



00361  
26  
Zej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**MADUREZ GONADAL Y PATRON REPRODUCTIVO DE  
HEMBRAS DEL CAMARON ROJO *Penaeus brasiliensis*  
(LATREILLE 1817) EN CONTOY, QUINTANA ROO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

**MAESTRIA EN CIENCIAS  
(BIOLOGIA)**

**P R E S E N T A**

**MARTHA ERENDIRA SANDOVAL QUINTERO**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ADOLFO GRACIA GASCA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

---

*Para mis dos flacas consentidas  
por estar siempre a mi lado.*

---

---

## AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo quiero agradecer muy especialmente la asesoría del Dr. Adolfo Gracia, quien siempre tuvo comentarios acertados en cada una de las fases del manuscrito; además, por las largas horas de conversación acerca del mundo de los camarones y camaroneros.

Al Centro Regional de Investigación Pesquera en Puerto Morelos, por permitirme usar la base de datos del Programa DET's en Contoy y por todo el apoyo logístico no sólo en la elaboración de este trabajo, sino durante todos los cursos del posgrado.

A los pescadores de las cooperativas camaroneras de Quintana Roo, por darme las facilidades en la colecta de organismos a bordo de las embarcaciones y por permitirme conocer la vida en un camaronero.

A la M. en C. Cristina Re Regis del CRIP - Lerma, por las primeras orientaciones en histología.

Al M. en C. Raúl Sima, al Tec. Gregory Arjona y a sus compañeros del Laboratorio de Histopatología del CINVESTAV-Mérida, por las muchas atenciones y horas dedicadas a apoyarme en la realización de los cortes histológicos.

Al Dr. Jaime Gonzáles Cano por atender con paciencia las interrupciones en su cubículo. A la Dra. Patricia Briones, al Dr. Virgilio Arenas, al Dr. Manuel Uribe, al Dr. Carlos Rosas y a la Dra. Gabriela Gaxiola todos ellos sinodales de la tesis, por sus oportunos comentarios y sugerencias.

A mis compañeros del posgrado por hacer amenas las jornadas ante la computadora y por sus comentarios e interés continuos en el desarrollo del trabajo.

Un agradecimiento especial a la flaca menor por sus andanzas en Ciudad Universitaria y las horas ante la ventanilla de la Facultad de Ciencias.

A todas aquellas personas que siempre tuvieron palabras de apoyo y sugerencias en los momentos más críticos durante los años de trabajo.

---

---

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

### ANTECEDENTES

- Distribución de <i>Penaeus brasiliensis</i> .....	3
- Ciclo de vida de camarones peneidos.....	5
- Aspectos reproductivos.....	7

OBJETIVOS.....	14
----------------	----

### MATERIAL Y METODOS

- MADUREZ GONADAL.....	15
· Escala cromática.....	15
· Tamaño celular.....	15
- PATRON REPRODUCTIVO.....	17
· Distribución de frecuencias de longitudes.....	18
· Proporción de sexos.....	18
· Período reproductivo.....	19
· Talla de primera reproducción.....	20
- PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE HEMBRAS.....	20
· Relación talla - profundidad.....	20
· Relación grado de madurez - profundidad.....	21
· Distribución de hembras en la zona de pesca.....	22
· Area de desove.....	22

### RESULTADOS

- MADUREZ GONADAL.....	23
· Escala cromática.....	23
· Tamaño celular.....	28

## Indice

---

- PATRON REPRODUCTIVO.....	32
· Distribución de frecuencias de longitudes.....	32
· Proporción de sexos.....	41
· Período reproductivo.....	42
· Talla de primera reproducción.....	44
- PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE HEMBRAS.....	45
· Relación talla - profundidad.....	45
· Relación grado de madurez - profundidad.....	46
· Distribución de hembras en la zona de pesca.....	47
· Area de desove.....	60
DISCUSION	
- MADUREZ GONADAL.....	62
· Escala cromática.....	62
· Tamaño celular.....	63
- PATRON REPRODUCTIVO.....	64
· Distribución de frecuencias de longitudes.....	64
· Proporción de sexos.....	66
· Período reproductivo.....	67
· Talla de primera reproducción.....	70
- PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE HEMBRAS.....	70
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	76

---

**INDICE DE FIGURAS**

1. Ubicación de la zona de estudio.....	4
2. Esquema del ciclo de vida de camarones peneidos.....	5
3. Localización de la gónada de hembras de camarones peneidos.....	8
4. Gónada en estadio de madurez I.....	24
5. Gónada en estadio de madurez II.....	24
6. Gónada en estadio de madurez III.....	25
7. Gónada en estadio de madurez IV.....	26
8. Gónada después de un desove.....	27
9. Distribución de frecuencias del diámetro celular.....	30
9a. Diagrama de cajas del diámetro celular por estadio de desarrollo.....	32
10a - d. Distribución mensual de las frecuencias de tallas.....	33
11. Diagrama de cajas de longitudes de la población.....	38
12. Diagrama de cajas de longitudes de hembras y machos.....	40
13. Patrón de reproducción de hembras de <i>Penaeus brasiliensis</i> .....	43
13a. Captura por unidad de esfuerzo de hembras maduras.....	44
14. Talla de primera reproducción.....	45
15 a - k. Ubicación de zonas de hembras inmaduras y hembras maduras.....	48
16. Area de desove de <i>Penaeus brasiliensis</i> en Contoy, Quintana Roo.....	61

**INDICE DE TABLAS**

1. Escala cromática de madurez.....	29
2. Análisis de Varianza del diámetro celular.....	30
2a. Estadísticos estimados para el diámetro celular.....	31
3. Estadísticos estimados de la distribución de frecuencias de longitudes.....	37
4. Proporción sexual mensual.....	41
5. Tabla de contingencia para la prueba de $\chi^2$ para proporción sexual.....	42
6. Relación de la talla de las hembras con respecto a la profundidad.....	46
7. Relación entre el grado de madurez de las hembras y la profundidad.....	47



---

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar el desarrollo gonádico de hembras de camarón rojo *Penaeus brasiliensis*, se realizaron cortes histológicos de gónadas de 100 organismos y se relacionaron con la coloración de las mismas. A partir de estos análisis, se elaboró una escala cromática de los cuatro principales estadios de madurez gonadal basada en observaciones macro y microscópicas. Se estimó el diámetro promedio (mm) de los cuatro tipos de células germinales presentes en la gónada (I= 0.028, II= 0.078, III= 0.188 y IV= 0.231 ) y mediante pruebas estadísticas (ANOVA y la prueba de Tukey con un  $\alpha = 0.05$ ), se determinó una diferencia significativa entre los diámetros promedio de las células en los diferentes estadios de desarrollo.

La estructura de tallas obtenida a partir de muestreos realizados a bordo de embarcaciones camaroneras de febrero a diciembre de 1993, mostró que las hembras alcanzan tallas superiores a los machos. Las tallas capturadas en la pesca comercial corresponden a organismos pequeños, en el caso de las hembras maduras, del 65 al 80% no alcanza la talla de primera reproducción antes de ser capturadas. De acuerdo a la proporción de sexos por mes, el número de hembras por macho es mayor con base en una relación 1: 1, sobre todo en los meses de máxima reproducción. Se determinó el patrón de variación estacional de hembras inmaduras y maduras en la zona de pesca en Contoy, Quintana Roo y se estableció la época de actividad reproductiva de febrero a agosto con un máximo en marzo y abril. A partir de la longitud total de las hembras maduras se estimó en 148 mm la talla de primera reproducción.

El patrón de distribución espacial de la población de hembras, se determinó a través de la relación de los registros de la profundidad, de cada arrastre de muestreo, con la longitud total y con el grado de madurez: inmaduras y maduras. En los meses de febrero a agosto existió una relación positiva entre la profundidad y la talla y un número alto de hembras maduras. Con información acerca de la ubicación de los arrastres del muestreo (latitud N y longitud W) y con base en las estimaciones de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) aplicada sobre las hembras, se ubicaron las zonas de mayor presencia de hembras inmaduras o maduras en cada mes. De acuerdo a la ubicación de las áreas de hembras maduras, se propone la zona situada entre los 21°40' y 22°10' N y los 86°30' y 86°50' W con profundidades de 25 a 40 brazas (33 a 59 m) aproximadamente, como el área principal de desove para la población de camarón rojo del norte de Contoy, Q. Roo.

---

## ABSTRACT

Gonad development stages of spotted red shrimp *Penaeus brasiliensis* were established using 100 histologic slides of female gonads. A colour reference diagram of four main gonad stages was also done based on microscopic and macroscopic analysis. Estimated mean diameter of germinal gonad cells were: I = 0.028, II = 0.078, III = 0.188 and IV = 0.231 (mm). An statistical significant difference was found between mean size of germinal cells each stage ( $\alpha = 0.05$ ).

Monthly shrimp size composition was estimated from samples obtained onboard of commercial shrimp trawlers from February to December of 1993. Females were consistently larger than males. Commercial catch was mainly composed by small shrimp. According to samplings, 65 to 80% of females does not attain first spawning size before they get caught. Monthly sex ratio was different from 1:1, favouring females. Seasonal abundance pattern of mature and immature females was defined for the fishing ground of Contoy, Quintana Roo. Also, the reproductive pattern was established for spotted red shrimp, which showed a peak during March and April. The mean first spawning size was estimated around 148 mm total length.

Distribution of female population was analyzed using gonadal stage, total length and was related to the depth. A positive relationship between ripe female and female size with depth was found during February and August. Areas of mayor concentrations of mature and immature females were determined based on the monthly CPUE. The area between 21°40' and 22°10' N and 86°30' and 86°50' W at 25 - 40 fathoms depth is proposed as the main spawning ground for *P. brasiliensis* in the fishing ground of Contoy, Quintana Roo.

---

## INTRODUCCION

La pesquería del camarón rojo del caribe mexicano *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) se inició en Isla Contoy en el año de 1966. Las embarcaciones tenían su base en Isla Mujeres, Q. Roo y Campeche y Cd. del Carmen, Campeche. En la actualidad, el camarón tiene una gran importancia económica dentro de la actividad pesquera en la parte norte del estado de Quintana Roo. En 1988 conformó el 13.85% de las capturas totales y el 47.27% de la captura de crustáceos del estado. Cabe mencionar que las capturas de camarón en esta zona incluyen también al camarón de roca (*Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1817) (Anónimo, 1988); sin embargo, *Penaeus brasiliensis* presenta más atractivo comercial debido a su sabor y a que su caparazón no es tan duro como el de la otra especie, lo que representa un mayor valor en el mercado. La captura del camarón rojo se realiza durante todo el año principalmente al noreste de Isla Contoy (Arreguín-Sánchez, 1981b).

Durante los últimos años, las cifras de producción del recurso muestran una disminución; en términos de la captura por unidad de esfuerzo (colas de camarón) en el año de 1980 ésta se estimó en 0.25 t/día, declinando paulatinamente hasta llegar a 0.07 t/día en 1993 (Soto-Aguirre, 1994). Estas cifras parecen indicar que la explotación del recurso ha sobrepasado su rendimiento máximo sostenible reflejando problemas en la recuperación de la población.

Con la finalidad de contar con una administración y regulación adecuadas de este recurso se hace necesario tener mayor conocimiento de la dinámica poblacional y de las áreas de reclutamiento de los juveniles. Igualmente importante es conocer diversos aspectos del desarrollo reproductivo de los organismos en su medio natural que permitan, por un lado, establecer las temporadas de mayor actividad reproductiva de la especie, así como conocer los puntos vulnerables del ciclo de vida y poder intervenir en ellos para aumentar la producción mediante técnicas acuiculturales (Chamberlain, 1985). Lo anterior redundará en un mejor aprovechamiento del recurso y como consecuencia en una actividad económica más rentable.

## *Introducción*

---

En el presente trabajo se determinan las etapas del desarrollo gonadal de las hembras de *Penaeus brasiliensis*, mediante la elaboración de una escala cromática de los estadios de madurez validándola con base en cortes histológicos; se establecen los períodos de mayor actividad reproductiva y se define si existe un patrón de distribución de hembras con diferente grado de madurez gonádica y talla con respecto a las profundidades de captura.

---

## ANTECEDENTES

Los camarones del género *Penaeus* son organismos marinos que se encuentran tanto en aguas someras como profundas en regiones tropicales, subtropicales y templadas. Los organismos de este género son muy importantes desde el punto de vista comercial debido a su gran tamaño y alto precio en el mercado (García y Le Reste, 1986).

### -Distribución de *Penaeus brasiliensis*.

Se encuentran poblaciones importantes de *Penaeus brasiliensis* desde Florida, E.U.A. hasta las islas Bermudas, las Bahamas y las Antillas. A lo largo de la costa atlántica de América del Sur esta especie alcanza una distribución hasta Río Grande do Norte, Brasil. En las costas de México se presenta en concentraciones comercialmente importantes al norte de Isla Contoy y en menor grado en el Golfo de México hacia Cabo Catoche (Silva Neto *et al.*, 1982).

En México, Arreguín-Sánchez (1981a) menciona que se encontraron organismos juveniles en la costa noreste de la Península de Yucatán, principalmente al sur de Isla Holbox, en la Laguna de Yalahau, al sur de Cabo Catoche, Q. Roo, así como en Ría de Lagartos, Yucatán. Gracia *et al.* (en prensa) reportan también haber observado juveniles de esta especie en el Banco de Campeche, Campeche. En la actualidad, el área al noreste de Isla Contoy sigue siendo la zona principal de captura comercial del camarón rojo (Figura 1), localizada entre los 21° 27' y 22° 18' N y los 86° 34' y 87° 01' W (Porrás-Ruiz *et al.*, 1994). El fondo marino es de tipo arenoso con grandes macizos de origen coralino, lo que limita a las embarcaciones a operar en zonas llamadas localmente blanquiales, libres de roca y coral. Se estima que *Penaeus brasiliensis* puede distribuirse también en fondos coralinos, con lo cual una fracción de la población queda fuera de la influencia de las artes de pesca (Soto-Aguirre, 1992).

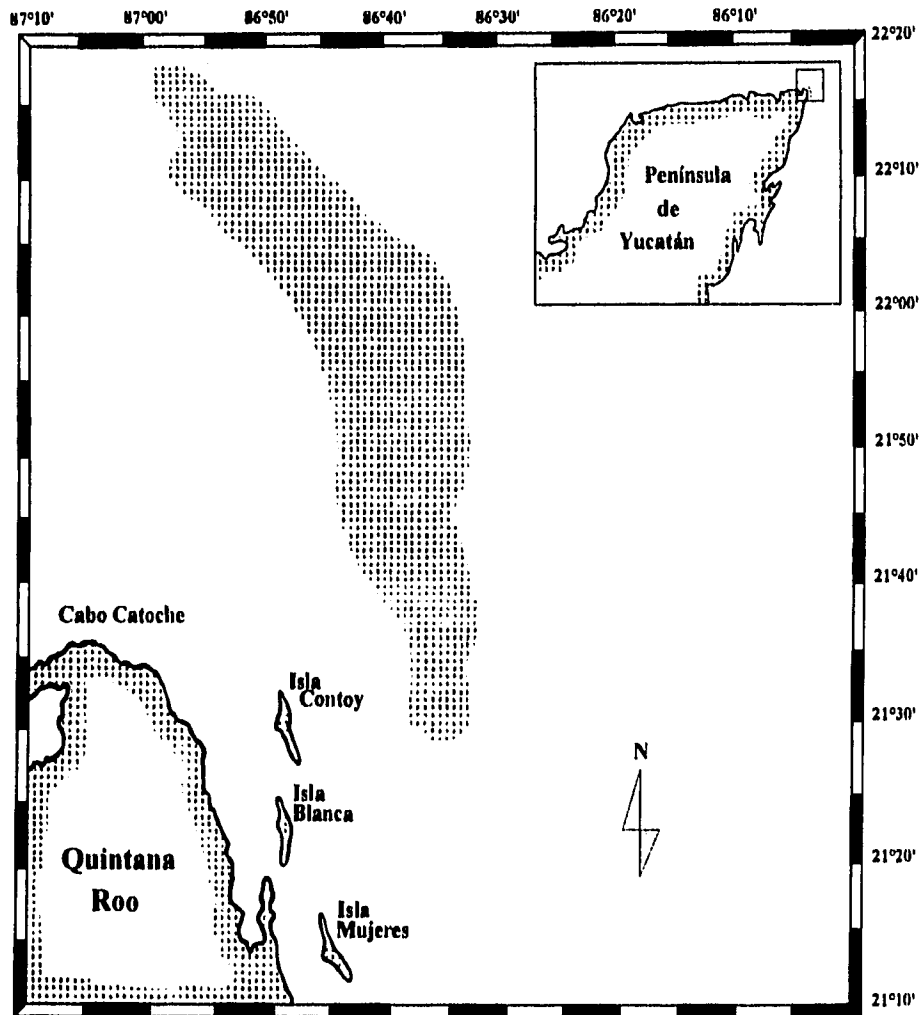


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Area de pesca de altura de *Penaeus brasiliensis* al noreste de Isla Contoy, Quintana Roo.

## Antecedentes

---

### -Ciclo de vida.

El ciclo de vida es muy similar en todas las especies del género *Penaeus*. Estos camarones son organismos que tienen un período de vida corto, entre uno y dos años, durante el cual presentan diferentes etapas: huevo y larvas pelágicas, postlarvas y juveniles que se desarrollan en aguas protegidas y la etapa adulta que es totalmente marina (Figura 2).

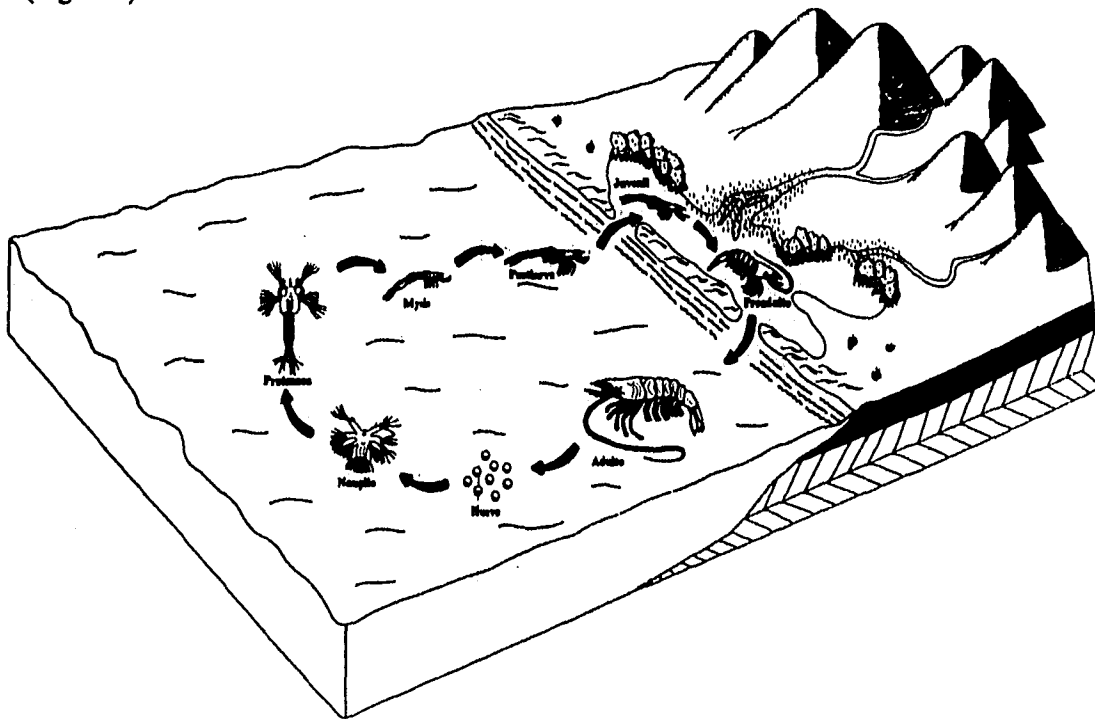


Figura 2. Esquema del ciclo de vida de camarones peneidos (Tomado de Gracia, 1992).

Los huevecillos expulsados por la hembra eclosionan entre 14 y 24 horas después de haber sido fecundados en el agua, dando lugar a la larva nauplio de nado libre. La duración de este estadio es entre 2 y 3 días dependiendo de la especie, presentando cinco subestadios. Su fuente de alimento la obtienen de las reservas del vitelo (larvas lecitotróficas). La larva nauplio se desarrolla en protozoa, estadio en el que dura de 3 a 4

## *Antecedentes*

---

días pasando por cinco subestadios; su alimentación la obtiene del plancton. En los siguientes 3 días se desarrolla la larva mysis con tres subestadios; el plancton continúa siendo su fuente de alimento.

Una vez finalizado el desarrollo larvario, se presenta la fase de postlarva la cual tiene una longitud aproximada de 5 mm. Su apariencia es la de un camarón, pero los caracteres sexuales no están aún bien definidos; todavía permanece sujeta a las masas de agua por espacio de 6 días aproximadamente. Se desarrollan principalmente en lagunas costeras o estuarios adoptando hábitos semibénticos. Los principales factores que influyen en la entrada de postlarvas a estos sistemas son las corrientes, las migraciones verticales de los organismos y el gradiente de salinidad.

Después de 7 a 10 días de haber entrado en aguas protegidas se les considera juveniles y se caracterizan por presentar hábitos totalmente bénticos. Se les encuentra en sustratos arenosos o cubiertos de vegetación. Permanecen en estos sitios llamados áreas de crianza, de 2 a 4 meses, para emigrar posteriormente al ambiente marino con fines reproductivos.

Los organismos en migración se consideran preadultos; la madurez se alcanza entre los 6 y 8 meses de vida. Sin embargo, la edad promedio de maduración masiva dentro de la población es entre los 10 y 12 meses. La reproducción está asociada a las migraciones, mismas que se ven reguladas por el flujo de corrientes y mareas, así como por la presencia de un gradiente de salinidad. Otro factor importante es la temperatura que influye en la permanencia o migración de los juveniles y preadultos de los esteros; estimula también el desove de adultos (Boschi, 1963; Bielsa *et al.*, 1983; CICTUS, 1985; Ruíz-Durá, 1985a; García y Le Reste, 1986; Smith, 1988; Gracia *et al.*, en prensa).

La distribución batimétrica de los camarones según su etapa de desarrollo es entre 0 y 100 m, pero el crecimiento y la reproducción se lleva a cabo en las áreas de pesca, con profundidades de alrededor de 30 brazas (50 m aprox.), dependiendo de la especie estas zonas pueden ser más profundas (Gracia, 1992).



## Antecedentes

---

### - Aspectos reproductivos.

La reproducción de los camarones peneidos es de tipo sexual y presentan diferenciación externa de sexos. Los machos presentan una modificación del primer par de pleópodos. Cuando los machos están totalmente maduros, estas modificaciones se fusionan formando el petasma, que es el órgano copulatorio. En los vasos deferentes se produce una sustancia gelatinosa que contiene a los espermatozoides formando el espermatóforo. Las hembras desarrollan una estructura ventral llamada télico, entre el quinto par de pereiópodos. En algunas especies esta estructura se encuentra cubierta por dos placas quitinizadas, denominándose especies de "télico cerrado" (e.g. *Penaeus aztecus*, *P. brasiliensis*, *P. duorarum*, *P. notialis*) y en las que el apareamiento se lleva a cabo después de la muda y antes de endurecer el exoesqueleto de la hembra. En el caso de las llamadas especies de "télico abierto" (e.g. *P. setiferus*, *P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. schmitti*), debido a que éste no presenta placas quitinizadas, el apareamiento se realiza poco antes de que la hembra madure totalmente. Sin embargo, en todas las especies la fecundación es externa, es decir, los óvulos son liberados al agua al mismo tiempo que los espermatozoides (Boschi, 1963; Barnes, 1985; Chamberlain, 1985; Lynn *et al.*, 1991; Alfonso *et al.*, 1993).

El sistema reproductor de las hembras de camarones peneidos consta de un par de ovarios, oviductos, poros genitales y un télico. Los ovarios se extienden desde la región cardiaca del estómago, dentro del cefalotórax, hasta la parte posterior del abdomen, sobre el intestino (Figura 3). En la región cefalotorácica, cada ovario tiene un lóbulo anterior con 5 a 8 proyecciones digitiformes. El tamaño, color y textura del tejido ovárico depende del grado de madurez (Brown y Patlan, 1974; CICTUS, 1985; Ruíz-Durá, 1985b; Brusca y Brusca, 1990; Alfonso *et al.*, 1993). Los oviductos y poros genitales son ductos que comunican a las células del ovario con el exterior en el momento del desove. El télico es el sitio en donde se implanta la masa espermática del macho para ser liberados los espermatozoides a la hora del desove (Chamberlain, 1985; Castille y Lawrence, 1991).

Las investigaciones acerca de la coloración de los ovarios en sus diferentes fases de desarrollo gonadal de las hembras, se han realizado en varias especies de crustáceos decápodos de importancia comercial. En los camarones, estos estudios se han llevado a cabo especialmente en el género *Penaeus*, debido a que son organismos aptos para mantener y reproducir en cautiverio (Silva Neto *et al.*, 1982).

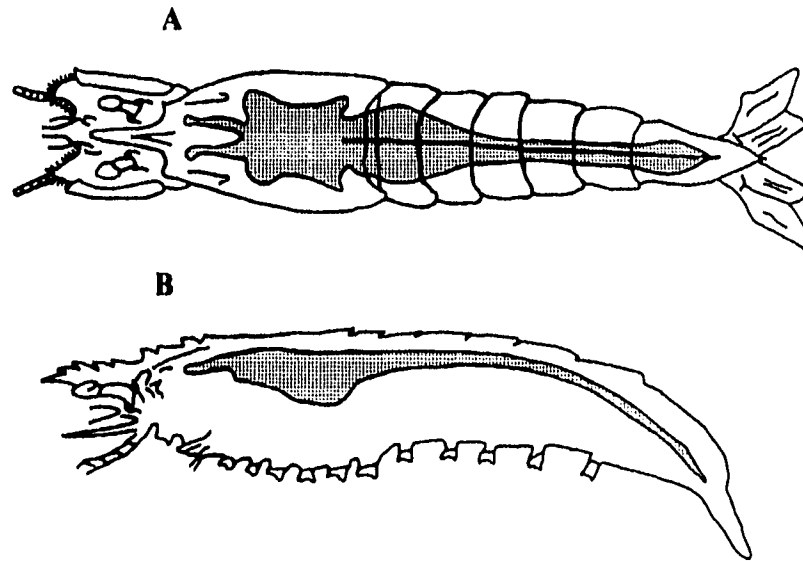


Figura 3. Localización de la gónada en la cavidad corporal de hembras de camarones peneidos. A) vista dorsal, B) vista sagital (Tomado de Chamberlain, 1985).

En términos generales se sabe que en las hembras de télico cerrado, la coloración de las gónadas se presenta en distintas tonalidades de verde y en las de télico abierto las variaciones de color son en amarillo. La coloración de la gónada para cada estadio de madurez corresponde a un grado de desarrollo de las células del ovario, compuesto de un parénquima y un estroma. El parénquima está constituido por células germinales y foliculares y el estroma lo conforman tabiques delgados de fibras colágenas y reticulares. Dentro del ovario se encuentran cuatro tipos de células germinales con estructuras diferentes (King, 1948; Bielsa *et al.*, 1963; Guitart y Hondares, 1980; Bell y Lightner, 1988; Guitart *et al.*, 1988; Levi y Vacchi, 1988; Quackenbush, 1991), cuyas características son las siguientes:

- 1) OVOGONIAS: Tamaño pequeño, núcleo grande redondeado y central, presenta la cromatina dispersa formando una red fina, el citoplasma se encuentra homogéneo.
- 2) OVOCITOS BASOFILOS: Células previtelogénicas resultantes de las divisiones mitóticas y meióticas de las ovogonias, de forma irregular (poliédrica, redonda u ovoide), núcleo grande esférico y central con grandes nucléolos centrales, citoplasma formado por finos granos de vitelo.

### *Antecedentes*

---

3) OVOCITOS ACIDOFILOS: Células vitelogénicas (síntesis de proteínas a partir de células foliculares) de mayor tamaño y forma poliédrica, núcleo redondo de menor tamaño que en los ovocitos basófilos comparado con el citoplasma, nucléolos pequeños ubicados en la periferia, citoplasma formado por grandes gotas de vitelo (aparición granulosa). Se pueden observar dos capas de granulación que pueden deberse a una reestructuración de los gránulos de vitelo de la periferia hacia el núcleo, a medida que avanza la maduración.

4) OVOCITOS ACIDOFILOS CON CUERPOS PERIFERICOS: Células más grandes con estructura similar a la anterior, se diferencian por la presencia de cuerpos periféricos dispuestos radialmente desde la parte más exterior del citoplasma, los cuales van creciendo en forma de bastones hasta llegar al centro de la célula, en este momento desaparece el núcleo. Los cuerpos periféricos son probablemente los responsables de segregar alguna sustancia básica para la formación de la cutícula exterior del huevo.

Conforme a la estructura y disposición que presentan los distintos tipos de células germinales en el ovario, se puede elaborar una escala microscópica para determinar los distintos estadios de maduración:

**Estadio I.** La mayor cantidad de células son ovogonias que forman parte del epitelio germinativo; no están distribuidas de manera uniforme en la parte interna del ovario, se encuentran agrupadas en un área bien definida de la pared ovárica a lo largo de la gónada llamada zona de proliferación. Se encuentran ovocitos basófilos de tamaño pequeño agrupados hacia la parte periférica del ovario.

**Estadio II.** Ovario organizado en cámaras o quistes conteniendo los ovocitos basófilos en la periferia, separadas por tejido estromático y rodeadas de células foliculares, en la parte central de las cámaras se encuentran ovogonias.

**Estadio III.** El ovario presenta la misma organización pero ahora los ovocitos son acidófilos y cada uno está rodeado de células foliculares encargadas de proveer nutrientes. Los ovocitos continúan en la periferia de las cámaras y parecen estar comprimidos debido al aumento de su tamaño, en la parte central de la cámara se localizan las ovogonias y entre ambos se observan los ovocitos basófilos.

## Antecedentes

---

**Estadio IV.** Los ovocitos acidófilos desarrollan los cuerpos periféricos. Las ovogonias y los ovocitos basófilos ocupan la misma posición dentro de las cámaras.

**Estadio V.** Desaparece la organización del ovario, se observan huecos de los ovocitos expulsados al exterior, restos de ovocitos maduros en proceso de desintegración o en reabsorción, gránulos de vitelo junto con ovogonias y ovocitos basófilos diseminados por todo el ovario.

Guitart y Quintana (1978) determinaron la coloración de las gónadas en tres especies de peneidos en el Banco de Campeche, para lo cual consideraron el desarrollo celular de los ovarios, con base en cortes histológicos: *Penaeus duorarum* y *P. aztecus* presentan variaciones de color de amarillo tenue (maduración temprana) a verde oscuro (a punto de desove); en *P. setiferus* el color varía de amarillo (maduración temprana) a naranja (a punto de desove). Para las tres especies el ovario inmaduro es translúcido y cuando la hembra ha desovado se torna blanquecino. Brown y Patlan (1974) observaron las mismas variaciones de color de los ovarios para las mismas especies.

Este tipo de estudios también se han llevado a cabo con las principales especies de camarones en aguas cubanas: *Penaeus notialis* presenta una variación de color de amarillo verdoso a verde olivo y *P. schmitti* de amarillo tenue a amarillo mostaza. El ovario inmaduro y desovado se presenta igual que en las especies anteriores (Guitart *et al.*, 1988).

Por otra parte, Silva Neto *et al.* (1982) describen de manera sencilla sus observaciones sobre el desarrollo gonadal para hembras de *Penaeus brasiliensis*, colectadas para reproducción en cautiverio y producción de postlarvas en Río Grande do Norte en Brasil, presentan una escala de colores más comunes para cada estadio de madurez del ovario, sin corroborarla con cortes histológicos:

1. NO DESARROLLADO. Ovario fino, flácido y translúcido.
2. DESARROLLADO. Ovario opaco, amarillo pálido.
3. CASI MADURO. Ovario más largo con color amarillo tendiendo a verde.
4. MADURO. Ovario verde olivo, invadiendo los espacios entre los órganos.
5. DESOVADO. Ovario muy reducido, flácido y de color amarillento.

### Antecedentes

El tamaño de las células germinales se incrementa conforme al desarrollo; no se encuentran diferencias entre las células que se ubican en las regiones anterior, media y posterior de la gónada (Ramos y Torras, 1986). Los valores promedio del tamaño celular para cada estadio de madurez pueden variar dentro de la misma especie en áreas de distribución geográfica diferente. Las variaciones del diámetro celular se presentan también entre especies. Guitart y Quintana (1978) trabajaron con tres especies y obtuvieron los siguientes valores:

Estadio de madurez	Diámetro promedio (mm)		
	<i>P. duorarum</i>	<i>P. setiferus</i>	<i>P. aztecus</i>
I	0.13	0.15	0.14
II	0.19	0.20	0.18
III	0.23	0.24	0.22
III-IV *	0.25	0.26	0.25
IV	0.28	0.29	0.28
V-I +	0.16	0.14	0.14
V-II +	0.19	0.21	0.18
V-III +	0.23	----	----

\* Cuerpos periféricos en inicio de formación.  
+ Estadio de desarrollo después de un desove.

En *Penaeus notialis* y *P. schmitti* se encontraron diámetros diferentes entre ambas especies y también dentro de la especie en cuatro zonas de estudio (Guitart *et al.*, 1988). A continuación se presentan los intervalos de diámetros promedio y los valores mínimo y máximo para cada estadio celular:

Estadio celular	DIAMETRO CELULAR (mm)					
	$\bar{X}$	<i>P. notialis</i>		$\bar{X}$	<i>P. schmitti</i>	
		mín.	máx.		mín.	máx.
I	0.05-0.07	0.01	0.09	0.06-0.08	0.02	0.11
II	0.12-0.13	0.08	0.22	0.14-0.16	0.08	0.19
III	0.19-0.21	0.11	0.31	0.21-0.25	0.15	0.28
IV	0.28-0.31	0.23	0.33	0.30-0.34	0.26	0.36

## Antecedentes

Las hembras de camarón presentan varios ciclos de desarrollo ovárico, apareamiento y desove. La secuencia de estos eventos es diferente entre las especies de télico abierto y las de télico cerrado. En el caso de las especies con télico abierto y debido a que el espermátforo queda expuesto al medio después de su implantación, el apareamiento se lleva a cabo una vez que el ovario ha madurado completamente, por lo que el desove ocurre pocas horas después. King (1948) menciona que una hembra de *P. setiferus* (especie de télico abierto) después de desovar presenta una considerable reestructuración del ovario en un lapso de 3 a 4 meses.

En las especies con télico cerrado (e. g. *P. brasiliensis*) el apareamiento está coordinado con el proceso de muda, la cópula ocurre poco después de que la hembra ha mudado (antes de endurecer el nuevo exoesqueleto) y antes de que la gónada se desarrolle completamente, el desove se realiza cuando el ovario está totalmente maduro. El desove puede ser total (expulsión de todos los "huevecillos") o, debido a que el espermátforo queda protegido por las placas del télico, se puede almacenar por un largo período, lo que permite a las hembras tener múltiples desoves después de un solo apareamiento. En este último caso, el tiempo que puede pasar de un desove a otro es entre 5 y 30 días dependiendo de las condiciones del medio (Castille y Lawrence, 1991; Lynn et al., 1991; Quackenbush, 1991).

La determinación del grado de madurez de la gónada y la abundancia relativa de hembras maduras, permiten evaluar las fluctuaciones anuales del estado reproductivo de la población (Castille y Lawrence, 1991). García y Le Reste (1986) mencionan que la reproducción en camarones se lleva a cabo durante todo el año pero que, en general, dichas fluctuaciones presentan dos valores máximos al año, lo que indica las épocas de actividad reproductiva de la población. Las épocas reproductivas se presentan de 2 a 3 meses después de la entrada de reclutas a la pesquería.

Se han registrado los períodos más importantes de desove para varias especies en el Golfo de México: para *Penaeus duorarum* en las costas de Campeche la temporada se prolonga de abril a septiembre, siendo más intensa en junio y julio (verano) y noviembre (otoño), a profundidades de 20 a 30 brazas; *P. aztecus* presenta dos períodos de mayor reproducción, uno de marzo a mayo y el segundo de octubre a diciembre, se observa un desove continuo a más de 30 brazas. En la Sonda de Campeche y costas de Veracruz, el

## Antecedentes

---

camarón *P. setiferus* desova con mayor intensidad en abril-mayo y agosto-septiembre a profundidades de 3-6 brazas (Smith, 1988; Gracia *et al.*, en prensa).

Cuando se ha determinado el grado de madurez de las hembras se puede conocer la talla de primera reproducción de la población, para lo que se consideran únicamente las tallas de hembras totalmente maduras (estadio IV). Algunos autores utilizan también las longitudes de hembras en estadio III, ya que las hembras no mudan mientras maduran en estos estadios y por tanto no crecen, de modo que no se pueden presentar sesgos en la determinación de la talla de primera reproducción (Lhomme, 1979 en Guitart *et al.*, 1988). El criterio que se utiliza para establecer dicha talla es aquella en la cual se encuentra el 50% de las hembras maduras. El método más empleado consiste en graficar el porcentaje acumulado de hembras maduras por clase de talla contra la talla, con lo que se obtiene una curva de tipo sigmoideal (García, 1979 en Guitart *et al.*, 1988).

Guitart y Hondares (1980) recolectaron en el Banco de Campeche organismos de tres diferentes especies de camarones y estimaron la talla de maduración al 50%, para cada una de ellas:

ESPECIE	Talla de maduración al 50% (cm)	Menor talla observada (cm)
<i>P. duorarum</i>	11.1	9.0
<i>P. setiferus</i>	11.9	11.0
<i>P. aztecus</i>	12.2	[10.5-10.9]

En las épocas de mayor reproducción de las distintas especies, el número de organismos pertenecientes a cada uno de los sexos difiere de la relación 1:1 que normalmente se esperaría en la naturaleza (Fisher, 1930 en Wenner, 1972). Por lo general el número de hembras es mayor a los machos; esto se ha registrado para *Penaeus duorarum* en las costas de Florida, E.U.A. (Bielsa *et al.*, 1983). En el Banco de Campeche, México para *P. setiferus*, *P. duorarum* y *P. aztecus* se ha observado que la relación 1:1 se desvía en favor de las hembras en épocas de mayor reproducción (Guitart y Hondares, 1980).

---

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar el patrón de variación estacional de la madurez de hembras del camarón rojo *Penaeus brasiliensis* Latreille 1817, durante un ciclo anual en el área pesquera de Contoy, Quintana Roo.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Elaborar una escala cromática de madurez de hembras de *Penaeus brasiliensis* y, validarla con base en cortes histológicos de las gónadas.
- 2) Determinar los períodos de mayor reproducción de *Penaeus brasiliensis* a lo largo de un ciclo anual.
- 3) Determinar si existe un patrón de distribución espacial de las hembras con respecto al grado de madurez, talla y profundidad en la zona de pesca comercial.



---

## MATERIAL Y METODOS

### MADUREZ GONADAL

#### -Escala cromática.

Para establecer la escala cromática de los diferentes grados de madurez de las hembras, se revisó el material biológico (100 hembras) obtenido de cuatro muestreos a bordo de barcos camaroneros de la flota pesquera de Puerto Juárez, Quintana Roo, en los meses de marzo, julio y octubre de 1993 y abril de 1994.

De cada organismo se registraron la longitud total (medida desde la punta del rostro hasta la punta del telson, mediante el uso de una regla de 30 cm. con una precisión de 0.05 mm) y el color de la gónada fresca. Este último se confrontó con diversos muestrarios de pinturas de marcas comerciales, en una gama de amarillos tenues y verdes intensos. Posteriormente, las gónadas se fijaron en formol al 5% para realizar cortes histológicos y conocer microscópicamente su grado de desarrollo.

Con la finalidad de poder reproducir el color preponderante para cada estadio de madurez de las gónadas, se verificaron éstos con un catálogo de colores de uso internacional para trabajos serigráficos (Pantone Inc., 1984).

El proceso histológico empleado fue el Método de Inclusión en Parafina, el cual consiste de los siguientes pasos: a) fijación del tejido gonádico, b) inclusión en parafina, c) corte y montaje y, d) tinción con hematoxilina-eosina (Drury y Wallington, 1980; Bell y Lightner, 1988). Finalmente las muestras así preparadas se observaron en un microscopio óptico, anotando la estructura y disposición de las células germinales de los ovarios y se determinó el estadio de desarrollo.

#### -Tamaño celular.

Una vez determinados los estadios de maduración, se midieron 100 células de cada uno, considerando el diámetro mayor. Se usó un microscopio óptico con micrómetro ocular, calibrado con una reglilla de 1 mm, con una precisión de .05  $\mu\text{m}$ .

## Material y métodos

---

Se calculó el número de células adecuado para estimar el tamaño promedio en cada estadio, mediante la ecuación  $n = Z^2 S^2 / d^2$ , con una precisión de 0.01 mm (d), un nivel de confianza del 95% ( $Z = 1.96$ ) y la desviación estándar (S) estimada para cada estadio celular muestreado. La n obtenida para cada estadio fue: EI = 3.11, EII = 7.52, EIII = 30.11 y EIV = 30.11. Sin embargo, para los estadios I y II el tamaño de muestra se estableció en 30 células, con base en el Teorema de Límite Central, para el cual se señala que dicho número de observaciones aproxima la distribución de la muestra hacia la normalidad (Mendenhall, 1986; Daniel, 1987).

Con base en la ecuación anterior, con igual precisión y confiabilidad, se calculó el número necesario de hembras en cada estadio de madurez gonadal, para obtener el diámetro promedio de las células en dicho estadio. La desviación estándar empleada en este caso, se estimó usando el tamaño promedio de las células de tres diferentes organismos, obteniendo: EI,  $n = 0.345$ ; EII,  $n = 0.614$ ; EIII,  $n = 0.96$  y EIV,  $n = 0.03$ . Debido a que la muestra representa una fracción de la gónada, se decidió medir 30 células de cinco diferentes organismos en cada estadio de desarrollo, ya que es mejor muestrear diferentes "unidades experimentales" y no varias submuestras de una misma muestra (Steel y Torrie, 1988).

Para determinar la posible existencia de diferencia significativa entre los diámetros medios (D) de las células, en cada estadio de madurez, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía (Zar, 1974). Se asignó un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . Se estableció el siguiente juego de hipótesis:

$$H_0 = D_I = D_{II} = D_{III} = D_{IV}$$

Ha = Al menos un valor medio es significativamente diferente.

estadístico de prueba F:

$$\begin{array}{ll} \text{Si } F_{\text{obs}} \geq F_{\text{cal}} & \text{se rechaza } H_0 \\ F_{\text{obs}} < F_{\text{cal}} & \text{no se rechaza } H_0 \end{array}$$

## Material y métodos

---

Se empleó el paquete estadístico Statgraphics Plus, que ofrece como complemento del ANOVA la prueba de Tukey para comparación múltiple de medias. Entre las salidas del programa se obtiene el valor medio de cada grupo, el intervalo de confianza para las medias y su error estándar. Además, indica los posibles pares de valores medios que presentan diferencia significativa, presentados también como grupos homogéneos.

### PATRON REPRODUCTIVO

La base de datos empleada, para analizar el patrón reproductivo proviene de las capturas de camarón rojo en la zona de pesca de Contoy de febrero a diciembre de 1993, que forma parte del Programa "Dispositivos Excluidores de Tortugas" (DET's) instrumentado por el Instituto Nacional de la Pesca.

Los barcos que operan en la zona tienen de 21 a 24 m de eslora, con una manga de 6 a 7 m y la potencia registrada de las máquinas oscila entre 365 a 520 HP (Aguilar-Salazar *et al.*, 1995). Por lo general trabajan con redes dobles con luz de malla de 2 ¼ de pulgada (57.15 mm) (Anónimo, 1993).

La información obtenida en cada mes de muestreo fue: coordenadas, profundidad y tiempo de cada uno de los arrastres efectuados; longitud total de los organismos (LT), sexo y madurez gonadal de las hembras. El tamaño de muestra de camarones no fue el mismo en cada mes, ya que éste dependió del número de días/viaje/barco en que había observadores a bordo de los barcos camaroneros. Por tanto, para el análisis de la información fue necesario determinar estadísticamente el nivel de confianza con el que se podían trabajar las muestras mensuales. Empleando la ecuación para estimar el tamaño de muestra adecuado (Daniel, 1987), se eligieron los datos del mes de diciembre debido a que presentaron la mayor variabilidad ( $S = 24.11$ ). Considerando la estructura de tallas en longitud total de una muestra de 435 organismos, se asignó un error de precisión de 5 mm y una confiabilidad del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). El tamaño de muestra estimado fue  $n = 90$  organismos, lo que permitió considerar que las muestras mensuales restantes tuvieron una confiabilidad de 95%, ya que la muestra de menor tamaño fue de 257 individuos.

## Material y métodos

---

### -Distribución de frecuencias de longitudes.

A partir de la longitud total de los organismos, se obtuvo, para cada mes de muestreo la distribución de frecuencias de longitudes de hembras inmaduras, hembras maduras y machos, así como para los sexos combinados. Se estimó, además, la talla promedio, las tallas mínima y máxima, la talla modal y la desviación estándar. En este trabajo no se estimó la amplitud del intervalo de las clases de talla para obtener las frecuencias de longitudes de las muestras, debido a que los datos proporcionados por el programa DET's se encuentran organizados en intervalos de talla de 5 mm, comúnmente usado para camarones por ser una especie de rápido crecimiento.

Se elaboraron histogramas de las frecuencias de tallas para cada uno de los sexos. En la distribución de longitudes de las hembras se hace la distinción entre inmaduras y maduras. Se obtuvieron los diagramas de caja tomando como base el 95% de los organismos muestreados ( $\pm 2$  desviaciones estándar a partir de la media) para observar la variación de tallas de la población a lo largo del año. Se elaboraron también estos diagramas separando la población por sexos y en el caso de las hembras se construyeron, además, para hembras maduras.

### -Proporción de sexos.

Se obtuvo la proporción de sexos por mes tomando como base una relación 1:1, para lo cual se consideraron a las hembras como la unidad. Se elaboró una tabla de contingencia con las variables tiempo (meses) y sexo, para conocer mediante una prueba de independencia ( $\chi^2$ ) si existen diferencias de las proporciones sexuales a lo largo del año (Méndez *et al.*, 1984). El nivel de significancia que se asignó a dicha prueba fue de  $\alpha = 0.05$ . La hipótesis a probar establece:

$H_0$  = no existen diferencias de las proporciones sexuales a lo largo del año

$H_a$  = existen diferencias de las proporciones sexuales a lo largo del año

regla de decisión:

$$\chi^2_{obs} \geq \chi^2_{tab} \quad \text{se rechaza } H_0$$

$$\chi^2_{obs} < \chi^2_{tab} \quad \text{no se rechaza } H_0$$

## Material y métodos

---

### -Período reproductivo.

Los períodos de mayor actividad reproductiva durante el año se determinaron a partir del análisis del grado de desarrollo gonádico de las hembras. La siguiente escala fue empleada en el Programa DET's para clasificar a los organismos dentro de los diferentes estadios de madurez, basándose en observaciones a bordo de las embarcaciones y en la coloración propuesta por Silva Neto *et al.* (1982) para *Penaeus brasiliensis* en Río Grande do Norte en Brasil:

Grado de madurez	Coloración
I	Translúcido
II	Creoso
III	Verde claro
IV	Verde olivo

Sin embargo, por la falta de una validación de la coloración con base en cortes histológicos, las hembras se agruparon de acuerdo al estadio de madurez en inmaduras (I - II) y maduras (III - IV), con la finalidad de reducir el error de la observación del color, sobre todo en los dos últimos estadios puesto que éstos son los que indican el momento en que los individuos están aptos para reproducirse.

Para poder comparar la proporción de hembras inmaduras y maduras dentro de la población y observar las variaciones mensuales, las frecuencias observadas se estandarizaron a porcentajes. Para obtener una mejor estimación de las fluctuaciones en la actividad reproductiva de la población, ya que la estandarización a porcentajes de la presencia de hembras maduras puede sesgar las observaciones (diferencias en el tamaño de muestra mensual); se consideró a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como un índice de abundancia, por lo que se estimó en forma mensual a partir de cada lance y por grado de madurez en la siguiente forma:  $CPUE_{I,M} = (n / t) (\% I,M)$  donde: n = número de hembras en la muestra, t = tiempo de arrastre (horas) y, %I,M = porcentaje de hembras inmaduras (I) o maduras (M), expresada en términos del No. de hembras/hora de arrastre.

## Material y métodos

---

### - Talla de primera reproducción.

La talla de primera reproducción, se determinó mediante el uso de los registros de longitud total de hembras maduras. El criterio utilizado fue la talla en la cual se encontró el 50% de los organismos maduros. Se graficaron las clases de talla contra el porcentaje acumulado de hembras maduras para cada uno de los intervalos de las longitudes (García, 1979 en Guitart *et al.*, 1988).

### PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE HEMBRAS

#### -Relación talla - profundidad.

Para conocer si existe en la zona pesquera una relación del patrón de distribución de tallas de las hembras, con respecto a la profundidad, se realizó un análisis de correlación para conocer el coeficiente de correlación ( $r$ ), para cada mes de muestreo. El paquete estadístico empleado fue Statgraphics Plus.

Para probar estadísticamente la existencia o no de una correlación entre las variables mencionadas, el valor de  $r$  (estimador de  $\rho$ , correlación poblacional) (Zar, 1974; Bhattacharya, 1977) se comparó con un valor de tablas de probabilidad, se asignó un nivel de confianza de 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Las hipótesis a probar establecen:

$$\begin{aligned} H_0 &= \rho = 0 & \therefore & \text{no existe correlación entre las variables} \\ H_a &= \rho \neq 0 & \therefore & \text{existe correlación entre las variables} \end{aligned}$$

Regla de decisión:

$$\begin{aligned} r_{\text{obs}} \geq r_{\text{tab}} & \quad \text{se rechaza } H_0 \\ r_{\text{obs}} < r_{\text{tab}} & \quad \text{no se rechaza } H_0 \end{aligned}$$

## Material y métodos

---

### -Relación grado de madurez - profundidad.

Para conocer si existe independencia o no entre el grado de madurez de las hembras y la profundidad a la que fueron capturadas en cada mes de muestreo, se elaboraron tablas de contingencia  $r \times c$ , donde:

$r = 2$     Categorías del grado de madurez (inmaduras - maduras)  
 $c =$  profundidades de muestreo (variable)

El estadístico de prueba adecuado para determinar la independencia entre las variables es una  $\chi^2$ , estimada a partir de las diferencias entre las frecuencias observadas y las esperadas. Sin embargo, en este trabajo, se estimó la  $\chi^2$  por el método propuesto por Everitt (1977) con base en tablas de contingencia ordenadas. Dicha estimación permite, además de establecer si existe o no independencia entre las variables, conocer si éstas tienen una tendencia lineal mediante la aplicación de un análisis de regresión. Fue necesario, por lo tanto, asignar valores a las categorías del grado de madurez, es decir: inmaduras = 1 y maduras = 2. En el caso de la profundidad, por ser una variable numérica no se hizo ningún cambio.

El valor de  $\chi^2$  se estima mediante la ecuación  $b_{xy}^2 / V(b_{xy})$  donde  $b_{xy}$  es el coeficiente de regresión y  $V(b_{xy})$  su varianza, dada por:

$$V(b_{xy}) = (1/N) (C_{yy} / C_{xx}) \text{ donde: } N = \text{tamaño de la muestra}$$

$$C_{yy} = \text{suma de cuadrados de } y \text{ (grado de madurez)}$$

$$C_{xx} = \text{suma de cuadrados de } x \text{ (profundidad)}$$

Una vez estimado el valor de  $\chi^2$  para cada mes de muestreo, se comparó con el valor de tablas de probabilidad para la distribución  $\chi^2$ . El nivel de confiabilidad asignado para determinar la existencia de una relación entre las variables con tendencia lineal fue de  $\alpha \leq 0.05$ , con  $n - 1$  grados de libertad ( $n = 2$ , parámetros de la regresión). Las hipótesis a probar fueron:

$H_0 =$  existe independencia entre las variables  
 $H_a =$  no existe independencia entre las variables

## Material y métodos

---

considerando,

$$\chi^2_{reg, \alpha \leq 0.05, l.g.l.} \quad \text{se rechaza } H_0$$

$$\chi^2_{reg, \alpha > 0.05, l.g.l.} \quad \text{no se rechaza } H_0$$

Por otra parte, se estimó el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) para conocer el porcentaje de los datos que explica la tendencia lineal entre el grado de madurez y la profundidad en aquellos meses en que las variables no fueron independientes.

### -Distribución de hembras en la zona de pesca.

Utilizando la información por mes de las coordenadas de los arrastres y con base en la CPUE estimada como se mencionó en párrafos anteriores, se ubicaron en un mapa de la zona de estudio las áreas de distribución de hembras inmaduras y hembras maduras. El criterio para establecer dichos sitios fue considerar más del 50% de hembras de uno u otro grado de madurez, es decir, si de la CPUE de un lance se registró más del 50% de hembras inmaduras, a la ubicación de dicho lance se le consideró como lugar de hembras inmaduras. El mismo procedimiento se realizó para ubicar a las hembras maduras.

Esto permitió conocer dentro de la zona pesquera y a lo largo del año, la distribución de densidades de la población de hembras de acuerdo con su grado de madurez. Por otra parte, se estimó la talla promedio del total de hembras muestreadas por arrastre y se estableció para cada una de las áreas delimitadas, el intervalo de longitudes en el que se ubicaron las tallas promedio.

### -Area de desove.

Considerando el área de desove como el lugar donde se encuentra el mayor porcentaje (más del 50%) de hembras maduras a lo largo del año, en un mapa se ubicaron las diferentes zonas de hembras maduras de todos los meses y se agruparon de acuerdo a su ubicación y CPUE. El área de desove se definió a partir de la agrupación en donde se encontró el mayor número de zonas de hembras maduras.



---

## RESULTADOS

### MADUREZ GONADAL

#### -Escala cromática.

De un total de 100 gónadas, que cubrió toda la gama de colores que éstas presentan a lo largo del desarrollo gonadal, se observaron las siguientes características:

Macroscópicamente se distinguen cuatro etapas de desarrollo correspondientes a cuatro colores característicos. Sin embargo, se presentan tonalidades intermedias que se consideran como etapas de inicio o avanzadas, que sólo se pueden determinar con la observación microscópica de la estructura y disposición de las células de los ovarios. La pigmentación que presentan las gónadas en sus dos primeras etapas de desarrollo va de un color translúcido a cremoso y verde tenue. Conforme avanza la maduración -etapas III y IV- la coloración verde se toma más intensa; la textura del tejido de la gónada y la extensión que ésta ocupa dentro del organismo son también características importantes para cada grado de desarrollo.

Con base en la observación microscópica de los cortes histológicos de las gónadas y tomando como referencia las descripciones para otras especies de peneidos mencionadas anteriormente (ver página 9), se identificaron los 4 diferentes estadios de desarrollo y disposición de las células en el ovario. Se observó también un quinto estadio que corresponde a una gónada desovada cuyo desarrollo hacia una nueva maduración inicia en el estadio II (Figuras 4 - 8).

*Resultados*

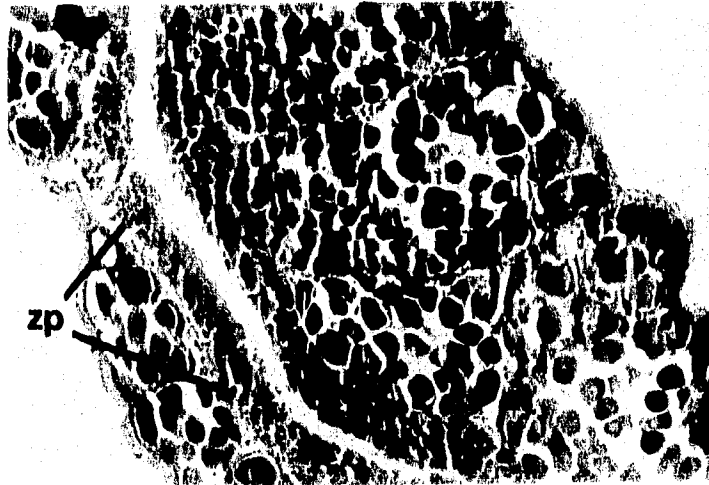


Figura 4. Gónada en estadio de madurez I. Se observa la zona de proliferación de las células (zp) a lo largo de la gónada. Inicio de formación de paquetes o quistes (p), con células foliculares (cf) en la perifería. (40x).

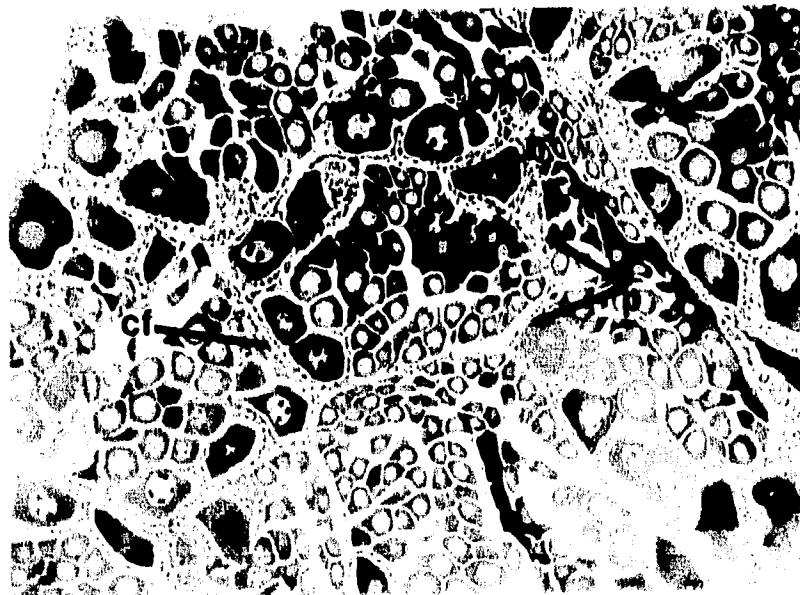


Figura 5. Gónada en estadio de madurez II. Los paquetes (p) se presentan mejor definidos, rodeados de células foliculares (cf). El núcleo celular (n) con nucleolos (n') es de tamaño grande en relación al citoplasma. (40x).

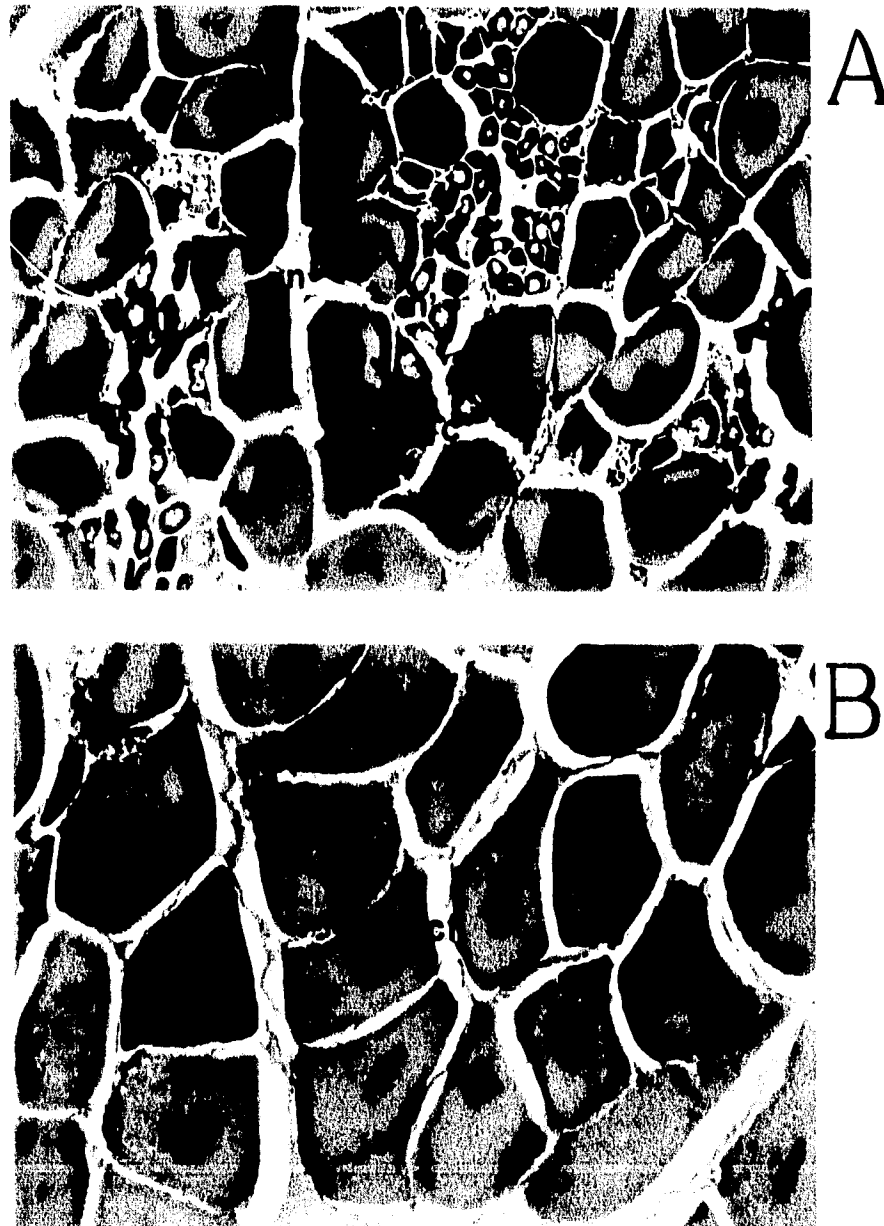


Figura 6. Gónada en estadio de madurez III. A) Los nucleólos (n') se ubican en la periferia del núcleo (n), éste se observa de menor tamaño con relación al citoplasma, comparado con el estadio anterior. Se aprecia una doble capa de citoplasma (c), quizá debido a una reestructuración de los gránulos de vitelo al ir madurando la célula. B) Apariencia granulosa de las células, cada una rodeada de células foliculares. (40x).

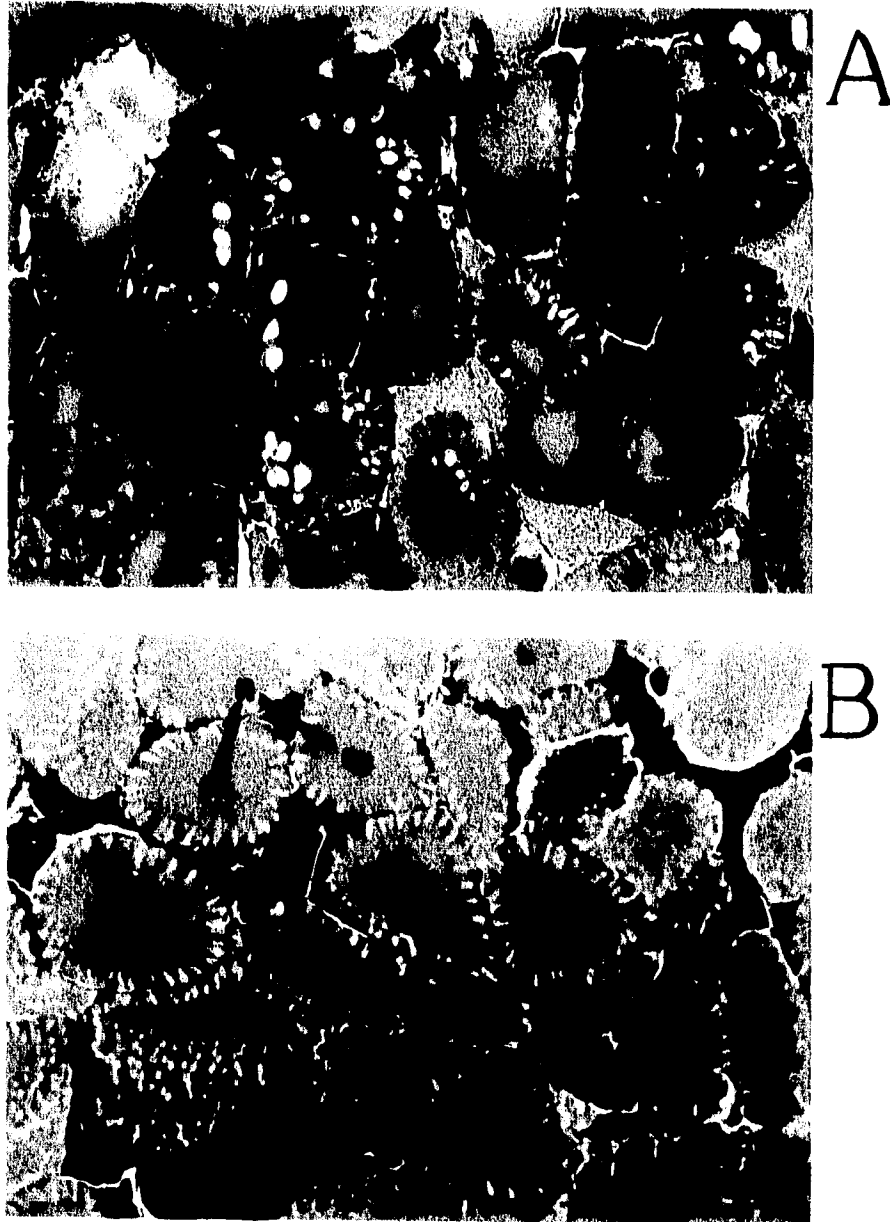


Figura 7. Gónada en estadio de madurez IV. A) Inicio de formación de cuerpos periféricos (ep), semejantes a pequeñas gotas. Núcleo (n) con nucleólos (n') en la perifería B) Células más desarrolladas con cuerpos periféricos en forma de bastones. El núcleo (n) disminuye a medida que avanza la madurez.(40x).

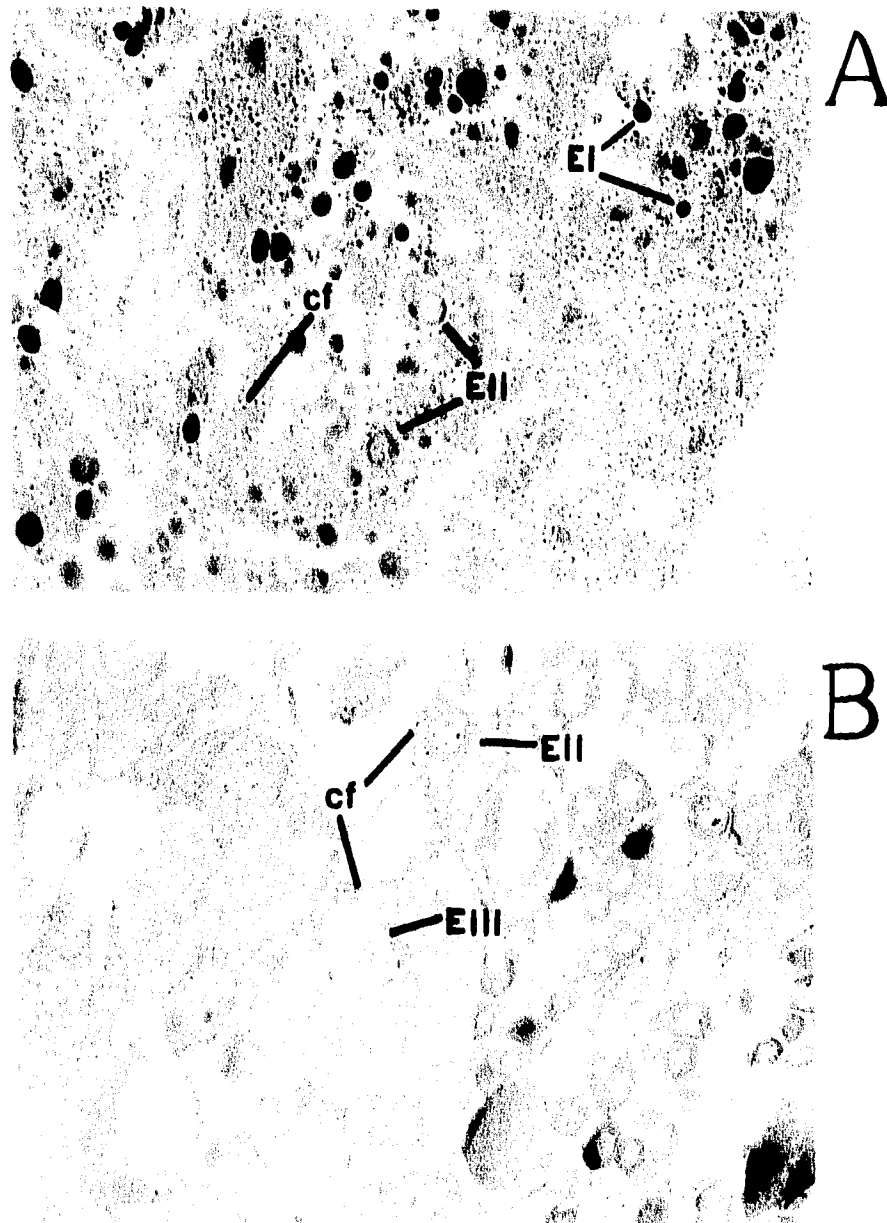


Figura 8. Gónada después de un desove. A) Gónada aparentemente recién desovada. Se observa una desorganización dentro del tejido. Células foliculares (cf) diseminadas por toda la gónada; células en estadio I (EI) y estadio II (EII). B) Gónada en reorganización. Las células en estadio II y III (EII, EIII) se encuentran rodeadas de células foliculares (cf). (40x).

## Resultados

---

Con base en la coloración y las observaciones macroscópicas y microscópicas, se definió una escala práctica para la determinación del grado de desarrollo gonadal, en la cual se presentan los colores preponderantes para cada estadio de madurez (nombre y clave del color asignado de acuerdo al catálogo Pantone, 1984) (Tabla 1).

Los estadios identificados son:

- I. Ovario no desarrollado, filiforme y de consistencia flácida. Color translúcido
- II. Ovario en inicio de maduración, engrosamiento de la gónada, consistencia turgente. Color cremoso ( catálogo: lana de oveja 12-0910).
- III. Ovario en maduración avanzada, la gónada engrosa más y ocupa mayor extensión a lo largo del cuerpo, consistencia turgente. Color verde claro (catálogo: hayuco 14-0425).
- IV. Ovario totalmente maduro, la parte anterior de la gónada ocupa la totalidad de la cavidad del cefalotórax y las porciones media y posterior se extienden a lo largo del abdomen, consistencia turgente. Color verde olivo (catálogo: lagarto 18-0629).

El estadio V de la observación microscópica no se incluye en la escala de colores ya que por la organización celular que presenta, se encuentra en inicio del desarrollo gonadal II. El color observado es blanquecino y no translúcido.

-Tamaño celular.

En la distribución de frecuencias (Figura 9) del tamaño de las células en cada estadio de madurez, se observó que la amplitud de dicha distribución se hace mayor de un estadio al siguiente, excepto en el cambio de III a IV. Por otra parte, se presume un aumento paulatino en el diámetro de las células a medida que avanza el desarrollo, considerando el hecho de que los valores de los diámetros máximos de un estadio se sobreponen con los diámetros mínimos del siguiente estadio. Este crecimiento es más acelerado en la transición del estadio II al III, donde el tamaño máximo y mínimo de 0.12 mm, se sobreponen.





<b>ESTADIO</b>	
 <b>Translúcido</b>	<b>I</b> <b>Ovario fino y flácido</b>
 <b>Lana de oveja 12-0910</b>	<b>II</b> <b>Ovario poco engrosado</b>
 <b>Hayuco 14-0425</b>	<b>III</b> <b>Ovario más largo y engrosado</b>
 <b>Lagarto 18-0629</b>	<b>IV</b> <b>Ovario totalmente desarrollado</b>

Tabla 1. ESCALA CROMATICA DE MADUREZ. Colores de la gónada de *Penaeus brasiliensis* en estado fresco en cada estadio de madurez. (Colores del catálogo PANTONE Profesional Color System, 1984).

## Resultados

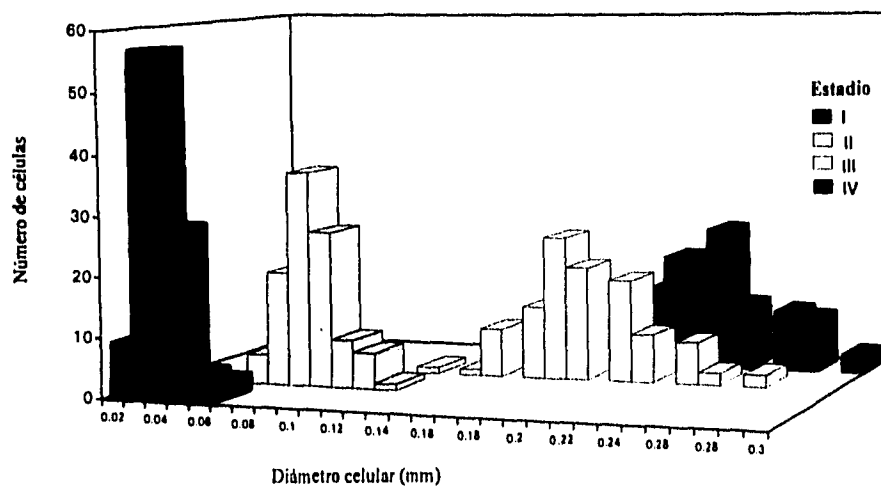


Figura 9. Distribución de frecuencias de diámetros celulares, en los diferentes estadios de desarrollo de la gónada en hembras de *Penaeus brasiliensis*.

Con las estimaciones del Análisis de Varianza, se determinó que existe diferencia significativa entre al menos uno de los diámetros celulares promedio, con un 95% de confiabilidad ( $\alpha = 0.05$ ). El valor de  $F_{obs} = 1944.646$  y el de  $F_{crit} = 2.61$ , por lo tanto se rechaza  $H_0$  (Tabla 2).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F obs	F cal $\alpha = 0.05$
Entre grupos	3	2.687	0.895	1944.646	2.61
Dentro grupos	596	0.184	0.004		
TOTAL	599				

Tabla 2. Resultados del Análisis de Varianza y valor crítico de F para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Donde,  $F_{obs} \geq F_{cal}$ , por lo tanto se rechaza la  $H_0$ . Sí existe diferencia significativa entre los valores medios del diámetro celular en cada estadio de desarrollo.



## Resultados

La tabla 2a contiene el valor medio del diámetro celular para cada estadio de desarrollo, su intervalo de confianza, la desviación estándar y los resultados de la prueba de Tukey. Estos últimos indican que existe diferencia significativa entre todos los posibles pares de valores medios del diámetro celular, es decir, no hay grupos que se consideren homogéneos.

La figura 9a presenta el diagrama de cajas construido a partir de los datos de la tabla 2a.

I	0.028	0.024 - 0.032	0.007	X	I - II*
II	0.078	0.075 - 0.082	0.013	X	I - III*
III	0.188	0.184 - 0.192	0.028	X	I - IV*
IV	0.231	0.227 - 0.235	0.028	X	II - III*
* Denota diferencia estadísticamente significativa					II - IV*
					III - IV*

Tabla 2a. Estadísticos estimados y prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), a partir de diámetros celulares de los diferentes estadios de madurez (n = 150 células por estadios), para *Penaeus brasiliensis*.

## Resultados

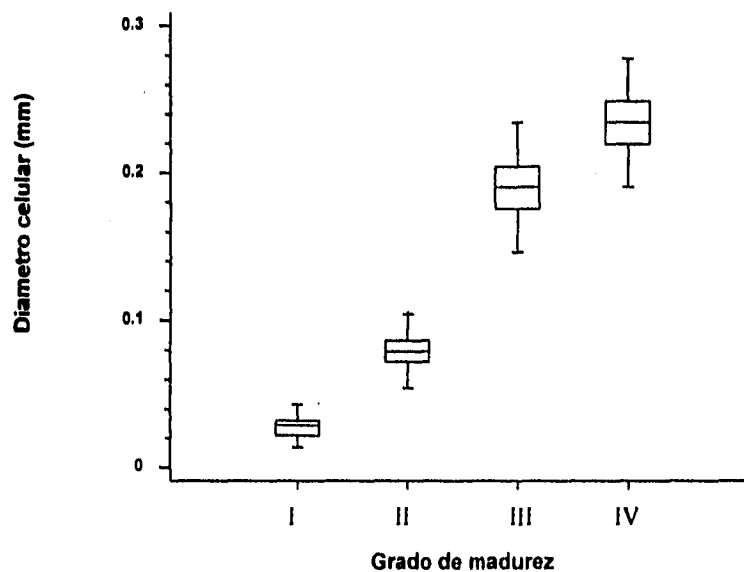


Figura 9a. Diagrama de caja del diámetro celular en los diferentes estadios de desarrollo.

## PATRON REPRODUCTIVO

### -Distribución de frecuencias de longitudes.

La estructura de tallas de las muestras de la población, separadas en hembras (inmaduras - maduras) y machos correspondientes a cada mes se presentan en las figuras 10a - d. Los camarones más pequeños presentaron una longitud total de 35 mm y se encontraron organismos de hasta 205 mm de LT que corresponden a hembras maduras. La distribución de tallas a lo largo del año indica que las hembras alcanzan longitudes superiores a las de los machos.

En la tabla 3 se presentan diversos estadísticos, estimados a partir de las distribuciones de frecuencias de longitudes de la población de *Penaeus brasiliensis*.

## Resultados

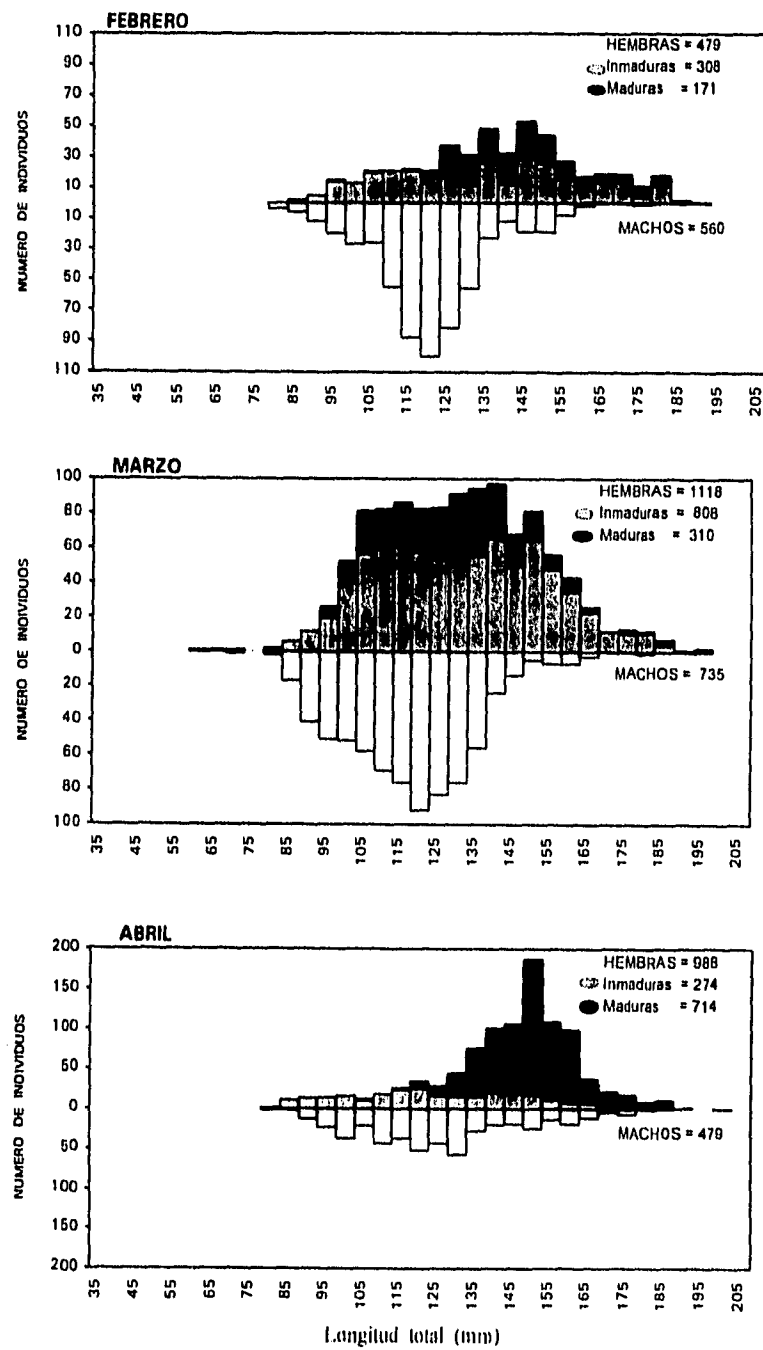


Figura 10a. Distribución de frecuencias de tallas de *Penaeus brasiliensis* en los meses de febrero, marzo y abril de 1993, en el área de pesca de Contoy, Q.Roo.

## Resultados

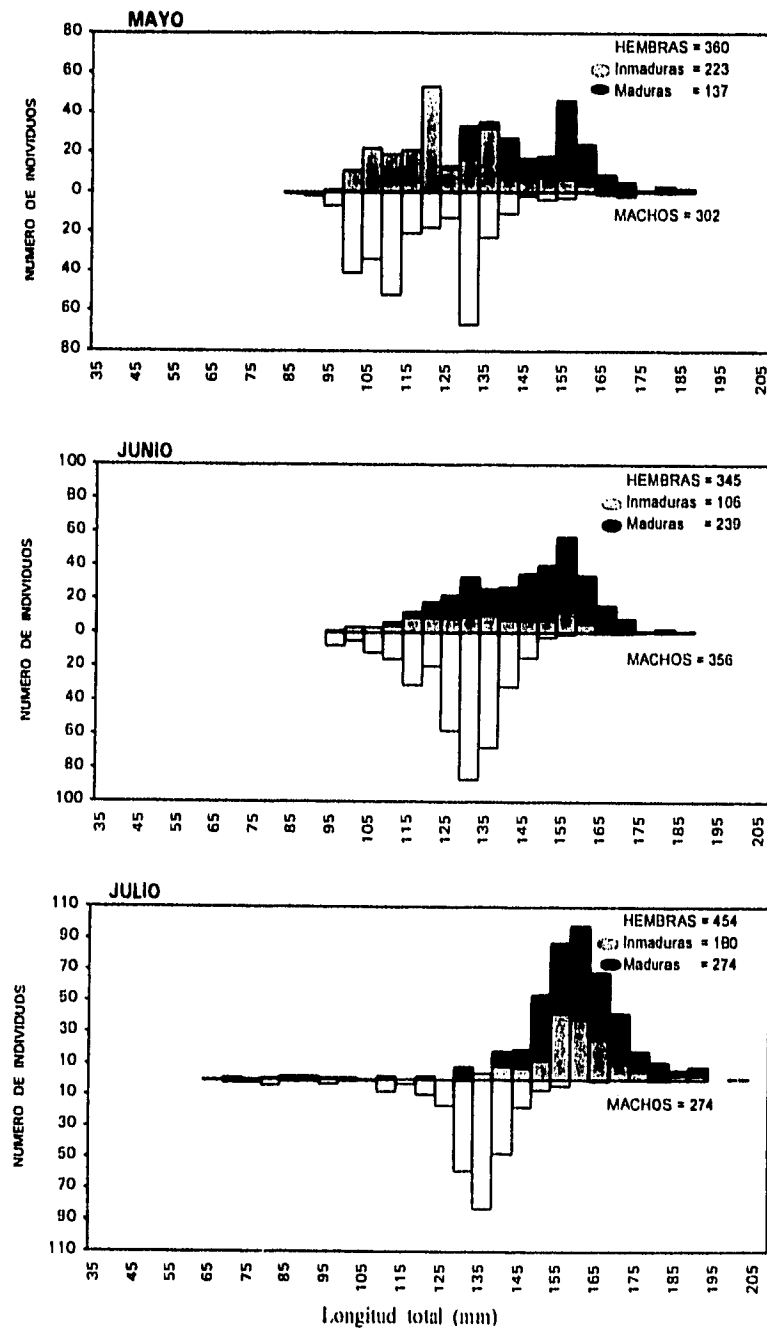


Figura 10b. Distribución de frecuencias de tallas de *Penaeus brasiliensis* en los meses de mayo, junio y julio de 1993, en el área de pesca de Contoy, Q.Roo.

## Resultados

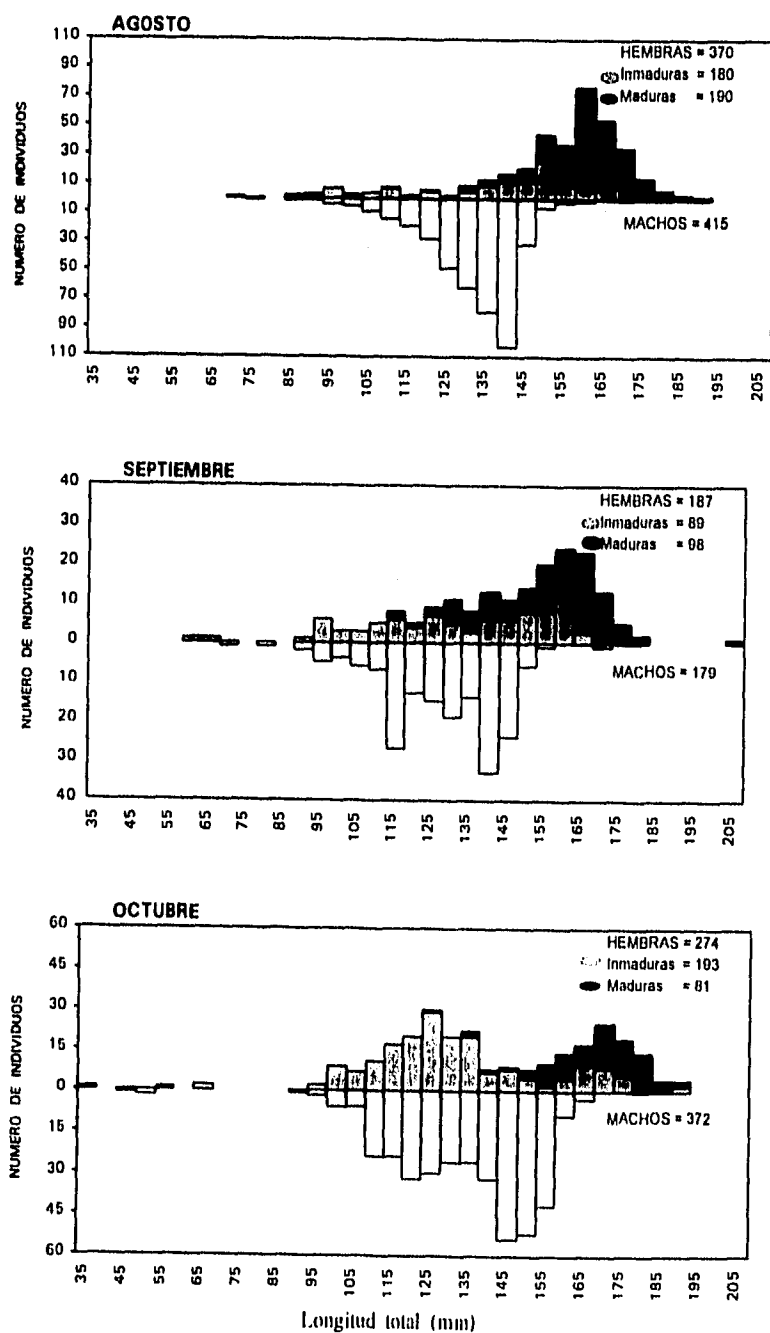


Figura 10c. Distribución de frecuencias de tallas de *Penaeus brasiliensis* en los meses de agosto, septiembre y octubre de 1993, en el área de pesca de Contoy, Q.Roo.

## Resultados

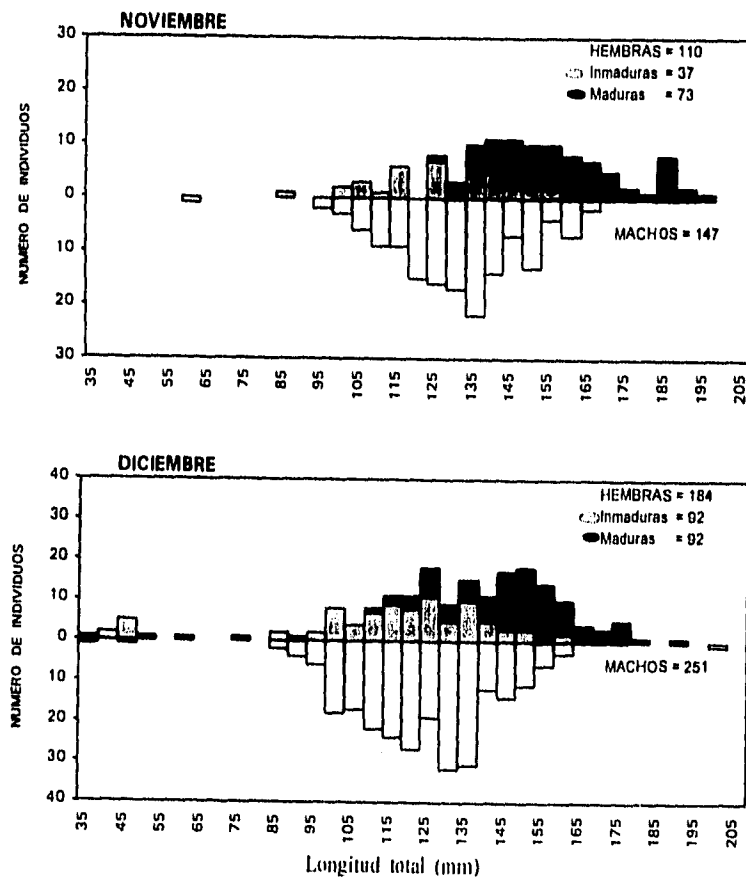


Figura 10d. Distribución de frecuencias de tallas de *Penaeus brasiliensis* en los meses de noviembre y diciembre de 1993, en el área de pesca de Contoy, Q.Roo.

MES	CATE GORIA *	n	LONGITUD TOTAL (mm)					MES	CATE GORIA *	n	LONGITUD TOTAL (mm)				
			PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	MODA	D. EST. (S)				PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	MODA	D. EST. (S)
FEBRERO	A	1039	126.11	70	190	120	20.74	AGOSTO	A	785	140.31	70	190	140 - 160	19.46
	M	560	117.96	80	175	120	14.96		M	415	130.16	75	160	140	11.85
	H	479	135.64	85	190	145	22.45		H	370	151.69	70	190	160	20.03
	Hm	171	135.64	95	180	130	22.43		Hm	190	143.92	70	190	160	23.79
MARZO	A	1853	123.88	60	195	120	20.41	SEPTIEMBRE	A	366	135.26	60	205	140	21.70
	M	735	115.65	70	180	120	16.20		M	179	126.65	70	170	115 - 140	15.99
	H	1118	129.29	60	195	140	21.08		H	187	143.50	60	205	160	23.24
	Hm	310	127.92	95	185	130	17.07		Hm	98	154.04	115	205	160	15.78
ABRIL	A	1467	136.76	80	200	150	21.67	OCTUBRE	A	646	135.85	35	190	125 - 145	22.56
	M	479	124.69	80	200	130	20.94		M	372	132.97	45	165	145	17.68
	H	988	142.61	80	190	150	19.49		H	274	139.76	35	190	120 - 170	27.41
	Hm	714	149.61	105	190	150	12.46		Hm	193	128.64	35	190	120	23.95
MAYO	A	662	127.01	85	185	130	19.29	NOVIEMBRE	A	257	136.02	60	195	135	21.25
	M	302	118.33	85	170	110 - 130	15.08		M	147	128.74	60	165	135	16.79
	H	360	134.29	85	185	120 - 155	19.44		H	110	145.75	85	195	145	22.72
	Hm	137	150.80	125	185	155	12.47		Hm	73	155.88	125	195	160	17.22
JUNIO	A	701	134.89	95	185	130	16.08	DICIEMBRE	A	435	124.35	35	200	135	24.11
	M	356	127.09	95	155	130	11.34		M	251	121.24	35	200	130	18.52
	H	345	142.93	95	185	155	16.30		H	184	128.60	35	190	125 - 150	29.63
	Hm	239	146.61	110	185	155	14.37		Hm	92	111.03	35	160	110	29.68
JULIO	A	728	146.95	65	200	135 - 160	19.57								
	M	274	130.41	65	165	135	14.41								
	H	454	156.93	65	200	160	14.98								
	Hm	274	159.31	120	200	160	11.36								

Tabla 3. Valores mensuales estimados de parámetros estadísticos, en relación a la distribución de frecuencias de longitudes totales de *Penaeus brasiliensis*. \* Categorías: (A) machos y hembras, (M) machos, (H) hembras : (Hi) inmaduras y (Hm) maduras.

## Resultados

### -Sexos combinados.

En el diagrama de cajas (Figura 11), se observa que el 95% de los organismos capturados en las redes camaroneras a lo largo del año, presentaron en términos generales, un intervalo de tallas de 80 a 185 mm de longitud total (LT). Las tallas promedio varían de 124 a 147 mm de LT. Las tallas modales tuvieron valores muy cercanos a la longitud media de la distribución, excepto en el mes de abril, donde la talla con mayor número de individuos se ubicó en 150 mm de LT, que corresponde básicamente a un mayor número de hembras en dicha clase de talla. Por otra parte, en los meses de julio, agosto y octubre se presentaron dos modas, lo cual separa la distribución de tallas en dos grupos. En los dos primeros meses, la talla modal inferior corresponde a una mayor presencia de machos y la moda superior se debe principalmente al número de hembras presente. En cambio en el mes de octubre los picos modales están constituidos por una mayor proporción de machos.

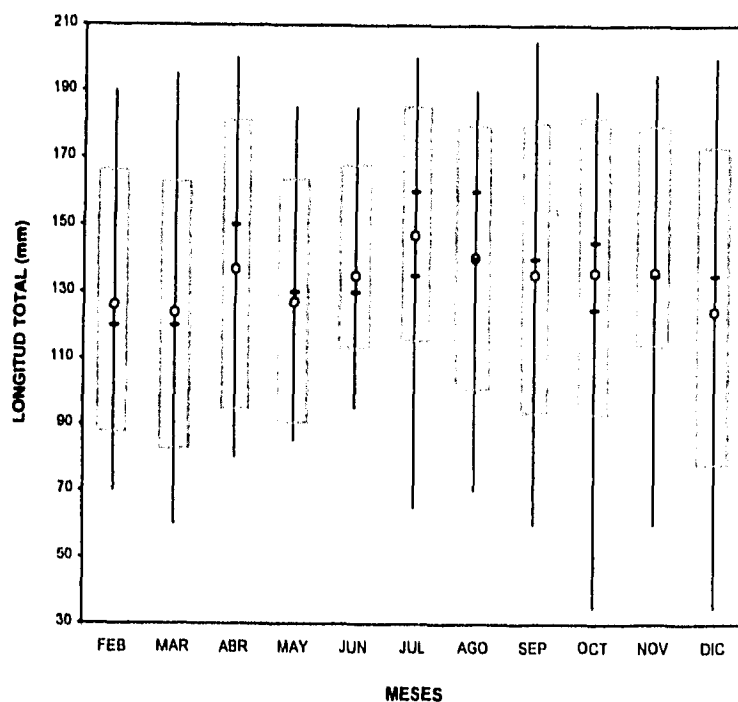


Figura 11. Diagrama de cajas de la variación de tallas de *Penaeus brasiliensis*, para ambos sexos, con un intervalo de confianza de 95%. El símbolo ● significa la longitud total media de la población y el — representa las tallas modales en cada mes.



## Resultados

---

El 5% restante de las capturas lo integraron organismos con tallas menores y mayores al intervalo mencionado. En el caso de organismos pequeños, se capturaron camarones de hasta 35 mm de LT en los meses de octubre y diciembre. Por el contrario, en los meses de abril y septiembre parte de la captura estuvo compuesta por organismos mayores a 195 mm de LT.

### -Sexos separados

**-Hembras.** El intervalo de tallas que agrupa el 95% de las hembras dentro de las capturas (Figura 12), se encuentra entre 85 y 195 mm de LT con variaciones mensuales, de acuerdo a la amplitud de la distribución. Las longitudes promedio se presentaron de 129 a 157 mm de LT. Sin embargo, las tallas modales se desplazaron hacia valores superiores a 140 mm de LT, lo que indica que las hembras están mejor representadas en las tallas grandes. En los meses de mayo, octubre y diciembre se encontró una segunda moda para hembras con longitudes menores a la media correspondiente, lo que separa en dos grupos a los organismos, lo cual sugiere la presencia de dos cohortes en la estructura de tallas de la población. En los meses de mayo y octubre la talla modal inferior corresponde a hembras inmaduras y la superior a hembras maduras. En el mes de diciembre los valores de las dos modas, se deben también al número de hembras inmaduras y maduras en cada frecuencia, aunque no es exactamente el mismo valor como en los casos anteriores.

**-Hembras maduras.** Como ya se ha mencionado, se observa un marcado desplazamiento de las tallas de las hembras maduras de *P. brasiliensis* hacia los valores superiores de la distribución de frecuencias de longitud (Figura 12) con excepción de los meses de febrero y marzo, donde el 95% de las capturas de hembras en estado maduro se encuentra entre 90 y 180 mm de LT, con tallas medias de 136 y 130 mm, respectivamente. En el resto de los meses, el intervalo de tallas para el mismo porcentaje está entre 115 y 175 mm de LT. Las tallas promedio varían de 146 a 166 mm de LT. En todos los meses la talla modal está muy cercana a la talla promedio, las tallas máximas registradas fueron de 190 - 205 mm de LT.

**-Machos.** El 95% de los organismos machos presenta una estructura de tallas que se ubica dentro del intervalo de 80 a 170 mm de LT, con longitudes promedio entre 116 y 133 mm de LT (Figura 12). Las frecuencias modales están muy cercanas a la talla media de la distribución en la mayor parte de los meses. Sólo en los meses de mayo y septiembre se

## Resultados

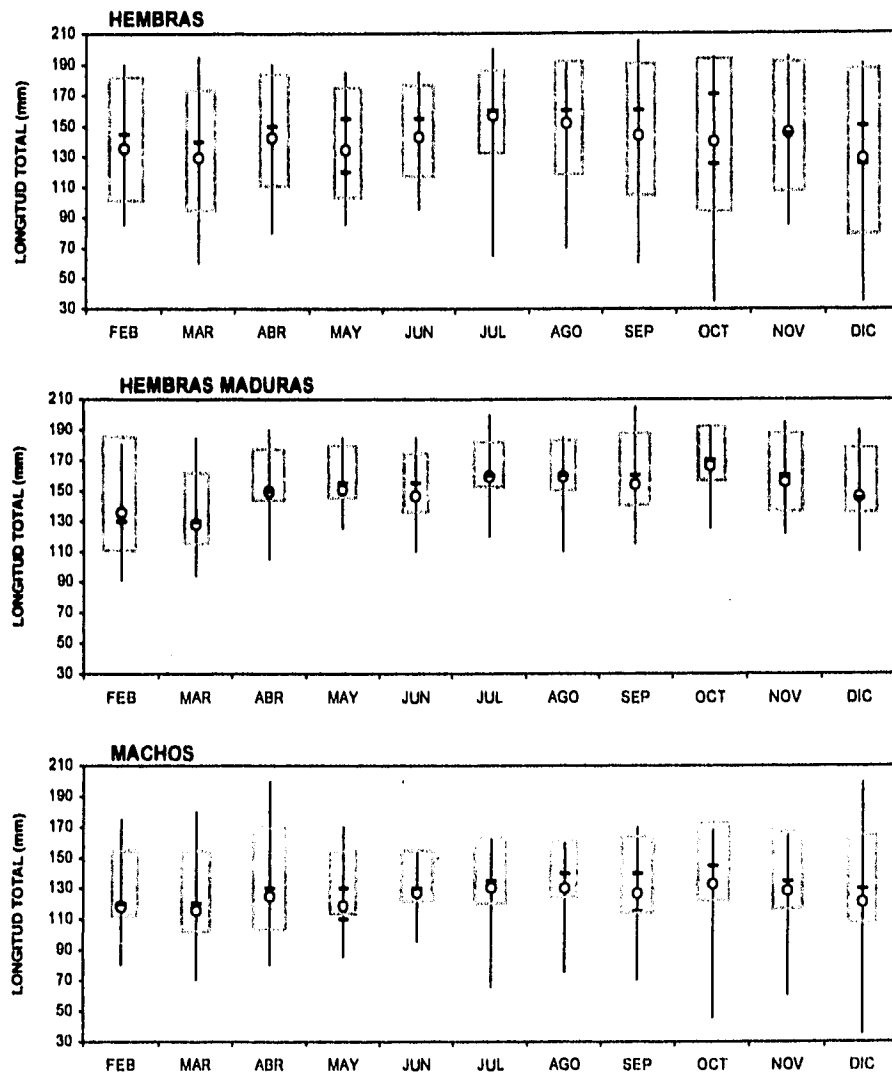


Figura 12. Diagrama de cajas de la variación de tallas de *Penaeus brasiliensis*, para hembras y machos, con un intervalo de confianza de 95%. El símbolo ● significa la longitud total media de cada sexo y el — representa las tallas modales en cada mes.

presentan dos picos modales, 110 - 130 y 115 - 140 mm de LT, respectivamente, con lo que se distinguen dos cohortes. Al igual que para las hembras, en octubre y diciembre se registraron las tallas menores en el orden de 45 y 35 mm de LT. Las tallas máximas se presentaron en los meses de abril y diciembre con 200 mm de LT en ambos casos.

## Resultados

### -Proporción de sexos.

En la tabla 4 se presenta la proporción sexual durante los meses de muestreo, con base en una relación 1:1. De lo que se observó, se puede decir que para el mes de abril la relación fue de 2 hembras por un macho. La proporción sexual se acercó más a la unidad en junio y septiembre. Aunque en el resto de los meses la relación tiende a ser 1:1, prevalecen las hembras en marzo, mayo y julio. En el caso de los machos su número es mayor en febrero y agosto y de octubre a diciembre.

MES	MACHOS	HEMBRAS
Febrero	1.17	1.00
Marzo	0.66	1.00
Abril	0.48	1.00
Mayo	0.83	1.00
Junio	1.03	1.00
Julio	0.60	1.00
Agosto	1.12	1.00
Septiembre	0.95	1.00
Octubre	1.35	1.00
Noviembre	1.33	1.00
Diciembre	1.38	1.00

Tabla 4. Proporción sexual mensual de *Penaeus brasiliensis*, capturado en Contoy, Q. Roo. Se considera una relación 1:1, tomando a las hembras como punto de referencia.

Aún cuando la mayor diferencia se observa en el mes de abril, la elaboración de una tabla de contingencia (Tabla 5) y aplicando la prueba de independencia, se obtuvo una  $\chi^2_{obs} = 276.8$ , que comparada con la  $\chi^2_{tab, \alpha 0.05} = 18.307$  presenta un valor mayor, por lo que se rechaza  $H_0$  y se dice que sí existen diferencias estadísticas de las proporciones sexuales a lo largo del año.

## Resultados

MES	TABLA DE CONTINGENCIA			
	MACHOS		HEMBRAS	
	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>
Febrero	560	473	479	566
Marzo	735	844	1118	1009
Abril	479	668	988	799
Mayo	302	301	360	361
Junio	356	319	345	382
Julio	274	332	454	396
Agosto	415	357	370	428
Septiembre	179	167	187	199
Octubre	372	294	274	352
Noviembre	147	117	110	140
Diciembre	251	198	184	237

Tabla 5. Tabla de contingencia para la prueba de independencia.  $\chi^2 = (O_i - E_i)^2 / E_i$ , donde  $O_i$  = valor observado y  $E_i$  = valor esperado.

$$\chi^2_{\text{cal}, \alpha 0.05} = 18.307 \text{ para } 10 \text{ g.l.}; \chi^2_{\text{obs}} = 276.835$$

-Períodos reproductivos.

Los registros tomados a bordo de las embarcaciones, sobre el grado de madurez gonádica de las hembras y agrupados por estadios en inmaduras y maduras, muestran que las hembras maduras están presentes durante todo el año, lo cual significa que la reproducción es continua (Figura 13). En los meses de abril, junio y noviembre se presentan los mayores porcentajes: 72.3, 69.3 y 66.4, respectivamente. Sin embargo, debe hacerse notar que el número de hembras muestreadas a partir del mes de mayo es inferior (menos del 50%) al correspondiente a los meses de marzo y abril.

También es importante mencionar que estas diferencias además de ser consecuencia de los días/viaje/barco, están en relación con la captura obtenida de la especie a lo largo del año, la cual tiene su máximo en el mes de abril (Soto-Aguirre, 1994). Lo anterior da un número relativamente alto de hembras maduras en abril y sugiere que es en este mes cuando se lleva a cabo la mayor actividad reproductiva de la población.

## Resultados

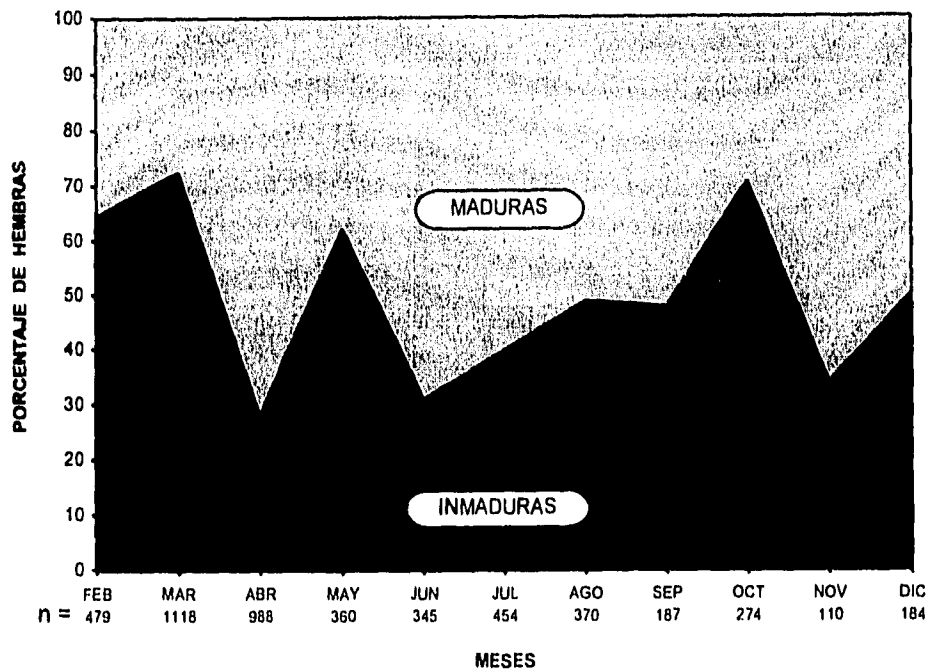


Figura 13. Picos de reproducción de *Penaeus brasiliensis*, representados por los porcentajes de hembras maduras de la población capturable en Contoy Q. Roo.

Además, si se considera a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como un índice de abundancia, la figura 13a muestra las estimaciones mensuales de esta captura en términos del número de hembras maduras/hora de arrastre. Se observa un comportamiento diferente con respecto a la estandarización en porcentaje de la muestra; en este caso, las hembras maduras se encuentran mejor representadas en los meses de marzo y abril con una CPUE de 8.3 hembras maduras/hora de arrastre. Esto indica que marzo también es un mes importante de reproducción en la población; cabe mencionar que esta información queda oculta si sólo se considera la proporción expresada en porcentaje.

El mes de junio considerado como un mes de importante actividad reproductiva a partir del porcentaje de hembras maduras, aparece también en segundo lugar entre los valores de la CPUE (5.6 hembras maduras/hora de arrastre), superior a las estimaciones para los meses de febrero, mayo, julio y agosto que varía de 4.6 a 4.8 hembras maduras/hora de arrastre.

## Resultados

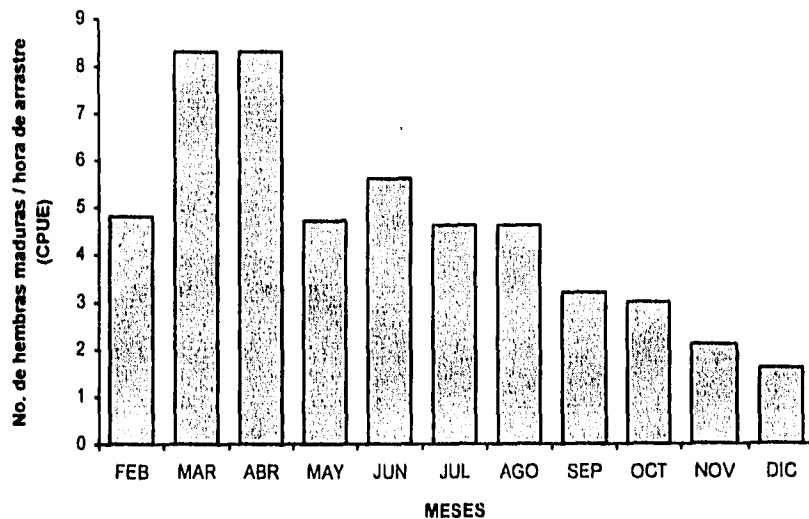


Figura 13a. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) mensual, de hembras maduras de *Penaeus brasiliensis* en la zona de pesca de Contoy, Q. Roo.

Otro resultado importante de la estimación de la CPUE, es que el mes de noviembre no se puede considerar como un tercer período de reproducción en esta zona puesto que presenta uno de los valores más bajos de la CPUE. A partir del mes de septiembre hasta diciembre el número de hembras disminuye de 3.2 a 1.6 hembras maduras/hora de arrastre.

### -Talla de primera reproducción.

Con base en las frecuencias acumuladas de tallas de hembras maduras (Figura 14), la talla de primera reproducción para *Penaeus brasiliensis*, basada en la talla en la cual el 50% de las hembras están maduras, se ubicó en 148 mm de longitud total. Sin embargo, se encontraron hembras maduras a partir de 95 mm en febrero y marzo y de 105 mm en abril. En el resto de los meses las tallas mínimas de hembras maduras fluctuaron entre 110 y 125 mm de LT.

## Resultados

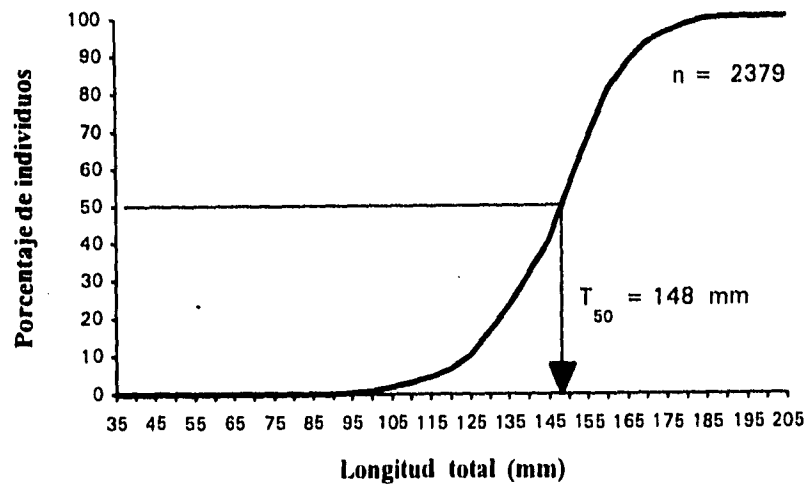


Figura 14. Talla de primera reproducción de *Penaeus brasiliensis*, con base en la longitud total del 50% de hembras maduras.

### PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE HEMBRAS.

#### -Relación talla - profundidad.

De acuerdo a los análisis de correlación de talla vs. profundidad (Tabla 6), el coeficiente de correlación ( $r$ ) en todos los meses es muy pequeño. Sin embargo, al compararlos con los valores de las tablas de probabilidad con una confiabilidad de 95% ( $\alpha = 0.05$ ), se determinó que en los meses de febrero a agosto se presentó una correlación significativa entre las variables. Por lo tanto, se rechaza  $H_0 = \rho = 0$ . En todos los casos la correlación fue positiva, excepto en el mes de agosto que fue negativa. Esto quiere decir que, para los meses en que existió una correlación positiva de las variables, a mayores profundidades de captura se encuentran más hembras con tallas mayores; en el caso del mes de agosto (correlación negativa) se encontraron hembras de talla mayor a menor profundidad.

En los meses de septiembre a diciembre no existió una correlación significativa de la talla de las hembras con respecto a la profundidad, por lo que se acepta  $H_0$ , o al menos no se tiene suficiente evidencia para rechazarla.

## Resultados

MES	n	r obs	r cal	Rechazar Ho	
				Si	No
Febrero	479	0.246	0.092	X	
Marzo	1118	0.414	0.055	X	
Abril	988	0.471	0.065	X	
Mayo	360	0.220	0.105	X	
Junio	345	0.185	0.113	X	
Julio	454	0.351	0.092	X	
Agosto	370	-0.197	0.105	X	
Septiembre	187	0.060	0.145		X
Octubre	274	0.096	0.124		X
Noviembre	110	0.047	0.190		X
Diciembre	184	-0.073	0.145		X

Tabla 6. Valores del coeficiente de correlación ( $r$ ) entre la talla de hembras de *Penaeus brasiliensis* y la profundidad a la que fueron capturadas, durante 1993 en Contoy, Q. Roo. Si  $r_{obs} \geq r_{cal}$ , se rechaza  $H_0$   $\therefore$  existe una correlación significativa entre las variables.

- Relación grado de madurez - profundidad.

Con base en los valores de  $\chi^2$  obtenidos a partir del análisis de regresión y comparados con los de tablas de probabilidad, en la tabla 7 se presenta el nivel de significancia asignado ( $\alpha$ ) con el que se acepta una tendencia lineal entre el grado de madurez de las hembras y la profundidad a la que fueron capturadas.

Los meses en que se determinó una relación de las variables con tendencia lineal significativa ( $\alpha \leq 0.05$ ), fueron de febrero a mayo y julio y agosto. Sin embargo, el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) expresado en porcentaje señala que la linealidad de los



## Resultados

datos es muy baja; además, el signo del coeficiente de correlación indica si la tendencia es positiva o negativa (Tabla 7). En todo caso, las correlaciones positivas, es decir, encontrar una mayor frecuencia de hembras maduras a mayores profundidades, se presentaron en los meses de febrero, abril, mayo y julio. La situación inversa (correlación negativa), o sea, mayor frecuencia de hembras maduras a menores profundidades se observó en marzo y agosto.

MES	n	$\alpha$	Rechazar $H_0$		r	r <sup>2</sup>
			Si	No		
Febrero	479	0.005	X		0.136	1.86
Marzo	1118	0.005	X		-0.090	0.82
Abril	988	0.001	X		0.684	46.89
Mayo	360	0.001	X		0.448	20.07
Junio	345	0.50		X	-0.050	0.26
Julio	454	0.001	X		0.299	8.96
Agosto	370	0.001	X		-0.30	9.02
Septiembre	187	0.10		X	-0.131	1.73
Octubre	274	0.75		X	0.040	0.17
Noviembre	110	0.10		X	0.144	2.10
Diciembre	184	0.10		X	-0.122	1.49

Tabla 7. Valores de  $\alpha$  asignados mediante  $\chi^2_{reg}$  para aceptar una relación con tendencia lineal entre el grado de madurez de hembras de *Penaeus brasiliensis* y la profundidad de captura, durante 1993 en Contoy, Q. Roo. La  $H_0$  = existe independencia entre las variables, se rechaza si,  $\alpha \leq 0.05$ . Además, valores del coeficiente de correlación (r) y del coeficiente de determinación expresado en porcentaje (r<sup>2</sup>).

### -Distribución de hembras en la zona de pesca.

En los mapas elaborados para cada mes de muestreo (Figuras 15a-k) en los que se señala la ubicación de las zonas de distribución de hembras inmaduras y hembras maduras, se observa que sólo en el mes de marzo no se encontró un área en la que se

## Resultados

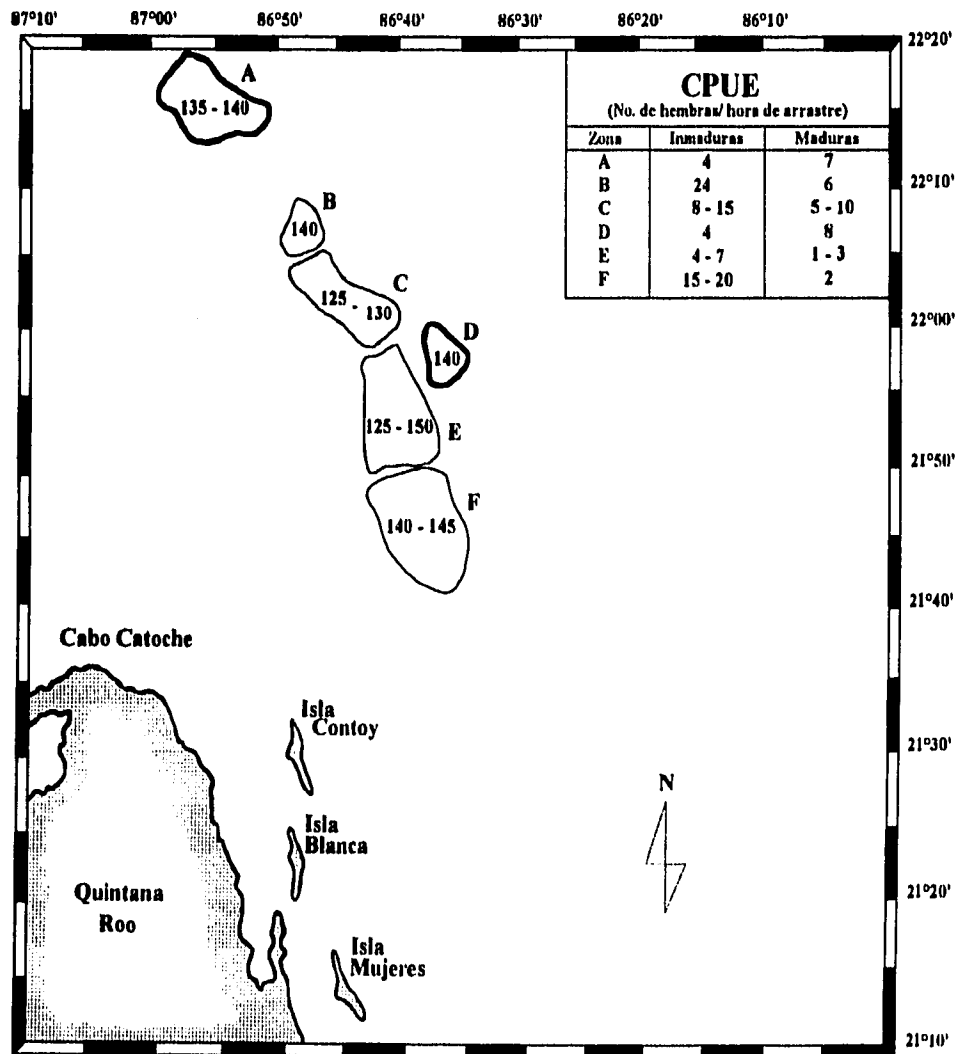


Figura 15a. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de febrero. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50 % de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

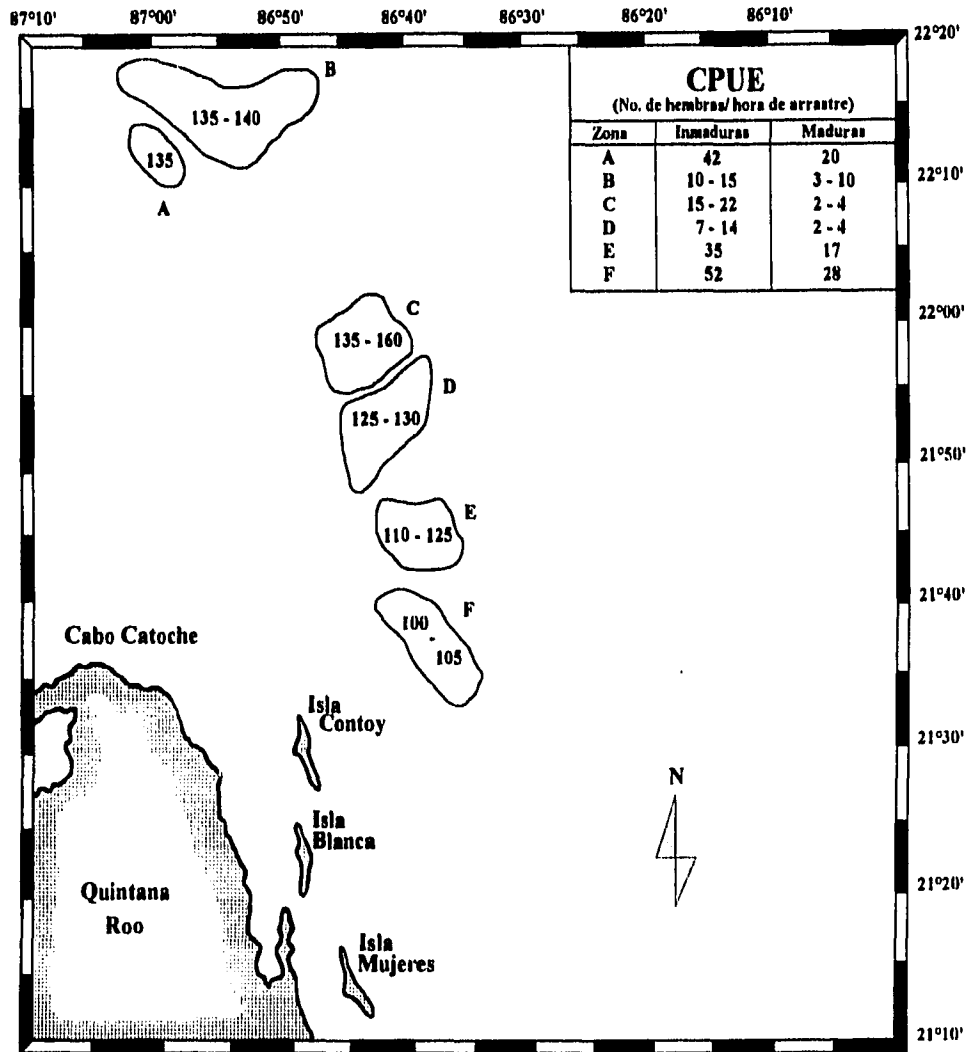


Figura 15b. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de marzo. En todas las áreas se registró más del 50% de hembras inmaduras del total de hembras muestreadas. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

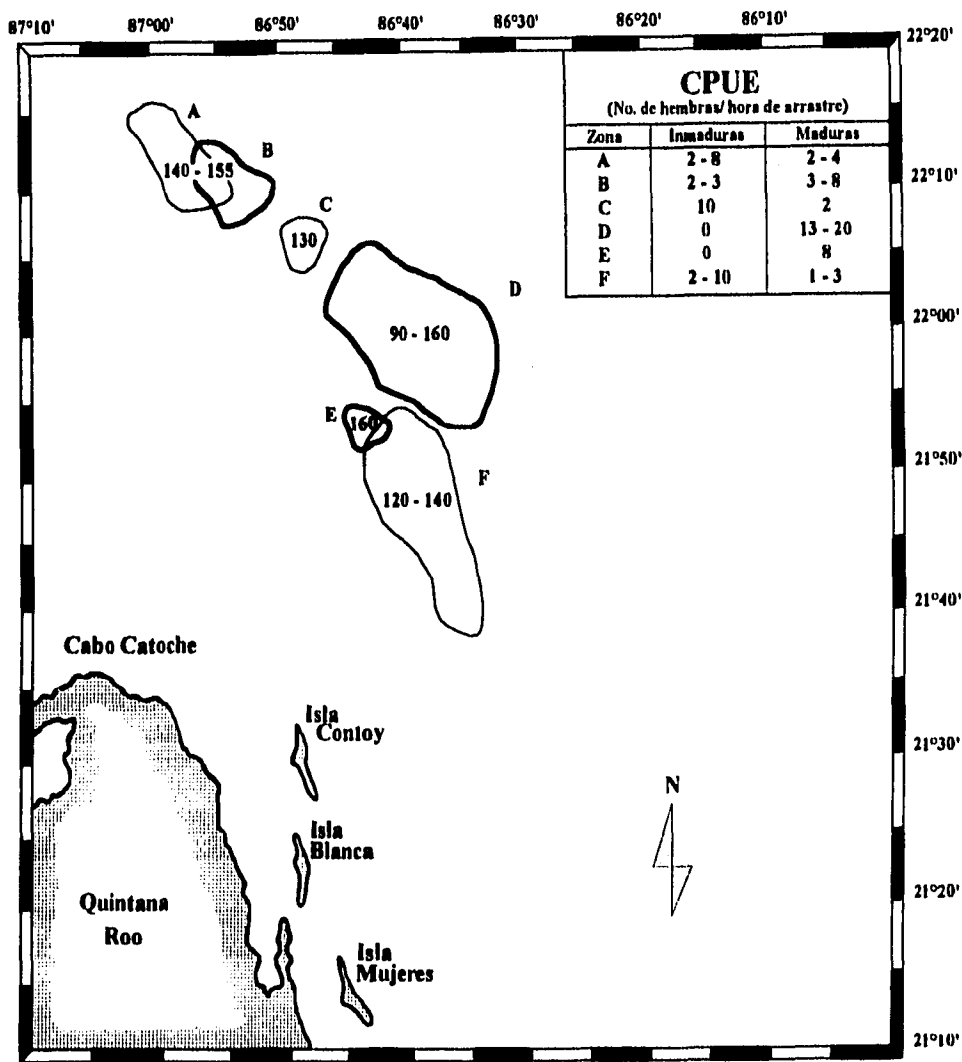


Figura 15c. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de **abril**. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50 % de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

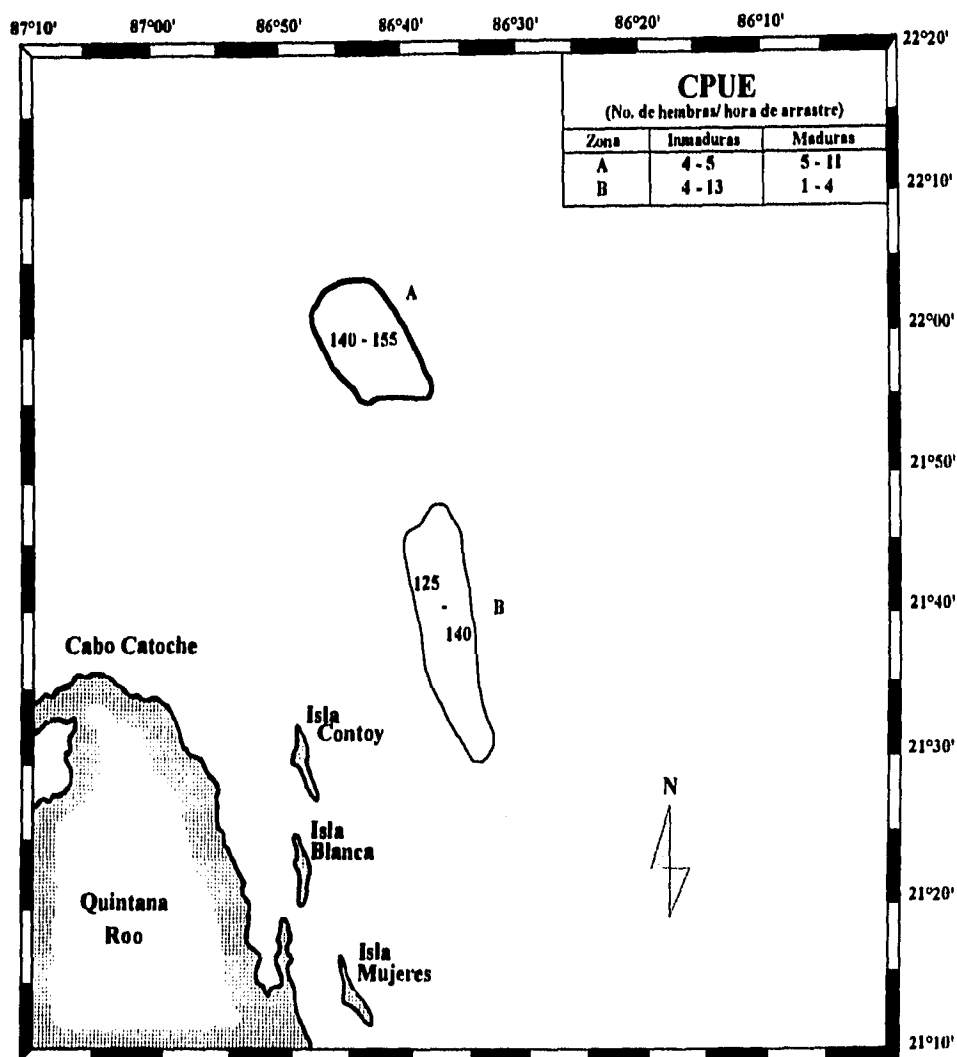


Figura 15d. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de mayo. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50% de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

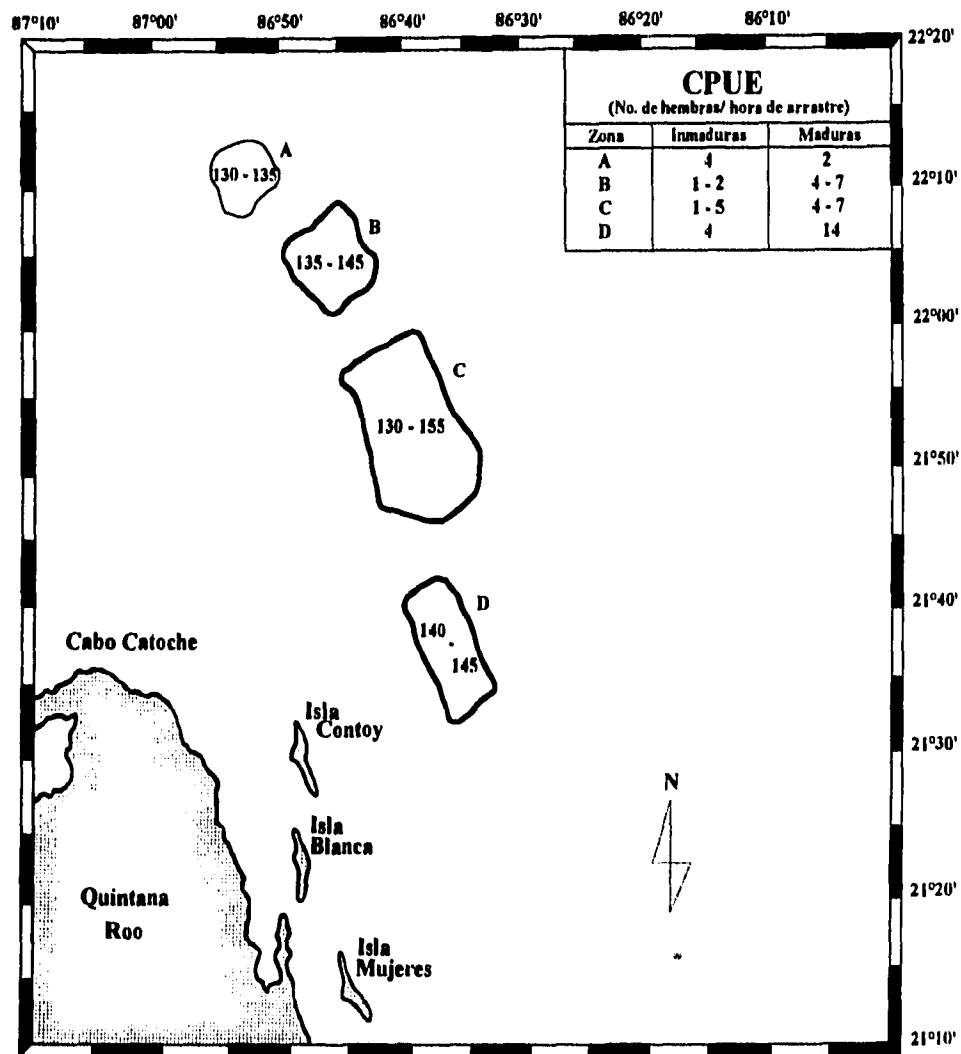


Figura 15e. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de junio. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50% de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

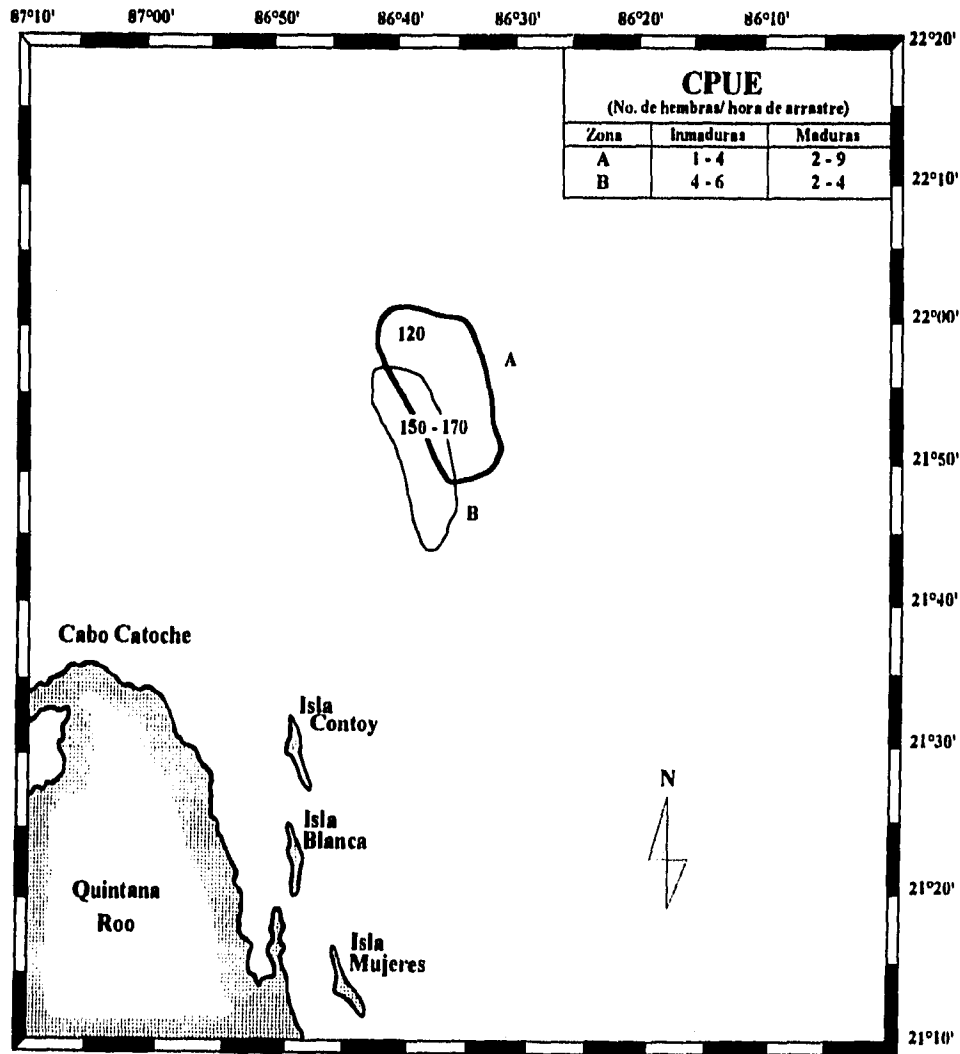


Figura 15f. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de julio. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50 % de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

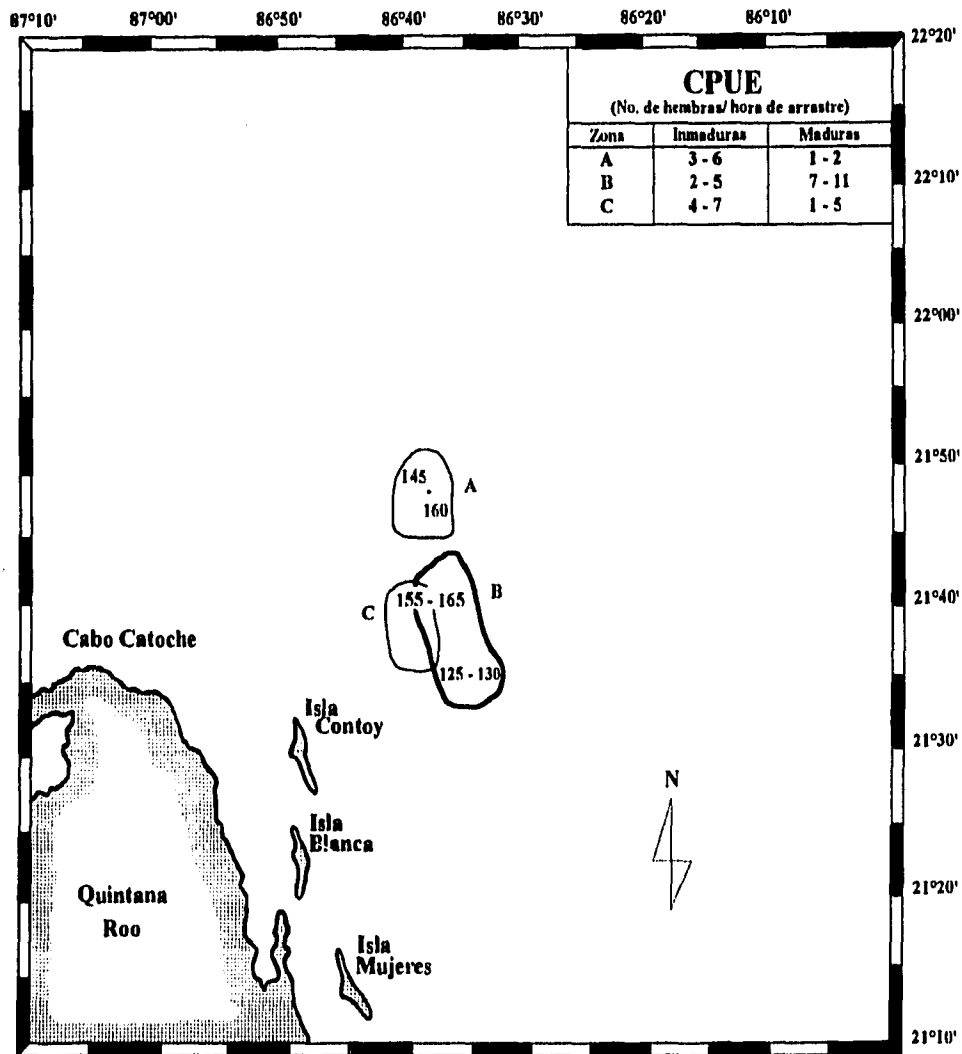


Figura 15g. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de agosto. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50% de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.



## Resultados

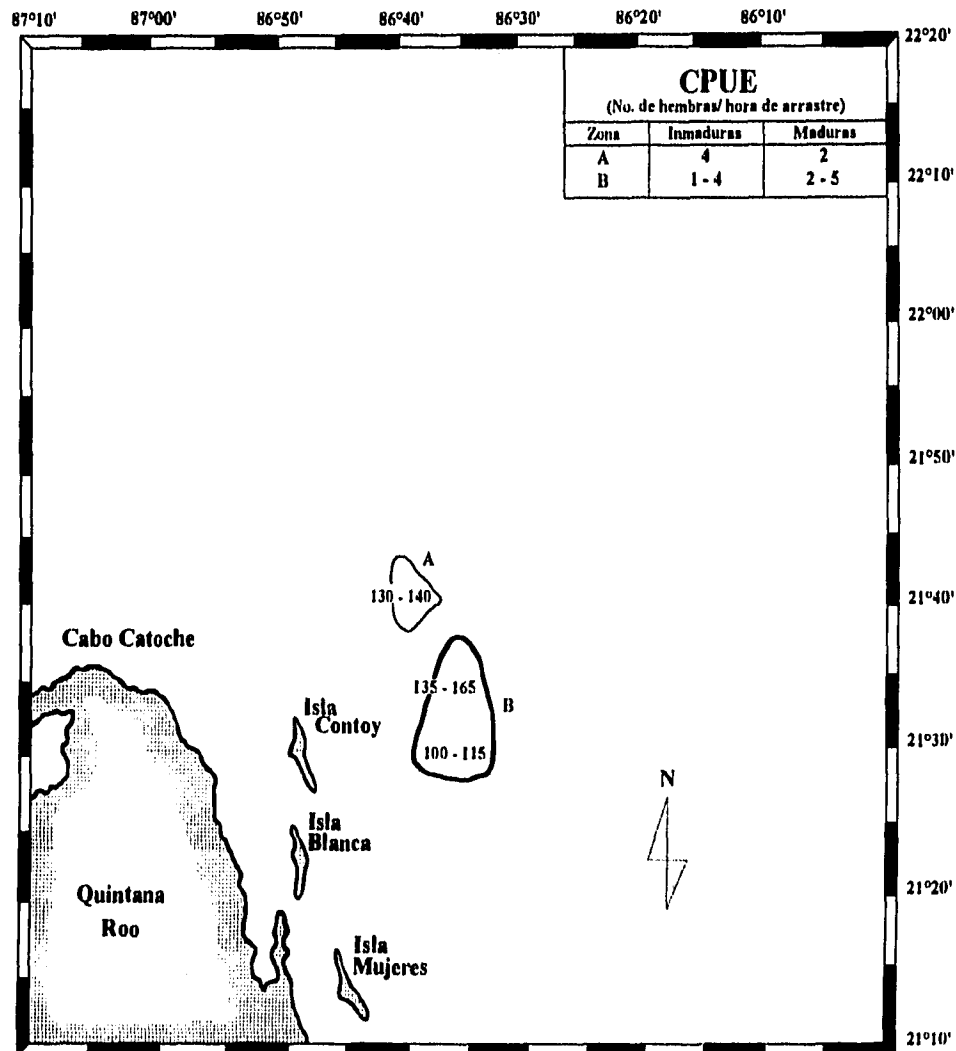


Figura 15h. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de **septiembre**. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50 % de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

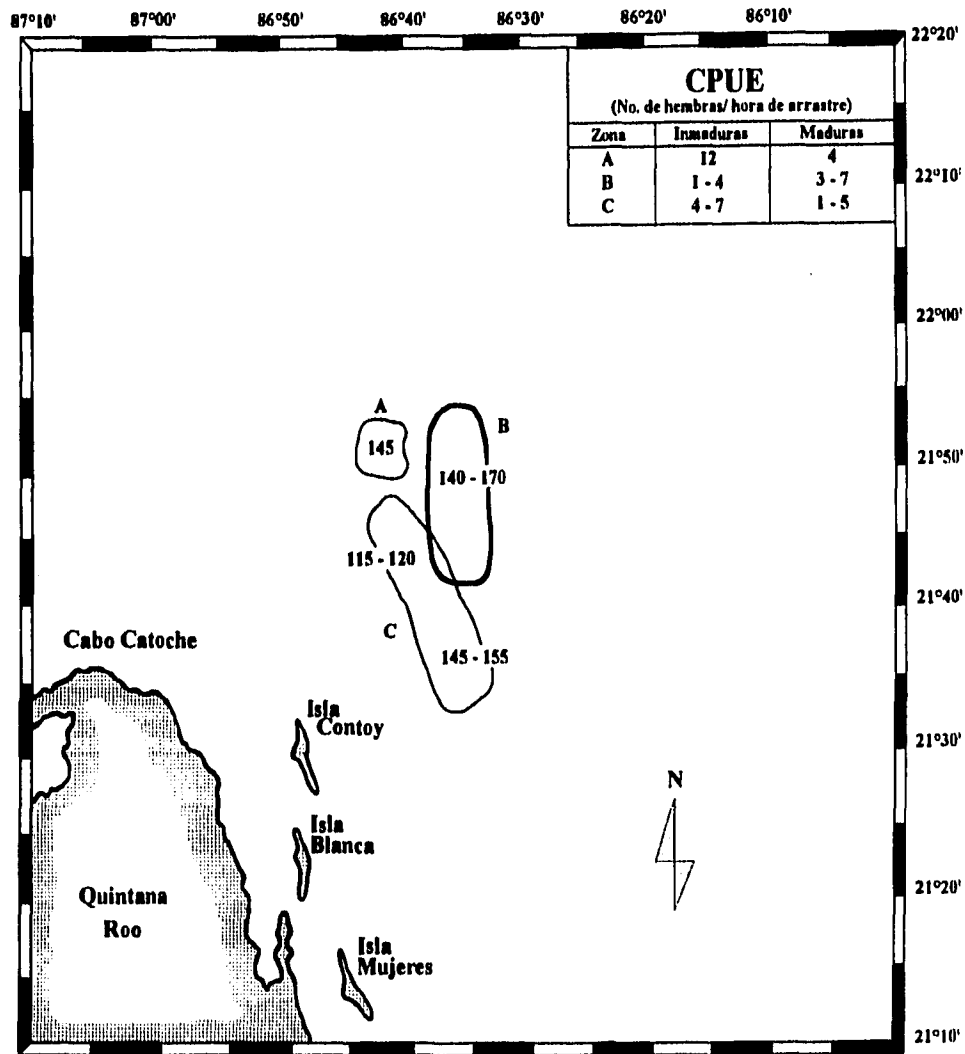


Figura 15i. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de octubre. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50 % de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

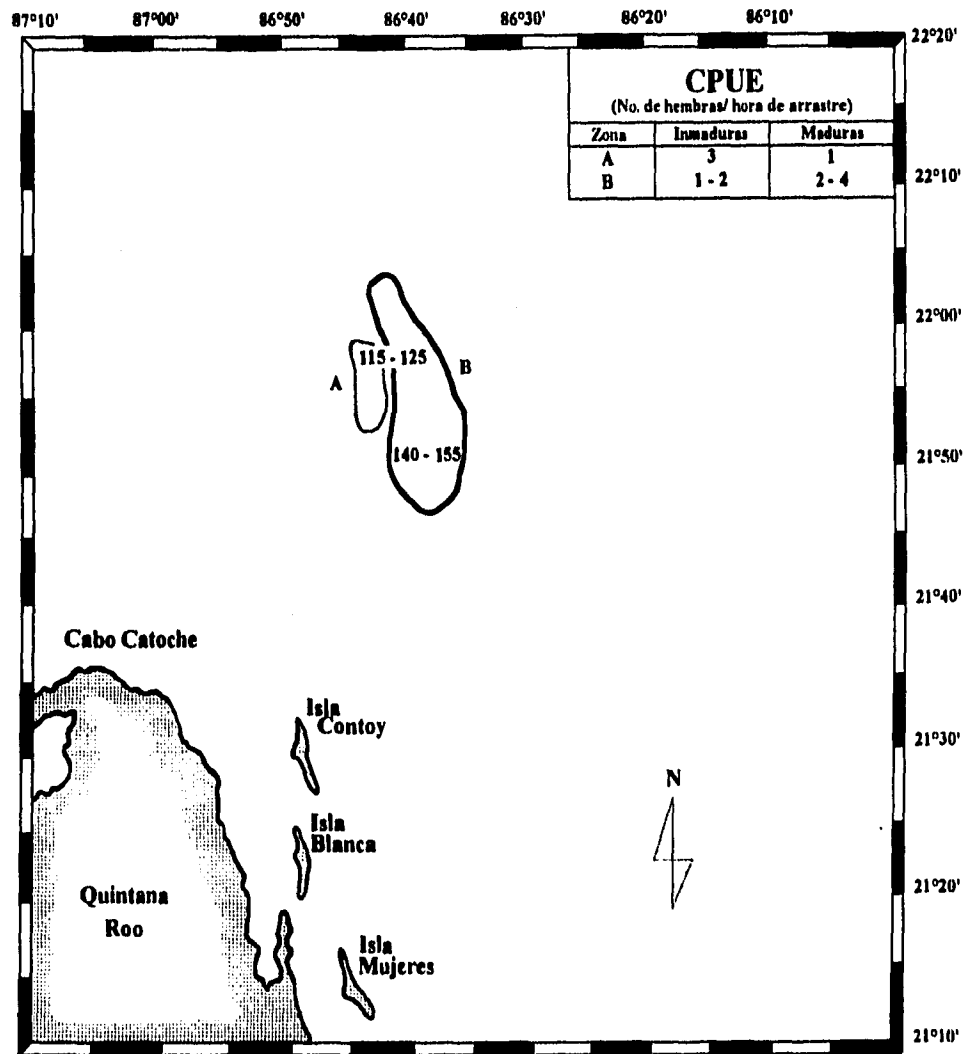


Figura 15j. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de noviembre. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50 % de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

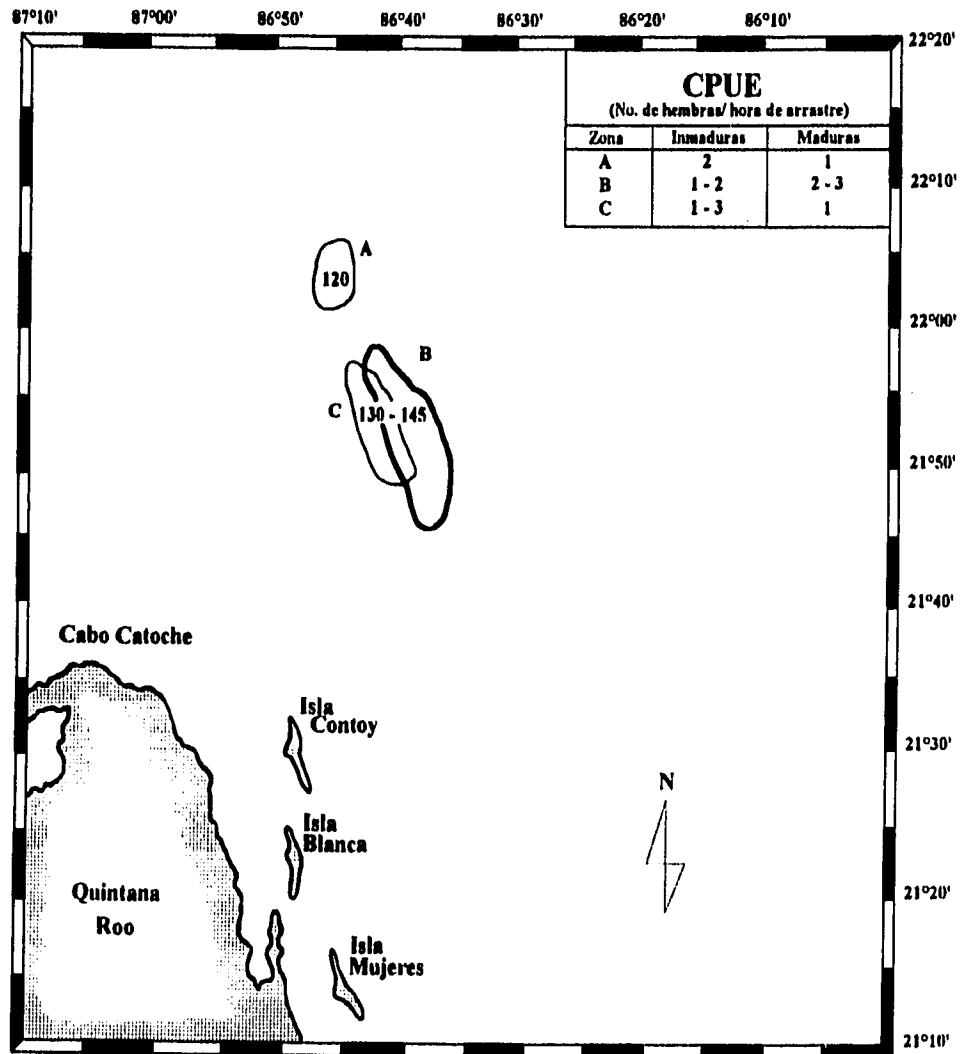


Figura 15k. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis* durante el mes de diciembre. Las áreas marcadas con línea gruesa, representan aquellas en las que se registró más del 50% de hembras maduras y las señaladas con línea delgada, corresponden a las que presentaron más del 50 % de hembras inmaduras. En el recuadro se presenta la CPUE estimada por área y por grado de madurez de hembras: inmaduras y maduras. Además, el número dentro de cada área indica el intervalo de tallas en el que se ubican las tallas medias de las hembras en los lances realizados.

## Resultados

---

registrara más del 50% de hembras maduras, por el contrario, en el resto de los meses se delimitó al menos una. En los meses de febrero a junio se obtuvo una mejor representación de la distribución de las hembras a lo largo de la zona de estudio, lo cual está relacionado con la actividad pesquera sobre la especie, es decir, se realizan capturas importantes de camarón rojo en toda el área de pesca, lo que permitió muestrear una mayor extensión. Sin embargo, para el resto de los meses los sitios de muestreo fueron más reducidos, lo cual se debe a que es la época en que se obtienen las mayores capturas del camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*) y la actividad pesquera de esta especie no se lleva a cabo en las latitudes superiores a los 22° 00' (observaciones a bordo de las embarcaciones camaroneras y comentarios de los pescadores).

Por otra parte, aún cuando en el mes de marzo no se establece una zona de hembras maduras de acuerdo al criterio definido anteriormente, los valores de las CPUE en algunas de las áreas son de los más elevados (17, 20, 28 hembras maduras/hora de arrastre) junto con los del mes de abril (13-20 hembras maduras/hora de arrastre). Las menores CPUE de hembras maduras se presentaron en los meses de septiembre, noviembre y diciembre.

Las áreas establecidas para hembras inmaduras que presentan las mayores CPUE corresponden a los meses de febrero (8-15 y 15-20 hembras inmaduras/hora de arrastre) y marzo (35, 45,52 hembras inmaduras/hora de arrastre). En el resto de los meses varían de 1-13 hembras inmaduras/ hora de arrastre.

Con respecto a las tallas medias estimadas para las diferentes zonas no se presenta un patrón claro de progresión conforme aumenta la profundidad, aunque sí se aprecia cierta tendencia, sobre todo en los meses en los que se abarcó una área mayor. Por ejemplo, cerca de las costas de Isla Contoy y a profundidades de 18 a 22 brazas, se registró el intervalo más pequeño de longitudes medias, 100-125 mm de LT, y en las áreas ubicadas hacia el NE de la isla entre 25 y 35 brazas, el intervalo de las tallas medias varió de 140 a 160 mm de LT.

## *Resultados*

---

### **-Area de desove.**

En la figura 16 se presentan las 5 grandes áreas en las cuales se registró más del 50% de hembras maduras a lo largo del año. Sin embargo, dentro de las señaladas con las letras B y C se encuentran las zonas de hembras maduras en la mayoría de los meses. Lo anterior permite proponer a dichas zonas como el área de desove principal de la población, dentro del área general de pesca, entre las coordenadas 21°40' y 22°10' N y 86°30' y 86°50' W. En la zona B, delimitada sólo para el mes de abril, existen profundidades de 25 a 40 brazas (42-67 m. aprox.) y la CPUE se estimó de 13 a 20 hembras maduras/hora de arrastre. En cuanto a la zona C, establecida para la mayor parte del año, las profundidades son de 20 a 35 brazas (33-59 m. aprox.) con una CPUE de 2 a 11 hembras maduras/hora de arrastre, lo cual varía de acuerdo al mes del año.

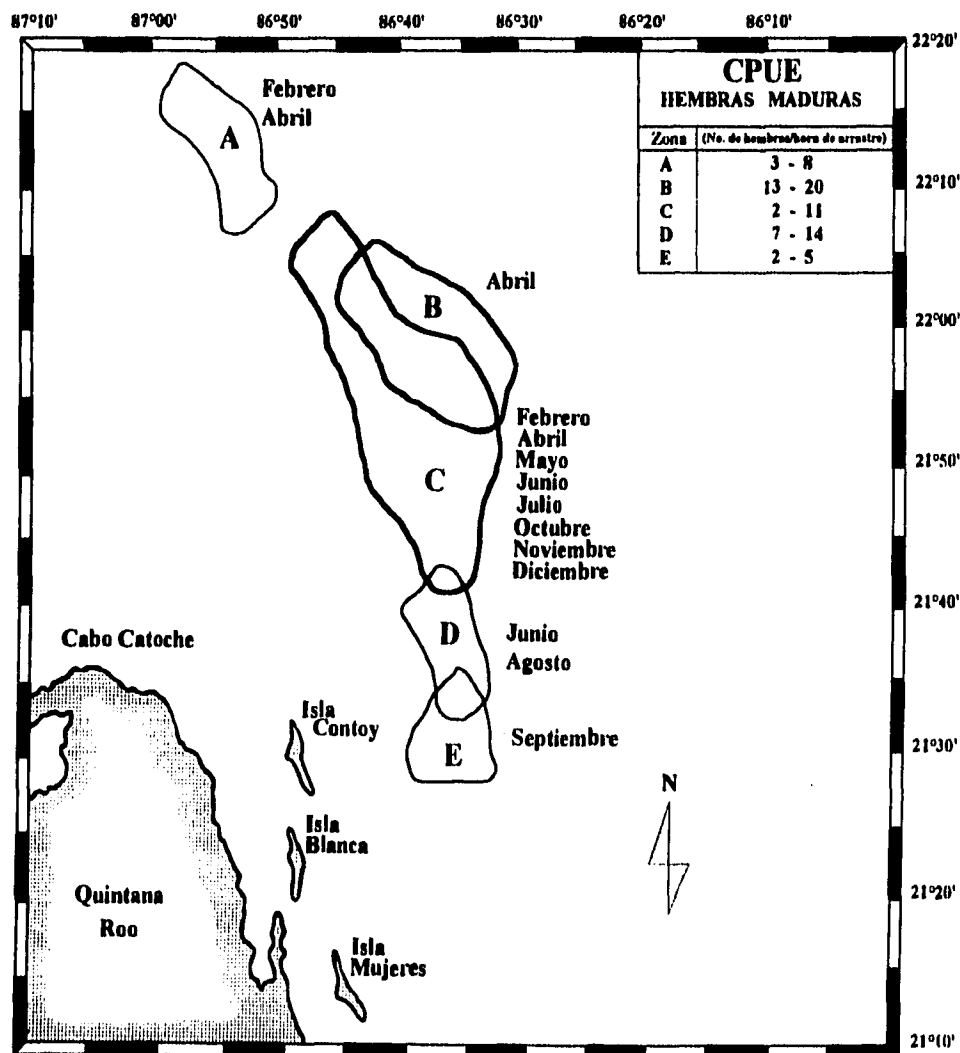


Figura 16. Ubicación de los sitios de muestreo de *Penaeus brasiliensis*, en los cuales se registró más del 50% de hembras maduras del total muestreado, de febrero a diciembre de 1993. Las áreas marcadas con línea gruesa corresponden a la zona de desove, considerando a ésta como el lugar donde siempre se presentó el mayor porcentaje de hembras maduras. En el recuadro se presenta el intervalo de valores de la CPUE estimada para cada área a lo largo del año.

---

## DISCUSION

### MADUREZ GONADAL

#### -Escala cromática.

Las características externas del ovario, tales como el color, tamaño y textura del tejido están ligadas al desarrollo y organización internos de las células germinales, por lo que se puede establecer una escala práctica para determinar el estadio de madurez de las gónadas cuando éstas se observan en estado fresco. La escala que se presenta en este trabajo, para determinar el grado de desarrollo de las hembras de *Penaeus brasiliensis*, se elaboró conjuntando las características macroscópicas y microscópicas de las gónadas para los cuatro principales estadios de madurez. Otro indicativo externo del grado de desarrollo ovárico es si la gónada puede observarse o no a través del exoesqueleto. Castille y Lawrence (1991) mencionan que una gónada inmadura (estadio I en este trabajo) no se puede distinguir a través del exoesqueleto y que incluso el diámetro de los lóbulos de la gónada es menor al del intestino; igualmente difícil de distinguir lo es una gónada desovada pues se reduce su tamaño (estadio microscópico V). A partir de lo que estos autores llaman maduración temprana (estadio II) la gónada empieza a ser más visible a través del exoesqueleto hasta ser claramente distinguible un ovario maduro (estadio IV).

Por ejemplo, si se toma el caso de una hembra que ha desovado, cuya gónada mediante la observación directa tiene una apariencia filiforme, llevaría a suponer que se encuentra en estadio I; sin embargo, su color no es translúcido sino blanquecino lo cual produce confusión en cuanto a si corresponde a una gónada en estadio II. Para establecer el grado de madurez de las hembras con dichas características, es importante considerar las observaciones microscópicas que confirmarían, para este caso, que se trata de una hembra en estadio de desarrollo gonadal II.

Otro caso de confusión puede ser el de determinar si la hembra se encuentra en estadio III o IV, ya que la gónada ocupa prácticamente toda la cavidad corporal y se aprecian variaciones del color verde. Con las observaciones de los cortes histológicos de las gónadas, se define a una hembra en estadio IV cuando la gónada presenta el color verde más intenso (lagarto 18-0629; Pantone Inc., 1984) ya que es el momento en que se desarrollan los cuerpos periféricos en las células, característica principal de dicho estadio.



La elaboración de este tipo de escalas, aún cuando pudieran tener cierto grado de subjetividad por la definición del color, son una herramienta útil en muestreos a bordo de embarcaciones, cuando se realizan estudios poblacionales para conocer el estado del recurso y su dinámica reproductiva. Otra importancia práctica del uso de la escala de colores, es saber reconocer el momento en que una hembra se encuentra madura, en el caso de coleccionar organismos reproductores del medio natural para poder ser trasladados a instalaciones donde se lleve a cabo la reproducción de los organismos con fines acuiculturales.

Además, es indispensable hacer la recomendación de que en estudios de reproducción, no sólo sea tomado en cuenta el color de la gónada sino también considerar las características macroscópicas de las mismas (tamaño y textura), ya que ofrecen mayor apoyo en la clasificación de los organismos.

#### -Tamaño celular.

El tamaño de los ovocitos en *Penaeus brasiliensis* es muy similar al que se registra para otras especies de peneidos. Se observa que el incremento del tamaño de un ovocito en estadio I al II no es substancialmente diferente. En cambio, el desarrollo de un ovocito basófilo (estadio II) a acidófilo (estadio III) es muy drástico, debido a que es en este último cuando se lleva a cabo el proceso de síntesis de proteínas. Quackenbush (1991) señala que el patrón de producción de proteínas en el 'huevo' de crustáceos se divide en dos etapas: 1) Vitelogénesis primaria, caracterizada por un pequeño incremento en el diámetro de los ovocitos, pero en proceso de desarrollar características citológicas que preparan a la célula para la síntesis de proteínas y, 2) Vitelogénesis secundaria, cuando se presenta un incremento masivo en tamaño y peso de las células y un desarrollo de precursores de gránulos corticales que cubren a un huevo fertilizado. En cambio, en la transición del estadio III al IV se observa una gran sobreposición de las frecuencias de los diámetros celulares, estas pequeñas diferencias de tamaño pueden indicar que falta poco para que el desarrollo de los ovocitos sea completo, por lo que se puede considerar a una hembra en estadio III como una hembra madura.

## PATRON REPRODUCTIVO

### - Distribución de frecuencias de longitudes.

De acuerdo a García y Le Reste (1986) y Smith (1988) en los camarones peneidos, la longitud total de los organismos que salen de las lagunas costeras para reclutarse a la población de adultos se ha registrado entre 70 y 120 mm de LT. Gracia (1989) estima que los juveniles de *Penaeus setiferus* que emigran de la Laguna de Términos hacia la Sonda de Campeche, alcanzan una longitud total promedio de 100 mm. Bielsa *et al.* (1983) ubicaron para *Penaeus duorarum* en las costas de Florida, la talla de los organismos antes de emigrar hacia mar abierto entre 95 y 100 mm de LT y una talla de 120 mm de LT para camarones totalmente reclutados a las pesquerías. Para la misma especie, pero en la Laguna de Términos, Campeche, Gracia y Soto (1990) registraron, dentro de la laguna, juveniles con una longitud total máxima de 160 mm y una longitud promedio de 39 a 82 mm de LT.

En el caso de la población de *Penaeus brasiliensis* de Contoy, la falta de información sobre las zonas de postlarvas y juveniles, y a que en las redes camaroneras se capturan organismos desde 35 mm de LT, no es fácil establecer la talla a la cual se reclutan los juveniles a la población capturable. Esto hace suponer, como lo mencionan Gracia *et al.* (en prensa), que su desarrollo lo llevan a cabo en aguas someras no protegidas y que por lo tanto están a merced de las corrientes, lo que los hace susceptibles de ser capturados por las redes de arrastre.

Por el hecho de que a lo largo del año el 95% de las capturas de camarón rojo, estuvieron constituidas por organismos con tallas de 80 a 185 mm de LT, se puede pensar que organismos a partir de los 80 mm de LT ya están reclutados a la población capturable. Un estudio más amplio con respecto al reclutamiento y distribución espacio-temporal de *Penaeus brasiliensis*, lo presentan Porras-Ruiz *et al.* (1994), quienes analizaron el patrón de surgencias en la plataforma de Yucatán propuesto por Merino (1992). Dichos autores relacionan épocas y áreas de afloramiento de nutrientes, cambios de

## Discusión

---

temperatura en el agua por inversión de masas y corrientes subsuperficiales, con las variaciones anuales de tallas y épocas de reclutamiento de los camarones, así como con la distribución espacial de las tallas de la población capturable. De manera que los consideran como factores determinantes en la dinámica de la especie en la zona de pesca de Contoy, Quintana Roo.

Es esencial que se realicen estudios tendientes a conocer las áreas de crianza, ya que los datos que se obtengan de la dinámica de postlarvas y juveniles será un aporte importante para entender todo el ciclo de vida de la especie, lo que conduciría a un mejor conocimiento del estado del recurso y por consiguiente a un manejo y explotación más adecuados.

Otro punto importante que puede indicar la distribución de frecuencias de longitudes a lo largo del año, es si se están capturando organismos muy pequeños, lo que puede tener repercusión en la dinámica reproductiva de la población. Es decir, en el caso de las hembras, las tallas que más se capturan son de hasta 140 - 150 mm de LT, lo que constituye del 60 al 85% de la captura de hembras. Si se considera la talla de reproducción masiva en 148 mm de LT y la presencia de hembras maduras a partir de los 95 mm de LT, esto significa que la mayoría de las hembras no logran reproducirse al menos una vez. En el caso de los machos y aunque no se cuenta con información de la talla a la cual alcanzan la madurez sexual, también se capturan organismos muy pequeños, aún cuando estos crecen menos que las hembras (King, 1948; Brusher *et al.*, 1972; Arreguín-Sánchez, 1981b; CICTUS, 1985; Chamberlain, 1985).

Las repercusiones biológicas inmediatas que permite señalar este tipo de información, son problemas en la recuperación de la población y así lo parecen indicar las cifras de captura por unidad de esfuerzo reportadas por Soto-Aguirre (1994) durante los últimos años. En 1980 la CPUE fue de 0.25 t/día y en 1990 declinó hasta 0.05 t/día. Este mismo autor señala una recuperación en 1991 y 1992 con una CPUE de 0.11 y 0.12 t/día respectivamente, pero en 1993 vuelve a disminuir a 0.07 t/día. En términos de producción, en los últimos años se ha observado una tendencia negativa de la captura: de 474.3 t de colas de camarón en 1985 disminuyó a 109.4 t en 1990. Para 1993, la producción presentó un aparente restablecimiento con un volumen de 345.4 t. Sin embargo, esto no significa

## Discusión

---

que se esté dando una recuperación de la población ya que el esfuerzo pesquero estimado en días de captura para ese mismo año ha sido el más alto desde 1980 (Soto, 1994). Lo anterior parece indicar que se ha superado el máximo rendimiento sostenible del recurso, lo que afecta la tasa de reproducción y en consecuencia la recuperación de la población.

### -Proporción de sexos.

El mes de abril, cuando la proporción de hembras es mayor a los machos, prácticamente 2:1, también es uno de los meses que presenta el número más alto de hembras maduras (CPUE = 8.3 hembras/hora de arrastre); así como el mes de marzo, determinado por el valor de la CPUE (8.3 hembras maduras/hora de arrastre) como parte del máximo de la época de reproducción, presentó un número de hembras mayor al de los machos (1: 0.66).

En términos generales, los meses que registraron un mayor número de hembras que de machos, están comprendidos dentro del período reproductivo -febrero a agosto- propuesto en este trabajo. Por otra parte, los meses de octubre a diciembre, que no son considerados como parte de la época de reproducción, presentaron una proporción sexual mayor para los machos a razón de 1.33-1.38 por una hembra.

Guitart y Hondares (1980) también registraron mayor número de hembras en épocas de intensa reproducción para *Penaeus duorarum* y *P. aztecus* en el Banco de Campeche. Sin embargo, Wenner (1972) menciona que las proporciones sexuales que se presentan en una población a lo largo del año, están determinadas por una serie de factores tales como tasas de crecimiento diferentes en hembras y machos, mortalidad diferencial en los sexos, mayor actividad por parte de uno de ellos, diferentes tasas de migración y diferencias en la utilización del hábitat, por lo que sugiere que las estimaciones se hagan por clases de talla y así tener más elementos que permitan plantear por qué la relación 1 : 1 que se debería esperar en la naturaleza para crustáceos marinos (Fisher, 1930 en Wenner, 1972) presenta fluctuaciones.

**-Períodos reproductivos.**

Si se considera que los porcentajes de hembras maduras (más del 50%), registrados en las muestras mensuales, indican los períodos de mayor actividad reproductiva de la población, se puede establecer que los 3 principales períodos reproductivos se observan en los meses de abril (72.3%), junio - septiembre (69.3 a 52.4%) y noviembre (66.4%), aunque hembras maduras que llevan a cabo la reproducción se pueden encontrar todo el año. De acuerdo a la tendencia de los datos, en el mes de mayo se debería observar un mayor porcentaje de hembras maduras; sin embargo, el área de pesca de la cual se obtuvo la información fue menor en relación a los meses de febrero a junio, en los que se realizaron arrastres casi en la totalidad de la zona pesquera, lo que provoca un sesgo en el muestreo pues no se cuenta con una representatividad continua del estado del recurso dentro de toda el área. De lo anterior se puede proponer que se presenta un amplio período de reproducción, que sería de abril a septiembre. En el caso del mes de noviembre, el hecho de haber registrado un alto porcentaje de hembras maduras se debe a que la mayoría de los arrastres se realizaron en una zona donde predominan las hembras maduras (ver Distribución Espacial de Hembras).

Es importante resaltar que el tamaño de muestra mensual es muy variable a lo largo del año, por lo que si se utiliza una estandarización a porcentajes se pueden obtener estimaciones erróneas para el análisis de la información. En este trabajo se empleó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como un índice de la abundancia de hembras maduras, que sirvió para sustentar la determinación de las épocas de reproducción.

La estimación de la CPUE permitió observar que, a partir de febrero la abundancia de hembras maduras aumenta (4.8 hembras/hora de arrastre) lo que señala el primer mes del amplio período de reproducción, cabe mencionar que no se cuenta con información para el mes de enero. Así mismo, en el mes de marzo la presencia de hembras maduras toma un valor importante de la CPUE, comparable con la estimada para el mes de abril y que es una de las mayores de todos los meses de muestreo (8.3 hembras/hora de arrastre en ambos casos), con lo que se puede establecer que es en estos dos meses cuando se presenta el máximo de actividad reproductiva de la población.

## Discusión

---

En los meses siguientes, de mayo a agosto, los valores de la CPUE son muy similares a los de febrero (4.6 - 5.6 hembras maduras/hora de arrastre). A partir del mes de septiembre la CPUE disminuye paulatinamente de 3.2 a 1.6 hembras maduras/hora de arrastre. En general, las estimaciones mensuales de la CPUE permitieron observar, en este trabajo, la tendencia del comportamiento reproductivo de la población, el cual se podía empezar a apreciar con los valores de porcentajes de hembras maduras.

De las consideraciones mencionadas se puede establecer que dentro de la zona de estudio y en términos de la CPUE de hembras maduras, considerada como un índice de abundancia de la población, la reproducción se lleva a cabo durante todo el año, pero es durante los meses de febrero a agosto que se presenta la mayor actividad reproductiva con un pico en marzo y abril.

De acuerdo a García y Le Reste (1986) y Smith (1988), las variaciones en la actividad reproductiva de los camarones están ligadas a las estaciones del año, presentando dos picos de reproducción. En particular, para especies que se distribuyen en aguas mexicanas, Gracia (1989) menciona que la población de *Penaeus setiferus* en la Sonda de Campeche presenta dos períodos de reproducción de magnitud variable: el primero y más importante se observa a fines de primavera y principios de verano y, un segundo período de menor intensidad en otoño. Señala también, que la amplitud de los períodos reproductivos establecidos, está influenciada por las variaciones de los factores ambientales; tal es el caso para esa zona geográfica, de la descarga de ríos que afecta en el momento mismo de la reproducción y antes de la migración de los juveniles al mar con la finalidad de reproducirse.

El haber establecido, en este trabajo, para *Penaeus brasiliensis* un sólo período de reproducción con su máximo en primavera, pudo ser una consecuencia de la influencia de factores ambientales que afectaron el segundo pico de reproducción y que no se pudo detectar con el análisis de los datos disponibles, ya que no se cuenta con información de las variaciones de los factores ambientales en la zona.

## Discusión

---

Por otra parte, se deben tomar en cuenta los movimientos migratorios que presenta una población, afectados por factores tales como alimentación, condiciones ambientales, calidad del hábitat o el desplazamiento de una especie por otra. Esto último es de particular interés en el caso de la pesquería de camarón en Quintana Roo, constituida por dos especies. Se ha observado que los mayores volúmenes de captura de *Penaeus brasiliensis*, se registran principalmente en una época del año y en la otra, se captura *Sicyonia brevirostris* obteniendo los más altos rendimientos al año de esta especie. Lo anterior se puede ver reflejado en los registros de capturas promedio durante 10 años, reportados para ambas especies por Soto-Aguirre (1994). Los mayores volúmenes de *Penaeus brasiliensis*, se presentan de marzo a julio con un promedio de 300 t/mes con la máxima producción en el mes de abril (400 t) y con otro pico de captura en octubre (250 t), en el resto del año los registros no superan las 180 t/mes. Para *Sicyonia brevirostris* la situación es inversa, es decir, de marzo a julio los volúmenes de captura son menores a las 200 t/mes, pero en los demás meses su volumen supera al de *Penaeus brasiliensis* con capturas graduales desde 250 t en agosto hasta cerca de 900 t en diciembre, para luego presentar una caída en el mes de enero a 500 t.

De acuerdo a lo anterior, el desplazamiento de *Penaeus brasiliensis* hacia otras áreas, impide que se pueda tener información sobre el estado del recurso en esa época, ya que fuera del área donde se realiza la actividad pesquera se encuentran terrenos rocosos y coralinos, con profundidades mayores a las 40 brazas (70 m aprox.), a los cuales no entran las embarcaciones para evitar la pérdida de equipos (Soto-Aguirre, 1992; Porrás-Ruiz et al., 1994); estos terrenos pueden servir como zonas de protección para los organismos maduros que pueden llegar hacia zonas más profundas para llevar a cabo la reproducción.

Con la finalidad de poder analizar los cambios que se presenten en las épocas de reproducción de la población, es recomendable que las investigaciones en este sentido se continúen, ya que lo que se pudo conocer con la realización del presente trabajo sólo permite establecer las bases para la identificación de patrones reproductivos, considerando que intervienen diversos factores en la dinámica de las poblaciones.

## Discusión

---

### -Talla de primera reproducción.

La talla de primera reproducción se estimó en 148 mm de LT, con base en la frecuencia de tallas de hembras que presentaban una coloración verde en la gónada, sin hacer distinción entre los estadios III y IV. Aunque se recomienda que se utilicen los registros de hembras totalmente maduras (estadio IV), Lhomme (1979 en Guitart 1988) sugiere que se puede considerar también a las hembras en estadio III sin producir un sesgo en la estimación, ya que mientras se desarrollan de este estadio al IV no se produce la muda y por tanto no hay crecimiento. Por otra parte, Quackenbush (1991) considera el proceso de la vitelogenénesis secundaria (síntesis de proteínas e incremento notable en el tamaño de las células) como la fase de maduración de los ovocitos o 'huevos' y es lo que correspondería a una hembra en estadio III-IV o hembra madura.

Las tallas de primera reproducción estimadas por Guitart y Hondares (1980) para las especies del Golfo de México son menores que la registrada en este trabajo para *Penaeus brasiliensis* (148 mm de LT). La talla más grande de reproducción masiva que registran, corresponde a *P. aztecus* con 122 mm de LT.

### PATRON DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE HEMBRAS.

Con respecto a las relaciones que existen entre la talla de las hembras y el grado de madurez, ambas con respecto a la profundidad, en los mapas de distribución espacial no se observa un patrón claro de progresión positivo. Sin embargo, y prácticamente para los meses de febrero a agosto, estadísticamente se pudo determinar la existencia de una correlación significativa ( $r$ ) de la talla con la profundidad y, una relación con tendencia positiva ( $\chi^2_{reg}$ ) entre el grado de madurez y la profundidad.



## Discusión

---

El único caso en que no se encontró una relación significativa del grado de madurez con la profundidad, dentro del grupo de meses citado, fue en junio ya que la mayor cantidad de hembras maduras (CPUE = 14 /hora de arrastre) se presentó en las menores profundidades de muestreo (20 brazas). Sin embargo, en el mapa de distribución espacial respectivo se observa que las hembras maduras se encontraron en toda de la zona de pesca; incluso las más altas CPUE's corresponden a hembras maduras.

Varios autores mencionan que las hembras maduras de camarón emigran hacia zonas más profundas en épocas de reproducción (Brusher *et al.*, 1972; Bielsa *et al.*, 1983; García y Le Reste, 1986; Gracia, 1992), lo cual se registró también para la población en estudio de *Penaeus brasiliensis*. Considerando que el período de reproducción, establecido en este trabajo, se presentó de febrero a agosto, coincide con la aceptación de que existe para los mismos meses una relación de la talla y del grado de madurez de las hembras con respecto a la profundidad en que se les capturó.

Teniendo en cuenta, que marzo y abril son los dos meses de mayor actividad reproductiva, las mayores correlaciones entre la talla de las hembras y la profundidad de captura se observaron para estos mismos meses (0.414 y 0.471 respectivamente). Esto es, se encontraron hembras con tallas medias entre 140 y 160 mm de LT a profundidades que varían de 25 a 40 brazas.

Si se considera que la talla de las hembras puede estar en relación con el grado de madurez que presentan, y esto se puede observar en las distribuciones de frecuencias de longitudes de hembras maduras donde éstas son mejor representadas en los intervalos de clase superiores, se tiene entonces que también para el mes de abril se estimó el valor más alto de  $r = 0.684$ , es decir, que a mayor profundidad se encuentran más hembras maduras. En el mapa de distribución espacial correspondiente, se aprecia haber obtenido una alta CPUE de hembras maduras en las zonas más profundas.

Sin embargo, no ocurre así para el mes de marzo en que además de presentar un valor pequeño de  $r (-0.09)$ , la correlación es negativa. Esto es, se encontraron pocas hembras maduras en las máximas profundidades de captura y sí un mayor número de ellas en áreas de menor profundidad. Esto se relaciona principalmente con el hecho de que es

## Discusión

---

un mes de marcado reclutamiento a la zona de pesca (Porrás-Ruiz et al., 1994), donde los organismos que emigran hacia ella pueden o no estar completamente desarrollados para llevar a cabo la reproducción. Lo anterior se observa en el mapa de distribución espacial respectivo, en el que no se determina una sola zona para hembras maduras y en el que la CPUE de hembras maduras es mayor a menores profundidades.

En el resto de los meses en que se determinó como significativas las relaciones de la talla y el grado de madurez de las hembras con respecto a la profundidad, casi todas presentaron una relación positiva. La excepción se observa para el mes de agosto donde la relación de la talla y la profundidad tiene pendiente negativa, se encontraron individuos más pequeños a mayores profundidades. Lo anterior se relaciona con el segundo período de reclutamiento de la población a la zona de pesca (Soto-Aguirre, 1992), el cual se presenta más hacia el noreste de Isla Contoy; Porrás-Ruiz et al. (1994) lo asocian con las surgencias que se presentan en el Canal de Yucatán en el verano.

En términos generales, se puede decir que se presenta una relación de las tallas y el grado de madurez de las hembras con respecto a la profundidad, especialmente en las épocas de reproducción de la población.

En el caso de los meses en que no se acepta la existencia de una relación entre las variables (septiembre - diciembre), se pudo ver afectado por el hecho de que el esfuerzo de pesca (y por consiguiente las áreas de muestreo), estuvo dirigido hacia la captura de *Sicyonia brevirostris*, especie que se encuentra con mayor abundancia a menos de 30 brazas (50 m) y a latitudes menores en la zona de pesca. Es conveniente mencionar que son los meses en que las capturas de *Penaeus brasiliensis* son las menores del año (Soto-Aguirre, 1994).

Tales variaciones anuales de las capturas se deben a que disminuye la población de *P. brasiliensis* en la zona de estudio y aumenta la de *S. brevirostris*. Desafortunadamente no se conoce qué es lo que puede estar determinando este proceso, si se deba a una alta mortalidad del camarón rojo o intervengan otros factores tales como cambios en la temperatura del agua o la calidad del ambiente que provoquen una emigración de la población. También puede ser que el comportamiento del camarón de roca para realizar su actividad reproductiva propicie un desplazamiento de *P. brasiliensis* a

## Discusión

---

otras áreas. A este respecto Brusher *et al.* (1972) mencionan que, en las costas del noreste del Golfo de México, obtuvieron las mayores capturas de *S. brevirostris* a profundidades de 27 a 64 m, compuestas por organismos con tallas promedio de 80 a 104 mm de LT. Las profundidades que citan estos autores, son similares a aquellas en que se captura esta especie en la zona de pesca de Contoy, con tallas promedio entre 100 y 115 mm de LT (Porrás-Ruiz *et al.*, 1994).

De la coexistencia de las especies, Gracia *et al.* (en prensa) mencionan, por ejemplo, que las poblaciones del Banco de Campeche de *P. duorarum*, *P. setiferus* y *P. aztecus* coexisten en el mismo hábitat pero que en la época reproductiva de cada especie, se encuentran bien delimitadas las zonas de desove para cada una de ellas. Para las mismas especies pero en su fase de postlarva, en Florida, Bielsa *et al.* (1983) registraron densidades máximas de cada especie en diferentes épocas del año dentro del mismo estero, atribuyendo las preferencias a los gradientes de salinidad, temperatura y cobertura del sustrato.

En las figuras de la distribución mensual en la zona de pesca, se pueden apreciar claramente las áreas que corresponden a hembras inmaduras y hembras maduras con base en una presencia de más del 50% del total. Esto se tomó en cuenta para plantear una probable zona de migración y reclutamiento a la pesquería, la cual se ubicaría entre los paralelos 21°30' y 21°50' N y 86°30' y 86°40' W, y en la que la mayor parte del año se encuentran hembras inmaduras con tallas promedio entre 100 y 140 mm de LT. También hay sitios en los que se registraron tallas medias dentro del intervalo mencionado, pero la menor corresponde a 120 mm de LT. Si se considera que a partir de esta talla los organismos están completamente reclutados (Bielsa *et al.*, 1983; García y Le Reste, 1986; Smith, 1988), tales sitios no serían de transición de los camarones a la pesquería, sino que forman parte de las áreas explotadas.

Por otra parte, en este estudio, las hembras con tallas promedio más bajas (100 - 125 mm de LT) se registraron en el mes de marzo en la zona mencionada anteriormente; así mismo, en septiembre se encontraron organismos con 100 - 115 mm de LT en ese mismo lugar. Lo anterior corresponde con los períodos de reclutamiento marcados por Porrás-Ruiz *et al.* (1994), el principal en febrero-marzo y otro menor en septiembre.

## Discusión

---

La distribución de las hembras maduras permitió establecer la zona de desove, considerando la presencia de más del 50% de hembras maduras a lo largo del año en el área de pesca, ésta se ubicó entre los paralelos 21°40' y 22° 10' N y los 86°30' y 86°50' W, con profundidades de 20 a 40 brazas (33 -67 m aprox.). Es posible que el área de desove se extienda hacia Longitudes menores a la establecida; se ha mencionado que una fracción de la población de *Penaeus brasiliensis* queda fuera del alcance de las redes de arrastre por lo accidentado del fondo marino, donde también las profundidades son mayores a las 40 brazas (67 m), que fue la máxima profundidad de muestreo. Gracia *et al.* (en prensa) mencionan que organismos de esta especie se encuentran hasta 275 m de profundidad. Los únicos meses en que no se encontró una mayor proporción de hembras maduras en esa área fueron en agosto y septiembre, el primer mes porque el mayor porcentaje correspondió a hembras inmaduras y en el segundo porque no se muestreó en la zona.

Es recomendable, que en estudios posteriores, ya sea sobre aspectos reproductivos o dinámica poblacional, se determinen junto con los pescadores las mismas áreas de muestreo en cada mes a lo largo de la zona de pesca; lo que permitirá analizar los cambios en la distribución de los organismos y hacer más comparables los datos de los muestreos.

---

## CONCLUSIONES

- La coloración, tamaño y textura de las gónadas de hembras de camarón están estrechamente ligadas con el desarrollo celular de los ovarios, por lo tanto la elaboración de escalas cromáticas como la que aquí se presentó, tienen validez como herramientas de uso práctico en estudios de dinámica reproductiva.
- Las distribuciones de frecuencias de longitudes, muestran que se están capturando organismos muy pequeños, lo cual puede repercutir en la recuperación de la población, como lo indican las CPUE's y las cifras de producción de los últimos años.
- La proporción de sexos se desvía de la relación 1:1, en favor de las hembras en las épocas de reproducción y de forma más notoria en los máximos de dicha época (marzo y abril)
- Las hembras de *Penaeus brasiliensis* en la zona pesquera de Contoy, se reproducen a lo largo del año, presentando un máximo en marzo y abril (primavera) en términos de la CPUE (no. de hembras maduras/hora de arrastre).
- La talla de primera reproducción de hembras (bajo el criterio del 50%) de camarón rojo se ubicó en el intervalo de tallas de 145 - 150 mm de LT.
- Existe una correlación significativa, entre las tallas de las hembras y la profundidad de captura, principalmente en el período de reproducción.
- Las hembras inmaduras y maduras se encuentran distribuidas en toda la zona de pesca, observándose una tendencia de un mayor número de hembras maduras a mayores profundidades, sobre todo en la época reproductiva.
- La población de hembras de *Penaeus brasiliensis* en el área de pesca de Contoy, desova la mayor parte del año en la zona propuesta como de desove entre las coordenadas 21° 40' y 22° 10' N y 86° 30' y 86° 50' W, con profundidades entre las 25 y 40 brazas (42 - 67 m aprox.).

---

**BIBLIOGRAFIA**

- AGUILAR-SALAZAR, F. A., F. Soto-Aguirre, A. Solis y B. Delgado (1995).** El recurso camarón en la zona norte del estado de Quintana Roo. Taller Nacional de Dinámica de Poblaciones de Camarón. I.N.P. (manuscrito) 21 p.
- ALFONSO, E., L. Ramos, E. Díaz-Iglesia, T. García y C. Rosas (1993).** Manual del II curso internacional de producción de postlarvas de camarones peneidos del Atlántico de América. UNAM. México. 132 p.
- ANONIMO (1988).** Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Pesca, México.
- ANONIMO (1993).** Diario Oficial. 10 de agosto p 41 - 49
- ARREGUIN-SANCHEZ, F. (1981a).** Diagnósis de la pesquería de camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Q. Roo. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., México 25:39-77
- ARREGUIN-SANCHEZ, F. (1981b).** Tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de las costas de Quintana Roo, México. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca y Sría. de Pesca, México. I(1):61-70.
- BARNES, R. D. (1985).** Zoología de los invertebrados. Ed. Interamericana. 3a. ed. México, 826 p.
- BATTACHARYA, G. K. y R. A. Johnson. (1977).** Statistical concepts and methods. John Willey and Sons, Inc. U.S.A. 639 p.
- BELL, T. A. y D. V. Lightner (1988).** A handbook of normal penaeid shrimp histology. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana. 107 p.
- BIELSA, L. M., W. H. Murdich y R. F. Labinsky (1983).** Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Florida) - pink shrimp. U. S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/11.17. U.S. Army Corps of Engineers, TR E6-82-4. 21 p.
- BROWN, A., Jr y D. Patlan (1974).** Color changes in the ovaries of penaeid shrimp as a determinant of their maturity. Mar. Fish. Rev. 36(7):23-26.

## Bibliografía

---

- BRUSHER**, H. A., W. C. Renfro y R. A. Neal (1972). Notes on distribution, size, and ovarian development of some penaeid shrimps in the western Gulf of México, 1961-62. *Contr. Mar. Sci.* 16: 75 - 87.
- BRUSCA**, R. C. y G. J. Brusca (1990). *Invertebrates*. Sinauer Associates, Sunderland. (18): 651-658.
- BOSCHI**, E. (1963). Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa atlántica de América del Sur. *Bol. Inst. Biol. Mar. Mar del Plata.* 3: 1-19.
- CASTILLE**, F. L. y A. L. Lawrence (1991). Reproductive studies concerning natural shrimp populations: a description of changes in the size and biochemical composition of the gonads and digestive glands in penaeid shrimp. In: *Frontiers of shrimp research. Development in aquaculture and fisheries science*. P. F. De Loach, W. J. Dougherty y M. A. Davidson (eds). Elsevier Science Publishers. B. V. Amsterdam. (22): 17-32.
- CICTUS** (1985). *El cultivo del camarón azul*. Centro de Investigación Científica y Tecnológica del Estado de Sonora. México. 126 p.
- CHAMBERLAIN**, G. W. (1985). Biology and control of shrimp reproduction. In: Chamberlain, G. W., M.G. Haby and R. J. Miget (eds.) *Texas shrimp farming reproduction*. Texas Agricultural Extension Service. Corpus Christi, Texas. pp. III:1-62
- DANIEL**, W. (1987). *Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud*. Ed. Limusa 3a. ed. México. 667 p.
- DRURY**, R. A. B. y E. A. Wallington (1980). *Carleton's Histological Technique*. Oxford University Press. Toronto. 450 p.
- EVERITT**, B. S. (1977). *The analysis of contingency tables*. Ed. Chapman and Hall. London. 128 p.
- GARCIA**, S. y L. Le Reste (1986). Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones penaeidos costeros. *FAO. Doc. Téc. Pesca*, (203):180 p.

## Bibliografía

---

- GRACIA, A.** (1989). Ecología y pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. Tesis Doctoral, Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. de México. 127 p.
- GRACIA, A.** (1992). Explotación y manejo del recurso camarón. Ciencia y Desarrollo. México. 18 (106):82-95
- GRACIA, A. y L. Soto** (1990). Populations study of the penaeid shrimp of Terminos Lagoon, Campeche, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 17(2): 241-255.
- GRACIA, A., A. R. Vázquez-Bader, F. Arreguín-Sánchez, L. Schultz-Ruíz y J. Sánchez-Chávez** (en prensa). Ecología de camarones peneidos del Golfo de México. en: Análisis de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. (eds.) D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez. EPOMEX, Serie Científica 7 Univ. Autón. de Campeche.
- GUITART, B. y M. Quintana** (1978). Estadíos de maduración gonadal en las especies importantes del género *Penaeus* en el Banco de Campeche. Rev. Cub. Inv. Pesq. 3(1):82-126.
- GUITART, B. y A. Hondares** (1980). Crustáceos. Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(3):100 p.
- GUITART, B., E. Gonzáles, R. Reyes e I. Fraga** (1988). Características de la reproducción de los camarones comerciales de aguas cubanas. Rev. Cub. Inv. Pesq. 13(3-4):1-45 .
- KING, J.** (1948). A study of reproductive organs of the common marine shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus) Biol. Bull. 94:244-262.
- LEVI, D. y M. Vacchi** (1988). Macroscopic scale for simple and rapid determination of sexual maturity in *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1826) (Decapoda:Penaeidae). Journal of Crustacean Biology, 8(4) 532-538.
- LYNN, J. W., M. C. Pillai, P. S. Glas y J. D. Green** (1991). Comparative morphology and physiology of egg activation in selected Penaeoidea. In: Frontiers of shrimp research. Development in aquaculture and fisheries science. P. F. De Loach, W. J. Doughert and M. A. Davidson (eds). Elsevier Science Publishers. B. V. Amsterdam. (22): 47-64.



*Bibliografía*

---

- MENDENHALL**, W., R. L. Scheaffer y D. D. Wackerly (1986). Estadística matemática con aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamérica. 751 p.
- MENDEZ**, I., D. Namihira, L. Moreno y C. Sosa (1984). El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. Ed. Trillas. 210 p.
- PANTONE INC.** (1984). Pantone Profesional Color System. New Jersey. USA.
- PORRAS-RUIZ**, R., F. A. Aguilar-Salazar y F. Arreguín-Sánchez (1994). Localización de las áreas de captura comercial del camarón rosado (*Penaeus brasiliensis*) y roca (*Sicyonia brevirostris*) en la zona de Contoy, Quintana Roo. FES Zaragoza, UNAM.; CRIP Puerto Morelos, Q. Roo, INP. SEPESCA.; EPOMEX, UAC. Informe de Investigación. 52 p.
- QUACKENBUSH**, L. S. (1991). Regulation of vitellogenesis in penaeid shrimp. In: Frontiers of shrimp research. Development in aquaculture and fisheries science. P. F. De Loach, W. J. Doughert and M. A. Davidson (eds). Elsevier Science Publishers. B. V. Amsterdam. (22): 125-140.
- RAMOS**, L. y E. Torras (1986). Histología del ovario maduro del camarón rosado *Penaeus notialis* con ablación de los pedúnculos oculares. Rev. Inv. Mar. Cuba, Vol. VII, No. 2:53-61.
- RUIZ-DURA**, M. F. (1985a). El ciclo biológico de los camarones peneidos. Técnica Pesquera. México. (208):12-15
- RUIZ-DURA**, M. F. (1985b). Aspectos reproductivos de los camarones peneidos. Técnica Pesquera. México. (208):21-24
- SILVA NETO**, G. L. Da, J. F. Cruz, Da y A. C. Araujo (1982). Proceso productivo de pós-larvas de camaroes Penaeideos. EMPARN. Boletim Técnico, 11. Brasil. 89 p.
- SMITH**, K. (1988) Grado de conocimiento del recurso camarón en el Golfo de México. Una perspectiva en la ocasión del XXV aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. En: Los recursos pesqueros del país. SEPESCA-INP. México. pp. 399-420.
- SOTO-AGUIRRE**, F. M. (1992) Pesquerías de camarón. Informe Técnico. Centro Regional de Investigación Pesquera en Puerto Morelos. Inst. Nal. Pesca, México.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Bibliografía**

---

**SOTO-AGUIRRE, F. M. (1994)** Fundamentos para una proposición de veda. Informe de Investigación. Centro Regional de Investigación Pesquera en Puerto Morelos. Inst. Nal. Pesca, México.

**STEEL, R. y J. Torrie (1988)**. Bioestadística. Principios y procedimientos. Ed. Mc Graw Hill. 622 p.

**WENNER, A. M. (1972)**. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. Amer. Natur. 106 (949):321-350

**ZAR, T. H. (1974)**. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs. N. J. 718 p.