

2ej  
3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS



ESTRATIFICACION DE LAS POSTLARVAS PLANCTONICAS DE CAMARONES  
PENEIDOS DURANTE LA INMIGRACION A TRAVES DE LA BOCA DE  
PUERTO REAL, LAGUNA DE TERMINOS.

T E S I S  
Que para obtener el Titulo de  
B I O L O G O  
p r e s e n t a:

GILDARDO ALARCON DAOWZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## INDICE

	Page
Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	5
Area de Estudio	7
Material y Metodo	12
Resultados:	
Factores Físicos y Químicos	16
Composición Específica de Postlarvas	20
Densidad de Postlarvas de <u>Pennaeus setiferus</u>	23
Densidad de Postlarvas de <u>P. duorarum</u>	35
Talla de Inmigración de las Postlarvas	42
Discusión	46
Conclusiones	65
Bibliografía	67
Apéndice	74
Agradecimientos	78

## RESUMEN

Se estudio la variación vertical, horizontal y la distribución anual de la densidad de postlarvas de camarones penesidos, durante un ciclo anual (noviembre de 1982 a octubre de 1983).

De las dos especies de postlarvas colectadas, Penaeus setiferus represento el 63 % de la captura total y P. duorarum el 37 %. Ambas especies se capturaron durante todo el año; la mayor densidad de postlarvas (expresada como el numero de individuos por cada 10 metros cubicos de agua filtrada por la red), se registro durante los meses de agosto, octubre, noviembre y diciembre; que coinciden con las temporadas de precipitación y "nortes" en la región.

No se detecto variación vertical significativa en la densidad de postlarvas de ambas especies, pero si se observaron marcadas variaciones horizontales en la densidad de postlarvas, donde los mayores valores se detectaron asociados a bajas velocidades de corriente.

Se discute la importancia de la velocidad del flujo y la batimetría de la boca, como factores determinantes de las características físicas y químicas de las masas de agua que ingresan a la laguna. Así mismo, se propone que la variación vertical y horizontal en la densidad de postlarvas de ambas especies se debe en gran parte a la intensidad con que actuan los procesos de mezcla por turbulencia

Las postlarvas de ambas especies no mostraron variaciones verticales u horizontales significativas en cuanto a su talla de ingreso.

## Introducción

Las lagunas costeras y estuarios son áreas que se caracterizan por su alta productividad. La Laguna de Términos es una de las mayores lagunas costeras de México, la productividad de sus aguas junto con las del sistema fluvial Usumacinta-Grijalva sostiene a las industrias pesqueras camaróneas del sureste del país (Gracia y Soto, 1986). Las especies de camarones peneidos de mayor valor comercial en el Golfo de México son: Penaeus setiferus (camaron blanco), Penaeus duorarum (camaron rosado) y Penaeus aztecus (camaron café). Estas especies ingresan a las lagunas y estuarios después de aproximadamente tres semanas de vida pelágica durante el estadio de postlarva (Anderson, et al, 1949; Tabb, 1962; Williams, 1959 y Dobkin, 1961); el cual corresponde a individuos que miden de 5 a 12 mm. de longitud total (L.T) y presentan los tres primeros pares de pereopodos quelados.

Se han sugerido varios mecanismos de orientación e ingreso de las postlarvas a los estuarios y la mayoría de los investigadores coinciden en señalar que el principal medio de transporte son las corrientes de marea (Williams y Deubler, 1963; Eldred, et al. 1965; Subrahmanyam, 1966 y Roessler y Rehner, 1971). Este aspecto resulta importante, pues cualquier condición que afecte la dirección y velocidad del flujo, deberá repercutir en el número de postlarvas que ingresen por la boca del estuario. Entre estas condiciones se encuentran los cambios normales de las mareas, las alteraciones producidas por tormentas o "nortes" en la columna de agua (turbulencia y desplazamiento de masas de agua), así como el efecto de las descargas fluviales.

Algunos autores han observado diferencias en la abundancia de postlarvas debido a la profundidad, variaciones en la intensidad de la luz y la velocidad de la

corriente y a la presencia de termoclinas y haloclinas (Copeland y Truit, 1966 y Roessler y Rehrer, 1971).

La variación en la profundidad de la boca o paso de marea así como la topografía del fondo, producen diferencias en la velocidad de la corriente durante el flujo y esto ha sido asociado a variaciones verticales y/o horizontales en la abundancia de postlarvas migratorias (Kutkuhan et al, 1969; Kuttyama y Kurian, 1976 y Young y Carpenter, 1977) .

Algunos autores proponen que los gradientes de salinidad que se observan en las áreas estuarinas ayudan a las postlarvas a orientarse en su desplazamiento hacia las áreas de crianza y así, diferencias en cuanto a la preferencia de cierta salinidad entre las distintas especies, podrían explicar el grado de penetración de las postlarvas en aguas estuarinas (Hughes, 1969; Keiser, 1975 y Hair, 1980). Este tipo de comportamiento sería también responsable de la retención dentro de los estuarios de la mayoría de las fases larvarias de invertebrados (Christy y Stancyk 1982).

Se ha sugerido la existencia en estuarios y bahías, de sustancias químicas que funcionarían como "atrayentes" para las postlarvas migratorias, pero aun no han sido identificadas (Kristensen, 1964).

Las variaciones climáticas estacionales afectan la distribución y abundancia de postlarvas, debido a los cambios que producen sobre los factores físicoquímicos y ambientales ya mencionados. La temperatura se relaciona principalmente con la variación temporal en el número de individuos que ingresan a los estuarios, pues se ha comprobado que los periodos de desove de los camarones peneidos están estrechamente relacionados con cambios marcados en la temperatura del agua (Temple y Fisher, 1967; Perez-Farfante, 1969 y Allen, Hudson y Costello, 1980).

El conocimiento de la tasa de reclutamiento de postlarvas, su fluctuación espacial y temporal, así como el efecto de los factores fisicoquímicos sobre la intensidad y las variaciones de dicha tasa, son indispensables para poder relacionar las capturas comerciales con estadios larvarios así como para evaluar la disponibilidad y el potencial de las fases postlarvales susceptibles de ser capturadas para propósitos de semicultivo.

El presente trabajo plantea como objetivo central reconocer el mecanismo de inmigración de las postlarvas de camarones peneidos y determinar el efecto de los factores físicos y químicos sobre las variaciones verticales y horizontales que se observan durante este proceso. La información que se obtenga de este trabajo podrá ser utilizada como criterio para seleccionar sitios de mayor abundancia de postlarvas para propósitos de observación o captura comercial.

#### Antecedentes

El ciclo de vida de los camarones peneidos ha sido descrito por Pearson (1939), Anderson et al (1949), Dobkin (1961), Baxter y Renfro (1966) y Cook (1970). En el trabajo de Perez-Farfante (1969) se hace una detallada descripción de los ciclos de vida de P.setiferus, P.duorarum y P.aztecus. Lindner y Cook (1970) resumen lo registrado por varios autores para postlarvas en el Golfo de México. Una sinopsis del ciclo de vida de P.duorarum y P.setiferus se puede consultar en los trabajos de Costello y Allen (1970) y Condrey (1979) respectivamente

#### Inmigración.

Edwards (1978) y Mathews (1981) han estudiado el proceso de inmigración de postlarvas en camarones del Pacífico, Baxter y Renfro (1967) y Christmas et al (1966) realizaron estudios similares en el Norte del Golfo de Mexico. Tabb et al (1962) describen los distintos estadios de postlarvas planctónicas de P.duorarum capturadas en un paso de marea en Florida. En lo que respecta a la parte mexicana del Golfo, Villalobos et al (1969) estudiaron el ingreso de postlarvas a la Laguna de Alvarado, Ver. y Melendez y Villalobos (1976) así como Arenas y Yanez (1981) realizaron estudios similares en Laguna de Términos, Camp.

El efecto de los factores físicos y químicos como la salinidad, temperatura, luminosidad, etc. sobre el mecanismo migratorio, ha sido estudiado por Baxter (1963), Eldred et al (1965), Aldrich et al (1968), Macias-Ortiz (1968), Hughes (1969), Edwards (1978) y Mair (1980).

Racek (1959), Penn (1975) y Barber y Lee (1975) estudiaron la importancia del viento y las corrientes superficiales en la inmigración de postlarvas, así como los desplazamientos verticales de estas durante dicho proceso.



La importancia de los ciclos lunares y de mareas sobre la variabilidad en la abundancia de postlarvas migratorias se discute en los trabajos de Eldred et al (1965), Subrahmanyam (1967), Caillouet et al (1968) Roessler et al (1969) y Roessler y Rehner (1971).

El proceso de inmigración en postlarvas de Penaeus plebejus en Australia y un estudio de los factores que la afectan, incluyendo un modelo sobre dicho proceso se puede consultar en el trabajo de Young y Carpenter (1977).

La utilización de los datos de postlarvas inmigrantes como índice para predecir subsecuentes capturas del "Stock" comercial, se discute en los trabajos de Christmas et al (1966), Berry y Baxter (1969) y Roessler y Rehner (1971)

En el trabajo de Christy y Stancyk (1982) se resumen los aspectos mas relevantes del proceso de migración hacia estuarios en larvas de invertebrados, además de considerarse los factores que determinan la retención de larvas dentro de los estuarios.

Otros trabajos sobre el proceso de inmigración de postlarvas que cabe citar son los de Clark y Caillouet (1975) Kuttyama y Kurian (1976), Young (1977), Kutkuhan et al (1969) y Poli (1983). Los ultimos cuatro son estudios de la distribución vertical y horizontal de postlarvas migratorias en estuarios y bahías.

Una completa revisión bibliografica acerca de la pesqueria de las principales especies de camarones penaeideos que incluye el ciclo de vida y los procesos de inmigración, se puede consultar en el trabajo de Garcia y Le Reste (1981).

### Area de Estudio

#### Localización y Descripción.

La Laguna de Términos se localiza al sur del Golfo de México frente a la Bahía de Campeche, entre los 18 25' y 29 00' latitud norte y 91 15' y 92 00' longitud oeste (figura 1). Es una laguna costera con un área aproximada de 2500 km, que se comunica con la Bahía de Campeche a través de la Boca del Carmen y la Boca de Puerto Real, ubicadas respectivamente en los extremos suroccidental y nororiental de Isla del Carmen, la cual es una isla de barrera.

La profundidad promedio de la laguna es de 3.5 m, la máxima profundidad se observa en los canales de Boca del Carmen (hasta 12 m) y Boca de Puerto Real (hasta 18 m).

La Boca de Puerto Real (figura 3) tiene un promedio de profundidad de 6 m y una amplitud promedio de 3.3 km (Jimenez, 1979). La mayor profundidad se localiza en el canal principal, donde se llegan a registrar hasta 18 m

Hacia el interior de la laguna, se origina un delta de flujo que ha dado lugar a la formación de varias islas secundarias, separadas por canales de mediana profundidad (hasta 6 m).

#### Climatología.

La región se caracteriza por presentar tres estaciones o temporadas climáticas. Una temporada de lluvias, que comprende desde junio hasta septiembre, una temporada caracterizada por fuertes vientos del NE y tormentas (temporada de nortes) que comprende de octubre a enero y una temporada de estiaje, que incluye desde febrero hasta mayo.

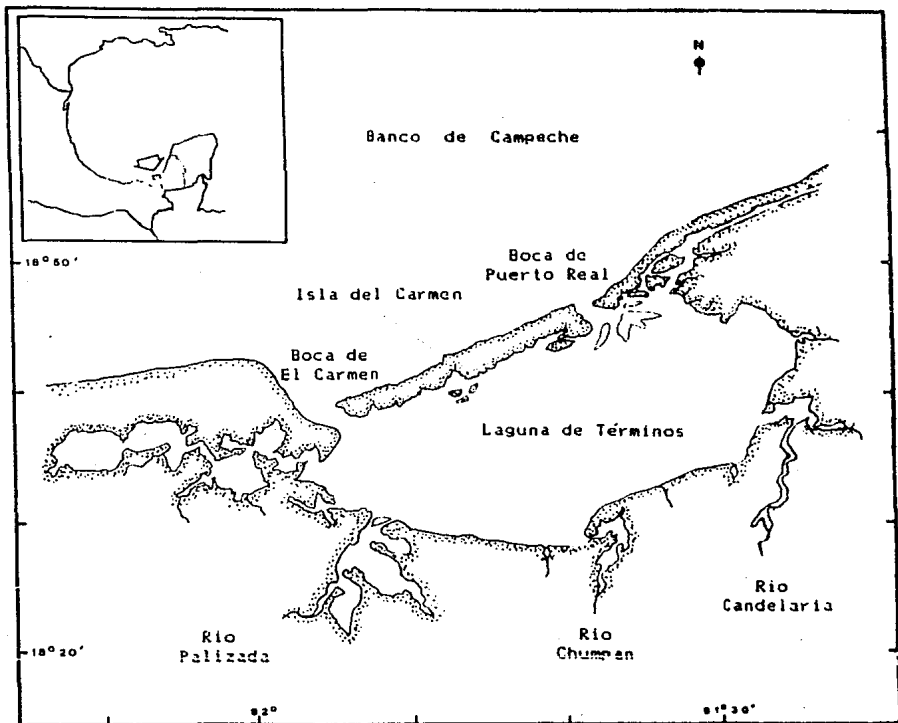


Fig. 1. Localización del area de estudio

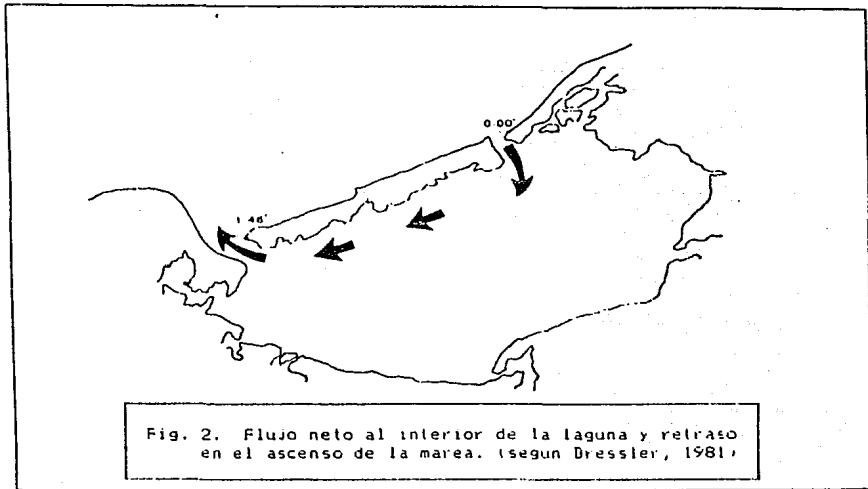


Fig. 2. Flujo neto al interior de la laguna y retraso en el ascenso de la marea. (segun Dressler, 1981)

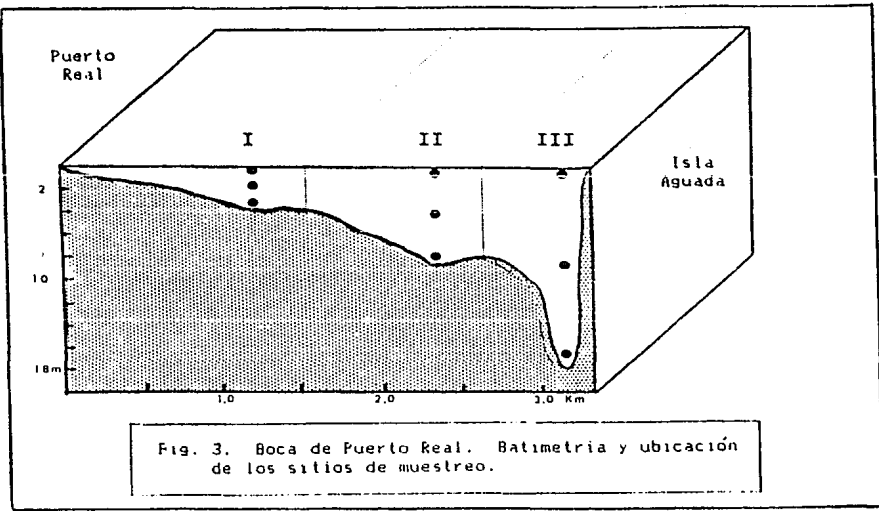


Fig. 3. Boca de Puerto Real. Batimetria y ubicacion de los sitios de muestreo.

Segun la clasificacion de Koppen, modificada por Garcia (1973), el clima de la region es calido-humedo isothermal con lluvias en verano (AmW).

La precipitacion anual en la region alcanza valores promedio entre 1000 y mas de 2000 mm . La temperatura ambiental oscila entre 17 C en enero y 38.6 C en mayo (Reportes meteorologicos de la Estacion de Investigaciones Marinas "El Carmen").

#### Aportes Fluviales.

La laguna recibe el aporte de varios rios, los mas importantes dado su volumen de descarga son el rio Palizada ,el Chumpan y el Candelaria. Existen otros aportes de caracter secundario entre los que se encuentran el rio Mamantel, el Sabancuy y el arroyo Lagartero (figura 1).

La porcion SW de la laguna recibe mas del 50 % de las descargas fluviales (Yanez y Day, 1982).

#### Regimen de Mareas

El tipo de Marea es mixta-diurna y semidiurna (Grivel et al,1975) y se observa un retraso de hasta 2 horas en la Boca del Carmen con respecto a la Boca de Puerto Real (Dressler, 1981) (figura 2).

#### Vientos.

En la region se registran vientos del NW con velocidad mayor a 8 m/seg durante la temporada de nortes y vientos ligeros "brisas" del SSE y NNE , con velocidad no mayor a 6 m/seg durante el resto del año (Yanez y Day, 1982).

### Circulación Estuarina

El patron de circulación de la laguna (figura 2) esta en gran medida determinado por la presencia e intensidad de los vientos del este (Gierloff y Emden, 1977). El marcado flujo neto de agua desde el este (Puerto Real) hacia el oeste (El Carmen) es un reflejo de la fricción del viento sobre la superficie de agua asi como de las descargas fluviales y la dirección de las corrientes costeras (Yañez y Day, 1982).

Graham et al (1981) calcularon que el flujo maximo en las bocas es de aproximadamente 6000 mc/seg, lo cual indica que aproximadamente de 1/3 a 1/4 del agua que entra por la boca de Puerto Real durante un ciclo de marea, abandona la laguna por la boca de El Carmen (Yañez y Day, 1982). La presencia de un delta de flujo formado por sedimentos calcareos en la porción interna de la boca de Puerto Real y de un delta de marea formado por sedimentos riverinos en las afueras de boca de El Carmen, apoyan esta propuesta de circulación lagunar.

### Metodología

Los muestreos se efectuaron mensualmente durante un ciclo anual (noviembre de 1982 a octubre de 1983), en la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos, Camp.

Se colectaron 86 muestras, 28 tomadas en la superficie, 29 a media profundidad y 29 del fondo, el material colectado se fijo en formol al 4% y fue conservado en alcohol al 70%.

Se separaron 4207 postlarvas de camarones peneidos y se identificaron 2000 individuos, utilizando la clave de Cook (1966) para determinar el genero y los caracteres propuestos por Williams (1959) y Ringo y Zamora (1968) para identificar postlarvas del genero *Penaeus* a nivel especifico. Para el análisis de las tallas de ingreso, se midio la longitud total (L.T.), considerada desde la punta del rostro hasta la punta del telson de 400 postlarvas de *P. setiferus* y 400 de *P. duorarum*.

Las muestras se obtuvieron con tres redes de plancton de 0.5 m de diametro, 1.5 m de longitud y 450 micras de abertura de malla.

En cada muestreo se registró la salinidad y temperatura del agua en la superficie, media profundidad y fondo por medio de un termosalinometro portatil y/o un refractometro optico con graduación 0-100 o/oo y precision de 1.0 o/oo. La velocidad de la corriente en los tres niveles mencionados se registro con 3 flujometros digitales calibrados de fabrica, con rotor para baja velocidad, posicionados en el centro de la boca de cada red.

El estado de la marea fue verificado con el Calendario grafico de mareas de la Secretaria de Marina, para los años 1982 y 1983.

### Diseño Operativo

Los muestreos se realizaron durante el flujo de las mareas vivas (sicigias). Durante noviembre y diciembre cada colecta tuvo una duración de 2 horas, pero a partir de enero, con objeto de reducir el intervalo de tiempo entre el muestreo de una localidad y la siguiente y abarcar el periodo de la curva de mareas de máximo flujo, se determinó un tiempo de filtrado óptimo de 30 minutos con el cual la eficiencia de las redes fue superior al 90%, según el método descrito por Tranter y Smith (1979).

Debido a que el ingreso de masas de agua marina al interior de la laguna, además de ser ocasionado por el ascenso de la marea, depende de factores tales como la intensidad y dirección del viento y la carga hidrostática de la laguna (Dressler, 1981), no fue posible en varias ocasiones, realizar el muestreo a partir del inicio del flujo.

Los muestreos fueron diurnos, nocturnos o mixtos, según la hora de comienzo del flujo; del mismo modo, algunos muestreos se realizaron en luna llena y otros en luna nueva (tabla 1).

Con objeto de evaluar la estratificación vertical y horizontal en el patrón de inmigración de postlarvas y en los parámetros físicos y químicos de la columna de agua registrados durante el flujo, se adoptó un sistema de muestreo en tres localidades, ubicadas de un extremo a otro de la boca y a tres niveles de profundidad; superficie, media profundidad y fondo (figura 3).

El criterio seguido para la disposición de las localidades de muestreo fue el siguiente: la boca se dividió en tres regiones, la primera correspondió a la porción occidental de la boca en el área adyacente a Puerto Real, donde la profundidad es de 3 a 4 m, esta parte de la boca es la más afectada por los



vientos del NE "nortes". La segunda region comprendió la porción central de la boca a una profundidad entre 5 y 10 m y donde el efecto de los vientos del NE y SE y las marejadas es mayor. La tercera región se localizó en la parte oriental de la boca adyacente a Isla Aguada; esta región es la mas protegida contra los vientos y la marejada y la profundidad alcanza hasta 18m.

Tabla 1.- Fase lunar y fotoperiodo registrados durante el periodo de muestreo

	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jul	Ags	Oct
Luna Llena	X	X		X			X			.
Luna Nueva			X		X	X		X	X	X
Diurnos			X	X	X	X	X			.
Nocturnos	X								X	X
Mixtos		X						X		.

#### Analisis de Datos:

Los datos de abundancia obtenidos para cada especie, se transformaron a 2 unidades de densidad: una en relación al tiempo de filtrado (No.postlarvas/30 minutos)" y otra en relación al volumen de agua filtrado por la red (No.postlarvas /10metros cubicos de agua)", la primera se selecciono por ser la mejor manera de estimar el ingreso de postlarvas por unidad de tiempo en un punto dado de la boca, sin importar la magnitud de la velocidad del flujo. La segunda variable se eligio debido a que al depender de la masa de agua que se filtra en cada red, el efecto de la velocidad de la corriente se minimiza y se puede realizar un análisis mas preciso de la influencia de la salinidad y temperatura sobre el patron de inmigración de las postlarvas .

El análisis estadístico se realizo a partir de las siguientes premisas:

(\*) En lo sucesivo se abreviara (P1/30') y (P1/10mc)

a.-En la boca de la Laguna, por ser una zona de transición entre el ambiente estuarino y el marino, se registran variaciones verticales y horizontales en la salinidad, temperatura y velocidad de corriente durante el periodo de flujo.

b.-Tales variaciones pueden ser de una magnitud tal que al ser registradas en tres sitios distintos (localidades de muestreo o niveles de profundidad) se detecten como estratos verticales u horizontales, o ser menos acentuadas y observarse como un gradiente.

c.-La variación vertical u horizontal en la densidad de postlarvas que ingresan a la laguna estaria relacionada con variaciones similares en los factores físicos y químicos.

Para determinar la presencia o ausencia de variaciones verticales u horizontales significativas, se utilizo un análisis de varianza parametrico (ANOVA) y uno no parametrico (Kruskall-Wallis). En aquellos casos en que resulto significativo el análisis de varianza, se procedio a la aplicación de un análisis de comparaciones multiples Student - Newman - Keuls (SNE). La relación entre los factores físicos y químicos (salinidad, temperatura y velocidad del flujo) con la densidad de postlarvas, fue evaluada mediante pruebas de correlacion bivariadas. El análisis de las tallas de ingreso de P.setiferus y P.duorarum se realizo mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparaciones multiples. Para comprobar diferencias significativas entre la densidad promedio mensual de P.setiferus y P.duorarum, se aplicó una prueba de t-Student. En todos los casos se considero el resultado de las pruebas estadísticas como significativas a un nivel de confiabilidad  $p < 0.10$ , y como altamente significativas a un nivel  $p < 0.05$

## Resultados

## Interpretación de Parametros Fisicos y quimicos

## Salinidad

La salinidad promedio anual fue de 31.20/00, los mayores valores se observaron durante la temporada de estío (33 0/00) y los mas bajos durante la temporada de "nortes" (30 0/00). La distribución mensual de la salinidad (figura 4a) presento un maximo en julio (36 0/00) y 2 minimos, uno en octubre y otro en noviembre (ambos con 25 0/00).

Se registró estratificación vertical significativa solamente en noviembre (Apendice I, tabla 1); la prueba SNK indico el siguiente tipo de relación:

Valor promedio del nivel de superficie (S) = valor promedio de media profundidad (M) > valor promedio de fondo (F) (\*)

En diciembre y enero se registró estratificación horizontal altamente significativa del siguiente tipo:

enero: Valor promedio en la localidad (II) > valor promedio en la localidad (I) = valor promedio en la localidad (III)

diciembre: Valor promedio en la localidad (I) > valor promedio en la localidad (II) > valor promedio en la estación (III)

A pesar de que el análisis estadístico determino estratificación horizontal unicamente en los meses mencionados, se presentaron variaciones horizontales relacionados con la profundidad de la boca. Por ejemplo, en febrero, agosto y diciembre se observo una tendencia a que las masas de agua de mayor salinidad se concentraran en la porción mas somera de la boca y que el gradiente de salinidad disminuyera hacia la parte mas profunda de la misma (figura 8). En enero la mayor

\* En lo sucesivo esta relacion se expresara como: (S=M) > F

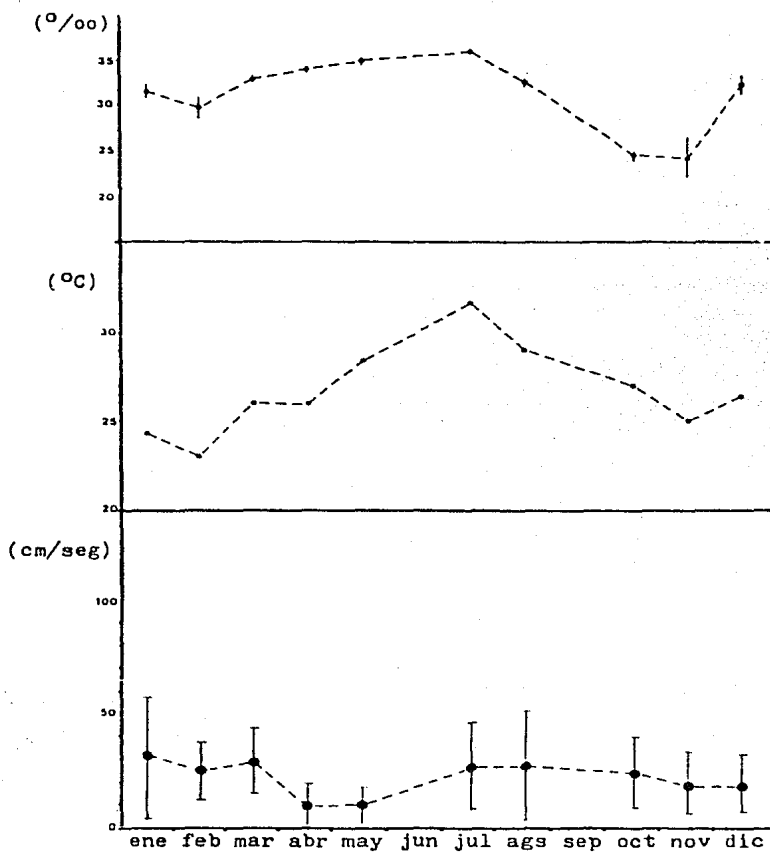


Fig. 4. Variación anual en la salinidad, temperatura y velocidad de la corriente (promedio  $\pm$  desviación estandard)

salinidad se localizó en la parte media de la boca (8m prof.), disminuyendo hacia ambos extremos. En los meses restantes, no se registraron variaciones horizontales apreciables.

#### Temperatura

Durante el ciclo anual se detecto una oscilacion en la temperatura del agua con un valor minimo de 21 C en febrero y un maximo de 32 C en julio, a partir de este mes la temperatura decreció gradualmente ( figura 4b).

El análisis de varianza con los datos agrupados por mes y por temporada no indico estratificación vertical u horizontal en la temperatura del agua (Apendice 1, tabla 1)

#### Velocidad de Corriente

Los valores promedio mensuales de la velocidad de corriente presentaron un comportamiento oscilatorio (figura 4c) en donde enero y marzo registraron las mayores velocidades (31 y 29 cm/seg respectivamente ) y en abril y mayo se obtuvieron las mas bajas (9 - 10 cm/seg respectivamente).

#### Distribución Vertical y Horizontal.

Se observo un gradiente horizontal en la velocidad de la corriente relacionado con la batimetría de la boca (figura 8) en el cual se apreció la mayor velocidad en la parte mas somera de la boca durante enero, marzo, abril, mayo y diciembre. En el resto de los meses y con excepción de octubre que se muestreo en solo dos estaciones, la mayor velocidad ocurrió en la parte media de la boca, con una disminución hacia ambas orillas. Tambien se observaron variaciones verticales en la velocidad, aunque fueron menos acentuadas que las variaciones horizontales (figura 7). Asi por ejemplo; durante abril, julio, agosto y noviembre se presentó un gradiente de la superficie al fondo con los valores mas altos en la

parte superior de la columna de agua. En enero, febrero, marzo y diciembre las mayores velocidades se detectaron en la superficie y en el fondo; en mayo y octubre la mayor velocidad ocurrió en el fondo y decreció hacia la superficie.

#### Estratificación Vertical y Horizontal.

Los datos agrupados por temporada no registraron estratificación vertical, pero si se observó estratificación horizontal altamente significativa en la temporada de nortes y en la de lluvias con el siguiente tipo de relación (SNK):

Nortes : I > (II = III)

Lluvias : II > (I = III)

El análisis de varianza para cada mes, indico estratificación vertical altamente significativa de la velocidad de corriente en octubre, del tipo: F > (S=R) y estratificación horizontal altamente significativa en enero: I > (II=III), marzo: (I=II) > III, Julio: II > (I=III), agosto: II > III > I y diciembre: I > (II = III).

## Composición Específica de Postlarvas

Se capturaron 4207 postlarvas de camarones durante el año, de las cuales 47 % correspondieron a P.setiferus, 26 % a P.duorarum y 27 % a Sicyonia sp. (figura 5). Se capturaron también dos postlarvas de P. aztecus en abril, sin embargo, debido a la fracción tan reducida que representaron dentro del total de individuos obtenidos no se les incluyó en el análisis estadístico.

Sicyonia sp. apareció únicamente en las capturas de enero, agosto, octubre y noviembre. En octubre su abundancia superó a la de P.duorarum y P.setiferus (1004 postlarvas de Sicyonia sp., 130 de P.duorarum y 302 de P.setiferus)

P.setiferus y P.duorarum se capturaron durante todo el año, el análisis estadístico (prueba de t-Student) utilizando los datos mensuales de densidad ( $P1/10m$ ) agrupados por localidad y por nivel, indicó solo tres casos altamente significativos en que la densidad de P.duorarum fue mayor que la de P.setiferus: el nivel de superficie en julio; la localidad I en julio y la localidad III en agosto. Así mismo, se registraron 8 casos altamente significativos en los que la densidad de P.setiferus fue mayor a la de P.duorarum: localidad II en marzo; localidades I, II y III en mayo; niveles de media profundidad y fondo en mayo; nivel de superficie en octubre y localidad III en diciembre. En el resto de los meses, no hubo diferencia significativa entre la densidad de cada especie (tabla 2)

En el análisis estacional de los datos agrupados por nivel y por localidad, se observó una densidad de postlarvas de P.duorarum significativamente mayor a la de P.setiferus en el nivel de superficie durante la temporada de estiaje. El caso contrario ocurrió durante la temporada de "nortes" en las localidades I y

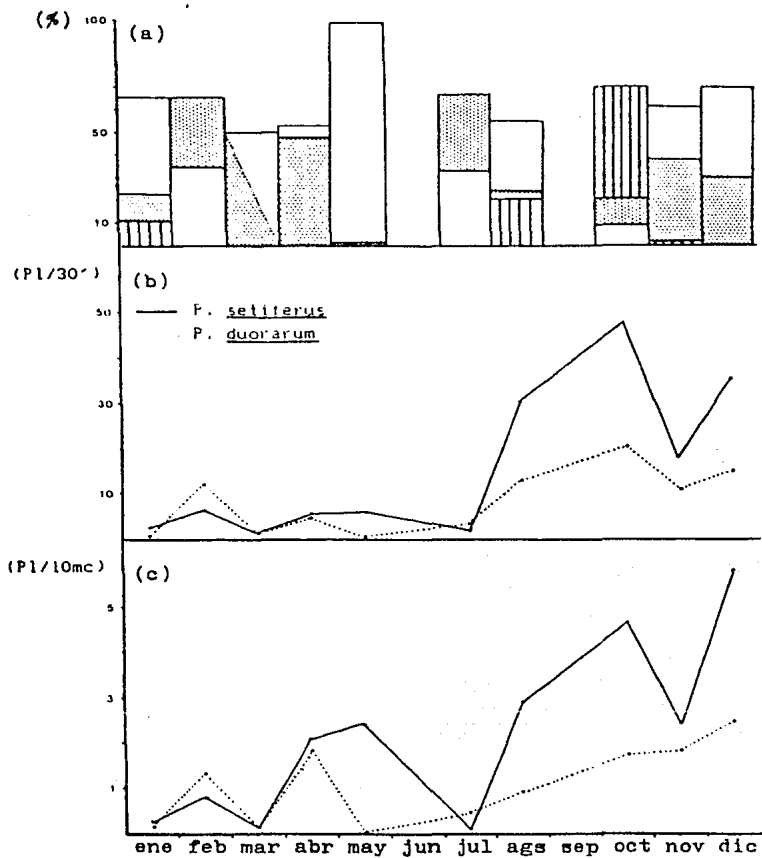


Fig. 5. Composición de la captura: a.-Porcentajes mensuales; b.-Densidad (PI/30'), y c.-Densidad (PI/10mc).

□ *P. setiferus*      □ *P. duorarum*      ▨ *Sicyonia sp.*



II y en el nivel de media profundidad, así como en la temporada de estiaje en la localidad I y en la temporada de precipitación en la localidad II y en los niveles de superficie y media profundidad.

Tabla 2. Comparación mensual entre la densidad de P.setiferus (S) y P.duorarum (D), en los tres niveles de profundidad y las tres localidades de muestreo (t-Student).

Nivel	ene	feb	mar	abr	may	Jul	ags	oct	nov	dic
Superficie	=	=	=	=	=	D>S	=	S>D	-	-
Media Prof.	=	=	=	=	S>D	=	=	=	=	-
fondo	=	=	=	=	S>D	=	=	=	=	-
localidad										
I	=	=	=	=	S>D	D>S	=	-	-	-
II	=	=	S>D	=	S>D	=	=	=	-	-
III	=	=	=	=	S>D	=	D>S	=	=	S>D

p < 0.05

### Densidad de postlarvas de Panaeus setiferus

#### Variación Temporal

Se capturaron 1975 postlarvas de esta especie, la densidad estacional y mensual obtenida, difiere según el tipo de unidades que se consideren (figura 5) :

Variable 1 ( P1/30' ): La densidad promedio anual fue de 16 P1/30'; la mayor densidad se registró durante la temporada de lluvias (25.2), en el mes de octubre (47.9); el segundo máximo de densidad se observó durante la temporada de nortes (23.4), en diciembre (35.4), y la menor densidad se obtuvo durante la temporada de estiaje (5.0), en marzo (1.5).

Variable 2 ( P1/10mc ): La densidad promedio anual fue de 3 P1/10mc; la máxima densidad se registró durante la temporada de Nortes (3.3), en diciembre (6.4), seguida de la temporada de lluvias (2.6), en octubre (4.7) y la más baja densidad se observó durante la temporada de estiaje (0.8), en marzo (0.2).

En la distribución de ambas unidades de densidad, se observó una tendencia bimodal con modas en diciembre y octubre. Un tercer máximo de menor magnitud se observó en mayo al considerar P1/10mc.

#### Interacción con Variables Físicoquímicas

##### Salinidad ( ‰ )

El comportamiento de la densidad de P. setiferus en relación a los valores mensuales de salinidad se presenta en la figura 6; en ella se distinguen 2 regiones donde se registraron los mayores valores de densidad: por debajo de 25‰ y alrededor de 32.5 ‰. Esta relación fue similar en ambas unidades de densidad.

La mayor densidad de postlarvas ocurrió en los meses en que la salinidad varió de 24 a 250/00 (octubre y noviembre) y de 32 a 330/00 (agosto y diciembre). El análisis de correlación aplicado a ambas unidades de densidad de postlarvas, indicó una baja influencia de la salinidad sobre la variación anual de postlarvas ( $r=-0.5$  y  $r=-0.4$  para P1/30' y P1/10mc, respectivamente).

La variación mensual en la densidad de postlarvas estuvo significativamente correlacionada con la salinidad en noviembre ( $r=0.6$ ) al considerar la variable P1/30' y en noviembre ( $r=0.6$ ) y octubre ( $r=-0.7$ ) al utilizar la variable P1/10mc.

#### temperatura (°C)

La variación de la densidad de P. setiferus (ambas unidades) en relación a la temperatura del agua, se asemeja a una distribución bimodal, con un máximo de densidad entre los 26 y 27 °C, y un segundo máximo en 29 °C (figura 6).

El análisis de correlación anual entre la temperatura y la densidad de postlarvas no resultó significativo ( $r=0.06$  y  $0.02$  para P1/30' y P1/10mc respectivamente); sin embargo, el análisis de los datos agrupados por temporadas reveló una relación inversa significativa (tabla 3), entre la densidad de postlarvas de P. setiferus y la temperatura durante las temporadas de estiaje (P1/30') y lluvias (ambas unidades).

El análisis de correlación mensual, reveló coeficientes de correlación no significativos (Apéndice 1, tabla 3) que sugieren una independencia entre la distribución de los organismos en la columna de agua con respecto a los valores de temperatura de la misma.

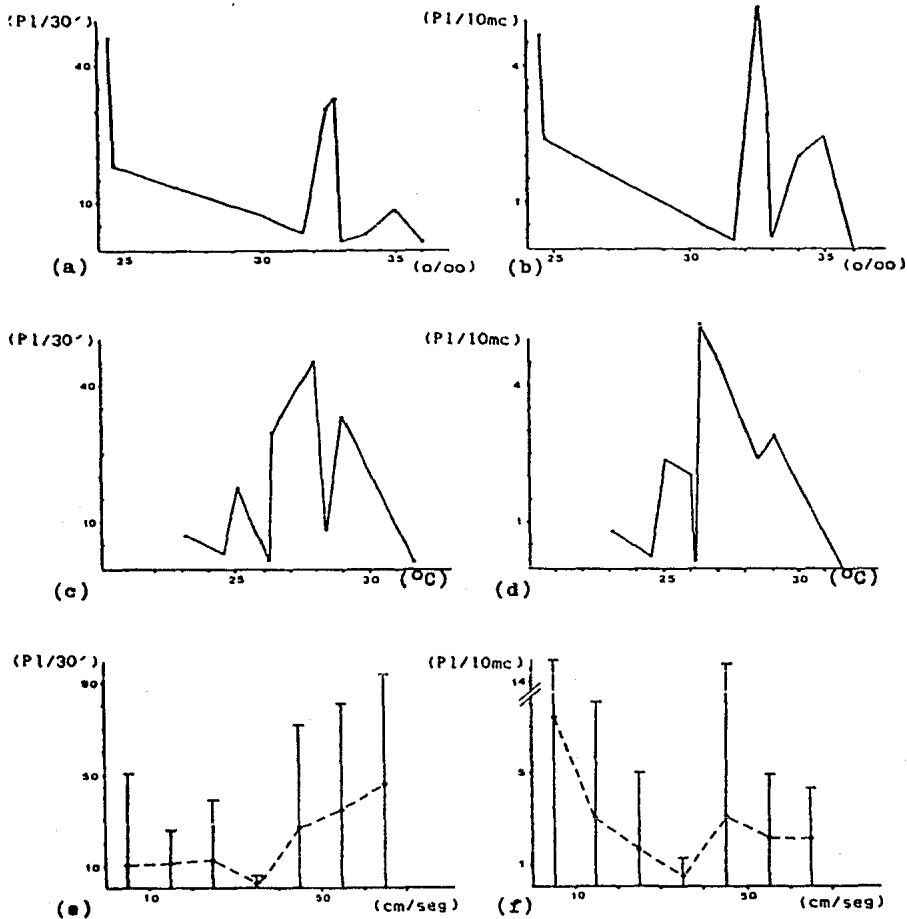


Fig. 6. Relación entre densidad (ambas unidades) de *P. segliferus* vs.: salinidad (a y b), temperatura (c y d), y velocidad de corriente (e y f)

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre P. setiferus y los factores físicos y químicos, determinados por temporadas

Unidades de densidad	Temporada de Nortes			Temporada de Estiaje			Temporada de Lluvias		
	So/oo	T C	Vcm/seg	S /oo	T C	Vcm/seg	So/oo	T C	Vcm/seg
P1/30	0.05	0.31	0.12	0.15	-0.50	0.03	-0.27	-0.92	0.51
P1/10mc	0.24	0.31	-0.18	0.38	-0.28	-0.60	-0.45	-0.98	-0.18

\* = p<0.05

Velocidad de Corriente ( cm/seg.)

El comportamiento de la densidad de postlarvas de esta especie con relación a la velocidad de la corriente (en intervalos de clase de 10cm/seg) mostró claramente una tendencia a aumentar a la par que la velocidad al considerar P1/30, y a decrecer cuando se usó la variable P1/10mc (figura 6).

El análisis de correlación por temporadas (tabla 3), fue significativo durante los periodos de estiaje y precipitación. Los resultados del analisis mensual indican que durante enero, julio, agosto y octubre el ingreso de postlarvas de P. setiferus por unidad de tiempo, estuvo directamente relacionado con la intensidad de la velocidad de corriente (apendice 1, tabla 3)

Distribución en la columna de agua

Del total de postlarvas de P. setiferus, 19 % se capturaron en el nivel de superficie, 64 % en el de media profundidad y 17 % en el fondo. Asi mismo, el 16 % se capturo en la localidad I, 65 % en la II y 19 % en la localidad III.

Tabla 4. Valores promedio en la densidad de postlarvas de P.setiferus registrados en cada nivel y localidad durante las tres temporadas del año

Temporada	Nortes						Estiaje						Lluvias					
	S	H	F	I	II	III	S	H	F	I	II	III	S	H	F	I	II	III
(Pl/30')	8	52	1	14	48	6	4	5	7	5	4	6	31	23	22	6	53	16
(Pl/10mc)	1	10	0	1	7	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	4	2

#### Distribución vertical

Las variaciones verticales en la densidad de postlarvas de P.setiferus (en unidades de Pl/10mc), se pueden ordenar en tres tipos, (figura 7): En el primero (enero, julio y octubre), los mayores valores se observaron en el nivel de superficie, seguidos por los registrados en el fondo y los valores mas bajos en media profundidad. Durante febrero, agosto, noviembre y diciembre la mayor densidad de organismos se presentó a media profundidad, y en los dos niveles restantes se observaron valores muy bajos en la densidad. Por ultimo, durante abril, mayo y noviembre se observó un gradiente vertical con la mayor densidad en el fondo y la menor en superficie.

#### Estratificación vertical mensual

Se determino estratificación vertical significativa en noviembre, al considerar la variable Pl/30' en el mismo sentido que la registrada en la salinidad y la velocidad de corriente. Los coeficientes de correlación entre la salinidad y la densidad de postlarvas (ambas unidades) durante el mismo mes, sugieren una asociación significativa entre ambas variables (Apendice 1, tabla 3). En el

resto de los meses no se detectó estratificación vertical en la densidad de postlarvas.

Tabla 5. Estratificación Vertical Mensual en la densidad de postlarvas de P. setiferus y en los parámetros físicos y químicos (nivel de superficie (S), media profundidad (M) y fondo (F)).

Mes	Salinidad	Temperatura	Velocidad	Pl/30	Pl/10m
ene.	--	--	--	--	--
feb.	--	--	--	--	--
mar.	--	--	--	--	--
abr.	--	--	--	--	--
may.	--	--	--	--	--
jul.	--	--	--	--	--
ago.	--	--	--	--	--
oct.	--	--	--	--	--
nov.	(S-M) > F	--	(S-M) > F	(S-M) > F	--
dic.	--	--	--	--	--

pl/0.10

#### Distribución horizontal

La variación horizontal en la densidad de postlarvas de P. setiferus se puede agrupar en tres tipos (figura 8). En el primer caso (diciembre) se observó la mayor densidad en la parte central de la boca (localidad II), seguida por la registrada en el margen oriental (localidad III) y con los valores más bajos en la porción occidental (localidad I). En el segundo caso, que corresponde a lo registrado durante enero, mayo, julio, agosto y noviembre, se observó un gradiente horizontal en el cual la mayor densidad de organismos ocurrió en la localidad I y los más bajos valores en la localidad III. Durante febrero, marzo y abril, se observó una situación inversa a la del caso anterior.

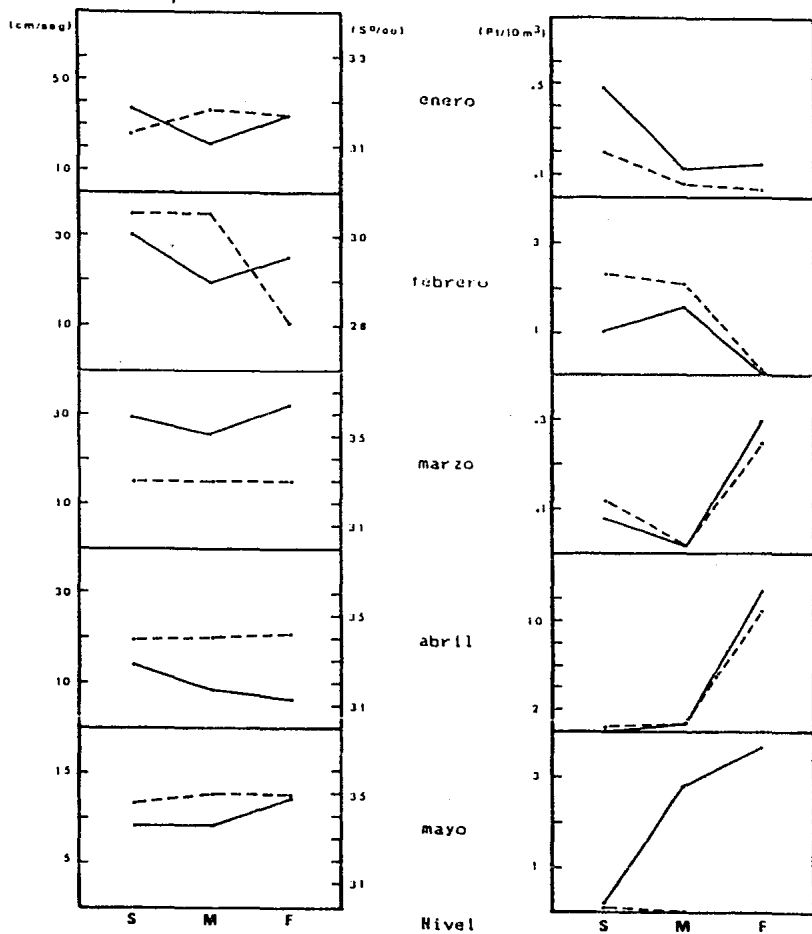


Fig. 7. Variación vertical mensual en la velocidad de corriente (—), salinidad (---) y densidad de postlarvas de *P. setiferus* (—) y *P. duorarum* (---).



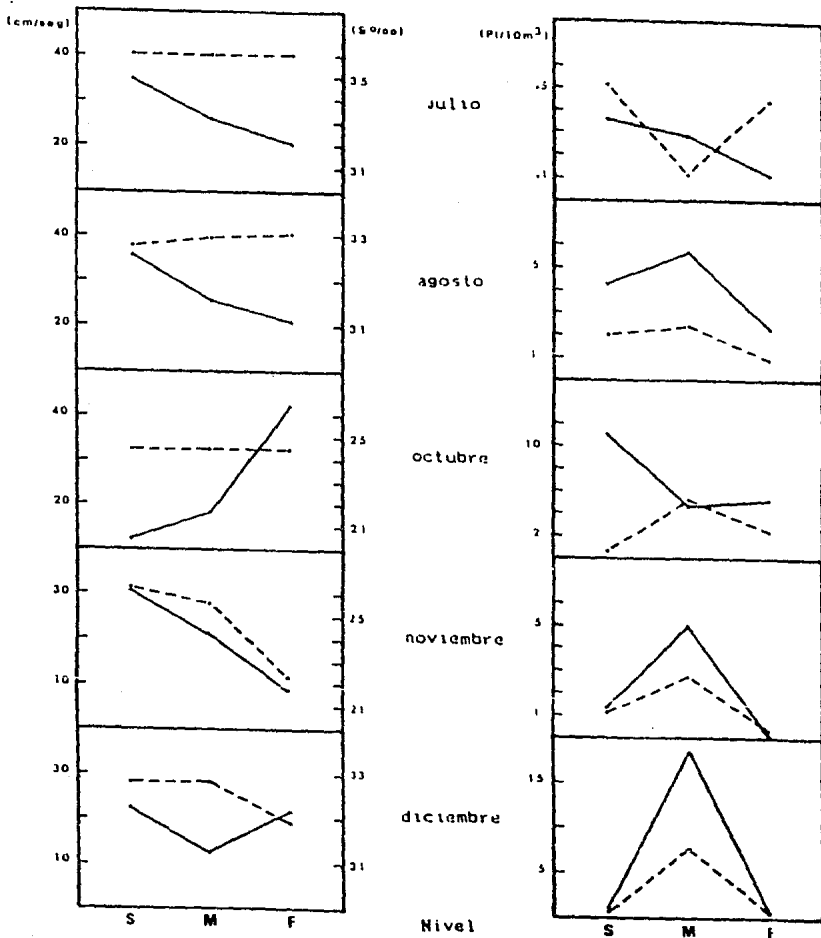


Fig. 7. (continuación).

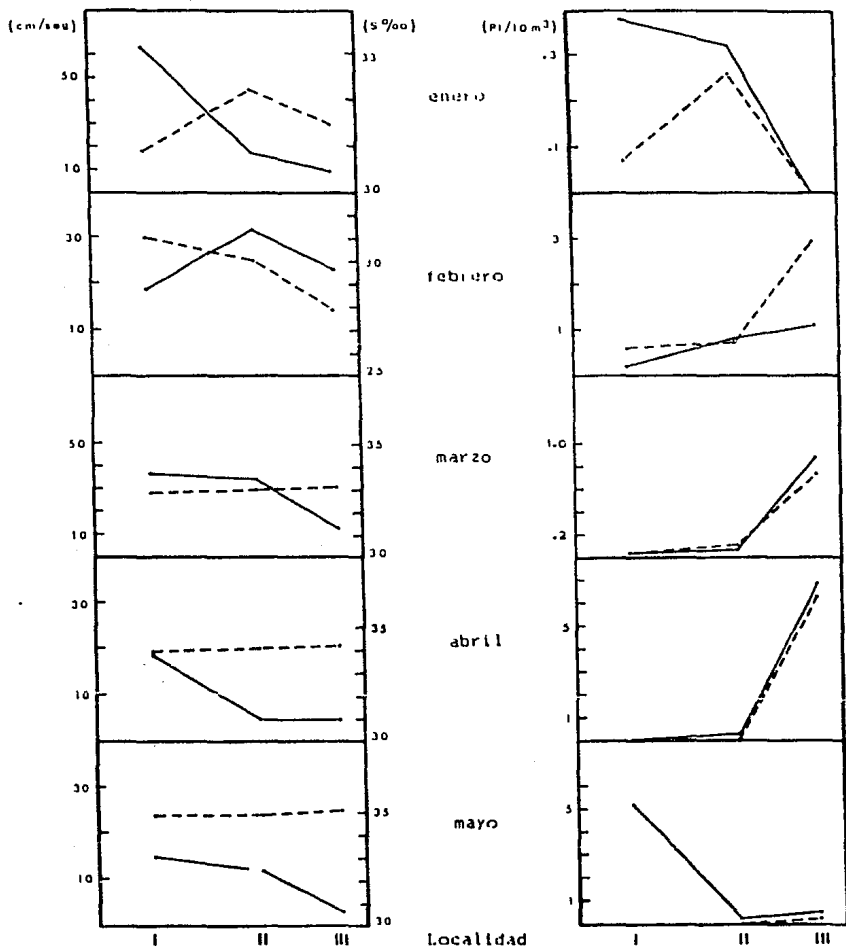


Fig. 8. Variación horizontal mensual en la velocidad de corriente (—), salinidad (---) y densidad de postlarvas de *P. setiferus* (—•) y *P. duorarum* (- -•).

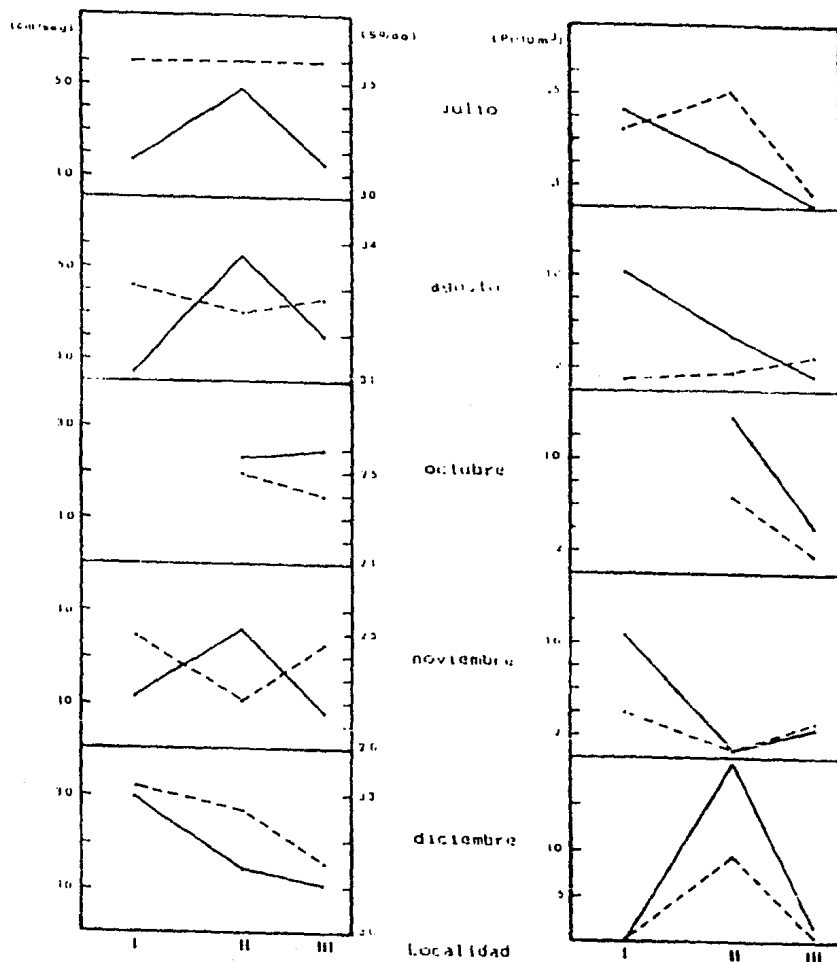


Fig. 8. (continuación).

## Estratificación horizontal mensual

De acuerdo a los análisis mensuales, se determino estratificación horizontal altamente significativa en la densidad de postlarvas en marzo y agosto, en donde la velocidad de corriente fue la variable mas asociada a la densidad de postlarvas. El análisis de correlación confirmó lo anterior (Apendice I, tabla 3), ya que en ambos meses resultaron significativos los coeficientes de correlación ( $r=-0.70$  para P1/30' en marzo y  $r=0.88$  para P1/10mc en agosto). En enero, la densidad de postlarvas presentó estratificación horizontal altamente significativa al considerar P1/30' y estratificación horizontal significativa al considerar la variable P1/10mc.

Tabla 6; Estratificación Horizontal Mensual en la densidad de postlarvas de P.setiferus y los factores físicos y químicos (localidad occidental (I), central (II) y oriental (III) ).

Mes	So/oo	T C	Vcm/seg	P1/30'	P1/10mc
ene	II>(I=III)	--	I>(II=III)	(I=II)>III	(I=II)>III"
feb	--	--	--	--	--
mar	--	--	(I=II)>III	--	III>(I-II)
abr	--	--	--	--	--
may	--	--	--	--	--
Jul	--	--	II>(I-III)	--	--
ago	--	--	II> III> I	--	I>(II-III)
oct	--	--	--	--	--
nov	--	--	--	--	--
dic	--	--	(II-III)>I	--	--

p<0.05

- p<0.10

En el análisis de los datos agrupados por temporadas no se observó estratificación vertical u horizontal en ambas unidades de densidad de postlarvas, durante las temporadas de estiaje y nortes. El análisis de correlación con respecto a las variables fisicoquímicas en estas dos temporadas indicó coeficientes de correlación bajos, excepto durante la temporada de estiaje entre  $P1/30$  vs  $T C$  y  $P1/10mc$  vs  $Vcm/seg$ . Para el periodo de precipitación se determinó estratificación horizontal altamente significativa en la variable  $P1/30$  de igual sentido a la registrada en la velocidad de corriente, así mismo, resultaron significativos los coeficientes de correlación de  $P1/30$  y  $P1/10mc$  vs  $T C$  y de  $P1/30$  vs  $Vcm/seg$ .

### Densidad de postlarvas de Penaeus duorarum

#### Variación temporal.

Se capturaron 1089 postlarvas de esta especie. La densidad estacional y mensual difiere dependiendo de el tipo de unidades que se consideren (figura 5).

Variable 1 (P1/30'): La densidad promedio anual fué de 9 P1/30'; la mayor densidad se registró durante la temporada de lluvias (11.8), particularmente en octubre (20.6), así como en la temporada de "nortes" (11.2), durante diciembre (15.1). La menor densidad se observó durante la temporada de estiaje (5.2), principalmente en mayo (0.1), no obstante que en febrero se observó un pulso de inmigración de gran magnitud (12.3).

Variable 2 (P1/10mc): La densidad promedio anual fué de 1.2 P1/10mc; la máxima densidad se registró durante la temporada de "nortes" (1.7), en diciembre (2.5), seguida por la temporada de lluvias (1.1), en octubre (1.8). La mas baja densidad se obtuvo durante la temporada de estiaje (0.8) en mayo (0.1), aunque en abril se registró una alta densidad de postlarvas (1.8).

Con ambas unidades se observó un patron oscilatorio similar, en donde la tendencia fue claramente bimodal de enero a mayo; a partir de este mes y hasta diciembre, la densidad presentó un gradual y constante incremento.

#### Interaccion con Variables Fisicoquímicas

##### Salinidad ( ‰ )

El efecto de la salinidad sobre la densidad de P. duorarum se manifiesta en la figura 9; en donde se observa una tendencia decreciente conforme aumenta la salinidad, hasta llegar alrededor de 310/‰, a partir de este valor, se

presentaron dos máximos de abundancia, uno en 32.50/00 y el otro en 340/00. De la misma forma, se observaron tres mínimos de densidad en 31.6, 33.0 y 35 0/00 respectivamente.

Durante las temporadas de nortes y estiaje la densidad de postlarvas estuvo inversamente asociada a la salinidad ( $r=-0.48$  para P1/10mc durante nortes y  $r=-0.9$  para P1/30 durante estiaje). En el resto de las temporadas no fueron significativos los coeficientes de correlación (tabla 7).

Los resultados mensuales indicaron una asociación altamente significativa entre la salinidad y la variable P1/30 en agosto ( $r=-0.90$ ) y una asociación significativa en noviembre al considerar ambas unidades de densidad ( $r=0.86$  y  $0.76$  para P1/30 y P1/10mc, respectivamente).

#### Temperatura (°C)

El comportamiento de la densidad de postlarvas de P. duorarum en relación a la temperatura (figura 9), mostró un patrón regular de variaciones con máximos y mínimos de densidad cada 2°C aproximadamente. Se observó también con ambas unidades de densidad, una tendencia a la distribución normal, con agrupamiento central en torno a los 26-28°C.

El análisis de correlación anual, resultó bajo con ambas unidades de densidad. De igual manera, los coeficientes de correlación mensuales (Apéndice I, tabla 4) no fueron significativos en ningún mes y únicamente durante la temporada de lluvias se observó una asociación significativa entre la temperatura y la densidad ( $r=-0.52$  y  $-0.49$  para P1/30 y P1/10mc, respectivamente).

#### Velocidad de Corriente (cm/seg)

El comportamiento de la densidad de postlarvas de P. duorarum en relación a la velocidad de la corriente (fig. 9) manifestó una tendencia a aumentar al

incrementarse la velocidad al considerar P1/30 y una tendencia claramente negativa cuando se utilizaron P1/10mc.

El análisis de correlación anual resultó no significativo ( $r=0.02$ ) y reflejó una independencia entre la densidad de postlarvas (ambas unidades) y la velocidad de corriente. El mismo análisis aplicado a los datos agrupados por temporadas indicó una relación significativa de tipo negativo entre P1/30 y la velocidad del flujo, durante las temporadas de estiaje y lluvias (Tabla 7).

Tabla 7. Coeficientes de Correlación entre P.duorarum y los factores físicos y químicos estimados por temporada.

Unidades de densidad	Temporada de Nortes			Temporada de Estiaje			Temporada de Lluvias		
	So/oo	T C	Vcm/seg	S /oo	T C	Vcm/seg	So/oo	T C	Vcm/seg
P1/30	-0.31	-0.03	0.27	-0.90 <sup>***</sup>	0.33	-0.52 <sup>**</sup>	0.45	-0.52 <sup>~</sup>	-0.90 <sup>***</sup>
P1/10mc	-0.18 <sup>~</sup>	0.15	0.39	-0.42	-0.13	-0.09	-0.03	-0.49 <sup>~</sup>	-0.48 <sup>~</sup>

~ p<0.10  
 \*\* p<0.05  
 \*\*\* p<0.01

Los coeficientes de correlación mensual (apendice I, tabla 4) fueron muy bajos y solo resultaron significativos al utilizar el numero de postlarvas por unidad de tiempo, en julio, agosto y octubre ( $r=-0.71$ ,  $r=0.65$  y  $r=0.60$  respectivamente).

#### Distribución en la columna de agua

Del total de postlarvas de P.duorarum, 27% se capturaron en el nivel de superficie (S), 58% en el nivel de media profundidad (M) y 15% en el fondo (F). Así mismo, el 10% se capturó en la porcion occidental de la boca (localidad I),



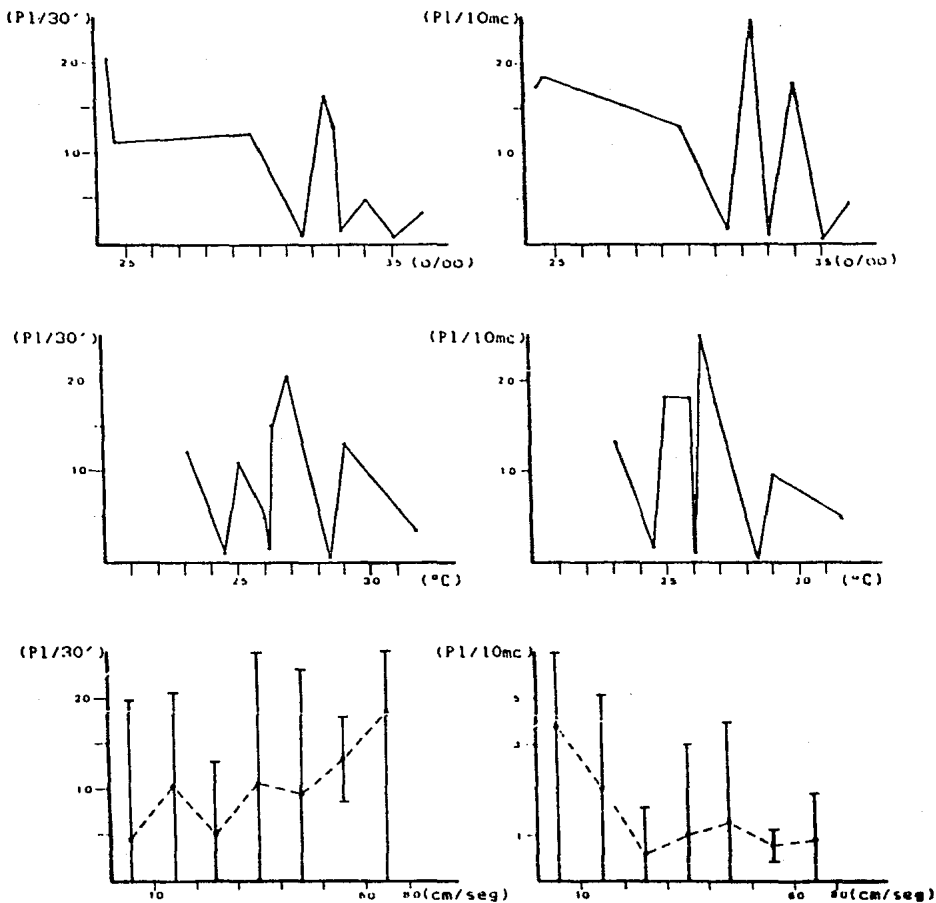


Fig. 9. Relación entre densidad (ambas unidades) de *P. duorarum* vs.: salinidad (a y b), temperatura (c y d), y velocidad de corriente (e y f).

55% en la parte media (localidad II) y 35 % en el margen oriental (localidad III).

Tabla 8. Valores promedio en la densidad de postlarvas de *P. duorarum* (P1/30 y P1/10m.c.) y porcentaje registrados en cada nivel y localidad durante las tres temporadas del año

Temporada	Nortes						Estiaje						Lluvias					
	S	H	F	I	II	III	S	H	F	I	II	III	S	H	F	I	II	III
(P1/30)	6	24	1	5	22	6	8	4	3	2	4	10	11	14	10	1	22	12
(P1/10mc)	1	4	1	1	3	2	1	1	1	2	1	3	1	2	1	1	2	2
N %	12	85	3	13	69	18	51	27	22	10	20	70	31	40	29	3	63	34

#### Distribución Vertical

Se observaron tres tipos de variación vertical en la densidad (P1/10mc) durante el año (figura 7). El primer caso (enero febrero y mayo) correspondió a un gradiente vertical en el cual la máxima densidad se presentó en la superficie y la mínima en el fondo. En el segundo caso, que ejemplifica lo ocurrido durante agosto, octubre, noviembre y diciembre, la mayor densidad se observó a media profundidad. Durante marzo, abril y julio se registró un gradiente vertical inverso al del primer caso (máxima densidad en el fondo)

#### Estratificación Vertical

No se observó estratificación vertical significativa en la densidad ni en los parámetros físicos y químicos al utilizar los datos agrupados por temporadas.

El resultado de los análisis mensuales (tabla 9), reveló estratificación vertical significativa en la densidad de postlarvas durante febrero (con ambas unidades de densidad) y noviembre (P1/30). En este último, la estratificación fue en el mismo sentido que la registrada en la salinidad y la velocidad de

corriente, el análisis de correlación confirmó una asociación significativa entre la densidad (P1/30') y la salinidad ( $r=0.86$ ). En las tres variables, la mayor magnitud se observó en el nivel de superficie y de media profundidad.

Tabla 9. Estratificación Vertical Mensual en la densidad de postlarvas de P. duorarum y en los parametros físicos y químicos.

Mes	So/oo	T C	Vcm/seg	P1/30	P1/10mc
ene	--	--	--	--	--
feb	--	--	--	(S=M) > F	(S=M) > F
mar	--	--	--	--	--
abr	--	--	--	--	--
may	--	--	--	--	--
Jul	--	--	--	--	--
ago	--	--	--	--	--
oct	--	--	--	--	--
nov	(S=M) > F	--	(S=M) > F	(S=M) > F	--
dic	--	--	--	--	--

P.0.10

#### Distribución Horizontal

La variación horizontal en la densidad (P1/10mc) de P. duorarum puede ser agrupada en tres tipos principales (figura 8); en el primero de ellos (noviembre), la mayor densidad se observó en la localidad I y la mas baja en la localidad II. En el segundo caso (enero, julio y diciembre), la maxima densidad se presentó en la localidad II. Por ultimo, en el tercer caso (febrero, marzo, abril, mayo y agosto), se observó un gradiente horizontal con los mayores valores de densidad en la localidad III y los mas bajos en la I.

#### Estratificación Horizontal

Durante la temporada de estiaje y de lluvias se detectó estratificación horizontal significativa en la densidad de postlarvas (P1/30'). En el primer caso, ésta fue en sentido inverso a la observada con la velocidad de corriente y en el segundo caso guardó el mismo sentido (tabla 10), sin embargo, los

coeficientes de correlación no confirmaron asociación significativa entre ambas variables ( $r=0.33$  y  $r=-0.15$ , temporadas de estiaje y lluvias, respectivamente).

Tabla 10. Estratificación Horizontal por temporadas en la densidad de postlarvas de P. duorarum y en los parámetros físicos y químicos

	Nortes	Estiaje	Lluvias
Salinidad	--	--	--
Temperatura	--	--	--
Velocidad	I>(II-III)	(I-II)>III	II>(I-III)
P1/30'	--	III>(I-II)	II>(I-III)
P1/10mc	--	--	--

p<0.05  
-- p<0.10

Se registró estratificación horizontal altamente significativa en la densidad de postlarvas durante abril (ambas unidades) y julio (P1/30') (tabla 10) y estratificación horizontal significativa en enero (P1/10mc), julio (P1/10mc) y agosto (P1/30').

Durante enero, la estratificación horizontal en la densidad fue del mismo sentido que la observada en la salinidad y el coeficiente de correlación entre ambas variables fue significativo ( $r=0.6$ ).

Durante julio y agosto la velocidad fue el factor mas relacionado con la estratificación en la densidad de postlarvas, en julio esta relación fue negativa ( $r=-0.71$ ) y en agosto positiva ( $r=0.65$ ).

En abril, la estratificación observada con ambas unidades de densidad no estuvo asociada al comportamiento de las variables fisicoquímicas y esto se reflejó en los coeficientes de correlación (Apéndice 1, tabla 4).

Tabla 11. Estratificación Horizontal Mensual en la densidad de postlarvas de P. duorarum y en los parámetros físicos y químicos

Mes	So/00	T C	Vcm/seg	P1/30'	P1/10mc
ene	II>(I=III)	--	I>(II=III)	--	II>(I-III)
feb	--	--	--	--	--
mar	--	--	(I=II)>III	--	--
abr	--	--	--	III>(I=II)	III>(I-II)
may	--	--	--	--	--
Jul	--	--	II>(I=III)	(I-II)>III	(I=II)>III
ago	--	--	II >III >I	(II=III)>I	--
oct	--	--	--	--	--
nov	--	--	--	--	--
dic	--	--	I>(II-III)	--	--

p<0.05  
 ~ = p<0.10

### Talla de Inmigración de las postlarvas

#### Ponacis setiferus

La talla promedio anual de ingreso en esta especie fué 7.6mm LT, los individuos mas grandes (8.2mm) se registraron durante la temporada de nortes, principalmente durante febrero y noviembre (8.6 y 8.5mm, respectivamente). Las postlarvas mas pequeñas se presentaron en mayo (5.6mm); en el resto del año, la talla de ingreso varió entre 6.5 y 8.1mm (figura 10).

No se registró estratificación vertical en la talla de ingreso en ninguna de las 3 temporadas ni mensualmente (tabla 1; apendice 1); pero si se observó estratificación horizontal altamente significativa durante la temporada de lluvias, con las postlarvas de mayor tamaño en las localidades I y II y las mas pequeñas en la localidad III. Tambien se determinó estratificación horizontal significativa en agosto en el mismo sentido que durante la temporada de lluvias: ((I=II) > III).

El análisis de correlación entre la talla y la salinidad dió resultados significativos en las tres temporadas ( $r = -0.7$ ,  $-0.6$  y  $-0.9$  en nortes, estiaje y lluvias respectivamente). Los resultados mensuales (tabla 5; apendice 1), determinaron una asociación significativa entre la talla de ingreso y la salinidad en febrero, agosto y octubre ( $r = 0.7$ ,  $-0.9$  y  $-0.7$  respectivamente). El coeficiente de correlación anual fue significativo ( $r = -0.6$ ) y expresó la tendencia observada (figura 10), en que los mayores individuos ingresaron a la laguna con las masas de agua de menor salinidad.

Las postlarvas de mayor talla ingresaron en mayor proporción a la laguna durante los meses en que se registraron bajas temperaturas del agua, esto se reflejó en el coeficiente anual de correlación ( $r = -0.7$ ). El análisis por temporadas de los

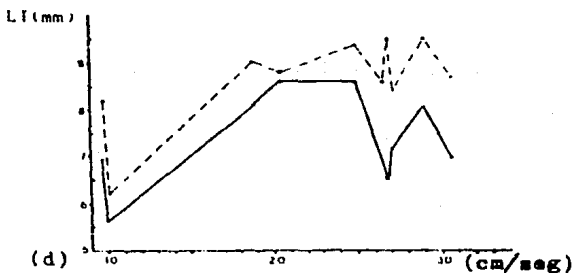
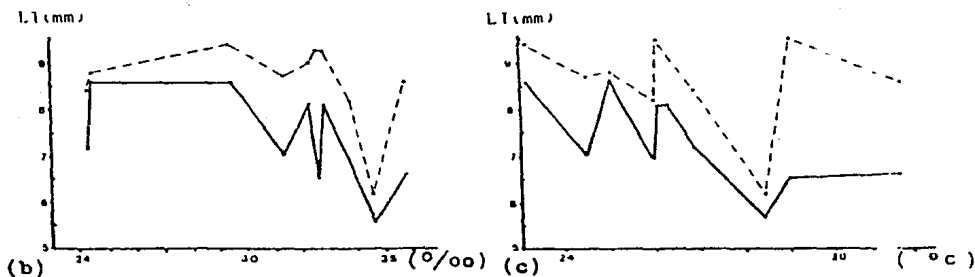
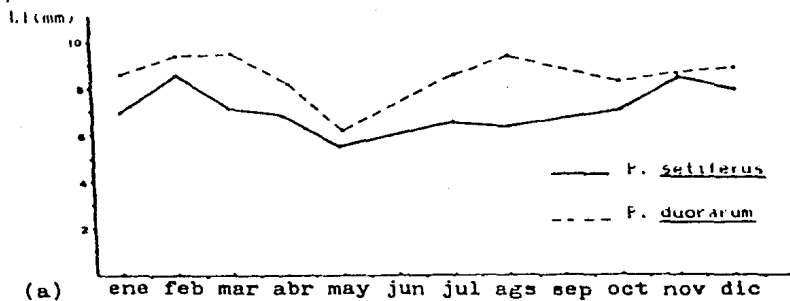


Fig. 10. (a) Variación anual en la talla (LT) de las postlarvas de *F. setiferus* y *F. duorarum*. Relación entre la talla (LT) de las postlarvas vs. salinidad (b), temperatura (c), y velocidad de corriente (d).

datos determinó una asociación altamente significativa durante la temporada de estiaje ( $r = -0.8$ ) en la cual la tendencia fue igual a la observada en el análisis anual. Los coeficientes de correlación mensuales no resultaron significativos en ningún caso, debido a que en todos los meses se observó una distribución homogénea de la temperatura en la columna de agua (Apendice I, tabla 5).

No se observó asociación significativa entre la velocidad y la talla de ingreso anual ni por temporadas (figura 10). Mensualmente, el efecto de la velocidad de corriente sobre las tallas no fue significativo (Apendice I, tabla 5), a excepción de julio ( $r = 0.7$ ) en donde se observó que a una mayor velocidad de corriente aumentó la proporción de organismos de tallas grandes que ingresaron a la laguna.

#### *Penaeus duorarum*

La talla promedio anual de ingreso en esta especie fue 8.9mm y durante las tres temporadas se observaron valores muy similares (8.9mm en nortes, 8.5mm en estiaje y 8.9mm en lluvias).

Mensualmente, los mayores individuos se capturaron en febrero, marzo y agosto (9.4, 9.5 y 9.5 mm respectivamente) y las postlarvas más pequeñas en mayo (6.2mm).

No se registró estratificación vertical en la talla de ingreso en ningún mes (Apendice I, tabla 5). El análisis de los datos agrupados por temporada indicó estratificación horizontal significativa en la talla de las postlarvas durante la temporada de estiaje, en la que los mayores individuos ocurrieron en la porción occidental y central de la boca (estratificación en sentido: (I=II)>III).



No se detectó correlación anual entre la salinidad y la talla de ingreso ( $r=-0.22$ ) pero los resultados obtenidos con los datos agrupados por temporadas, indicaron una asociación negativa entre ambas variables durante la temporada de estiaje ( $r=-0.57$ ). Los coeficientes de correlación mensuales determinaron la existencia de una relación directa entre la talla de postlarvas de esta especie y la salinidad en febrero y diciembre ( $r=0.87$  y  $0.87$  respectivamente) y una relación inversa en agosto ( $r=-0.86$ ).

Durante la temporada de estiaje se observó una asociación negativa entre la temperatura y la talla de postlarvas, que fue confirmada por el coeficiente de correlación ( $r=-0.74$ ).

Por medio del análisis de correlación anual, aplicado a los valores de velocidad de corriente y talla de las postlarvas, se demostró una asociación positiva entre ambas variables ( $r=0.71$ ). Al aplicar este análisis a los datos agrupados por temporadas, se pudo observar una asociación positiva durante el estiaje, misma que se vio confirmada por un coeficiente de correlación significativo ( $r=0.70$ ). De igual forma, durante marzo y octubre se determinó una asociación positiva entre las dos variables y solo en noviembre resultó negativa ( $r=0.67$ ,  $0.53$  y  $-0.69$  respectivamente).

## Discusión.

### Estratificación Vertical y Horizontal

Las postlarvas de P. setiferus y P. duorarum mostraron variación espacial, principalmente en sentido horizontal, la cual en algunos meses se tradujo en estratificación estadísticamente significativa y en otros se observó como un gradiente poco acentuado. El relacionar estas variaciones con los factores físicos y químicos presentó el problema de que los muestreos mensuales incluyeron como factor de variación adicional la diferencia de tiempo entre el muestreo de una localidad y el de la siguiente. Esta diferencia, si bien se trató de minimizar haciendo muestreos de media hora en cada localidad, afectó la interpretación de los resultados y su comparación respecto a la influencia de cada factor físico y químico en el proceso de inmigración, ya que se partió del supuesto de que no hubo diferencias significativas provocadas por la diferencia de tiempo entre el muestreo de cada localidad.

### Variación Vertical

El hecho de no haberse registrado estratificación vertical significativa en la densidad de ambas especies a excepción de noviembre y febrero con P. duorarum, es atribuible a la poca variación vertical en la salinidad, la temperatura y la velocidad de corriente, ya que a excepción de la estratificación observada en la salinidad y la velocidad de corriente durante noviembre, en el resto de los meses no hubo estratificación vertical significativa en ninguno de los factores mencionados. Young y Carpenter (1977) describen un comportamiento similar durante el proceso de inmigración de Panaeus plebejus a la bahía de Queens Horetton en Australia.

Durante febrero y noviembre la mayor densidad de postlarvas de P. duorarum se observó en los niveles de superficie y media profundidad. En noviembre, el factor mas asociado a este comportamiento fue la salinidad, que presentó estratificación vertical de igual sentido y sus valores mas altos ocurrieron en los niveles en que se detectó la mayor densidad de postlarvas. El análisis de correlación confirmó esta asociación positiva ( $r = 0.86$  y  $r = 0.76$  para P1/30' y P1/10m respectivamente). La intensidad luminosa podría ser el factor responsable de la estratificación vertical registrada en febrero, ya que durante este mes, el muestreo fue diurno y no hubo relación alguna entre la densidad de postlarvas y la salinidad, temperatura y velocidad de corriente. Esto sugiere un fototropismo positivo en las postlarvas de P. duorarum, lo cual contrastaría con lo observado por Williams y Deubler (1968), Roessler y Rehrer (1971) y Arenas-Yañes (1981), quienes observaron que las postlarvas de esta especie tienden a evitar las condiciones de alta luminosidad y prefieren ingresar por el fondo durante el día y en toda la columna de agua durante la noche. Es necesario mencionar que con respecto al comportamiento de las postlarvas en función del fotoperiodo existe gran discrepancia en la literatura (García y Le Reste, 1981).

Durante el proceso de inmigración, la mayor densidad promedio de P. setiferus (ambas unidades) se capturó a media profundidad asociada a bajas velocidades de corriente en febrero, agosto, noviembre y diciembre. Lo mismo se observó con P. duorarum durante agosto, octubre, noviembre y diciembre (figuras 8 y 10). El resultado anterior resulta similar a lo descrito por Roessler y Rehrer (1971) quienes observaron una mayor densidad de postlarvas de P. duorarum asociada a velocidades de corriente inferiores a las superficiales, sin embargo, estos autores interpretan tal comportamiento no en función de la velocidad de

corriente, sino como una respuesta negativa de las postlarvas de P. duorarum a la luminosidad, ya que los mayores valores de densidad los obtuvieron en el fondo. Este tipo de relación entre la densidad de postlarvas y la velocidad de corriente durante el flujo, sugiere un mecanismo de inmigración similar al propuesto por Young y Carpenter (1977) y Poli (1983), en el cual la velocidad de corriente tiene un efecto preponderante en la distribución de las postlarvas en la columna de agua. Este mecanismo se discutirá mas adelante.

#### Variación Horizontal

La variación horizontal en la densidad de ambas especies estuvo principalmente relacionada con las diferencias horizontales en la velocidad de corriente. Varios autores han reportado correlación positiva entre la velocidad del flujo y la abundancia de postlarvas (Tabb et al, 1962; Berry y Baxter, 1969 y Roessler y Rehner, 1971); esto se debe a que las corrientes de marea son las responsables directas del ingreso de las postlarvas al interior de los estuarios (Eldred et al, 1965; Roessler y Rehner, 1971; Christy y Stancyck, 1982) y es de esperarse que al aumentar la velocidad de la corriente, se incrementen las probabilidades de captura. Así pues, si las diferencias horizontales en la velocidad resultan lo suficientemente significativas, el ingreso de postlarvas por unidad de tiempo podrá presentar una variación en el mismo sentido y de magnitud proporcional a la variación en la velocidad. Tal fue el caso observado durante enero, febrero, mayo, Julio y agosto para P. setiferus y durante enero, Julio y agosto para P. duorarum. Los coeficientes de correlación durante estos meses entre  $P_{1/30}$  vs. velocidad resultaron significativos y confirman la relación positiva entre ambas variables (Apendice I, tabla 3).

A diferencia de lo discutido en el párrafo anterior, se detectó una variación horizontal en la densidad de postlarvas de P. setiferus en donde los valores más altos se observaron en aquellas partes de la boca en que ocurrieron bajas velocidades de corriente durante marzo, abril, noviembre y diciembre. Lo mismo ocurrió con P. duorarum en enero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre. Esta relación fue más patente al considerar  $P1/10m$  y los coeficientes de correlación aunque no resultaron significativos, indicaron una tendencia negativa en todos los meses con excepción de noviembre en F. setiferus (Apéndice I, tabla 3).

El efecto de la salinidad sobre la variación horizontal de la densidad ( $P1/10m$ ) fue significativo únicamente en noviembre con P. setiferus ( $r=0.6$ ) y durante enero y noviembre con P. duorarum ( $r=0.6$  y  $0.8$  respectivamente). Este resultado concuerda con lo propuesto por Hughes (1969) y Mair (1980) acerca de que las postlarvas ingresan con aguas de alta salinidad. Del mismo modo, Arenas y Yañez (1981) reportan que las postlarvas de P. duorarum mostraron una marcada preferencia por las altas salinidades en la boca de Puerto Real.

La explicación de los patrones de inmigración de postlarvas y su relación con los factores físicos y químicos, no puede darse argumentando únicamente mecanismos de orientación de las postlarvas en respuesta a estímulos producidos por la variación vertical u horizontal en dichos factores; no obstante, es innegable que los gradientes en la salinidad y temperatura juegan un papel importante durante el acercamiento de las postlarvas a los estuarios. Resulta pues necesario considerar la mecánica del flujo de agua hacia la laguna y entender la variación de la densidad de postlarvas en la columna de agua como resultado de la combinación entre los mecanismos de orientación mencionados y el

efecto mecánico de las corrientes costeras y de mareas sobre el transporte, agrupamiento y dispersión de los parches de postlarvas.

Christy y Stancyk (1982) en su trabajo sobre larvas de invertebrados, observaron agregación de larvas en masas de agua en la porción externa del estuario North Inlet, en Carolina del Norte, las cuales mantuvieron su integridad a través de varios ciclos de marea. Estos autores sugieren que tal estrategia de ingreso ocasionaría que se registraran pulsos de inmigración, algunos con bastante regularidad. En el presente trabajo se tomaron las muestras durante la primera mitad del flujo (3-5 horas) y el mecanismo propuesto por los autores citados podría ser el causante de cierta variación horizontal en la densidad; sin embargo, resulta más probable que esta agregación de postlarvas durante el refluo sea la causa de diferencias en la densidad asociadas al tiempo transcurrido desde el inicio del flujo, similar a lo registrado por Young y Carpenter (1977); quienes al discutir un mecanismo de inmigración de postlarvas, proponen también la existencia de un agrupamiento de postlarvas en la cercanía de la entrada a la Bahía Queens Morelton, Australia, durante el periodo de refluo, las cuales ingresan al estuario al comenzar a ascender la marea. De esta forma los autores explican porque la mayor densidad de postlarvas se capturaron durante la primeras horas del flujo.

## Mecanismo de Inmigración Propuesto

### Antecedentes Físicoquímicos

La variación espacial observada en los parámetros físicoquímicos está estrechamente vinculada con el movimiento de agua producido por las mareas así como por el relieve batimétrico de la boca y sus alrededores. En el banco de Campeche la onda de marea se propaga siguiendo la dirección de las manecillas del reloj, esta es la causa de que se registre un retraso en la marea de 2 horas en Boca del Carmen con respecto a Puerto Real (aproximadamente 40km; Dressler, 1981). Este hecho trae importantes consecuencias, ya que al inicio del flujo, se genera una corriente con dirección W→E (corriente de reflujo que se verifica en el ascenso de toda onda en un medio acuático (Craig, 1973 y Dietrich et al, 1980), la cual ocasionaría una acumulación de la masa de agua en el margen de Isla Aguada.

Es un proceso conocido que un fluido moviéndose a cierta velocidad uniforme se acelera al angostarse el conducto por el que viaja; este proceso se conoce como efecto de Bernoulli. También se sabe que la turbulencia y por tanto la intensidad de mezcla en un fluido, se incrementan conforme aumenta la velocidad del mismo (Dietrich et al, 1980).

Con base a lo anterior, se puede presumir que en una masa de agua que fluye en condiciones normales hacia el interior de la laguna, se presente la mayor velocidad del flujo en las zonas más someras de la boca, disminuyendo gradualmente conforme aumente la profundidad de la misma. Por otro lado, la masa de agua marina, se mezclará más intensamente con la estuarina en aquellas partes de la boca en que la velocidad del flujo sea mayor y lo contrario ocurrirá en

aquellas partes donde la velocidad sea baja. De lo anterior se infiere que en aquella porción de la boca donde la velocidad del flujo sea mas alta, la salinidad registrada sera inferior que la observada donde la velocidad del flujo sea baja, debido a que en este ultimo caso, la masa de agua marina que ingresa a la laguna estara menos mezclada con la estuarina y mantendra asi menos alteradas sus propiedades originales.

#### Variación en los Factores Físicoquímicos

El planteamiento anterior explica satisfactoriamente algunas de las diferencias horizontales observadas en los parametros fisicoquímicos en Puerto Real. Asi por ejemplo, la variación horizontal detectada en la velocidad durante enero, marzo, abril, mayo y diciembre, (figura 7); se atribuye al efecto de Bernoulli referido anteriormente. Paralelamente, la salinidad registrada durante los mismos meses fue verticalmente homogénea en los puntos donde ocurrió la mayor velocidad, y presentó cierta variación vertical en la zona del canal, donde la velocidad fue mas baja; esto puede ser debido a la diferencia en la intensidad de la turbulencia asociada a la velocidad de corriente.

Las diferencias horizontales en la velocidad de corriente ocurridas en febrero, julio, agosto y noviembre (figura 8), no concordaron con el modelo derivado del efecto Bernoulli. Es probable que esta diferencia fuera provocada por alguna corriente costera con dirección W  $\rightarrow$  E, o bien al efecto de los vientos del SE desplazando agua superficial desde dentro de la laguna. La distribución horizontal de la salinidad en la columna de agua durante estos meses se puede explicar con base en la relación que existe entre la turbulencia y la velocidad de corriente. Las masas de agua con mayor salinidad se observaron siempre, (con excepción de julio en que la salinidad fue vertical y horizontalmente



homogenea), en las partes de la boca con mas baja velocidad de corriente (menos mezclas) y masas de agua de baja salinidad, se registraron en aquellos puntos donde se observó la mayor velocidad de corriente.

Tambien se observó variación vertical en la velocidad de corriente y la salinidad aunque menos acentuada que la horizontal. En el caso de la velocidad, las variaciones verticales observadas durante febrero, abril, Julio, agosto y noviembre (figura 7), se explicarían por la fricción que produce el contacto de la corriente del fondo con el substrato solido; esto podría provocar una reducción inmediata en la velocidad del fluido a ese nivel, lo que a su vez ocasionaría que disminuyera la velocidad de la capa de agua adyacente y asi sucesivamente. El resultado sería una masa de agua que fluye con mayor velocidad en la superficie y un gradual descenso en la misma hacia el fondo. Con respecto a la salinidad, en abril, Julio y agosto se observó que la distribución de esta, se ajusta al modelo de turbulencia (i.e. mayor salinidad en el fondo en agosto y distribución vertical homogénea en abril y Julio). En febrero y noviembre se observó una anomalia en la distribución vertical de la salinidad donde los mayores valores se detectaron en la superficie y media profundidad y los mas bajos en el fondo. La persistencia de este fenomeno conocido como cuña de sal invertida (Lautt, 1967), resulta difícil de explicar ya que segun el concepto de estabilidad en las masas de agua (masas de agua de mayor densidad en el fondo y las mas ligeras en superficie), un fluido de esas características es inestable y en segundos sufre un revertimiento para alcanzar su estabilidad.

En mayo y octubre la mayor velocidad de corriente se detectó en el fondo y la menor en la superficie, esto se atribuye al efecto de los vientos del SE, que producen una corriente superficial de agua que tiende a salir de la laguna y

choca con la corriente superficial entrante, provocando de esta manera que el flujo adopte la distribución descrita. La salinidad en ambos meses fue verticalmente homogénea, lo cual refleja la intensidad de los procesos de mezcla. Por último, en enero, marzo y diciembre se observó una distribución vertical en la velocidad de la corriente donde los valores más bajos se observaron en el nivel de media profundidad. La explicación a este fenómeno está más allá de los objetivos del presente trabajo.

#### Variación Espacial en las Postlarvas

La distribución en parches del zooplancton sugiere procesos de orientación en respuesta a estímulos tales como luz, temperatura, salinidad y presión hidrostática entre otros (Iherson, 1964 y Sulkin, 1973). Sin embargo, este patrón de distribución puede también ser resultado de la circulación marina y estuarina (Scheltema, 1975 y Burton y Feldman, 1982), así como en respuesta a la distribución de nutrientes y de organismos depredadores (Gracia, com. per.). El "stock" de postlarvas planctónicas que se acercan a los estuarios ha estado sujeto a procesos de dispersión vertical y horizontal debido a la mezcla de la columna de agua por procesos de turbulencia inducidos por el viento, el relieve del fondo así como el patrón de corrientes locales (Steele, 1974). Esta dispersión, puede ser lo suficientemente significativa como para ocasionar que el ingreso por la boca del estuario, sea de forma heterogénea, de tal manera que en la muestra obtenida no se observe algún tipo de estratificación o gradiente vertical u horizontal. Por el contrario, cuando los procesos de dispersión no son lo suficientemente intensos y no van más allá de la capacidad natatoria de las larvas, el "stock" de postlarvas mantiene una distribución agrupada en parches más o menos definida (Steele, 1974 y Christy y Slancyk, 1982). Bajo esta

circunstancia, la mayor densidad de postlarvas debería obtenerse en aquellos puntos de la boca por donde ingresarán las masas de agua menos mezcladas, lo cual ocurrirá por lo general en aquellos sitios en que se registren velocidades de corriente bajas, según lo discutido en la sección anterior. Además, en aquellos sitios de la boca por donde ingresen masas de agua alteradas por mezcla a causa de la elevada velocidad de la corriente, los parches de postlarvas estarían sobredispersos y su densidad sería baja.

La hipótesis anterior explica el patrón de inmigración de *P. setiferus* durante febrero, marzo, abril, julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre (8 de 10 meses muestreados), donde la variación horizontal en la densidad ( $P1/10mc$ ) presentó una tendencia a mantenerse en una relación inversa al gradiente de la velocidad del flujo, (figura 11). En agosto, octubre y noviembre se observó una relación positiva entre el gradiente horizontal de la densidad de *P. setiferus* y el correspondiente a la salinidad, los coeficientes de correlación confirmaron esta tendencia (Apendice I, tabla 3) y apoyan la hipótesis propuesta.

Una relación similar entre la densidad y la velocidad se observó con *P. duorarum*, durante enero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre (figura 12) y se reflejó en los coeficientes de correlación entre ambas variables (negativos en 8 de 10 meses; Apendice I, tabla 3). También se observó una similitud entre la variación horizontal en la densidad y la salinidad que reflejaron los coeficientes de correlación estimados en noviembre, enero y octubre.

Durante enero y mayo se observó un comportamiento en la densidad de *P. setiferus* distinto al planteado en la hipótesis anterior; la variación horizontal en la densidad de postlarvas fue similar a la variación de la velocidad (figura 11).

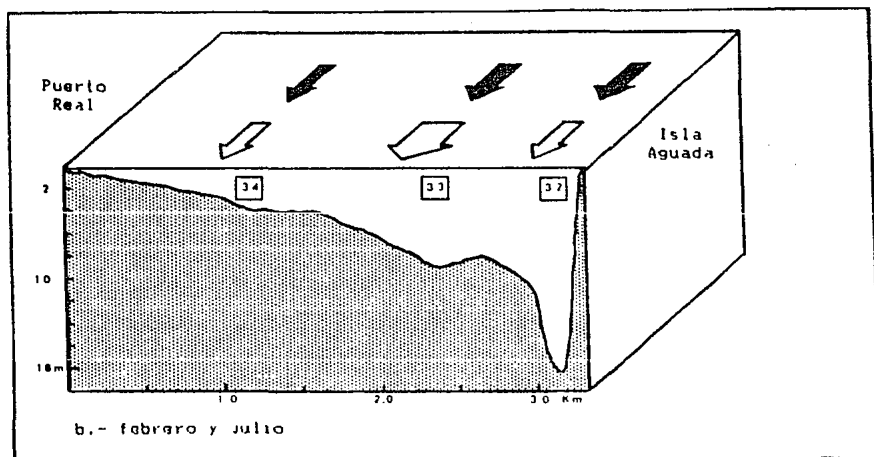
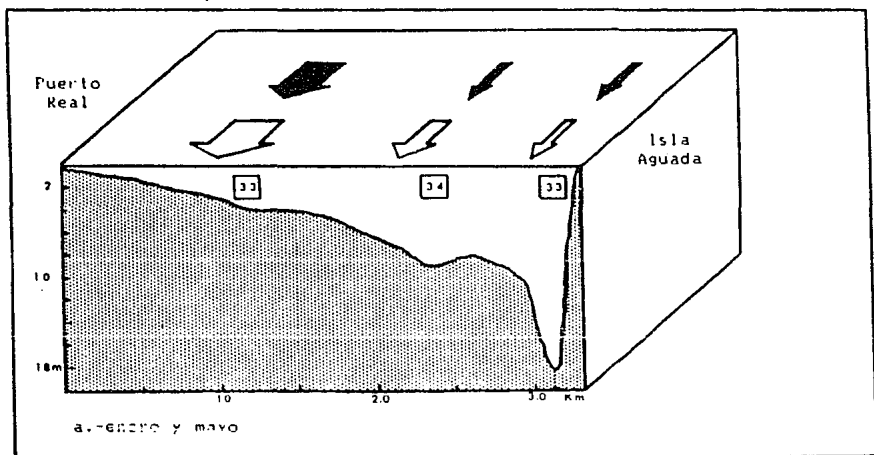


Fig. 11. Distribución horizontal en la velocidad de la corriente, salinidad y densidad de postlarvas de *P. setiferus*. (El ancho de las flechas está en proporción a la magnitud de los valores).

□ = (ozou)

⇐ = (cm/seg)

⇓ = (P/10mc)

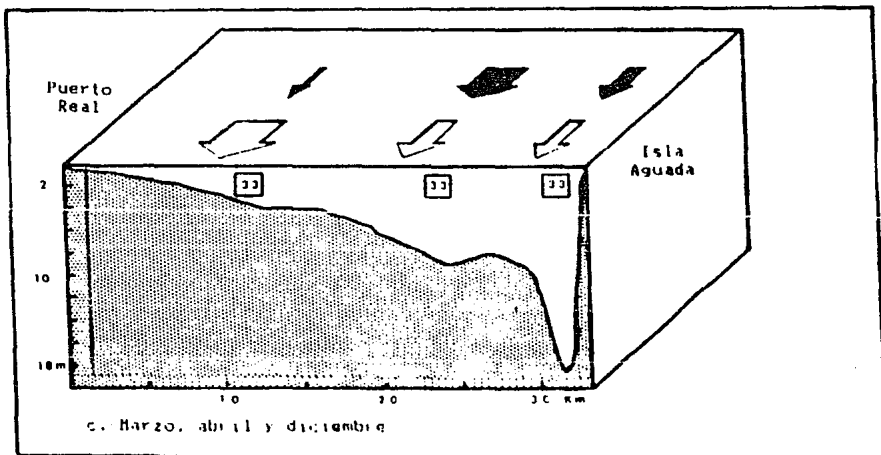
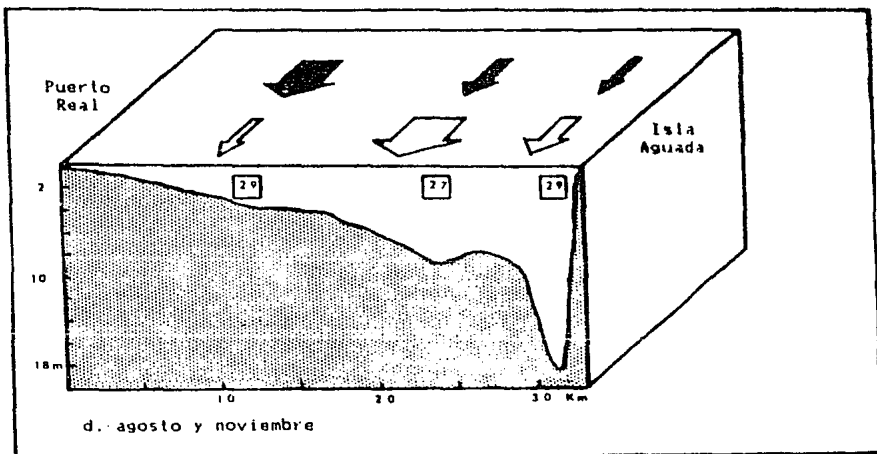


Fig. 11. (Continuación).

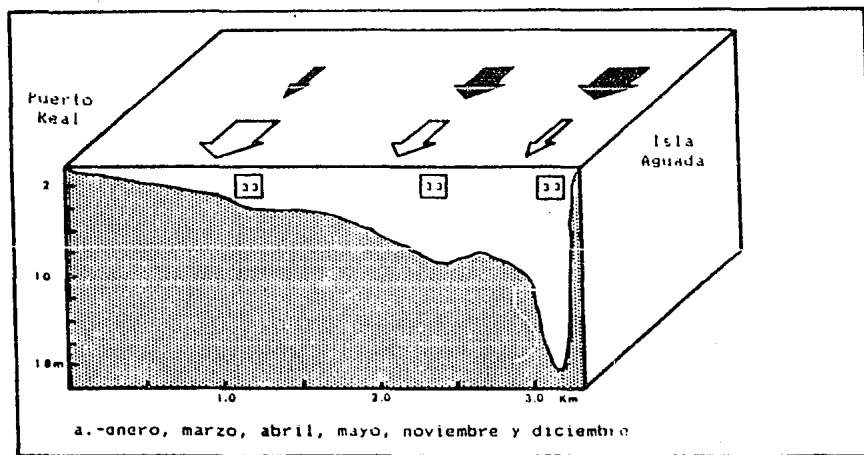
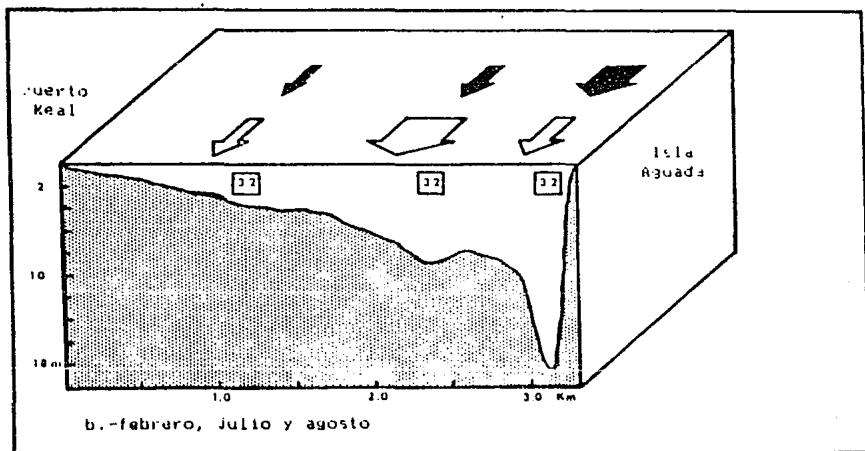


Fig. 12. Distribución horizontal en la velocidad de la corriente, salinidad y densidad de postlarvas de *P. duorarum*. (El ancho de las flechas esta en proporción a la magnitud de los valores).

□ = (σ/00)

⇩ = (cm/seg)

⇩ = (P/10mc)

Este hecho resulto' mas claro en enero, en donde la estratificación en la densidad, fue altamente significativa y de sentido similar a la registrada con la velocidad (tabla 6). Los coeficientes de correlación para estos meses fueron bajos debido en parte a la variación vertical discutida anteriormente. P. duorarum mostro' el mismo comportamiento en la columna de agua durante febrero, julio y agosto. El comportamiento de ambas especies durante estos meses puede atribuirse a una distribución heterogenea de las postlarvas en la columna de agua, la cual ocasionaría que la probabilidad de que algun individuo entrara en alguna red ubicada en un punto dado en la boca de la laguna, aumentaría conforme se incrementara la velocidad de corriente (al aumentar la frecuencia con que las postlarvas ingresaran). Esta explicacion se justifica si se consideran los siguientes argumentos: a).-En enero y febrero se presentan los vientos del NE conocidos como "nortes" que contribuyen a aumentar la mezcla de las masas de agua, ocasionando que los parches de postlarvas se encuentren sobredispersos y adopten una distribución heterogenea en la columna de agua. b).-En mayo se registraron las tallas mas pequeñas en postlarvas de P. setiferus (6.2mm L.L. en promedio), lo cual es una indicacion de que el desove de estos organismos pudo haber ocurrido en areas cercanas a la boca. Por otro lado, debido a su reducida talla, resulta mas dificil que puedan mantenerse integros los parches de postlarvas pues su capacidad de desplazamiento es menor que la de individuos mayores (los pleopodos se encuentran en una fase de desarrollo muy temprana) y esto las hace mas susceptibles a ser dispersadas por el efecto de las corrientes y el mezclado de la masa de agua. c).- En agosto se obtuvo la mayor talla promedio en postlarvas de P. duorarum (9.5mm, LI), esto indica que el desove de esta especie pudo haber ocurrido en areas alejadas de la boca, por lo que se presume que los parches de postlarvas habrían estado sujetos durante mas tiempo

a los mecanismos mencionados de dispersión de los parches, dando como resultado una distribución heterogénea en la columna de agua, al momento de llegar a la boca de la laguna. d).-La baja densidad de postlarvas de *P. duorarum* ocurrida en julio es un reflejo tanto de la población de larvas producidas en altamar, como de la intensidad de los procesos de dispersión sobre los parches de postlarvas.

El patrón de inmigración de postlarvas estudiado en la Boca de Puerto Real, resulta de la acción combinada de diversos factores, entre los cuales, figuran los de naturaleza química, relacionados con los mecanismos de orientación de las postlarvas; y los responsables del proceso mecánico de transporte de postlarvas a través de masas de agua cuyas características son resultado de la dinámica propia de un fluido.

El mecanismo de inmigración propuesto es un intento por considerar los procesos físicos ya mencionados y su posible efecto sobre la distribución vertical y horizontal en la densidad de postlarvas.

#### Variación Temporal en la Densidad de Postlarvas

La abundancia de postlarvas a un tiempo dado, depende de la intensidad y sincronización en el desove, así como al tiempo transcurrido entre el desove y el muestreo, debido a la permanente migración hacia los estuarios y a la enorme mortalidad larvaria (Cushing, 1972; Steele, 1974; Condrey, 1979)

La reproducción en *P. duorarum* y *P. setiferus* es continua durante todo el año (Soto et al, 1980; Gracia y Soto, 1986), pero existen periodos en que es mayor el



numero de hembras desovando. Christmas et al, (1966), Baxter & Renfro, (1966), Aldrich, (1968), Kutkuhun et al, (1969) y Subrahmanyam, (1971), sugieren que la temporada de reproducción para P. setiferus es mayor durante el verano y otoño. Lo mismo ha sido observado para P. duorarum (Williams, 1959 ; Roessler et al, 1969 ; Subrahmanyam, 1971). Soto et al (1980), describiéron para el banco de Campeche mayor densidad de hembras de P. duorarum durante la primavera y ninguna diferencia significativa en la proporción sexual de P. setiferus.

En el presente trabajo se observó la mayor abundancia en postlarvas de P. setiferus durante el verano y otoño (principalmente en este ultimo) y este resultado concuerda con lo reportado por la mayoría de los autores, pero difiere en parte con lo reportado por Arenas y Yañez (1981), quienes detectaron un tercer periodo de alta densidad de postlarvas de esta especie durante febrero y marzo, mismo que no se observó en los muestreos recientes. Los pulsos de abundancia registrados tanto por Arenas y Yañez (1981) como por el autor del presente no concuerdan con lo descrito por Soto et al (1980) sobre la variación estacional en la abundancia de hembras de P. setiferus ; esta diferencia puede atribuirse a que no obstante que la proporción sexual no difiere significativamente, la sincronización en el desove y una mayor densidad en la población adulta podrían producir un pulso de excepcional magnitud en la densidad de postlarvas.

La mayor densidad de postlarvas de P. duorarum se obtuvo en los meses de otoño, al igual que lo registrado por los autores citados; sin embargo, en el presente trabajo se determinó un segundo máximo de densidad durante la temporada invernal (en particular, en diciembre y febrero) y un tercero a finales de la temporada de verano, similar a lo descrito por Arenas y Yañez (1981) para la misma área de estudio.

### Efecto de la temperatura

La temperatura desempeña un papel de primordial importancia como promotor del desove en los camarones peneidos (Hedgpeth, 1950; Lindner & Anderson, 1956; Baxter & Renfro 1966 y Allen, Hudson & Costello, 1980). Además, es un factor determinante en la duración y sobrevivencia de los estadios larvales (esto último se reflejaría en la densidad y la talla de ingreso de las postlarvas). Así por ejemplo, se ha encontrado correlación entre la abundancia de postlarvas y el número de hembras ovigeras de *P. setiferus* durante los meses cálidos, lo cual sugiere a los autores citados que la temporada de reproducción es mayor durante verano y parte de otoño. Para *P. duorarum* se ha detectado también que durante verano y otoño, el mayor número de hembras ovigeras está asociado a una mayor abundancia de postlarvas. Algunos autores como Neal (1975) no han logrado demostrar correlación entre la abundancia de adultos y la de larvas y postlarvas, debido a que la variabilidad en la abundancia de larvas y postlarvas, está esencialmente relacionada con la mortalidad producida por los factores ambientales.

La variación en la temperatura del agua en el Banco de Campeche no es marcada como en las latitudes en que se han realizado la mayoría de los estudios mencionados, de manera que la información que tales autores han obtenido sobre los periodos de desove y abundancia de fases larvares, no son enteramente aplicables en latitudes más bajas, donde los factores responsables de la sincronización en los periodos de desove pueden depender más de los ciclos de productividad. Esta podría ser la causa de que la mayor densidad de postlarvas de ambas especies no ocurra durante los meses más cálidos (de mayo a agosto), sino en los meses en que la temperatura del agua es templada (agosto, octubre,

noviembre y diciembre, temperatura de 25 a 29 °C) y el aporte y mezcla de nutrientes es mayor (Vazquez-Botello, 1978; Yañez y Day, 1982). Durante el presente trabajo, la mayor densidad en postlarvas de *P. setiferus* se observó dentro de un rango de 26 a 29 °C, y la mayor densidad de *P. duorarum* se registró entre 25 y 27.5 °C. Ambos casos se incluyen dentro de los valores intermedios de temperatura registrados en el año (figura 9).

#### Efecto de la Salinidad

Se ha sugerido que un súbito descenso en la salinidad puede ser uno de los factores que disparen el periodo de desove. Sin embargo, es más probable que esta asociación entre salinidad y abundancia de fases larvárias sea consecuencia de que el período de mayor reproducción ocurre en los meses en que la productividad primaria se incrementa por el aporte aguas fluviales ricas en nutrientes, mismas que producen un descenso en la salinidad en las aguas cercanas a los estuarios y lagunas costeras (Gracia y Soto, 1986).

Durante el presente trabajo se observó que la mayor densidad de *P. setiferus* ocurrió en tres intervalos de salinidad; 24-25, 32-33 y 34-35 o/oo. Así mismo, la mayor densidad en *P. duorarum* se presentó en torno a cuatro valores de salinidad; 24-25, 29-30, 32-33 y 34 o/oo. Esta amplia variabilidad en la salinidad a la que se registraron los máximos de abundancia, sugiere que dicho factor no es por sí solo de crítica importancia para la variación anual en la densidad de la especie.

De manera general, se puede decir que la variación temporal en la densidad de postlarvas de ambas especies sigue un patrón similar al descrito por Arenas y Yañez (1981) para la misma zona. Las diferencias con respecto a estudios de

otros autores en las costas del norte y noreste del Golfo de Mexico son minimas y se refieren principalmente a la importancia que para aquellas regiones tiene la temperatura, como factor limitante para el ingreso de postlarvas a estuarios y lagunas costeras.

### Conclusiones

F. setiferus fue la especie que ingreso en mayor densidad a la laguna durante todo el ciclo anual. Los mayores valores se registraron durante mayo, agosto, octubre, noviembre y diciembre, lo cual corresponde al final de la temporada de estiaje y a las temporadas de lluvias y nortes.

La mayor densidad de postlarvas de F. duorarum ocurrió durante febrero, abril, agosto, octubre, noviembre y diciembre, que corresponde a las temporadas de estiaje y nortes, así como al final de la temporada de lluvias.

La velocidad de la corriente durante el flujo es el factor responsable de las características físicas y químicas de las masas de agua que ingresan a la laguna, ya que la mezcla por turbulencia depende directamente de la magnitud de la velocidad del flujo.

La batimetría de la boca de Puerto Real, así como la forma de propagación de la onda de marea, determinan que la mayor velocidad de corriente se detecte en el sector occidental de la boca, mientras que en el sector oriental se verifican velocidades bajas. De esta manera se forman gradientes horizontales que en algunos casos llegan a ser de tal magnitud que debe considerarse como "estratos".

Las postlarvas de ambas especies, mostraron una marcada tendencia a ingresar con mayor densidad a la laguna a través de las masas de agua menos mezcladas, presumiblemente, debido a que bajo estas circunstancias, los parches de postlarvas no se encuentran sobredispersos.

La ausencia de variación vertical significativa en la densidad de postlarvas de ambas especies es atribuible a la mezcla vertical de la masa de agua.

En aquellos meses en que el arribo de postlarvas fue muy bajo, la densidad registrada en los sitios de muestreo, fue directamente proporcional a la velocidad de corriente.

Las postlarvas de P. duorarum mostraron orientación positiva al gradiente horizontal de la salinidad en la columna de agua, mientras que las postlarvas de P. setiferus no mostraron este tipo de relación.

Las postlarvas de ambas especies, no mostraron variación vertical u horizontal significativa en cuanto a su talla de ingreso

## Referencias Bibliograficas

- Aguilar, S. A. V. 1985. Camarónes Feneidos de la Laguna de Términos, Campeche: composición, distribución y parámetros poblacionales. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM, Mexico.
- Aldrich, D. V., C. E. Wood y K. N. Baxter. 1968. An ecological interpretation of low temperature responses in Penaeus aztecus and P. setiferus postlarvae. Bull. Mar. Sci., 18(1):61-71
- Allen, D. M., J. H. Hudson y T. J. Costello. 1980. Postlarval shrimp (Penaeus) in the Florida Keys: species, size and seasonal abundance. Bull. Mar. Sci. 30 (1): 21-33.
- Alonso, R. M. y E. Lopez. 1974. Incidencia de postlarvas de camarónes pertenecientes al genero Penaeus en la Bahía de Campeche, Mex. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM, Mexico.
- Alvarez, N. F. 1984. Aspectos poblacionales de las postlarvas epibenticas de Penaeus (Farfantepenaeus) duorarum, Burkenroad 1939, en la Laguna de Términos, Camp. Tesis Profesional. Fac. de Cienc. Univ. Nal. Auton. Mexico.
- Anderson, W. W., J. E. King y M. J. Lindner. 1949. Early stages of the common marine shrimp, Penaeus setiferus. (Linnaeus). Biol. Bull. 76: 168-172.
- Arenas, H. R. y A. M. Yañez. 1981. Patron anual de inmigración de postlarvas de camaron (Crustacea: Decapoda: Penaeidae), en la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos, Camp. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. Mexico.
- Barber, W. E. y C. P. Lea. 1975. Preliminary analysis of physical factors influence the ingress of planktonic king prawn (Penaeus plebejus) postlarvae into Moreton Bay. In: Kuwait Bull. of Mar. Sci., 1981.
- Baxter, K. N. 1962. Abundance of postlarval shrimp : one index of future shrimping success. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst. 15th Ann. Sess.:79-87.
- Baxter, K. N. 1963. Abundance of postlarval shrimp: one index of future shrimping success. Prc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 15: 79-87
- Baxter, K. N. y W. C. Renfro. 1966. Seasonal occurrence and size distribution of postlarval brown and white shrimp near Galveston, Texas, With notes on species identification. Fish. Bull. USFWS, 66(1): 149-58
- Berry, R. J. y K. N. Baxter. 1969. Predicting brown shrimp abundance in the northwestern Gulf of Mexico. FAO Fish. Rep., (57): Vol.3: 775-98

- Burton, R. S. y M. W. Feldman. 1982. Population genetics of coastal and estuarine invertebrates: Does larval behavior influence population structure?. In: V.S. Kennedy (ed), Estuarine Comparisons. Academic press, N.Y.
- Caillouet, C. W. Jr., B. J. Fontenot y J. R. Dugas. 1968. Diel fluctuations in catch of postlarval white shrimp, Penaeus setiferus (Linnaeus), with the Renfro beam trawl. Bull. Mar. Sci., 18(4): 829-35
- Christmas, J. Y., G. Gunther y P. Musgrave. 1966. Studies of annual abundance of postlarval penaeid shrimp in the estuarine waters of Mississippi, as related to subsequent commercial catches. Gulf. Res. Rep., 2(2): 177-212
- Christy J. H. y S. E. Stancyck. 1982. Timing of larval Production and flux of invertebrate larvae in a well mixed estuary. In: V.S. Kennedy (ed). Estuarine Comparisons. Academic Press, N.Y.
- Clark, H. S. y C. W. Caillouet. 1975. Diel fluctuations in catches of Juvenile brown and white shrimp in a Texas estuarine canal. Contr. in Mar. Sci., 19: 120-24.
- Cook, H. L. y M. J. Lindner. 1970. Sinopsis of biological data on brown shrimp, Penaeus aztecus aztecus Ives, 1891. FAO fish. Rep., (57) Vol, 4: 1471-97
- Cook, H. L. 1966. A generic key to the protozoean, mysis and postlarval stages of the littoral Penaeidae of the north western Gulf of Mexico. Fish. Bull. U.S., 65: 437-47
- Copeland, B. J. y M. V. Truit. 1966. Fauna of the Aransas Pass Inlet, Texas. Part 2. Penaeid shrimp postlarvae. Tex. J. Sci., 18(1): 65-75
- Costello, T. J. y D. M. Allen. 1960. Notes on the migration and growth of pink shrimp (Penaeus duorarum). Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 12th. Ann. Sess.: 5-9
- Costello, T. J. y D. M. Allen. 1970. Synopsis of biological data on the pink shrimp P. duorarum duorarum Burkenroad, 1963. FAO Fish. Rep., (57): Vol. 4: 1499-537
- Cruz-Orozco, R. 1980. Estudio del sistema fluviolagunar deltaico de la region de Campeche, en particular de la Laguna de Terminos y areas adyacentes, para su mejor uso y aprovechamiento. Tercer reporte presentado al CONACyT. Mexico. 61p.
- Cushing, D. H. 1972. Ecologia marina y pesquerias. Acribia, Espana., pp. 252
- Dobkin, S. 1961. Early developmental stage of pink shrimp Penaeus duorarum from Florida waters. Fish. Bull. 61 (190): 321-349



- Dressler, R. 1981. Investigacion sobre mareas y efectos del viento en la Laguna de Términos (México), mediante un modelo Hidrodinamico-Numerico. Informe tecnico oc-82:01; CICESE. Ensenada, Mexico.
- Dietrich, G., K. Kalle, U. Krauss y G. Siedler. 1975. General Oceanography. John Wiley y Sons., pp. 626
- Edwards, R. R. C. 1978. The fisheries and fishery biology of penaeid shrimps on the Pacific coast of Mexico. Oceanogr. Mar. Biol., 16: 145-80
- Eldred, B., J. Williams, G. T. Martin y E. A. Joyce. 1965. Seasonal distribution of penaeid larval and postlarval of the Tampa Bay area, Fla. Tech. Ser. Fla. St. Bd. Conserv. 44: 1-47
- Garcia, S. y L. Le Reste. 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. FAO Fish. Tech. Paper, (203): 215p.
- Garcia, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificacion climatica de Koppen. Ann. Inst. Geol., UNAM.: 9-84
- Gierloff-Emden H. G. 1977. Laguna de Términos and Campeche Bay, Gulf of México: waters mass interaction lagoonal oceanic visible due to sediment laden waters. In: Yanez y Day .1982. Ecological characterization of Terminos Lagoon, a tropical lagoon-estuarine system in the southern Gulf of Mexico. Oceanologica Acta, No. Sp., 1982
- Gomez, A. S. 1974. Reconocimientos estacionales de hidrología y plancton en la Laguna de Términos, Campeche, México (1964/1965). An. Cen. Cien. Mar y Limnol., UNAM, Mexico, 1(1): 61-82
- Gracia, A. y L. A. Soto. Penaeid shrimp population studies II. Fishery and Ecology. (en prensa)
- Gracia, A. y L. A. Soto. 1986. Condiciones de reclutamiento de las poblaciones de camarones peneidos en un sistema lagunar-marino tropical: Laguna de Términos-Banco de Campeche. In: Yanez-Arancibia, A. y D. Pauly (Eds.). IOC/FAO Workshops on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities. IOC Workshop Report No. 44
- Graham D. S., Daniels J. P., Hill J. M., Day J. W. 1981. A preliminary model of the circulation of Laguna de Terminos, Campeche, México. Anal. Inst. Ci. Mar Limnol., UNAM., 8(1): 51-62
- Grivel, P. F. y R. Arce. 1975. Configuración cotidiana en la Laguna de Términos, Campeche. Ann. Inst. Geof. UNAM., 21: 139-44
- Hedgpeth, J. W. 1950. Notes on the marine invertebrate fauna of salt flat areas in Aransas National Wildlife Refuge, Texas. Publ. Inst. Mar. Sci., Univ. Tex. 1(2): 103-119

- Hughes, D. A. 1969a. On the mechanism underlying tide associated movements of P. duorarum, Burk. FAO Fish. Rep., 57(2): 867-876
- Hughes, D. A. 1969b. Response to salinity change as a tidal transport mechanism of pink shrimp, Penaeus duorarum. Biol. Bull., 136: 43-53
- Jimenez, S. O. 1979. Estudio sedimentologico en la Boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, Edo. de Campeche, México. Tesis profesional. Esc. Sup. Ing. y Arq. I.P.N. 99 p.
- Kenedy, F. S. y D. G. Barber. 1981. Spawning and recruitment of pink shrimp, Penaeus duorarum, off eastern Florida. J. Crust. Biol., 1(4): 474-485
- Keiser, R. K. 1975. Salinity preference of postlarvae brown and white shrimp in gradient tanks. Texas A & M University.
- Knauss, J. A. 1978. Introduction to Physical Oceanography. Prentice-Hall
- Kutkuhun, J. H., H. L. Cook y K. N. Baxter. 1969. Distribution and density of prejuvenile Penaeus shrimp in Galveston entrance end near by Gulf of Mexico. FAO Fish. Repts., 3(57): 1075-1099
- Kuttyama, V. J. y C. V. Kurian. 1976. Immigration and vertical distribution of postlarvae of some penaeid prawns in the Cochin Backwater. In: Mem. Simp. Biol. Din. Pobl. Camarones. Guaymas, Son. Mexico., 1: 99-107
- Kristensen, J. 1964. Hypersaline bays as an environment of young fish. Proc. Gulf. Caribb. Inst., Vol. 16, pp. 139-142.
- Lauff, G. A. 1967. Estuaries. Amer. Assoc. Adv. Sci. Publ., Num. 83, Washington, D.C.,: 757p
- Lindner, H. J. y W. W. Anderson. 1956. Growth, migration, spawning and size distribution of shrimp Penaeus setiferus. Fish. Bull. USFWS, 56(106): 555-615
- Lindner, H. J. y H. L. Cook. 1970. Synopsis on biological data on the white shrimp, P. setiferus (Linnaeus, 1767). FAO Fish. Rep., (57) Vol. 4: 1439-69
- Macias-Ortiz, J. 1968. Frecuencia de camaron postlarval (Penaeus fabricius, 1798) relacionada con la temperatura y la salinidad en la costa de Cd. Madero, Tamaulipas, Mexico. FAO Fish. Rep. 2(57): 321-30
- Mair, J. McD. 1980. Salinity and water-type preferences of four species of postlarval shrimp (Penaeus) from west Mexico. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 45: 69-82
- Mathews, C. P. 1981. A review of the North American penaeid fisheries, with particular reference to Mexico. In: Kuwait Bull. of Mar. Sci., (2): 325-409

- Melendez, C. R. G. y R. S. Villalobos. 1976. Veda experimental de camarón en las costas de Tamaulipas en 1974. In: Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Sonora, Mexico.: 393-426
- Neal, R. A. 1975. The Gulf of Mexico research and fishery of penaeid prawns. In Life Cycles, Dynamics, Exploitation and Management of Coastal Penaeid Shrimps Stocks by Garcia S. and L. Le Reste. FAO Fish. Tech. Pap. no. 203., 1981
- Pearson, J. C. 1939. The early life stories of some American Penaeidae, chiefly the commercial shrimp, Penaeus setiferus (Linn.). Bull. Bur. Fish. U.S., 49(30): 1-73
- Perez-Farfante, I. 1969. Western Atlantic shrimps of the genus Penaeus. Fish. Bull. U.S., 55(89)
- Poli, C. R. 1983. Patron de inmigración de postlarvas de Penaeus spp. (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) en la boca del rio Baluarte, Sinaloa, Mexico. Tesis doctoral, ICHyL, UNAM, Mexico., pp. 182
- Racek, A. A. 1959. Prawn investigation in eastern Australia. Res. Bull. State Fish. N.S.W., (6): 57p
- Ringo, R. D. y G. Zamora. 1968. A penaeid postlarval character of taxonomic value. Bull. Mar. Sci., 18(2): 471-76
- Roessler, M. A., A. C. Jones y J. L. Munro. 1969. Larval and postlarval pink shrimp Penaeus duorarum in south Florida. FAO Fish. Rep. 57: 859-66
- Roessler, M. A. y R. C. Rehrer. 1971. Relation of catches of postlarval pink shrimp in Everglades National Park, Fla. to the commercial catches on the Tortuga Grounds. Bull. Mar. Sci., 21(4): 790-805
- Sanchez, A. 1981. Comportamiento anual de las postlarvas epibenticas de camarones peneidos en el sector oriental de la Laguna de Términos, Camp. Tesis Profesional. Fac. de Cienc. Univ. Nal. Auton. Mexico.
- Scheltema, R. S. 1975. Relationship of larval dispersal, gene flow and natural selection to geographic variation of benthic invertebrates in estuaries and along coastal regions. In: L.E. Cronin (ed). Estuarine Research, Vol:1. Academic Press, N.Y.
- Signoret, M. 1974. Abundancia, tamaño y distribución de camarones (Crustacea, Penaeidae) de la Laguna de Términos, Camp. y su relación con algunos factores hidrológicos. An. Inst. Biol. UNAM, Mexico Serie Zool. 45: 119-140
- Soto, L., A. Gracia y A. Botello. 1980. Study of the penaeid shrimp population in relation to the petroleum hydrocarbons in Campeche Bank. Reprinted from the Proceedings of the thirty-third annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute. San Jose, Costa Rica.

- Steele, J. 1976. The structure of the marine ecosystems. Harvard Univ. Press., Cambridge, Mass., pp.128
- Steele, J. H. (Ed). 1980. Spatial Patterns in Plankton Communities. Plenum Press, N.Y., 470 p.
- Subrahmanyam, M. 1966. Fluctuations in prawn landings in the Godavari estuarine sistem. Proc. IPFC, 11: 44-51
- Subrahmanyam, M. 1967. Further observations on the lunar periodicity in relation to the prawn abundance in the Godavari estuarine system. J. Mar. Biol. Assoc. India, 9(1): 111-5
- Subrahmanyam, C. B. 1971. Descriptions of shrimp larvae (Family Penaeidae) off the Mississippi coast. Gulf. Res. Rep., 3(2): 241-258
- Sulkin, S. D., I. Phillips y W. Van Heukelem. 1979. On the locomotory rhytm of brachyuran crab larvae and its significance in vertical migration. Mar. Ecol. Progress Series 1: 331-335
- Tabb, D. C., B. L. Dubrow y A. E. Jones. 1962. Studies on the biology of the pink shrimp, Penaeus duorarum (Burk.), in Everglades National Park, Fla. Tech. Ser. Fla. Board Conserv. Mar. Lab. Univ. Miami (37)
- Temple, R. F. y C. C. Fisher. 1965. Vertical distribution of the planktonic stages of penaeid shrimp. Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas, 10: 59-67
- Temple, R. F y C. C. Fisher. 1967. Seasonal distribution and relative abundance of planktonic stages shrimp (penaeus spp.) in the north western Gulf of Mexico, 1961. Fish. Bull. USFWS, 66(2): 323-34
- Thorson, G. 1964. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. Ophelia, 1:107-208
- Tranter, B. J. y P. E. Smith. 1968. Filtration performance. In: Zooplankton Sampling. Monographs on Oceanographic Methodology., UNESCO., France
- Vazquez-Botello, A. 1978. Variación de los parámetros hidrologicos en las épocas de sequía y lluvias (mayo y noviembre de 1974) en la Laguna de Términos, Campeche, México. An. Cen. Cien. Mar y Limn. UNAH. México., 5: 159-78
- Villalobos, A., J. Cabrera, F. Manriquez, S. Gomez, V. Arenas y G. De La Lanza. 1969. Relación entre postlarvas planctónicas de Penaeus sp. y caracteres ambientales en la Laguna de Alvarado, Veracruz, Mex. En: Hem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAH. UNESCO, Nov. 28-30, 1967.
- Williams, A. B. 1959. Spotted and brown shrimp postlarvae (Penaeus) in North Carolina. Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb. 9(3): 281-290

- Williams, A. B. y E. E. Deubler. 1968. A ten year study of meroplankton in North Carolina estuaries: Assessment of environmental factors and sampling success among bothid flounders and penaeid shrimps. Chesapeake Sci., 9(1): 27-41
- Yañez, A. 1963. Batimetria, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. Inst. Geol. UNAM, Mexico., 67(1): 47p.
- Yañez, A. y J. W. Day Jr. 1982. Ecological characterization of Terminos Lagoon, a tropical lagoon-estuarine system in the southern Gulf of Mexico. Oceanol. Acta, Proc. Intl. Symp. on Coastal Lagoons., SCOR/IABO/UNESCO, France. 1981, pp. 431-40
- Yañez, A., A. L. Lara-Dominguez, P. Sanchez-Gil, I. Vargas Maldonado, P. Chavance, F. Amezcua Linares, A. Aguirre Leon y S. Diaz Ruiz. 1982. Ecosystem dynamics and nictimeral and seasonal programming of fish community structure in a tropical estuarine inlet, Mexico. Oceanol. Acta, Proc. Intl. Symp. on Coastal Lagoons, SCOR/UNESCO, France, 1981. pp 417-429
- Young, P.C. 1975. Moreton Bay, Queensland: A nursery area for Juvenile penaeid prawn. Austr. Jour. Mar. Freshwater res., 29: 55-75
- Young, P. C. y S. M. Carpenter. 1977. Recruitment of postlarval penaeid prawns to nursery areas in the Moreton Bay, Queensland. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 28: 745-773

## Apendice I

Tabla 1a.-Estratificación vertical. Resultados mensuales del análisis de varianza (valores de F)

Salinidad = S; Temperatura = T; Velocidad de corriente = V; Pl/30' de P.setiferus = PS-1; Pl/10mc de P.setiferus = PS-2; Pl/30' de P.duorarum = PD-1; Pl/10mc de P.duorarum = PD-2; Talla (LT) de P.setiferus = LT-S; Talla (LT) de P.duorarum = LT-D

mes	S	T	V	PS-1	PS-2	PD-1	PD-2	LT-S	LT-D
ene	0.4	1.1	0.3	0.9	0.5	2.4	0.5	2.6	2.4
feb	1.5	0.0	0.5	0.9	0.9	1.0	1.0	0.3	0.1
mar	0.2	0.0	0.2	1.2	0.3	1.0	0.8	4.0	0.8
abr	0.0	0.0	0.5	1.0	0.6	0.9	0.5	0.1	0.0
may	0.1	0.0	0.1	0.7	1.1	1.0	1.0	3.9	0.0
Jul	3.3	0.0	0.4	0.2	0.9	0.6	0.9	2.0	0.2
ags	3.6	0.0	0.2	0.4	0.7	0.6	0.5	0.4	3.9
oct	0.0	0.0	0.4	0.2	0.4	1.6	1.7	2.0	3.6
nov	5.0	0.3	4.7 <sup>~</sup>	1.6	1.5	4.8 <sup>~</sup>	1.7	2.9	0.2
dic	0.9	0.1	0.7	0.6	1.1	0.9	1.0	0.9	0.9

(<sup>~</sup>)= p<0.10

(<sup>~</sup>~)=p<0.05

Tabla 1b.-Estratificación vertical, resultados mensuales del análisis Kruskal Wallis (valores de Hc)

mes	PS-1	PS-2	PD-1	PD-2
ene	3.7	0.6	2.2	1.0
feb	4.8	4.6	5.6 <sup>~</sup>	5.8 <sup>~</sup>
mar	1.7	1.2	2.9	2.9
abr	1.8	2.5	0.1	0.1
may	1.4	2.5	2.0	2.0
Jul	3.6	0.1	0.4	0.6
ags	1.7	1.2	0.6	0.6
oct	0.0	1.1	3.4	3.7
nov	5.2 <sup>~</sup>	3.4	5.2 <sup>~</sup>	1.9
dic	0.5	2.6	3.9	0.6

(<sup>~</sup>)=p<0.10

(<sup>~</sup>~)=p<0.05

Tabla 2a.-Estratificación horizontal, resultados mensuales del análisis de varianza

mes	S	T	V	PS-1	PS-2	PD-1	PD-2	LT-S	LT-D
ene	8.9 <sup>***</sup>	0.1	19.3 <sup>***</sup>	2.4	3.0	1.0	5.0 <sup>~</sup>	0.4	0.2
feb	2.3	0.0	0.9	0.5	0.6	0.6	0.6	1.4	3.7
mar	0.0	0.2	7.0 <sup>***</sup>	1.1	11.8 <sup>***</sup>	0.7	2.0	1.1	3.6
abr	0.0	0.0	3.6	1.4	3.6	1.7	4.0	1.5	0.0
may	0.0	0.0	2.3	2.8	1.5	1.0	1.0	2.8	0.0
Jul	0.0	0.1	9.3 <sup>***</sup>	2.4	1.3	3.2	1.0	1.3	4.6
ags	0.7	0.0	29.8 <sup>***</sup>	8.4 <sup>***</sup>	3.4	1.9	0.6	5.7 <sup>~</sup>	2.1
oct	0.5	0.0	0.0	0.3	3.3	1.2	1.4	2.3	0.3
nov	1.5	0.2	1.6	1.1	2.1	0.5	2.4	4.2	2.7
dic	3.6	0.3	11.2 <sup>***</sup>	0.8	1.0	1.1	1.0	2.0	4.3

(~)= p<0.10

(\*\*)=p<0.05

Tabla 2b.-Estratificación horizontal, resultados de la prueba Kruskal walli. (valores de Hc)

mes	PS-1	PS-2	PD-1	PD-2
ene	6.2 <sup>***</sup>	5.6 <sup>~</sup>	3.9	5.6 <sup>~</sup>
feb	1.2	0.8	0.3	0.4
mar	3.1	5.5 <sup>~</sup>	1.3	2.1
abr	3.2	3.2	7.6 <sup>***</sup>	7.6 <sup>***</sup>
may	4.9 <sup>~</sup>	1.8	2.0	2.0
Jul	4.6	4.2	6.5 <sup>***</sup>	5.5 <sup>~</sup>
ags	5.6 <sup>~</sup>	6.5 <sup>***</sup>	5.6 <sup>~</sup>	1.2
oct	0.4	2.4	0.4	0.4
nov	0.9	2.8	0.4	5.0 <sup>~</sup>
dic	1.2	1.2	2.6	3.4

(~)=p<0.10

(\*\*)=p<0.05

Tabla 3.- Coeficientes de correlación mensuales entre la densidad de P.setiferus (ambas unidades) y los factores físicos y químicos.

mes	Pl/30' vs			Pl/10mc vs		
	S	T	V	S	T	V
ene	0.4	0.0	0.8 <sup>***</sup>	0.1	0.0	0.4
feb	0.3	0.1	0.0	0.4	0.4	-0.1
mar	0.1	-0.3	0.1	0.1	-0.2	-0.7
abr	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.4
may	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Jul	0.0	-0.4	0.5	0.1	-0.3	0.1
ags	0.2	0.0	0.9 <sup>**</sup>	0.1	0.0	-0.4
oct	0.3	0.0	0.6 <sup>**</sup>	-0.7 <sup>**</sup>	0.0	0.2
nov	0.6 <sup>**</sup>	0.0	0.6 <sup>**</sup>	0.6 <sup>**</sup>	-0.4	0.0
dic	0.1	-0.5	-0.4	0.1	-0.5	-0.4

(<sup>\*\*</sup>)= p<0.10

(<sup>\*\*\*</sup>)=p<0.05

Tabla 4.- Coeficientes de correlación mensuales entre la densidad de P.duorarum y los factores físicos y químicos.

mes	Pl/30' vs			Pl/10mc vs		
	S	T	V	S	T	V
ene	0.0	0.2	0.4	0.6 <sup>**</sup>	0.2	-0.2
feb	0.1	-0.1	0.1	0.2	-0.1	0.1
mar	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.4	-0.0
abr	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.4
may	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	-0.3
Jul	0.0	-0.3	0.7 <sup>**</sup>	0.0	-0.2	-0.4
ags	-0.9 <sup>***</sup>	0.0	0.7 <sup>**</sup>	-0.2	0.0	-0.2
oct	0.6 <sup>**</sup>	0.0	0.6 <sup>**</sup>	0.5	0.0	0.4
nov	0.9 <sup>***</sup>	-0.1	0.2	0.8 <sup>***</sup>	-0.1	-0.3
dic	0.1	-0.5	-0.4	0.2	-0.5	-0.4

(<sup>\*\*</sup>)= p<0.10

(<sup>\*\*\*</sup>)=p<0.05



Tabla 5.- Coeficientes de correlación mensuales entre la talla de ingreso (LT) de P.setiferus y P.duorarum y los factores físicos y químicos.

mes	P.setiferus (LT)			P.duorarum (LT)		
	S	T	V	S	T	V
ene	0.1	-0.5	0.2	0.4	-0.6 <sup>~</sup>	-0.1
feb	0.7 <sup>~</sup>	-0.1	0.4	0.9 <sup>~</sup>	0.3	0.3
mar	0.0	0.5	-0.1	0.0	0.1	0.7 <sup>~</sup>
abr	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8 <sup>~</sup>
may	0.0	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0
jun	0.0	-0.5	0.7 <sup>~</sup>	0.0	-0.2	0.5
ago	-0.9 <sup>~</sup>	0.0	0.2	-0.9 <sup>~</sup>	0.0	-0.2
oct	-0.7 <sup>~</sup>	0.0	0.5	-0.5	0.0	0.5
nov	-0.1	0.0	-0.4	0.5	0.2	-0.7 <sup>~</sup>
dic	0.2	-0.6 <sup>~</sup>	-0.2	0.9 <sup>~</sup>	-0.7 <sup>~</sup>	0.2

(<sup>~</sup>)= p<0.10

(<sup>~</sup>)=p<0.05

## Agradecimientos

Al Dr. Luis A. Soto por la dirección y asesoría en la elaboración de esta tesis.

Al M.en C. Adolfo Gracia por sus acertadas sugerencias durante el desarrollo de la tesis.

Al Dr. Cesar Flores por sus valiosas indicaciones en la revisión del manuscrito.

Al M.en C. Carlos Rosas y al Biol. Luis Eguarte, integrantes del Jurado, por sus críticas e importantes sugerencias en la revisión de la tesis.

A la Geogr. Gioconda Sotres por su comprensión y estímulo durante la elaboración de este trabajo.

A mis padres, pues sin su apoyo no se habría realizado este trabajo.

A fernando, Jorge y Marco por su colaboración y apoyo durante la estancia en el campo.

A los integrantes del Laboratorio de Ecología del Bentes por su amistad y estímulo.

A las autoridades del Instituto de Investigaciones Pesqueras la Secretaría de Pesca en Ciudad del Carmen, Campeche, por la importante ayuda brindada durante el trabajo de campo.

A las autoridades del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, por las facilidades brindadas.