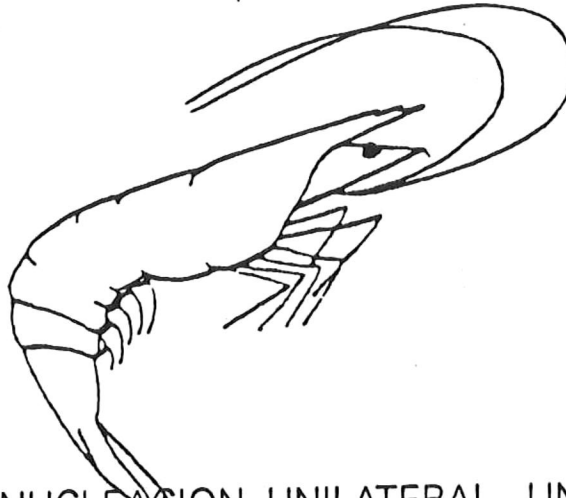


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



EFFECTOS DE LA ENUCLEACION UNILATERAL, UN FOTOPERIODO
Y UNA INTENSIDAD LUMINOSA EN LA MADURACION GONADAL
DE HEMBRAS ADULTAS DE CAMARON CAFE.

Penaeus californiensis (Holmes).



T E S I S

Que Para Obtener El Titulo de:

O C E A N O L O G O

Presenta

MARCELINO FLORES VALDEZ.

Ensenada, B.C., Marzo de 1992.

EFFECTO DE LA ENUCLEACION UNILATERAL, UN FOTOPERIODO Y UNA
INTENSIDAD LUMINOSA EN LA MADURACION GONADAL DE HEMBRAS
ADULTAS DE CAMARON CAFE Penaeus californiensis (HOLMES).

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O
PRESENTA
MARCELINO FLORES VALDEZ

APROBADA POR:


PRESIDENTE DEL JURADO
OC. VICTOR GENDROP FUNES

SINODAL PROPIETARIO


OC. ARTURO SIQUEIROS

SINODAL PROPIETARIO


DR. JORGE DE LA ROSA VELEZ

LARGA Y LENTA LA ESPERA

COMO UN BLUES....

BETSY PECANINS.

RESUMEN

Cuarenta hembras y cuarenta machos de camarón café Penaeus californiensis son inducidos a la maduración gonadal, desoves y eclosión en condiciones de laboratorio; dividiendo a las hembras en dos grupos mantenidos bajo condiciones controladas. Se utilizaron como inductores de maduración, la enucleación unilateral y un fotoperíodo e intensidad luminosa.

Se identifican los diferentes estadios del ciclo de muda así como su duración para elegir el tiempo correcto de la operación durante la intermuda. Por otra parte se observa un incremento del ciclo de muda en el grupo enucleado, después, de la enucleación (5 ± 1 día) y un periodo de latencia de 3 a 11 días, después de la operación. Un total de 47 desoves son colectados a lo largo de 60 días de experimentación, de los cuales el 75% pertenece al grupo experimental, con un promedio de 2 desoves/hembra/ciclo de muda; y 25% al control; obteniéndose promedios de fertilidad por desove de 95.47 ± 3.32 % y 93.68 ± 8.09 % respectivamente. Los desoves sucesivos por ciclo de muda en el grupo enucleado tienen un decremento en el número de óvulos de el segundo desove, pero no en el porcentaje de fertilidad y eclosión.

El incremento de la demanda energética del grupo enucleado, dados sus repetidos sucesos de maduración y desove, pudieran ser la causa principal de este decremento en el número de óvulos; no obstante el promedio de eclosión por desove no cambia a lo largo de los 60 días de experimentación.

DEDICATORIA

A MI COMPAÑERA, ESPOSA, AMANTE Y
SOBRE TODO AMIGA
DIANA

A ERICK
POR QUE TODO ESTO NO ES PARA DARLE
LO QUE NECESITA.....
.....SINO POR QUE ES NECESARIO PARA MI

A MIS PADRES PAULINA Y MARCELINO
POR QUE NUNCA INTERFIRIERON Y CON ELLO
PUDE LLEGAR HASTA AQUI

A MIS HERMANOS ELEN, PEDRO Y RAFAEL
POR TODO EL APOYO QUE ME DIERON SIN SABERLO

AGRADECIMIENTOS

Durante la elaboración de cualquier trabajo intervienen un gran número de personas. Esta tesis, en especial, ha sido el resultado de la valiosa colaboración de amigos y maestros. A todos ellos MIL GRACIAS.

Quiero dar un especial agradecimiento a mis suegros (aunque usted, no lo crea!) Sara y Alejo, por su gran apoyo, confianza y sobre todo solidaridad para conmigo y mi familia, ya que sin ella no hubiese sido posible la realización de éste trabajo.

A mis amigos Diego y Octavio por el excelente trabajo fotográfico incluido en ésta tesis. Y al Dr. Jorge de la Rosa y al OC. Arturo Siqueiros por sus oportunos comentarios y sugerencias.

A mi director de tesis OC. Victor Gendrop Funes por darme la oportunidad de asumir las decisiones y, como dice Silvio Rodríguez: "por los becados que nunca tuve".

Al Instituto de Invetigaciones Oceanológicas de la UABC, por facilitarme sus instalaciones para la realización del experimento y al CICESE por facilitar su equipo de fotografía.

Al público en general

GRACIAS

INDICE

RESUMEN.....	2
LISTA DE TABLAS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	4
1 INTRODUCCION	5
2 PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO.....	13
3 MATERIALES Y METODOS	
3.1 Material biológico.....	14
3.2 Maduración.....	15
3.2.1 Características Generales.....	15
3.2.2 Parámetros fisicoquímicos.....	15
3.2.3 Intensidad luminosa.....	16
3.2.4 Fotoperíodo.....	16
3.2.5 Alimentación.....	16
3.3 Ciclo de muda.....	17
3.4 Enucleación.....	18
3.5 Transferencia de hembras grávidas.....	18
3.6 Desoves.....	19
3.7 Tratamiento estadístico.....	20
4 RESULTADOS	
4.1 Monitoreo del agua de mar.....	21
4.2 Características de los organismos.....	21
4.3 Ciclo de muda.....	23
4.3.1 Estadios de el ciclo de muda.....	24

4.4	Maduración y desove.....	24
4.5	Rendimiento y eclosión.....	26
4.6	Sobrevivencia.....	29
5	DISCUSION.....	32
6	CONCLUSIONES.....	38
7	LITERATURA CITADA.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relación peso-longitud de los reproductores de ambos grupos.....	22
Figura 2. Identificación de los estadios de el ciclo de muda de <u>P.californiensis</u>	25
Figura 3. Número de óvulos acumulativos de los grupos experimental y testigo.....	28
Figura 4. Rendimiento y eclosión entre los grupos.....	32

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Desove y reproducción de óvulos de reproductores de <u>P. californiensis</u>	22
Tabla II Duración de el ciclo de muda en sus diferentes estadios para <u>P. californiensis</u>	27
Tabla III. ANOVA I del número de desoves/hembra/ciclo de muda para <u>P. californiensis</u>	27
Tabla IV. Secuencia de los desoves por ciclo de muda en el grupo enucleado.....	28

1 INTRODUCCION

Actualmente el cultivo de los peneidos se ha incrementado notablemente; en 1990 la producción mundial de camarón cultivado fue de 633,000 tons. métricas, 25 % de la producción total mundial (Rosemberry, 1991).

A lo largo de las costas mexicanas se distribuyen un millón y medio de hectáreas de lagunas litorales, bahías someras y zonas estuarinas, de las cuales un alto porcentaje resulta apto para desarrollos acuaculturales. Para Baja California, las opciones se amplían en un marco de desarrollo económico idóneo para esta actividad; pero una gran desventaja para ello es que las condiciones climáticas no son las propicias. De ahí que se haga necesario el desarrollo de investigaciones con el fin de encontrar especies adecuadas para el cultivo de acuerdo a la zona.

Uno de los principales problemas dentro del cultivo de peneidos en escala comercial, es la disponibilidad de postlarvas durante todo el año.

En México, la mayoría de las granjas obtienen sus postlarvas del medio, lo que está limitado a las épocas de reproducción de los organismos, además de acarrear serios problemas a la ecología del lugar y afectar al reclutamiento de larvas para la pesquería de dicha especie

(Betancourt, 1989)

La solución alternativa a dicho problema es la obtención de hembras grávidas bajo condiciones de laboratorio, lo que implica una serie de trabajos experimentales que proporcionen una biotecnia adecuada a dicho fin, que tengan además como principal objetivo, abaratar costos en cuanto a la obtención de postlarvas.

La obtención de hembras grávidas bajo condiciones de laboratorio ha sido estudiada por Brown (1980), que induce a la maduración por enucleación unilateral a P. dourarum, y Emmerson (1980) que induce también a la maduración a P. indicus en condiciones controladas.

La fase de maduración se inicia al seleccionar a los reproductores de especies con gran potencial para esta actividad. Un factor importante que debe ser considerado en la obtención de los adultos reproductores para su posterior maduración, es la longevidad de los mismos, ya que se ha encontrado que para la maduración de P. stylirostris el intervalo de edad óptimo es de seis a nueve meses, con pesos promedio de 60 g para las hembras y 50 g para los machos (Ottogalli et al. 1988). Los procedimientos, en forma general, se basan en el mantenimiento de los organismos en condiciones similares al medio, dentro del laboratorio.

El camarón café Penaeus californiensis (Holmes) figura

como un especie de gran importancia dentro de la pesquería de alta mar, en los litorales del Pacífico Mexicano. Su distribución se extiende desde las costas de la Bahía de San Francisco, U.S.A., hasta las costas del Perú (Casillas et al., 1991). En México, el camarón café se explota principalmente en el Golfo de California donde, para 1979, se obtenía el 50% de la captura de peneidos (Chávez, 1979).

Por otra parte, se ha encontrado que su época de reproducción abarca casi todo el año (García, 1976), y entra al potencial biótico a partir de los 105 mm. lo que la hace una especie atractiva dentro de la acuacultura.

Este peneido es una especie de características marinas, que posee la ventaja de tener télico cerrado; esto es, mantiene el espermatóforo dentro del télico, protegiéndolo de la manipulación y asegurando la fecundación.

En condiciones de laboratorio se han obtenido hembras maduras y huevos viables entre 22 y 24 grados centígrados (Moore et al., 1974; Infante et al., 1974; Villavicencio, 1976). Sin embargo, la maduración sexual ha sido poco estudiada.

Panouse, en 1943, fue el primero en reconocer que al extraer el complejo glandular órgano-X por medio de la ablación del ojo, frecuentemente resulta en la llamada hipertrofia prematura o gonadal no estacionaria

(Chamberlain et al., 1985). Esto es, se induce a la maduración gonadal de los organismos aun cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas para ello. Este efecto ha sido atribuido a la extracción de la glándula que produce la hormona inhibitoria de la gónada (HIG), la cual no es específica del sexo ni de las especies.

Se presume que la HIG inhibe la salida de la hormona estimulante gonadal (HEG) del cerebro y ganglio torácico, la cual se cree que estimula la vitelogénesis secundaria en las hembras (Chamberlain et al., 1985).

El complejo glandular del órgano-X ha sido implicado en el control hormonal de numerosos procesos, incluyendo el metabolismo del calcio, la respiración, reproducción, la osmorregulación y el ciclo de muda (Chamberlain et al., 1985).

En cuanto al ciclo de muda, la influencia del complejo glandular órgano-X radica en la liberación de una hormona inhibidora de la muda (HIM) la cual se transforma en la B-ecdisona, hormona más activa de la muda, pero que también puede estimular a la mitosis de las células gonadales y la vitelogénesis (Adiyodi y Subramoniam, 1983; citado en Chamberlain et al., 1985).

Las hormonas HIM y HIG son coordinadas en forma recíproca para evitar que ocurran de manera simultánea; de

lo contrario la energía demandada sería insuficiente.

El efecto estimulante de la enucleación ocular en la reproducción, figura dentro de las técnicas más aplicadas para lograr la maduración. Dicha operación no se utilizó sino hasta 1971, cuando se encontró que la ablación bilateral estimulaba de una manera muy rápida la maduración ovárica. Pero las hembras sometidas a la operación registraban un alto índice de mortalidad y los óvulos eran usualmente reabsorbidos (Caillouet, 1972; Duronslet et al., 1975). Posteriormente se probó la enucleación unilateral, que es la que provee un estímulo moderado para la maduración (Aquacop, 1975; Arnstein y Beard, 1975; Wear y Santiago, 1976; Sadaharu y Primavera, 1987).

Dentro del ciclo de muda, cuando la ablación es realizada durante la premuda, produce muda. Las ablaciones aplicadas inmediatamente durante la intermuda, producen maduración y aplicadas en la postmuda producen la muerte. (Aquacop, 1977; citado en Chamberlain et al., 1985).

La ablación ocular ha sido ejecutada con una variedad de métodos incluyendo el corte con tijeras (Callinouet, 1972), cauterización (Duronslet et al., 1975), enucleación (Primavera, 1978) y ligamiento (Schade y Shivers, 1980; citado en Chamberlain et al., 1985). Cada uno ha sido efectivo en remover y destruir el complejo órgano-X, pero la enucleación tiene la ventaja de su simplicidad y una

coagulación rápida de la hemolinfa del pedúnculo ocular.

Primavera (1985) hace la diferenciación de términos, definiendo a la ablación como la extirpación de una parte del pedúnculo del ojo, mientras que la enucleación evita la extirpación a partir de una incisión en la cápsula ocular por donde se expulsa el material neurosecretor al exprimir el pedúnculo. Por otra parte, divide a los peneidos cultivables en dos grandes grupos según la dificultad para la crianza: a) los que requieren ablación para madurar, p.ej; P. aztecus, P. dorarum, P. monodon y P. orientalis y b) los que no necesitan ablación para madurar, p.ej; P. californiensis, P. japonicus, P. indicus y P. merguensis; sin embargo, la información confiable que existe con respecto a P. californiensis es insuficiente para aseverarlo.

Han sido muchos los estudios del efecto de la ablación en camarones peneidos. Para P. californiensis, Villavicencio (1976) prueba la ablación bilateral, con resultados de maduración parcial del 64.28% y una sobrevivencia del 70%, con organismos que estaban bajo el efecto de un sedante químico. Este autor propone a este peneido como una especie con potencial de maduración en condiciones de laboratorio.

Los desoves obtenidos con este peneido son de características silvestres; es decir, se obtienen hembras ovígeras del medio en épocas de reproducción y se hacen

desovar en laboratorio (Moore et al., 1974; Infante, et al., 1974; Villavicencio, 1976; Kitani, 1984).

El hecho de madurar hembras en el laboratorio, eliminaría la dependencia a la que se está sujeto con la obtención de los reproductores de acuerdo a sus épocas reproductivas, o factores ambientales que pudiesen influir en dicha obtención. Con esto P. californiensis surgiría como una opción más en el cultivo de camarón, puesto que se ha demostrado que este peneido, cultivado en jaulas, ha logrado tasas de crecimiento superiores a las de P. stylirostris y P. vannamei a temperaturas inferiores a los 20°C y salinidades superiores a las 38‰. (Casillas et al., 1991), lo que implica que esta especie se puede aprovechar en zonas templadas o épocas de invierno.

El efecto de la enucleación, el fotoperíodo y la intensidad luminosa en condiciones de laboratorio en esta especie, se desconoce. No existen todavía estudios de la descripción y duración del ciclo de muda, necesarios para establecer el tiempo de la enucleación (si es que esta es necesaria para la maduración).

Villavicencio (1976) prueba la ablación bilateral en el camarón café P. californiensis y obtiene resultados de mortalidad, como principal punto de su investigación; información valiosa pero insuficiente en cuanto a la práctica de la enucleación como un método de maduración.

Toda esta falta de estudios con respecto a la respuesta del camarón café a dichas técnicas de maduración impide hasta el momento manipular los ciclos reproductivos en laboratorio y evaluar a este peneido como una especie susceptible a cultivo en escalas comerciales.

La etapa de crecimiento durante la engorda, está siendo estudiada detenidamente (Casillas, comunicación personal) por lo que la parte crítica, en cuanto al crecimiento se refiere, puede ser superada y salvarse así el impedimento por el cual los cultivadores no la contemplan como una opción más dentro de la acuacultura; sin embargo, la investigación de la fase de maduración en esta especie, apenas inicia. Por ello, estudios como éste pretenden generar la información de un aspecto de la maduración gonadal, como parte preliminar de una serie de trabajos necesarios, para conocer y evaluar la reproducción en cautiverio del camarón café Penaeus californiensis.

2 OBJETIVO

Evaluar el efecto de la enucleación unilateral, un fotoperíodo y una intensidad luminosa en la maduración gonadal, en hembras adultas del camarón café Penaeus californiensis .

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Material Biológico

Los organismos utilizados para este experimento, fueron colectados por medio de arrastres de su medio natural, en la Bahía de Todos Santos. Dichos arrastres no excedieron de 15 min. por cada uno, a una velocidad de 9 nudos, con el fin de evitar el daño de los organismos así como su posible escape. Posteriormente se transportaron en hieleras de 30 l de capacidad, con un recambio de agua al 100% antes de iniciar el traslado a las instalaciones del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC.

Antes de iniciar el experimento los organismos fueron medidos y pesados de forma individual, y se distribuyeron en los estanques con una densidad de 5 organismos/m², bajo una proporción de sexos de 1 macho a 1 hembra (1:1). Todos los organismos se marcaron con un anillo plástico en el pedúnculo ocular y una marca en el cefalotórax, para la identificación y definición del ciclo de muda. Se formaron tres grupos homogéneos al azar, entre los cuales se establecieron el grupo control (20 hembras), el experimental o enucleado (20 hembras), y el de los machos (40 organismos). A cada grupo se le asignó un código de color para su posterior identificación.

Una vez colocados los organismos en los estanques de maduración, se dejó pasar un tiempo de aclimatación con una

duración de 16 días. Lo anterior con el fin de establecer el tiempo de muda de cada individuo, así como sus diferentes estadios, para posteriormente enuclear a los reproductores del grupo experimental, durante la fase de intermuda.

Así, ambos grupos fueron sometidos a la intensidad luminosa y el fotoperíodo, y sólo a uno de ellos se le aplicó la enucleación.

3.2 Maduración

3.2.1 Características generales.

Para el mantenimiento de los organismos se utilizaron tanques circulares de 5000 l con sistemas de flujo abierto, con un recambio diario del 200%. Los tanques de 3.5 m de diámetro y 0.74 m de altura, se cubrieron con polietileno negro, con el objeto de evitar la pérdida de organismos, ayudar a la conservación de la temperatura y mantener un mejor control de la incidencia de luz (Betancourt, 1989).

3.2.2 Parámetros fisicoquímicos.

Se hicieron mediciones periódicas de S%, oxígeno disuelto, temperatura y pH, con el propósito de llevar un registro de éstos y lograr mantener los óptimos requeridos: S%.:34 ppm; temperatura: $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$; pH: 7.5-8.5 y oxígeno disuelto con un nivel de saturación de 7.5-8.5 mg/l (Primavera, 1985).

3.2.3 Intensidad luminosa.

La intensidad luminosa de trabajo fue de $0.6 \mu \text{Es/m}^2\text{s}^{-1}$ necesaria para el proceso de maduración (Chamberlain y Lumare, 1981). Para ello se utilizaron tubos de luz fluorescente de 40 watts, color azul, en cada estanque, rodeados de una malla de mosquitero para obtener la intensidad requerida (Betancourt, 1989). La calibración de dicha intensidad se logró con ayuda de un fotómetro modelo QSL-100, además de verificarse periódicamente.

3.2.3 Fotoperíodo.

La determinación del fotoperíodo se hizo de acuerdo a las especificaciones de Primavera (1985), para especies de tético cerrado, que es de 14.00 h día y 10.00 h noche.

3.2.4 Alimentación.

La dieta de los organismos estuvo compuesta por una combinación de alimento peletizado y calamar congelado, proporcionadas en cuatro raciones diarias. Lo anterior con el propósito de proveer a los organismos de los requerimientos nutricionales favorables para la maduración (Aquacop, 1975; Aquacop, 1979; Brown et al., 1980; Emerson, 1980; Chamberlain et al., 1985). La ración del alimento fue del 10% de la biomasa total de los camarones de cada estanque, del cual el 70% fue de calamar fresco y el 30% de alimento peletizado.

3.3 Ciclo de muda

Para la determinación de los estadios del ciclo de muda se utilizó el método propuesto por Robertson et al. (1987) para P. stylirostris y P. setiferus, que consiste en la observación bajo el microscópio de disección (magnificación 10-70X), de las bases setales de los urópodos en organismos vivos para detectar: a) La presencia o ausencia de la matriz celular en las bases de las setas y b) el grado de separación epidermal junto con el grado de desarrollo de nuevas setas.

Se hicieron además comparaciones entre hembras enucleadas e intactas para evaluar el efecto de la enucleación durante el tiempo del ciclo de muda, y se observaron 10 machos mantenidos por separado para tratar de minimizar la tensión fisiológica provocada por la manipulación.

A lo largo de las observaciones se tomaron fotografías microscópicas de los urópodos en cada uno de los estadios del ciclo de muda, con ayuda de un microscópio de disección (magnificación 10-50X), con una película Kodak tipo "Technical Pan" ISO-400 en blanco y negro.

Cabe señalar que esta especie copula después de cada muda, característica de especies de télico cerrado (Chamberlain et al., 1985), por lo que la identificación del ciclo de muda se hace necesaria para realizar las

operaciones que estuvieron sujetas a las condiciones de cada organismo.

3.4 Enucleación

Para la elección del tiempo de enucleación, se siguieron los procedimientos recomendados por Primavera (1978), Chamberlain et al. (1985), y Aquacop (1979) de operar durante la fase intermuda, una vez identificada ésta. Asimismo, los organismos se mantuvieron a una temperatura de 19-20°C durante 24 hrs, antes y después de la operación. Lo anterior con el propósito de reducir el metabolismo del organismo y obtener el mínimo de mortalidad por la operación (Callinouet, 1972).

3.5 Transferencia de hembras grávidas

Los estanques se revisaron diariamente de las 18:00 a las 20:00 h. para detectar a las hembras maduras y observar su desarrollo gonádico con ayuda de una lámpara de mano, según los criterios de García (1976) y CICTUS (1983).

Una vez maduras las hembras, con un desarrollo ovárico en fase IV, se trasladaron a estanques cónicos de fibra de vidrio de 180 l de capacidad, con agua de mar filtrada (10 micras) e irradiada con luz U.V., a una temperatura de 24°C $\pm$ 0.5 y en total oscuridad. Por otra parte, se hicieron seguimientos de hembras que desovaron parcialmente, para determinar si habían desoves posteriores, así como su estadio en el ciclo de muda.

3.6 Desoves

Las hembras que fueron transferidas a los estanques de desove se revisaron al otro día, (alrededor de las 9:00 h), para detectar si el desove ocurrió. Cuando hubo desoves, estos se hicieron pasar por tamices de 300 micras, para retener el cuerpo graso que acompaña a los huevos y de 100 micras para la retención de los huevos. Después, se colocaron en recipientes de 2 litros, se homogeneizaron y obtuvieron 5 alícuotas con ayuda de una pipeta automática graduada a 1 ml, para cuantificar el número de óvulos y el porcentaje de fertilidad mediante la expresión:

$$\text{Porcentaje de FERTILIDAD} = \text{No. de HF.} / \text{No. de HT} \times 100$$

Donde HF = Huevos fertilizados

HT = Huevos totales

Posteriormente, para la eclosión se colocaron los óvulos en cubetas de 15 l con agua filtrada (10 micras) e irradiada con luz U.V. a una temperatura de 24 ± 0.5 grados centígrados.

Pasadas 36 h después del desove, se colectaron los nauplios y se concentraron en la superficie de la cubeta mediante una luz emitida por una lámpara de mano, se sifonearon suavemente a tamices de 102 micras, y se transfirieron a los recipientes de 2 l, donde se efectuó la rutina de conteo. Se estableció el porcentaje de eclosión de manera similar:

$$\% \text{ ECLOSION} = \text{No. NAUPLIOS} / \text{No. HUEVOS FERT.} \times 100$$

Estos dos porcentajes de evaluación se utilizaron como los principales indicadores de maduración entre los grupos experimental y testigo. Sin embargo, se cuantificaron macroscópicamente los niveles de maduración gonadal de cada hembra, mediante el criterio de Olguín (1968), el número de desoves por ciclo de muda por hembra, así como el tiempo de muda de cada grupo durante la experimentación.

3.7 Tratamiento estadístico

A los datos de peso, número de desoves, porcentaje de fertilidad, eclosión y tiempo de muda se les aplicó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov. Por otra parte, se comparó la homogeneidad de varianza de cada grupo de datos mediante la prueba de Bartlett, y se hizo análisis de varianza de una vía (ANOVA I). Todo ello con ayuda del programa de análisis estadístico STATGRAFICS ver. 4.0 (1989). Además, se hicieron correlaciones del peso y la longitud para tratar de determinar la edad de los organismos durante la época de recolección, según los criterios de Luna (1987) y Rodríguez (1976) para P. californiensis de la Bahía de Todos Santos.

4 RESULTADOS

4.1 Monitoreo del agua de mar

A lo largo del experimento, los registros de los parámetros fisicoquímicos se mostraron constantes durante la mayor parte de la prueba. La temperatura se conservó en $24^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, como mínimo y $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ como máximo, con sólo periodos de descenso aislados durante el restablecimiento del combustible en la caldera. El oxígeno disuelto se mantuvo con valores de 5.5 ± 0.5 ppm. El pH fue de 7.9 ± 0.5 , y la salinidad de 33 a 34 ‰. Por otra parte, la tasa de renovación diaria del agua y la constante limpieza de los residuos de alimento, permite considerar que las condiciones de mantenimiento de los organismos fueron los óptimos.

4.2 Características de los organismos

Los pesos registrados para ambos grupos fueron en promedio 44.98 ± 6.09 g para el grupo experimental, y 41.67 ± 9.93 g para el grupo control, con longitudes promedio de 175.61 ± 7.73 mm y 168.41 ± 12.87 mm, respectivamente (Tabla I). Las correlaciones de peso-longitud hechas para ambos grupos, arrojaron valores de pendientes menores a uno, y coeficientes de correlación de 0.74 y 0.92. Estas correlaciones señalaron que la muestra tiene una edad aproximada de 10 meses de edad, según los criterios de dos autores: Luna (1987), que reporta animales, colectados en

Tabla I. Valores obtenidos durante el experimento de maduración gonadal en *Penaeus californiensis*

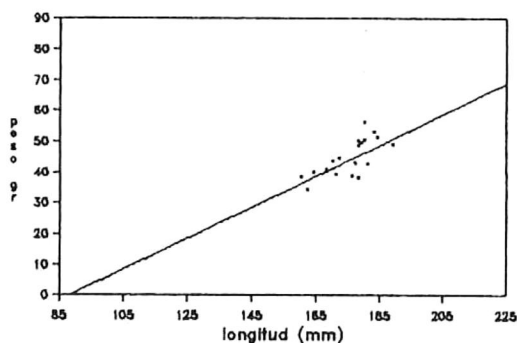
	ENUCLEADOS	CONTROLES	P
a PESO INICIAL			
PROMEDIO (g)	44.982 $\pm$ 6.090	41.671 $\pm$ 9.937	>0.10
a LONG. INICIAL			
PROMEDIO (mm)	175.610 $\pm$ 7.730	168.410 $\pm$ 12.87	>0.10
a TASA DE CREC.			
PROMEDIO (g/d)	0.088 $\pm$ 0.021	0.085 $\pm$ 0.030	>0.10
b DESOV. PROM.			
HEM./C.M.	1.75 $\pm$ 0.55	0.55 $\pm$ 0.51	0.01*
b PROM. DE OVULOS			
POR HEMBRA	100 884 $\pm$ 53 015	102 283 $\pm$ 48 827	>0.10
b PROM DE NII			
POR DESOV.	80 311 $\pm$ 43 178	68 238 $\pm$ 35 521	>0.01
b % DE FERT.			
POR DESOV.	95.477 $\pm$ 3.32	93.683 $\pm$ 8.099	>0.10
b % DE ECLO.			
POR DESOV.	81.470 $\pm$ 14.25	75.340 $\pm$ 17.937	>0.10
a PROM DE DIAS ENTRE MUDAS.	21.2 $\pm$ 3.7	15.5 $\pm$ 1.9	>0.10

*Diferencias significativas

a) Enucleados y controles N= 20

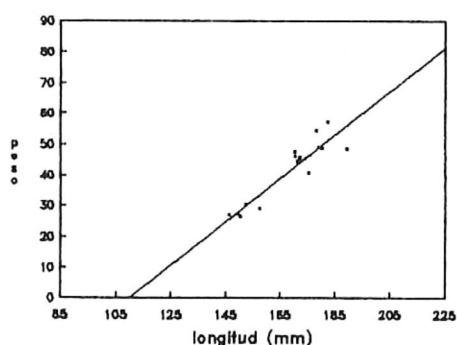
b) enucleados N=37 controles N=10

ENUCLEADOS



r enucleados=0.74

CONTROLES



r controles=0.92

Figura 1. Relación peso-longitud de los reproductores de ambos grupos

fechas aproximadas a las de este estudio, con pesos y longitudes también similares, y Rodríguez (1976) quien reporta que el camarón café alcanza tallas de 160 a 170 mm, y pesos de 50 a 60 g a los diez meses de edad. Estos pesos y longitudes fueron analizados mediante el ANOVA I, y no presentaron diferencias significativas entre los grupos ($P>0.05$) (Tabla I).

4.3 Ciclo de muda

Posterior al tiempo de aclimatación de los animales, se identificó el tiempo de duración de la primera muda para ambos grupos, que fue de 14 ± 2 días para el grupo experimental y 15 ± 2 días para los controles (Tabla I), los cuales al ser analizados con el ANOVA I, no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$). Para el grupo enucleado se registró un incremento en el tiempo de muda de 5 ± 1 día después de la operación; cabe señalar que entre la primera muda identificada y la segunda, ocurrieron de 2 a 3 desoves por hembra, observándose retrasos entre una y otra muda, especialmente cuando el grado de madurez era muy avanzado.

El grupo control no registró ningún cambio con respecto al tiempo de la primera y segunda muda identificadas, siendo muy escasos los desoves obtenidos en este periodo. ($P>0.05$) (Tabla I).

4.3.1 Estadios de el ciclo de muda

En la tabla II se muestra el tiempo promedio de cada estadio de muda para P. californiensis, siendo estos los valores observados para el grupo control únicamente, puesto que en el grupo experimental no se llevó a cabo esta observación para no interferir con el experimento de maduración.

Durante el registro de estas observaciones, se lograron identificar y fotografiar las características de las bases setales de cada uno de los estadios de el ciclo de muda (Figura 2).

4.4 Maduración y desove

Dentro de las observaciones del grado de maduración gonadal de cada hembra en ambos grupos, se registró una mayor velocidad de desarrollo ovárico en el grupo enucleado con un periodo de latencia de 3 a 11 días después de la enucleación, obteniéndose un promedio de desoves de 1.75 ± 0.47 desoves por hembra por ciclo de muda (des/♀/c.m) para el grupo experimental y 0.55 ± 0.51 des/♀/c.m para los controles (Tabla I).

En la tabla III se muestra el análisis de varianza de una vía para el número de desoves por hembra por ciclo de muda el cual arrojó diferencias significativas ($P < 0.05$).

El tiempo entre cada desove para el grupo experimental fue de 3 a 15 días, mientras que el testigo de 30 a 45

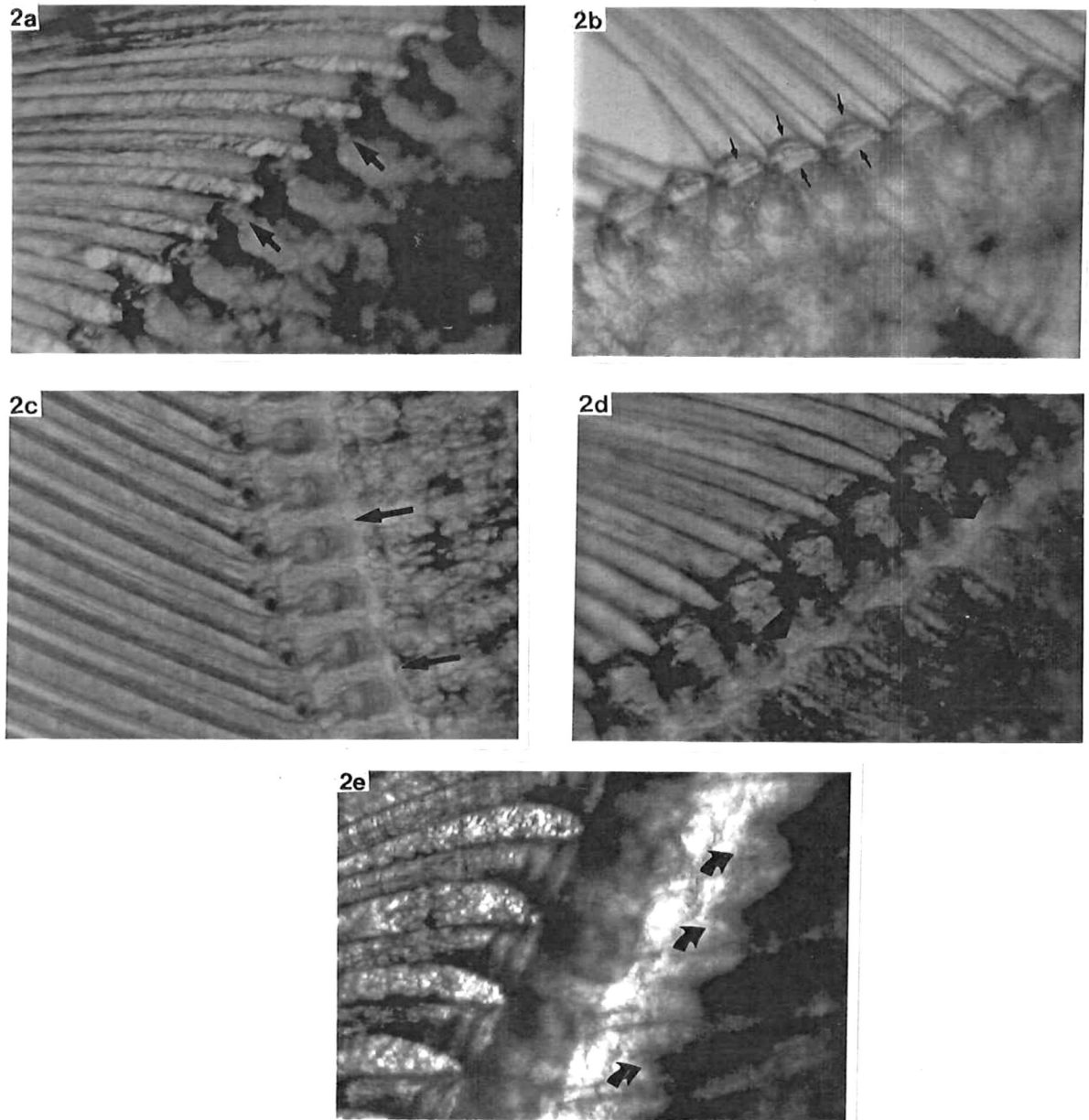


Figura 2. Estadíos del ciclo de muda identificados por los cambios de apariencia ocurridos en la base setal de los uropodos en *P. californiensis* (magnificación 10-50X)

Leyenda- 2a Estadío A. Note que la pigmentación de la matriz celular llena por completo las bases setales (ver flechas). 2b. Estadío B, la retracción epidermal comienza a partir de las bases setales (flechas pequeñas). 2c. Estadío C, la pigmentación está a partir de la línea epidermal, en la base de los nodos setales. 2d. Estadío D0D1, la retracción comienza a partir de los nodos setales, dejando libre la vieja cutícula. 2e. Estadío D1D2, la retracción es más evidente observándose las nuevas setas

días.

Un total de 47 desoves fueron colectados y evaluados, de los cuales el 74.5% correspondió al grupo operado y el 25.5% al control (Figura. 4); cabe señalar que durante la experimentación existieron problemas de tipo técnico, como la falta de personal para poder detectar desoves masivos dentro del tanque de maduración, pero no se descarta la posibilidad de que los hubiese.

El número de óvulos acumulativo por grupo se representa en la figura 3 donde se observa que el mayor número de óvulos y desoves fue para el grupo enucleado.

En cerca de 60 días de experimentación, se obtuvieron valores promedio de $100\ 883 \pm 53\ 015$ óvulos para el grupo experimental y $102\ 283 \pm 48\ 827$ para los controles haciendo un total de 4 758 327 óvulos entre ambos grupos. Estos valores promedio de producción de óvulos por hembra no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) (Tabla I).

Por otra parte en los reproductores enucleados se observaron divergencias entre los desoves ocurridos por ciclo de muda, presentando diferencias significativas ($P < 0.05$) en el promedio de óvulos por desove y el promedio de nauplios en el subestadio II (NII) (Tabla IV).

4.5 Rendimiento y eclosión

De los 47 desoves colectados, la totalidad de ellos resultaron fertilizados, con un rendimiento promedio de

Tabla II. Duración del ciclo de muda en sus diferentes estadios para *Penaeus californiensis*

	Promedio	D.S.	N
Postmuda temprana (A)	1	0.653	6
Postmuda tardía (B)	3.16	0.897	6
Intermuda (C)	5.33	0.940	8
Premuda temprana (D0D1)	4.37	2.380	8
Premuda tardía (D2D3)	4.87	1.457	8
Ecdisis (E)	—		
Duración del ciclo	15	1.923	

Nota. Duración del tiempo en días.

Tabla III. ANOVA I del número de desoves/hembra/ciclo de muda para *Penaeus californiensis*

FUENTE DE VARIACION	S.S	GL	C.M	Fob.
TRATAMIENTOS	13.2250	1	13.2250	54.92
ERROR	9.1500	38	0.2407	
TOTAL	22.3750	39		

$F_{crit.}(P<0.05): 4.17$

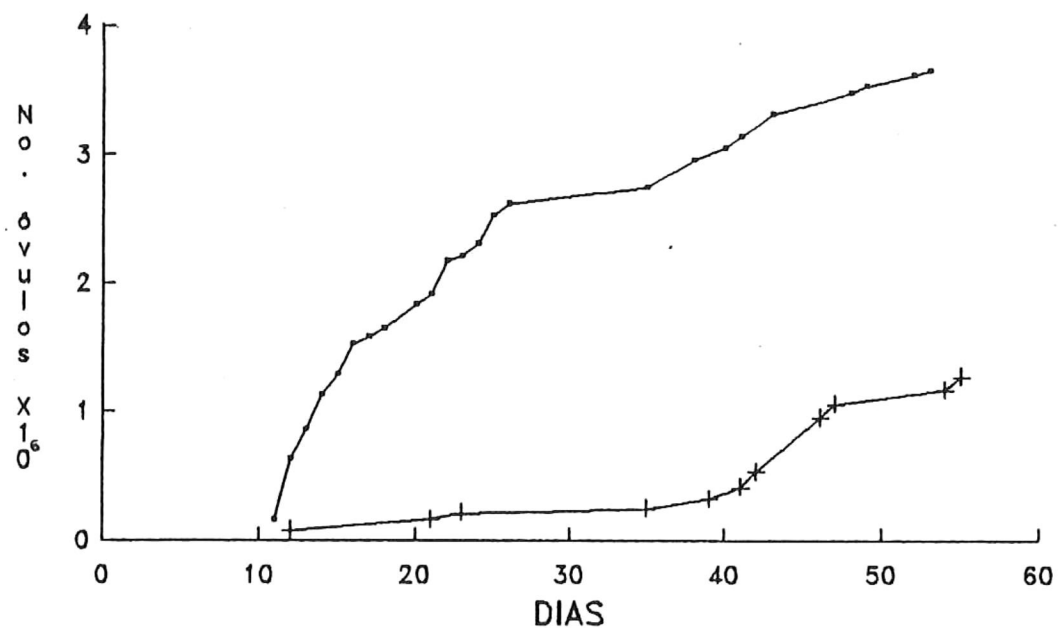


Figura 3. Número de óvulos acumulativos de los grupos experimental y testigo

Tabla IV. Secuencia de los desoves por ciclo de muda en el grupo enucleado

DESOVES	PRIMERO	SEGUNDO	P
FREC. RELAT. (%)	70	40	
PROM. DE OVUL.			
POR DESOVE.	132 202 ± 53 939	69 475 ± 18 163	0.01*
PROM. DE NII			
POR DESOVE	97 821 ± 45 510	55 724 ± 14 719	0.01*
% PROM DE FERT.	97.09 ± 2.01	94.17 ± 2.19	0.1
% PROM DE ECLØ.	76.40 ± 17.06	86.15 ± 12.77	0.1

*Diferencias significativas.

95.47% $\pm$ 3.32% para el grupo enucleado y 93.68% $\pm$ 8.09% de los controles el cual al ser analizado mediante el ANOVA I no arrojó diferencias significativas (Tabla I).

Se obtuvieron un total de 2 703 595 NII de las hembras enucleadas con un porcentaje promedio de eclosión de 81.47% $\pm$ 14.25% contra 1 339 000 NII de los controles, con 75.34% $\pm$ 14.25% de promedio de eclosión (Tabla I). Estos valores no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$).

En la figura 4 se muestran los porcentajes de desove, rendimiento y eclosión obtenidos para cada grupo dentro de el experimento.

4.6 Sobrevivencia

La sobrevivencia registrada después de la operación, fue de 98%; sin embargo, se registraron altas mortalidades justo cuando había eventos de muda combinados con un avanzado desarrollo ovárico de los reproductores, teniendo como resultado largos períodos de muda.

Otro aspecto que se observó durante el período de maduración fue que las hembras grávidas del grupo experimental presentaron reabsorciones de la gónada cuando el evento de muda estaba próximo.

Durante la observación del desarrollo gonadal de las hembras en ambos grupos, se notó la presencia de bacterias quitinosas en las puntas terminales de los urópodos y la región branquial del caparazón; mismas que al mudar

nuevamente el organismo eran eliminadas en forma parcial de el cuerpo del animal. Aunque estas mudas eran retiradas constantemente no se descarta la proliferación de las poblaciones de bacterias en los estanques.

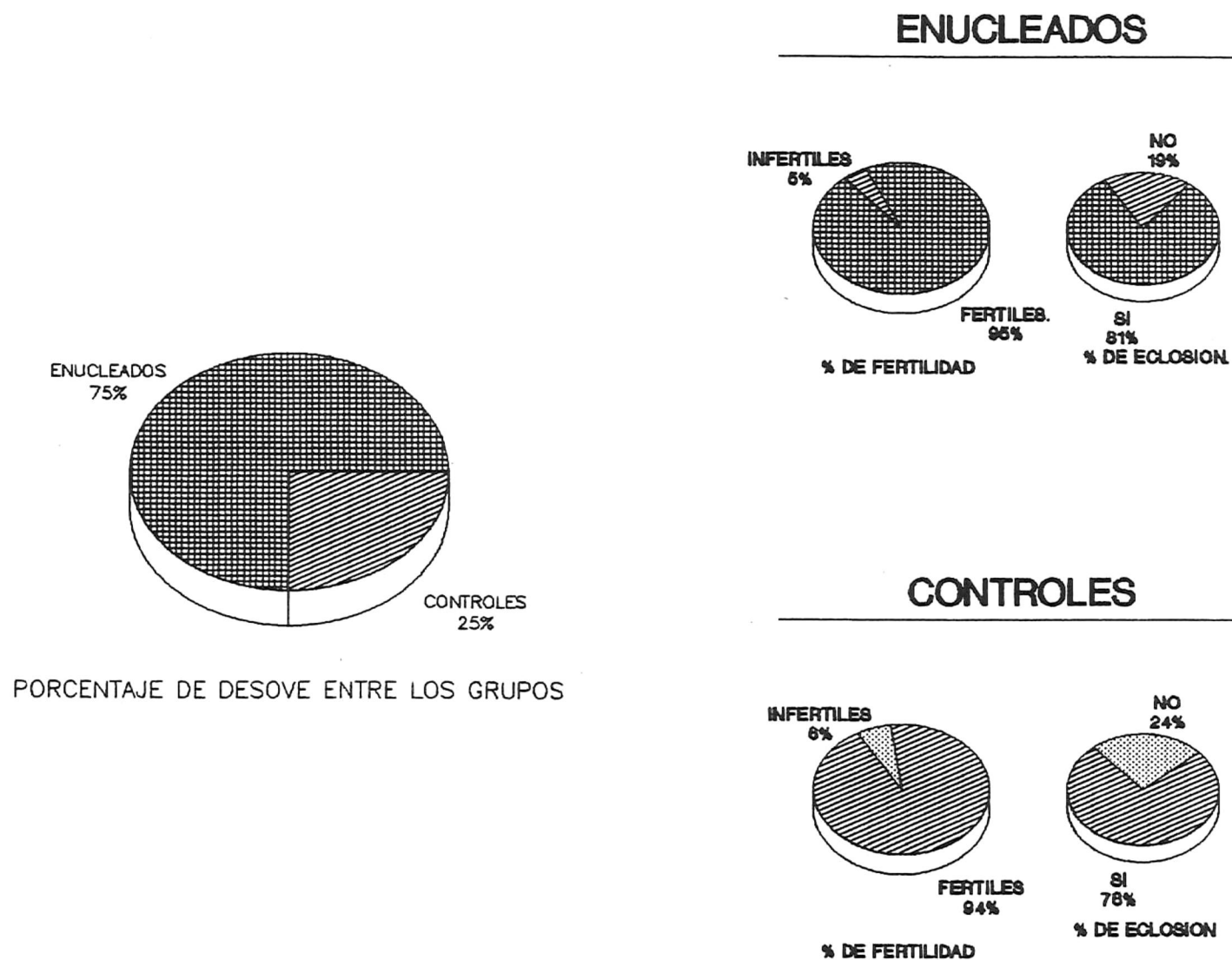


Figura 4. Rendimiento y eclosión entre los grupos

5 DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron que la inducción al desarrollo ovárico con la técnica de enucleación unilateral en el camaron café Penaeus californiensis es factible. Al obtenerse hembras ovígeras en condiciones de laboratorio se logró cerrar el ciclo de vida de este peneido en cautiverio situándolo como una especie susceptible al cultivo.

Para la realización de este estudio no se contempló el comportamiento de la presencia de poblaciones bacterianas de tipo Vibrio dentro de los objetivos. No obstante, los altos rendimientos de los desoves pudieran ser un indicativo de que no existió interferencia por dichas poblaciones en el proceso de inducción (Betancourt, 1989).

Suponiendo que los organismos utilizados tuviesen de 8 a 10 meses, según lo citado anteriormente, y que hayan tenido ya su primera madurez, podemos considerar que la alta mortalidad registrada durante el experimento haya sido producto de la vejez de los mismos. Lo anterior se puede corroborar con los largos períodos de muda en el grupo enucleado (de 4 a 6 semanas, Tabla I), indicativo de que los reproductores son viejos (Aquacop, 1979), además de las muertes frecuentes inmediatamente después de la muda.

Debido a la alta mortalidad registrada al finalizar los períodos de muda de cada organismo, fue difícil evaluar el

tiempo de duración de los reproductores en cautiverio, sometidos a la operación. Sin embargo, estudios anteriores, como el de Chamberlain et al. (1985) y Primavera (1985) estiman de 3 a 4 meses de duración de los reproductores, lo que depende de la especie y la edad de los mismos.

En cuanto a la sobrevivencia posterior a la enucleación, se obtuvo un valor cercano al 98%, valor similar al reportado por Villavicencio (1976), quien obtiene resultados de sobrevivencia muy altos (80%), aun con la ablación bilateral, por lo que podemos inferir que P. californiensis responde favorablemente a la enucleación unilateral.

El tiempo promedio de la duración del período de intermuda en esta especie, fue de 4 a 6 días para animales del peso y la talla mencionados anteriormente (Tabla II). Este promedio es semejante al reportado por Robertson et al. (1987) para P. stylirostris, y el de Hunner y Colvin (1979) para organismos juveniles de P. californiensis.

Para el grupo experimental se observó un incremento en el tiempo de muda de 5 ± 1 días, contrario a lo que reportan autores como Browdy y Samocha (1985), lo que probablemente se deba a que en los organismos más grandes aumenta proporcionalmente el tiempo promedio de muda, conforme va aumentando su tamaño (Hunner y Colvin, 1979).

En el grupo experimental se observó un período de

latencia de 3 a 11 días después de la enucleación, con 2 desoves por hembra por ciclo de muda (des/♀/c.m), en promedio. Por lo tanto, el rápido desarrollo gonádico observado en estos animales, aunado a la alta sobrevivencia obtenida después de la enucleación, nos permite considerar que la elección del tiempo de la operación fue el correcto.

Estos resultados concuerdan con estudios anteriores de especies de tético cerrado, que obtienen promedios de des/♀/c.m que van desde 1 a 6 para el caso de P. monodon (Beard y Wickins, 1980; Hiller, 1984; Aquacop, 1980; citados en Primavera, 1985), de 4 a 6 des/♀/c.m para P. semisulcatus (Browdy y Samocha, 1985) y hasta de 17 des/♀ para P. paulensis (Marchiori & Boff, 1983, citados en Primavera, 1985). Tales disparidades en el número de des/♀/c.m dependen no sólo de la especie, sino también de las características de los reproductores, las condiciones experimentales e incluso el tiempo de experimentación.

Por otra parte, correlacionando eventos del ciclo reproductivo con el ciclo de muda en P. indicus y P. merguensis, Emmerson (1980) y Crocos y Kerr (1983), respectivamente, concluyen que la maduración ovárica es producto del final de la intermuda y premuda temprana y el apareamiento ocurre después de la ecdisis, cuando las hembras no han desarrollado aún los ovarios. Idealmente, la ablación debe hacerse durante la intermuda para que la

maduración ocurra en menos de una semana (Primavera, 1985).

En otro sentido, las altas tasas de fecundidad son indicativo de que el porcentaje de apareamiento entre los grupos experimental y testigo no presenta diferencia alguna (Browdy y Samocha, 1985), y además nos sugiere que un sólo suceso de apareamiento proporciona la suficiente fertilidad para ambos des/♀/c.m .

Estos porcentajes de rendimiento promedio para ambos grupos son superiores al 90%, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí. El número de desoves por hembra por ciclo de muda se incrementó notablemente para el grupo experimental.

En cuanto a la dimensión de los des/♀/c.m del grupo experimental, éstos son mucho más abundantes en el primer desove que en el segundo (Tabla IV), por lo que el número de NII también varía en el mismo sentido. Esto probablemente se deba a la alta demanda energética que existe, dados los repetidos sucesos de maduración en los reproductores, lo que explica también los largos períodos de muda en los organismos y su alta mortalidad inmediatamente después de la muda.

Autores como Browdy y Samocha (1985) sugieren que después de la enucleación, en P. semisulcatus, se incrementa la demanda energética, lo que se ve reflejado en el tamaño promedio entre los desoves de cada hembra por

ciclo de muda. Lumare (1980) obtiene para P. keraturus 8 desoves en periodos menores de 10 días, mostrando decrementos en el promedio de fertilidad entre desove y desove. Aquacop (1977) concluye que al haber una sobreestimulación en el número de desoves por hembra, la enucleación puede conducir a la insuficiencia de reservas en el hepatopáncreas, lo que se ve reflejado en la reducción de la tasa de fecundidad y eclosión.

Para nuestro caso sería difícil llegar a una explicación contundente, puesto que son necesarios estudios más específicos para ver si en realidad existen deficiencias en las reservas del hepatopáncreas o si lo que ocasiona la reducción en el número de óvulos es tan sólo parte de una estrategia reproductiva del organismo.

Otro aspecto que pudiese haber influido en la cantidad de óvulos de cada uno de los desoves del grupo experimental, es que el alimento proporcionado haya sido insuficiente para los altos requerimientos nutricionales de los organismos reproductores aunque se dió la cantidad de alimento recomendada para la reproducción.

En el presente estudio se demuestra que el número de des/♀/c.m en reproductores enucleados aumenta en comparación con los controles. El porcentaje de fertilidad y de eclosión, en ambos casos fue alto y el porcentaje promedio de NII por desove es cercano al 85% en ambos

grupos. Muchos de los aspectos inherentes a este trabajo quedan aún en posibilidad de estudio. Las pruebas realizadas con la intensidad luminosa y el fotoperíodo como inductores a la maduración no dan resultados favorables. No obstante, se hacen necesarias más investigaciones en torno a estos factores ambientales, que pudieran inducir a la maduración gonadal sin necesidad de la enucleación.

En estudios anteriores no se obtiene la maduración gonadal en P. duorarum con luz de color azul, verde y blanca (Caillouet, 1972). Similarmente P. monodon sin ablacionar, madura parcialmente con la luz azul y la natural, pero no con luz roja (Pudadera y Primavera 1981, citados en Primavera 1985). Por otra parte las variaciones del fotoperíodo dan diferentes resultados de maduración que van desde la suspensión del proceso de inducción a la maduración, con períodos largos de 19 h luz en P. monodon no ablacionado (Caillouet, 1972), hasta la producción de más maduración y desoves en P. plebejus ablacionado y no ablacionado (Beard y Wickins, 1980).

Con los altos rendimientos obtenidos se marca una pauta para evaluar al camarón café Penaeus californiensis como una especie de interés dentro de la maduración gonadal bajo técnicas de laboratorio, favoreciendo así a la acuicultura.

6 CONCLUSIONES

El camarón café Penaeus californiensis responde favorablemente a la enucleación unilateral, ya que se obtienen desarrollos gonádicos en un período de tiempo de 3 a 11 días.

Con la utilización del fotoperíodo, de 14:00 hrs día por 10:00 hrs noche y la intensidad luminosa de $0.6 \mu\text{Es}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$ se obtiene la maduración parcial de los reproductores intactos.

Los valores promedio de los rendimientos y porcentaje de eclosión, entre los grupos, no variaron a lo largo de los 60 días de experimentación.

El tiempo promedio de la intermuda fue de 4 a 6 días en esta especie con un peso promedio de 44 a 50 g y una longitud de 160 a 170 mm.

7 LITERATURA CITADA

Aquacop, 1975., Maturations and spawning in captivity of shrimp: Penaeus merguensis, P. japonicus, P. aztecus, Metapenaeus ensis and P. semisulcatus. J. World Maricul. Soc. 6:123-132

Aquacop, 1977. Reproduction in captivity and grow of Penaeus monodon Fabricius in Plynesia. Proc. World Maricul. Soc., 8:927-945.

Aquacop, 1979, Penaeid reared Brood Stock: Closing the cycle of P. monodon, P. stylirostris and P. vannamei. Proc. World Mar. Soc. 10:445-452.

Arnstein, D.P. and Beard, T.W., 1975 Induced maturation of prawn Penaeus orientalis Kishinouy, in the laboratory by means of eyestalk removal. Aquaculture, 5:411-412.

Beard, T.W. & J.F. Wickins 1980. Breeding of P. monodon Fabricius in laboratory recirculation systems. Aquaculture., 20:79-89.

Betancourt, V.G., 1989 Pruebas de inducción al desarrollo ovárico de Penaeus stylirostris (Stimpson) bajo fotoperíodo y la técnica de enucleación. Tesis de Licenciatura Fac. de

Ciencias Marinas., UABC., Ensenada México.

Browdy, C.L. and T.M. Samocha. 1985. The efect of eyestalk ablation on spawning, molting and mating of P. semisulcatus de Haan. *Aquaculture*. 49(1):19-29.

Brown, A. Jr. McVey, J.P. Middleditch, B.S. y A.L. Lawrence, 1980 The maturation and spawning of Penaeus stylirostris under controlled laboratory conditions. *Proc. World Mar. Soc.* 11:488-499.

Caillinouet, C.W., 1972 Ovarian maturation induced by eyestalk ablation in pink shrimp Penaeus duorarum Bueknroad. *Proc. World Maricul. Soc.* 3:205-225.

Casillas, H.R.,G. Portillo C., F. Magallón B. 1991 Differences in growth observed in small juvenile Penaeus californiensis between laboratory and coastal enviroments. *World Aquaculture Conferece & Exposition*. San Juan Puerto Rico., June 16-20,1991.

CICTUS, 1983, El cultivo del camarón azul., Centro de Inv. Cient. y Tecno. de la Univ. de Sonora, México.

Crocós, P.J. and J.D. Kerr 1983. Maturation and spawning of the Banana prawn. P. merguensis de Man (Crustacea:

Penaeidea) in the Gulf of Carpentaria, Australia. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 69:37-57.

Chamberlain, G.W. and Lawrence, A.L., 1981 Effect of light intensity and male and female eyestalk ablation on reproduction of Penaeus stylirostris and P. vannamei J. World. Maric. Soc. 12:(2):357-372.

Chamberlain W., M.G. Haby and J.M. Russell 1985 Texas shrimp farming manual an update on current technology. Texas A&M Univ. Sea Grant College Program. p.p 359.

Chávez, E.A., 1979 Diagnosis de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec Pacifico Sur de México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 6(2):7-17

Duronslet, M.J., A.I. Yudin, R.S. Wheeler and W.H. Clark, Jr. 1975 Light and fine structural studies of natural and artificially induced egg growth of penaeid shrimp. Proc. World. Marc. Soc. 6:105-122.

Emmerson, W.d., 1980 Induced maturation of prawn Penaeus indicus. Mar. Ecol. Prog. Ser., 2:121-131

-----1983 Maturation and growth of ablated and unablated P. monodon Fabricius., Aquaculture 32:235-241

García, M.G., 1976 Fecundidad del camarón café Penaeus californiensis y camarón azul P. stylirostris, de Puerto Peñasco Son. Mem. Simp. Bio. Din. Pobl. Camarones. Guaymas Sonora. Ag 8-13: 117-124. Instituto Nal. de Pesca. México.

Hunner, J.V. & L.B. Colvin 1979. Observations on the molt cycles of two species of juvenil shirmp, Penaeus californiensis and P. stylirostris (DECAPODA:CRUSTACEA).

Infante, J.R., L.A. Perez y G.O. Villavicencio .,1974 Cultivo en cautiverio del camarón Penaeus californiensis Mem. del Simp. sobre Biol. y Din. Pob. de camarones. Guaymas Son. Ag 8-13:73-79. Instituto Nal. de Pesca. México.

Kitani, H.M., 1984 Guía ilustrada del cultivo de camarón. Dir. Gral. Ciencia y Tecnología. S.E.P., México. p.35.

Lumare, F. 1980 Reproduction of Penaeus Keraturus using eyestalk ablation. Aquaculture, 18:203-214.

Luna S.J., 1987 Distribución, abundancia y estructura poblacional de Penaeus californiensis Holmes 1900, en la Bahía de Todos Santos; B.C. Tesis de Lic. Fac. Ciencias Mar. Ensenada B.C.

Moore, D.W. Jr, R.W. Sherry and F. Montanez. 1974
Maturation of Penaeus californiensis in captivity. Proc.
World Mar. Soc. 5:445-449.

Olguín, P.M. , 1967 Estudio de la biología del camarón café
Penaeus californiensis Holmes. FAO. Conferencia científica
Mund. Sob. Biol. y Cult. de camarones y gambas. Cd. de Méx.
12-21 Junio 1967. Vol 2.

Ottogalli, L., C. Galinie, D. Goxe., 1988 Reproduction in
captivity of P. stylirostris over ten generations in New
Caledonia. J. Aqua. Trop. 3:111-125.

Primavera, J.H. 1978 Induced maturation and spawning in five
moth-old Penaeus monodon Fabricius., by eyestalk ablation.
Aquaculture, 13:355-359.

-----1985., A review of maturation in close thelycum
penaeids. Proc. of the first Int. Conf. on the Cult. of
Penaeid Prawns, shrimps, Iloilo city, Phil. 1984. pp. 47-
64.

Robertson, L. W. Bray, J. Leung-Trujillo and A. Lawrence
1987 Practical Molt Staging of Penaeus setiferus and
Penaeus stylirostris J. World Aquaculture Soc. 18(3):180-4

Rodríguez, M.C., 1976 Sinopsis biológica de las especies del género Penaeus del Pacífico Mexicano., Mem. Simp. sobre Bio. y Din. Pob. de camarones., Guaymas; Son., Pesca.

Rosemberry, B., 1991 World shrimp farming 1990., Aquaculture Digest. January p: 1-40

Sadaharu, M. and J.H. Primavera., 1987 Maturation and Spawning of Penaeus indicus using different ablation methods. Aquaculture., 62:73-81.

Villavicencio, L.C.E. 1976 Estudios de maduración sexual del camarón café Penaeus californiensis y del camarón azul P. stylirostris. Mem. del Sim. Sobre Biol. y Din. Pob. de camarones. Guaymas Son. México., Ag 8-13:73-79. Ints. Nal. de Pesca. México.

Wear, R.G. and Santiago, A., Jr., 1976 Induction of maturity and spawning in Penaeus monodon Fabricius., 1978, by unilateral eyestalk ablation (Decapoda:Natantia) Crustaceana, 31 (2):218-220.