de 0.7 grados centígrados para los dos eventos, siendo estos también los más intensos para el Océano Pacífico.

Por otra parte, las características inherentes al individuo, tales como es estado de desarrollo, la edad, el tamaño y el sexo también modifican la zona de tolerancia de los organismos a los factores ambientales, y la respuesta de estrés se visualiza como cambios en todos los niveles de organización biológica. A nivel de organismo, dichos cambios se reflejan en inmunodepresión, alteraciones osmoregulatoras, crecimiento y comportamiento migratorio en peces; estas respuestas se denominan terciarias. A niveles altos (población, comunidad) se presenta una disminución en el reclutamiento y reducción en el crecimiento de las poblaciones y alteraciones en la abundancia y diversidad de especies (Espina y Venegas, 1996).

Así, los camarones han desarrollado mecanismos que les permiten sobrevivir a los cambios del medio. Entre estos mecanismos se encuentran los relacionados con la tolerancia a la salinidad y temperatura (Fragoso, 1991).

Por tanto, al existir un cambio en el patrón de lluvias originado por el fenómeno de "El Niño" estos cambios influyen en el reclutamiento y producción de camarón, el análisis de regresión múltiple muestra que con los diferentes desfases (3, 8 y 11 meses) y periodos normales de los eventos de "El Niño", la CPUE para los dos estados tiene una relación negativa con la anomalía térmica y positiva con la lluvia.



La modificación en el patrón de lluvia es uno de los factores importantes para determinar los niveles de reclutamiento tanto de las postlarvas a los sistemas estuarinos como de los juveniles a las poblaciones marinas.

El efecto de la temperatura y la salinidad se ve expresado en reportes experimentales sobre la fisiología de las postlarvas epibénticas de *Farfantepenaeus aztecus*, ya que presentan niveles de tolerancia del 90-100% de sobrevivencia en un amplio intervalo de salinidad entre 10-40 con temperaturas entre 24 y 32.5°C en la laguna de Tamiahua, Veracruz. Sin embargo, la sobrevivencia no es el único factor que puede ser usado para evaluar si el nivel de un factor ambiental es el más adecuado para su crecimiento, ya que algunos organismos sobreviven en amplios intervalos de salinidad, esto no quiere decir que esos intervalos sean los más adecuados para su desarrollo (Fragoso, 1991).

El fenómeno de "El Niño" presenta una influencia sobre el patrón de lluvias, y por tanto su influencia en la CPUE depende de la temporada en que se presente, su intensidad y duración. Así, el incremento de la lluvia favorece la producción de camarón en el Golfo de México debido al incremento de nutrientes y a los gradientes de salinidad en las áreas de crianza producidas por el aporte de agua dulce. Estos resultados se ven apoyados por la mayoría de las hipótesis que menciona que el efecto de la descarga fluvial está relacionado con el aporte de nutrientes a las áreas de distribución de juveniles y adultos, lo cual afecta el número de reclutas (García y Le Reste, 1986).

Las relaciones encontradas son significativas, pero además no se descarta la posibilidad de que existen otros mecanismos que actúan en conjunto sobre los diferentes eventos del ciclo de vida del camarón, independientemente de la influencia que puede tener el fenómeno de "El Niño" y la temporada cuando este se presenta.

Se propone que el aporte de agua dulce a los estuarios puede influenciar la producción pesquera directa o indirectamente a través del transporte de nutrientes, detritos, sedimentos, reducción de la salinidad, mezcla y transporte de masas de agua en las áreas de distribución de los juveniles (Browder y Moore, 1981). Pero también, se señala



que el incremento anormal en la descarga fluvial puede tener un efecto negativo a largo plazo en la producción de camarón por la limitación de áreas de crecimiento en los estuarios (García y Le Reste 1986), sin embargo, Ruello (1973), sugiere que en periodos breves el efecto puede ser positivo debido a que la disminución de la salinidad estimula la emigración de los juveniles hacia el ambiente marino, aunque pueden intervenir otros factores (áreas de crianza, sustrato) que modifican la relación descarga fluvial-abundancia del camarón rosado.

La variable más importante para la producción de camarón es el aporte de agua dulce a través de las descargas de los ríos ya que así son transportados los nutrientes necesarios para soportar un mayor número de reclutas en los sistemas estuarinos, además, la disminución en la salinidad estimula a los organismos para iniciar su migración hacia el mar. En algunos casos como en el estado de Tamaulipas el registro de la descarga de los ríos no esta completa o no existen registros por lo que la cuantificación total de la descarga tiene que tomarse con ciertas reservas.

En los estados de Tamaulipas y Campeche se observa una baja en las capturas de camarón durante los eventos de "El Niño", principalmente por el cambio en el patrón de lluvias, las poblaciones de camarones se ven desfavorecidos debido a la disminución en el aporte de agua dulce y por lo tanto de nutrientes a los sistemas costeros. El incremento de temperatura en las aguas costeras a causa de dichos eventos no presenta una influencia sobre la producción de camarón, ya que la anomalía térmica no rebasa  $0.7^{\circ}\text{C}$ , para aguas del Océano Atlántico.

Si bien, la distribución esta influenciada por las condiciones hidrológicas predominantes en cada época, el factor primordial que se debe considerar es la propia Biología de la especie que conlleva a los organismos a zonas con condiciones favorables que les permita desarrollar durante todo el año y varía de acuerdo al patrón hidrológico de cada temporada y al comportamiento de cada especie.



## La niña

Las relaciones que se obtienen de la CPUE con la lluvia en el estado de Campeche para el año de 84/85 es de tipo positivo y para los años de 85/87 y 88/89 es de tipo negativo y la diferencia que existe entre estos eventos es la temporada de inicio, esto es, en el caso de la relación de tipo positivo, el evento inicia en la temporada de secas (febrero) y para el caso de la relación de tipo negativo, estos eventos inician en la época de nortes. En el estado de Tamaulipas las relaciones son del tipo positivo y se presentan en los años de 84/85 y 85/87, estos resultados al igual que en el caso de la anomalía positiva, están relacionados con la temporada de inicio y la intensidad de la anomalía.

La relación de la CPUE con la anomalía para los dos estados se presentan en año de 88/89 y es de carácter positivo, la anomalía se presenta en el mes de noviembre, lo que coincide con la segunda generación de reclutas reportada por Gracia (19889), así la influencia que tiene el fenómeno de la niña, se ve reflejado en la CPUE cuando la anomalía se presenta en los meses de octubre-noviembre cuando se presenta el evento de desove secundario.



## CONCLUSIONES

Los factores ambientales, precipitación pluvial y la descarga de ríos juegan un papel importante en la producción de camarón, ya que el aporte de agua dulce a los sistemas costeros influye de manera directa en la producción de camarón e influye en el desarrollo de los juveniles en los sistemas costeros, la influencia e intensidad de estos factores en la producción depende de la magnitud (cantidad de agua) de la descarga y lluvia y su coincidencia con el grado de desarrollo de las especies presente en la zonas estuarinas.

En los modelos propuestos la variable que proporciona una mayor información para predecir la variación en la producción de camarón en el Golfo de México es la precipitación pluvial, incrementado en algunos casos con la inclusión de la descarga de los ríos.

La exclusión de la descarga de ríos en los modelos de correlación para el estado de Tamaulipas se debe a la variación que se observa en los registros ya que para algunos ríos existe un decremento en la descarga y para otros no existen, en este caso sólo se incluyó para el modelo predictivo de la CPUE para el estado de Campeche, siendo una de los factores que afectan la producción de camarón.

La producción total de camarón en el estado Campeche presenta una tendencia en forma decreciente, debido a una fuerte explotación del recurso y para el estado de Tamaulipas la tendencia es en forma creciente, por lo que se puede suponer que en este estado existe una recuperación y una reducción en la explotación.

La descarga de ríos es una variable que debe ser tomada ya que es importante para el transporte de nutrientes, agua dulce, sedimentos etc., a los sistemas costeros, aun que para los modelos de captura total se excluyera.

La relación entre los eventos de anomalía térmica positiva (El Niño) y negativa (La Niña) presentan una influencia sobre la CPUE en ciertos eventos, en donde la anomalía inicia en periodos relacionados con los eventos importante del ciclo de vida de las distintas especies de camarones.

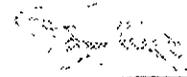
Durante los años de "El Niño" las capturas de camarón se ven disminuidas, cuando la relación es de tipo negativo entre la anomalía y la precipitación pluvial, la influencia es en forma indirecta.

Las relaciones del fenómeno de "El Niño" y la precipitación pluvial no es muy clara, ya que sólo se presenta una relación significativa de tipo negativo con la precipitación pluvial durante los eventos registrados en los años de 1983 y 1987 para el estado de Campeche y su efecto depende principalmente de la duración, intensidad y el periodo de inicio.

Los fenómeno de "El niño" y de "La niña" que se presentan son todos diferentes, los efectos que generan sobre la biota son diferentes y dependen de la región y sobre todo en que momento del ciclo de vida se presenta una anomalía térmica que puede incidir directamente en el desarrollo de los organismos

El incremento o la disminución de la temperatura superficial del mar no parece ser un factor determinante en la producción de camarón en el Golfo de México, ya que las variaciones de temperatura no sobrepasa en un grado centígrado sobre las temperaturas promedio.

Finalmente las variables ambientales juegan un papel importante en la producción de camarón. su influencia esta determinada por la intensidad y duración así como por su conjugación entre los diferentes factores ambientales



## LITERATURA CITADA

ALARCON, G., L. A. SOTO & A. GRACIA, 1985. Patrón de inmigración de postlarvas planctónicas de camarones peneidos en la Laguna de términos, Campeche. VII Congreso Nacional de Zoología Saltillo, Coah., 25-30 de agosto, 1985.

ARENAS-MENDIENTA, M. R & A. M. YÁÑEZ, 1981. Patrón anual de inmigración de postlarvas de camarón (Crustácea: Decápoda: Penaeidae), en la Boca de Pto. Real, Laguna de Términos, Campeche. *Tesis Profesional. Fac de Ciencias Univ. Nal. Autón. Méx.* 92 pp.

BERNSTEIN IRA H., W. C. GARBIN & G. K. TENG, 1987. Applied Multivariate Analysis. *Springer-Verlag, N. Y.* Cap 5.

BROWDER, J. A., 1985. Relationship between pink shrimp production on the Tortugas Grounds and water flow patterns the Florida Everglades. *Bull. Mar. Sci.* 37(3): 839-856.

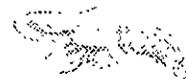
CASTRO MELÉNDEZ R. G., M. MEDELLÍN AVÍLA, C. BONILLA E., E. ROSAS TORRES, R. ORTA NUÑEZ & E. CONDE G., 1990. Incidencia de poslarvas de camarón café *Penaeus aztecus* en la Laguna de Almagre, Tamaulipas y relación con las poblaciones de altamar en el noroeste del Golfo de México. *Ciencia Pesquera* 7:121-141

CAVIEDES, C. N., FIK, T.J. 1975. The peru-Chile eastern pacific fisheries and climatic oscillation. Monograph. in: Climate variability, climate change and fisheries, pp 355-375.

COOK, H. L. & M. J. LINDNER. 1970. Synopsis of biological data on the brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives, 1891. *FAO Fish. Rep.* 57(4): 1499-1537.

COOK, H. L., 1966. A generic key to the protozoan, mysis and postlarval stages of littoral penaeidae of the northwestern Gulf of México. *Fish. Bull.*, 65 (2). 437-447.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**



- CZITROM, S. P. R., F. RUIZ., M. A. ALATORRE & A. R. PADILLA. 1986. Preliminary study of a from in Bay of Campeche, México. In. J.C.J. Nihoul (Ed) *Marine Interfaces Ecohydrodynamics*. Elsevier Oceanography Series: 301-311 pp.
- CHÁVEZ, F., 1987. El niño y la oscilación del sur. *Investigación y Ciencia*, 128 :46-57.
- DE LA LANZA ESPINO, G. & CÁCERES MARTÍNEZ C. (Eds), 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. *Ed. Univ. Nal Autón. Baja California*, México. 525 pp.
- DÍAZ PÉREZ J., 1992. Modelado de las pesquerías de tunidos en el Pacífico Mexicano (Atún aleta amarilla). *Tesis de Maestría en Ciencias del Mar, UACPyP-CCH-ICMyL. Univ. Nal. Autón. Méx.* 72 pp.
- EDWARDS, R. R. C., The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the pacific coast of Mexico. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16:145-180.
- ESPINA, S., & C. VANEGAS, 1996. Ecofisiología y contaminación, p. 45-68. En A.V. Botello, J.L. Rojas Galaviz, J.A Benitez y D. Zárata Lomeli (Eds.) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnostico y Tendencias. *EPOMEX Serie Científicas 5*. Universidad Autónoma de Campeche. México, 666 p.
- ESPINOSA FUENTES, M. L., 1997. Patrones de distribución espacio temporal de los estadios larvarios de camarones *Penaeus* en la Sonda de Campeche. *Tesis Maestría en Ciencias del Mar, UACPyP-CCH-ICMyL-Univ. Nal. Autón. Méx.* 69 pp.
- ESPINOSA-VILLAGRAN, G., 1989. Composición, distribución y abundancia del ictioplancton en el sur del Golfo de México. (Verano, 1987). *Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Autón. Méx.* 121 pp.
- FLORES-COTO, C., F. ZAVALA-GARCÍA & G. ESPINOSA-VILLAGRAN, 1993. Asociaciones ictioplanctónicas de la Bahía de Campeche, México (verano 1987). *Serie Ocasional 2:57-67*



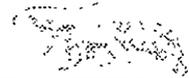
- FORRESTER, A. L (En línea). Los efectos de El Niño sobre la vida marina. Traducción al español por Dr. Miguel A. Olvera Novoa. Cinvestav-Merida, Yucatán, México. (Consulta 3-nov-98) <http://www.moe.csa.com/hottopics/elniño/sp-reviw.html>.
- FRAGOSO RIVERA S., 1991. Efecto de la salinidad y temperatura en la sobrevivencia de las postarvas de *Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus* de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. Mex., México*. 51 pp.
- GARCIA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Instituto de Geografía, Univ. Nal. Autón. México*, 246 pp.
- GARCÍA, S & LE RESTE, 1986. Ciclos vitales , dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO. Doc. Téc. Pesca*, (203)á:180 pp.
- GÓMEZ PONCE M. A. 1997. Patrones de dispersión de larvas de camarón (*Solenocera vioscai*), *Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Univ. Nal. Autón. Méx.* 62 pp.
- GONZÁLEZ CASAS, A., 1992. Efecto de los factores ambientales sobre la producción de camarón rosado (*Penaeus duorarum*). *Tesis de Licenciatura Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. Méx.* 57 pp.
- GRACIA GASCA ,A., 1992. Explotación y manejo del recurso camarón. *Ciencia y Desarrollo. SEP-CONACyT*. 18(106):82-95
- GRACIA GASCA A. 1989. Ecología y Pesquería del Camarón Blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1967) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. *Tesis Doctoral . Fac de Ciencias, Univ. Nal. Autón. Méx.* 127 pp.
- GRACIA, A., 1997. Simulated and actual effects of the Brown Shrimp, *Penaeus aztecus*, closure in Mexico. *Mar. Fish. Rev.* 59(2):18-24
- GREGORY S, 1989. Statical methods and the geographer. *Longman Scientific & Technical*, N. Y. 237 pp.



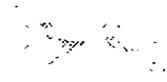
- GUTIERREZ-ESTRADA., 1977. Sedimentología del área de transición entre las provincias terrígenas y carbonatadas del sureste del Golfo de México. *Tesis Maestría Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Autón. Méx.*. 175 pp.
- HERNÁNDEZ DE LA TORRE B. & R. PUGA MILLÁN, 1996. Influencia del fenómeno ENOS en las pesquerías de la langosta (*Panulirus argus*) de la región suroccidental cubana. *Oceanología* 4(12) : 15-46.
- INEGI, 1995. Anuario estadístico del estado de Campeche. *Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Campeche*, 299pp.
- INEGI, 1996a. Anuario estadístico del Estado de Tamaulipas. *Instituto Nal. de Estadística Geografía e Informática, México*. 414 pp.
- INEGI, 1996b. Anuario estadístico del Estado de Campeche. *Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática*, 306 pp.
- KLIMA, F. EDWARD & F. J. PATELLA, 1985. A synopsis of the Tortugas pink shrimp, *Penaeus duorarum*. fishery, 1981-84, and the impact of the Tortugas Sanctuary. *Mar. Fish. Rev.*, 47(4): 11-18.
- KWIECINSKI, B. & CHIAL B., 1989. El fenómeno de El Niño y la pesca de camarón en Panamá. CPPS, *Boletín ERFEN*, 29:27-30.
- LIZARRAGA-PARTIDA, M.L. & E. SAINZ-HERNANDEZ, 1984. Comentarios a la hidrología del sur del Golfo de México en la campaña PROMEX 1.03.83. Programa oceanológico PROMEX. Campaña 1.03.83. *Serie: Informes de Campaña ICMYL Univ. Nal. Autón. Méx.*..1:27-53
- MONREAL-GOMEZ, M.A Y D.A SALAS DE LEON, 1990. Simulación de la circulación en la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional* 29 (2):101-111.
- NAVARRETE DEL PRÓO, A. & J. A. URIBE MARTÍNEZ, 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



- ORTEGA NUÑEZ S. E., 1991. Morfometría y crecimiento de postlarvas de camarón blanco *Penaeus vannamei* Boone (Crustacea: Decapoda) como estimadores del tiempo de inmigración a una laguna costera del sur de Sinaloa. *Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias. Univ. Nat. Autón. Mex., México.* 96 pp.
- PADILLA, A. R., M. A. ALATORRE, F. RUIZ & S. P. R. CZITROM, 1986. Observaciones recientes de la estructura termohalina en el sur de México. In: J. Urrutia Fucugauchi (ed). *Unión Geofísica Mexicana. Memorias de la Reunión Anual 1986.* Morelia Mich. 434-440.
- PARRACK, M. L., 1979. Aspects of brown shrimp, *Penaeus aztecus*, growth in the northern Gul of Mexico. *Fish. Bull.* 76(4): 827-836.
- PÉREZ FARFANTE I & B. KENSLEY. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. *Ed. Du Muséum. Paris.* Tomo 175 Zoologie. 233 pp.
- ROTHLISBERG, C. P. 1982. Vertical migration and its effect on dispersal of penaeid shrimp larvae in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Fishery Bulletin:* 80(3): 541-554.
- ROTHLISBERG, C. P., J.A CHURCH & A. M. G. FORBES. 1983. Modelling the advection of vertically migrating shrimp larvae. *Journal of Marine Research* 4: 511-538.
- SARH, 1980. Campeche. Plan de desarrollo agropecuario y forestal. Secretaría de Recursos Hidráulicos. 153 pp.
- SEPULVEDA MEDINA A., 1991. Análisis biológico pesquero de los camarones peneidos comerciales en el Pacífico Mexicano durante el período de veda (1974-1983). *Tesis de Maestría UACPyP-CCH-ICMyL-Univ. Nat. Autón. Méx* 143 pp.
- SOBERÓN CHAVEZ, G., 1985. Mecanismos de producción natural de las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México: Variables físicas de interacción ecológica. *Tesis de Maestría en Ciencias del Mar, UACPyP-CCH-ICMyL Univ Nat. Autón. Méx* 120 pp.



- STEEL ROBERT, G. D. & J. H. TORRIE, 1989. Bioestadística, principios y procedimientos. Mc Graw Hill/Interamericana de México. 622 pp.
- VILLALOBOS, A. & M. E. ZAMORA, 1988. Importancia biológica de la Bahía de Campeche. *Mem. I Simp. Lat. Ocean. Biol. (México)*: 375-382.
- WILLMANN, R. & S. M. GARCÍA, 1986. Modelo bioeconómico para el análisis de pesquerías secuenciales artesanales e industriales de camarón tropical (con un estudio de la pesquería de camarón de Suriname). *FAO Doc. Téc. Pesca*, (270): 47 pp.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A (Ed)., 1994. Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán., Univ. Autón. Campeche, *EPOMEX.*, 136 pp.
- ZUZUNAGA, J., C. MARTÍNEZ, MÉNDEZ R. & H. MOJICA. 1989. Resumen de las condiciones biológico-pesqueras en el Pacífico sudeste. CPPS, *Boletín ERFEN*, 29:27-30.



¡Porque el gran vacío del espacio  
Se hace más soportable  
Pensando en  
Ti!