

03067

4



# Universidad Nacional Autónoma de México

Colegio de Ciencias y Humanidades

'VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA DE Panaeus vannamei (BOONE) DURANTE EL CICLO DE INTERMUDA EN DIFERENTES SALINIDADES EXPERIMENTALES''

## T E S I S

Que para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR  
Especialidad: Oceanografía Biológica y Pesquera  
P r e s e n t a

GISELE SIGNORET POILLON DE BRAILOVSKY

México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2002



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.

En memoria de mi padre

A mi esposo

A mi madre

A mis hijos

## AGRADECIMIENTOS

EL AUTOR HACE PATENTE SU AGRADECIMIENTO A LAS SIGUIENTES PERSONAS  
E INSTITUCIONES:

- Al M. en C. ALBERTO RAMIREZ F., por su guía e inapreciable ayuda para la realización del presente trabajo.
- A los sinodales: M. en C. ALBERTO RAMIREZ F., DR. LUIS A. SOTO G., DR. ALBERTO ABREU G., DR. JOSE ANTONIO CALDERON P. y DR. ARMANDO ORTEGA S., por la revisión y crítica del manuscrito.
- Al DR. MARIO GUTIERREZ, Jefe de la Estación Marina de Mazatlán, por la ayuda y facilidades brindadas.
- Al ING. KENT BRAILOVSKY y a la DRA. MARTHA SIGNORET P., por sus consejos y crítica del manuscrito.
- Al Personal de la Estación Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- A la Cooperativa "El Patole", en especial al BIOL. JOSE NATIVIDAD SALAZAR, por su inapreciable ayuda.
- A la M. en C. CLAUDINA BERLANGA S., Jefe del Departamento de El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco, por su apoyo.
- A todas las personas que de alguna u otra forma hicieron posible la realización del presente trabajo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

INDICE

4

1.- RESUMEN.....	5
2.- INTRODUCCION.....	6
3.- OBJETIVOS.....	9
4.- OSMORREGULACION.....	10
4.1.- MECANISMOS DE REGULACION OSMOTICA.....	12
4.1.1.- Procesos Pasivos.....	13
4.1.2.- Procesos Activos.....	14
5.- METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
6.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
6.1.- OSMORREGULACION.....	33
6.2.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO AL CICLO DE INTERMUDA.....	42
6.3.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO AL SEXO.....	51
6.4.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO A LAS EPOCAS DEL AÑO.....	55
6.5.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO A LA EDAD.....	57
6.6.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO A LA ACLIMATACION DE LA ESPECIE A TRAVES DE 72 HORAS DE OBSERVACION.....	61
7.- CONCLUSIONES.....	72
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73

1.- RESUMEN

Se determinó la presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei ante cambios bruscos y graduales de salinidad durante el ciclo de intermuda; la especie presentó una amplia tolerancia a los cambios de salinidad, considerandose como eurihalina. La concentración iónica de la hemolinfa varió independientemente de la salinidad del medio externo lo que indicó que Penaeus vannamei tiene gran capacidad osmorreguladora, siendo hiposmótico en salinidades elevadas e hiperosmótico a salinidades bajas, con un punto isosmótico de 19 ‰ a 22 ‰. Se observó que dicha presión osmótica fue menor ante un cambio gradual a baja salinidad y disminuyó cuando dicho cambio fue brusco; en el caso del cambio gradual a salinidad elevada la presión osmótica fue alta y aumentó cuando dicho cambio fue brusco.

Se hicieron observaciones del estado de muda de los individuos, encontrándose la mayoría en el estado Do; la tendencia de los individuos fue de aumentar su presión osmótica conforme se acercaron a la etapa de ecdisis.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.- INTRODUCCION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El camarón, uno de los recursos bióticos de mayor importancia socioeconómica en nuestro país, ha sido objeto de numerosos estudios, principalmente en lo referente a su abundancia, distribución, migración y ecología en general. Así, sobre la biología general de la especie trabajaron Chapa (1966), Soto (1969), Lluch et al. (1972) y Soto y Bush (1973). López (1969) hizo un estudio sobre las postlarvas de peneidos, principalmente sobre Penaeus vannamei y Cabrera (1970) trabajó sobre el reclutamiento de los mismos. Por su parte, Mendoza von Borstel (1972) trató la producción pesquera y la tecnología, mientras Chapa y Soto (1969) hicieron un estudio sobre la ecología de los camarones, al igual que Menz (1976) y Edwards et al. (1977). Macías (1973) hizo una separación de postlarvas de Penaeus vannamei y Penaeus stylirostris por la ausencia de espínulas en la carina dorsal del 6o. segmento abdominal, y Ortega y Núñez (1974) y Macías y Calderón (1979 y 1980) estudiaron los factores que influyen en la migración de los peneidos; por su parte, Mair (1979) identificó postlarvas de Penaeus con base en los patrones de cromatóforos y longitud del rostro (muy prominente en P. stylirostris y muy poco en P. vannamei).

Sin embargo, son escasos los trabajos de tipo fisiológico orientados a entender cómo los organismos compensan las alteraciones en su

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

medio ambiente; entre éstos se encuentran los estudios hechos sobre fisiología general de crustáceos por Robertson (1960 a y b), Bailey (1972), Prosser (1973) y Vernberg (1978). Dall (1964) trabajó sobre la fisiología general de Metapenaeus mastersii, mientras Croghan - (1958 a, b, c y d) lo hizo sobre osmorregulación en Artemia salina; por su parte Geddes (1975 a, b y c) estudió varios aspectos de la osmorregulación en Parartemia zietziana; Espina et al. (1976) hizo un estudio sobre metabolismo respiratorio y osmoconcentración en P. setiferus y en P. duorarum; Lasserre (1976) trabajó sobre las respuestas osmorregulatorias de crustáceos en condiciones estuarinas. Por su parte, Rodríguez y Gartz (1976) hicieron un estudio sobre osmorregulación en P. stylirostris, mientras Amaya y Signoret (1977) y Bobjórquez, Signoret y Amaya (1977) trabajaron sobre la osmorregulación de la especie P. setiferus.

Por otro lado, Castille y Lawrence (1981 a, b, c y d) llevaron a cabo diferentes estudios sobre el efecto de la salinidad en la concentración osmótica, de cloro y sodio en las especies P. stylirostris, P. setiferus y Sicyonia brevirostris y S. dorsalis, mientras Rodríguez (1981) analizó la osmorregulación y concentración total de proteínas en P. vannamei y P. stylirostris.

Sobre aspectos generales de muda, trabajaron Passano (1960) quien estudió la muda en crustáceos y su control; Scheer (1960) en los nautia; Drach y Tchernigovzteff (1967) quienes hacen una determinación

de los estados de intermuda y su aplicación general en crustáceos y Schafer (1979) lo hace en Penaeus duorarum.

Considerando que las diversas especies de camarón se caracterizan por presentar patrones de migración en diversos ecosistemas acuáticos, resalta la importancia de la salinidad como uno de los factores que gobiernan de manera más relevante el comportamiento y la dinámica fisiológica de estos organismos, ya que varía de manera marcada en los ambientes lagunares costeros. La relación entre la salinidad y el comportamiento osmótico de estos organismos queda de manifiesto al hablar de la regulación osmótica e iónica como funciones que presentan estos crustáceos para adaptarse a los diversos ambientes acuáticos en los cuales viven, siendo muy importante para su supervivencia la manera como los mismos se ajustan a dichos cambios (Calman, 1969); esto se refleja en las respuestas adaptativas de dichos organismos, que en el caso particular de los peneidos es su permanencia activa en el medio a través de mecanismos fisiológicos como la regulación osmótica.

Lo anterior hace notar la importancia que tiene el conocer estos patrones de osmorregulación e intercambio iónico ante diversas concentraciones de sales, así como su relación con otros mecanismos fisiológicos, como la muda y el crecimiento. Al determinar estas respuestas fisiológicas, se podrá conocer más adecuadamente el recurso en todos sus aspectos biológicos, con miras a su cultivo y producción a nivel

masivo (Lluch, 1974, citado por Berdegué, 1976).

### 3.- OBJETIVOS

Partiendo de las consideraciones anteriores, resalta la importancia que tiene el conocer la relación entre la salinidad y el comportamiento osmótico de la especie Penaeus vannamei (Boone), motivo por el cual se realizó el presente estudio, teniendo como objetivos principales:

- Medir la presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei en función de los cambios de la concentración externa.
- Determinar la tolerancia a diferentes salinidades de la especie en cuestión.
- Determinar las condiciones óptimas de salinidad para individuos juveniles y adultos.
- Determinar la relación existente entre el ciclo de intermuda y la concentración interna de la hemolinfa de Penaeus vannamei.
- Conocer las adaptaciones de los individuos ante cambios graduales y bruscos de salinidad.

masivo (Lluch, 1974, citado por Berdegué, 1976).

### 3.- OBJETIVOS

Partiendo de las consideraciones anteriores, resalta la importancia que tiene el conocer la relación entre la salinidad y el comportamiento osmótico de la especie Penaeus vannamei (Boone), motivo por el cual se realizó el presente estudio, teniendo como objetivos principales:

- Medir la presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei en función de los cambios de la concentración externa.
- Determinar la tolerancia a diferentes salinidades de la especie en cuestión.
- Determinar las condiciones óptimas de salinidad para individuos juveniles y adultos.
- Determinar la relación existente entre el ciclo de intermuda y la concentración interna de la hemolinfa de Penaeus vannamei.
- Conocer las adaptaciones de los individuos ante cambios graduales y bruscos de salinidad.



#### 4.- OSMORREGULACION

Las variaciones en la salinidad del agua pueden afectar a los organismos por medio de cambios en la presión osmótica. En el ambiente estuarino, donde existen cambios marcados en la salinidad, esto representa un problema para la regulación iónica de los animales que viven en dichos medios (Lasserre, 1976).

Algunas especies de camarones son típicamente estenohalinos, es decir, que no toleran cambios pronunciados en la salinidad: por ejemplo, las especies de la subfamilia Solenocerinae. En la familia Penaeidae, la mayoría de las especies son eurihalinas, especialmente en las fases de postlarva y juvenil que soportan muy bajas salinidades y desarrollan parte de su vida en aguas estuarinas, lagunas o desembocaduras de ríos.

La regulación iónica de los crustáceos (regulación de la concentración total de iones con respecto al medio externo), depende de la pérdida selectiva de iones en los líquidos excretados y la toma activa de iones por diversas superficies permeables. Algunos crustáceos mantienen sus líquidos corporales isosmóticos con respecto al medio, son las formas poikilosmóticas. Otros mantienen una concentración interna constante siendo homoiosmóticos, y aquéllos que toleran un amplio rango de salinidad son eurihalinos.

Los crustáceos de agua dulce y algunos de aguas salobres presentan

regulación hiperosmótica manteniendo una alta concentración de sales en la hemolinfa por medio de una absorción activa de iones desde un medio diluido contra un gradiente de concentración y presentando un continuo influjo osmótico de agua, por lo que tienen que excretarla; otros, como Eriochier, mantienen su concentración interna alta por absorción activa de iones por las glándulas antenales y producen orina hiposmótica para reemplazar la pérdida de iones hacia el exterior por difusión y excreción (Lockwood, 1967).

Los de agua salobre generalmente son poikilosmóticos en salinidades altas o normales y homioismóticos en bajas salinidades. En ellos, la adaptación a agua dulce puede ser alcanzada ya sea por reducción del nivel de sales en la hemolinfa y absorción activa de iones o por reabsorción de sales a nivel renal y una baja en la concentración de la hemolinfa, lo que le sirve para limitar el gasto de energía en la osmorregulación. Así, por ejemplo, Palaemonetes paludosus de aguas dulces y salobres puede regular su hemolinfa hipotónicamente en soluciones más concentradas que su nivel sanguíneo (Dobkin y Manning, 1964).

Los de agua de mar y lagos salados tienen una regulación hiposmótica y al encontrarse en agua de mar diluida cambian a ser hiperosmóticos (Croghan, 1958 a, b y c; Farmer, 1979). En los invertebrados marinos que tienen hemolinfa isosmótica con respecto al medio, algunos iones son absorbidos activamente como el sodio y el cloro en Car-

cinus maenas; sin embargo, por lo general no hay tendencia a la ósmosis para producir gran movimiento de agua a través de la superficie del cuerpo y otras regiones corporales y no tienen que gastar energía para mantener la composición de su hemolinfa por medio del equilibrio de Gibbs-Donnan, pérdida de iones por la orina, transporte activo de iones a través de la superficie del cuerpo y acarreo de iones por las proteínas de la hemolinfa (Lockwood, 1962; Born, 1968).

La mayoría de los crustáceos marinos son eurihalinos, presentando una gran capacidad osmorreguladora, por medio de la cual regulan la entrada y salida de sales y agua utilizando diversos mecanismos y a través de distintas regiones corporales (Robertson, 1960 a y b): - tal es el caso de los peneidos (Mac Farland y Lee, 1963; Dobkin y Manning, 1964).

#### 4.1.- MECANISMOS DE REGULACION OSMOTICA

Entre los mecanismos que presentan dichos organismos para llevar a -cabo la regulación de la concentración de la hemolinfa se encuentran los siguientes (Krogh, 1939; Potts y Parry, 1964 a y b; Lockwood, 1967):

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

4.1.1.- Procesos Pasivos:

En ellos la hemolinfa está en equilibrio con el agua de mar presentando una concentración total de iones y partículas osmóticamente activas, semejantes a las del agua de mar. Aquí podemos hablar de:

- 1) Permeabilidad de las membranas (incluyendo la pared del cuerpo) al agua y a las sales (principalmente los iones sodio y cloro), la cual depende de la distribución de las partículas cargadas a través de las membranas y que está dada tanto por la concentración como por gradientes eléctricos. Estos son determinados por factores complejos que incluyen los gradientes de concentración y la relativa permeabilidad de la membrana a diferentes tipos de iones (siendo las membranas por lo general permeables a los iones pero no a las proteínas). Así, en las formas más permeables, la presión osmótica coloidal de las proteínas de la hemolinfa sirve para traer dentro del cuerpo el agua suficiente y los iones para reemplazar los perdidos en la orina (con una toma activa de iones desde el intestino y a través de la superficie del cuerpo). Los movimientos de agua pueden ocurrir por electrósmosis a través de la membrana celular y la razón de esa electrósmosis depende del signo y número de cargas fijadas en la membrana, del grado de selectividad iónica de la misma, de la concentración de las especies de iones presentes en cada lado y de la diferencia de potencial a través de la membrana. En formas mari-

nas, la permeabilidad de la superficie del cuerpo es usualmente alta, obteniendo agua para la producción de orina, siendo las formas sublitorales más permeables que las de aguas salobres y a su vez éstas más que las de agua dulce (Gross, 1957).

2) Equilibrio de Donnan: está dado por las proteínas que a su vez se encuentran combinadas con otros iones. Al respecto, medidas del punto de depresión de congelación y de presión de vapor demuestran que a un rango de 1-2% la hemolinfa tiene una concentración total de iones y partículas osmóticamente activas semejantes a las del agua de mar, estando en equilibrio a través de membranas semipermeables y de las branquias, lo cual es el resultado del equilibrio de Donnan.

#### 4.1.2.- Procesos Activos:

Se presentan para mantener una diferencia entre la concentración de iones en la hemolinfa y líquidos corporales y el medio externo, por lo que los organismos tienen que regularse para poder sobrevivir. Así tenemos:

1) Toma activa de iones inorgánicos, que son tomados del agua para reemplazar los perdidos por la superficie del cuerpo y orina (Lockwood, 1967). Esta ingestión selectiva de iones es llevada a cabo en los crustáceos por regiones especializadas como las branquias y el tracto digestivo, contra un gradiente de concentración, volviéndose

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

la hemolinfa isosmótica con respecto al agua de mar (Lockwood, 1967). Existe una evidencia más directa de la toma activa de iones a través de las branquias: son los estudios hechos por Koch en los que colocó branquias aisladas en varias soluciones de cloruro de sodio y tomando medidas de la concentración de sodio y cloro así como de la conductividad. Este autor encontró una acción de la anticolinesterasa como responsable de la inhibición de la toma de iones por el epitelio de las branquias; esto demuestra que la colinesterasa es un componente del mecanismo de transporte activo, lo que a su vez queda demostrado porque la eserina inhibe reversiblemente el transporte de sales, siendo un inhibidor de la colinesterasa.

El sodio y el cloro son los iones dominantes en todos los crustáceos y usualmente el sodio es más del 90% de los cationes totales, siguiendo en orden de importancia el cloro, calcio, potasio, sulfato y al último el magnesio (Geddes, 1975 a, b y c; Baldwin y Kirschner, 1976; Lucu, 1978). Los iones sodio, potasio, calcio y cloro son tomados contra un gradiente de concentración y el magnesio y el sulfato por un proceso de difusión (Robertson, 1960 a y b). Mientras que la absorción del agua del medio hacia la hemolinfa es por ósmosis o proceso activo que depende de factores tales como la razón del gradiente osmótico que tiende a drenar agua a través de las branquias contra una presión hidrostática opuesta de la hemolinfa (Bailey, 1972; Sharp y Neff, 1980). Usualmente el sodio y el cloro son tomados juntos pe-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ro si el balance iónico del cuerpo es cambiado, uno u otro es tomado más rápidamente, y existe un mecanismo por el cual el sodio es transportado con una ATPasa sensitiva del sodio-potasio y que se encuentra en las branquias; así la toma de sodio es el producto de la razón de toma por lugar y del número total de sitios activos, estando limitado su transporte por la concentración del mismo sodio en los sitios activos (Shaw, 1961; Quin y Lane, 1966, citado en Lockwood, - 1967).

Por otro lado se sabe que el cloro en las células está completamente ionizado así como el calcio y que el 82% del sodio, el 60% del magnesio y el 25% del potasio son osmóticamente inactivos. Esto indica - que los iones que influyen más en la presión osmótica de las células son el cloro, el calcio y el sodio. Cuando hay pérdida activa del - sodio ésta va acompañada por una toma de potasio, manifestándose la - pérdida de éste último por un cambio de potencial de membrana.

El hecho de mantener diferentes concentraciones iónicas a través de la membrana celular juega un importante papel en la regulación del - volumen de las células, estando dada la mayor parte de la presión osmótica de la hemolinfa por el sodio y el cloro que pueden penetrar - dentro de la célula y en el que el hinchamiento de la misma es prevenido por el establecimiento del doble equilibrio de Donnan (Leaf, - 1959). Si por el contrario, hay una reducción del volumen de la hemolinfa, se incrementa la razón de toma activa, como sucede en el ca

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

so del sodio en Gammarus (Farrell y Taylor, 1962, citado por Lockwood, 1967).

En resumen se puede decir que los factores que influyen en la razón de toma activa de iones son:

- Concentración de la hemolinfa: un incremento en la razón de toma tiende a restaurar la concentración de la hemolinfa a su valor normal y cuando se acerca al mismo la razón de toma declina progresivamente (Bryan, 1960; Jeniaux, 1971).

- Concentración del medio: cuando es diluido no hay cambio en la razón de toma de sodio y por el contrario concentraciones muy altas inhiben el sistema de transporte y la toma declina.

- Temperatura: una caída en la misma es seguida por una baja en la concentración de la hemolinfa, lo que activa el mecanismo de toma. Varios mecanismos compensatorios adicionales juegan un papel durante las épocas frías del año; así, la concentración de la hemolinfa en invierno tiende a ser más elevada que en verano, como en el caso de Asellus (Dehnel y Carefoot, 1965).

Los iones inorgánicos contribuyen solamente en un tercio de la actividad osmótica en formas marinas, como por ejemplo en el caso de Carcinus; el resto es producida por pequeñas moléculas orgánicas entre las que se encuentran los aminoácidos y en muy poca proporción carbohidratos solubles (Shaw, 1961). Así, por ejemplo, la forma eurihalina Carcinus cuando es transferido de agua de mar a un medio diluido hay una

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

marcada caída de la concentración de aminoácidos libres en las células (Duchateau et al., 1959). Esto ocurre en general en formas de agua salobre y Palaemon serratus y P. squilla reducen su concentración de aminoácidos en el músculo cuando son colocados en un medio diluido (Florkin, 1962). Por otro lado, en Macrobrachium ohione y M. rosebergii, el componente de la hemolinfa que contribuye sustancialmente a la concentración osmótica son las proteínas; así, en el caso de adultos de M. rosebergii aclimatados a agua dulce, la concentración de proteínas en la hemolinfa es en promedio de 126 mg/ml a 144 mg/ml (Balazs et al., 1974, citado por Castille y Lawrence, 1981 c). Así, en animales con una alta concentración de proteínas en la hemolinfa se establece un equilibrio pasivo entre la hemolinfa y el agua de mar, que provoca altas concentraciones de cationes y bajas concentraciones de aniones en la hemolinfa, por lo que la concentración de cloro es menor que la del sodio (Castille y Lawrence, op. cit.). La mayoría de los aminoácidos comunes han sido encontrados libres en los músculos de los crustáceos, pero la mayor contribución a los cambios en la concentración total está dada por la glicina, prolina, ácido glutámico y alanina, estando dada la importancia de los aminoácidos envueltos en el ajuste osmótico según la especie. Si se observa, todos estos aminoácidos están bajo la categoría de aminoácidos no esenciales; es posible que ellos pueden ser formados por aminoácidos de productos de la glicólisis o del ciclo del ácido tricarbóxico y

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

deaminados cuando no son requeridos (Florkin, 1962; Farmer y Reeve, 1978). Por otro lado, existen enzimas celulares que tienen que ver con mecanismos en los cambios de concentración de aminoácidos como - la glutamato dehidrogenasa; la activación de las enzimas por iones i norgánicos puede traer un incremento en el nivel de los aminoácidos libres; un ejemplo de ello es la activación de la glutamato-dehidrogenasa por el sodio y el cloro en Homarus y Carcinus (Schoffeniels y Gilles, 1970).

2) Excreción selectiva de iones de la hemolinfa a través de las - glándulas antenales: se trata de una excreción diferencial de orina producida en las glándulas antenales y que es isosmótica con respecto a la hemolinfa pero con diferencias iónicas, particularmente tiene mayor concentración de magnesio y sulfato y mucho menor de potasio y calcio. En cuanto al modo de producción de orina, Martin (1958, - citado en Robertson, 1960 b), establece que las glándulas antenales forman orina por secreción lo que indica que existe un proceso de filtración (Riegel, 1963).

Los celomoductos glandulares están situados al final de los segmentos antenales y maxilares; cada glándula consiste en un saco terminal que representa un remanente celómico y un túbulo excretor que se abre en la base de la maxila o segunda antena (Waterman y Chace, 1960). En - los decápodos está expandida formando un laberinto en su parte proximal y expandiéndose distalmente para formar un hígado, constituyendo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

un posible sitio de ultrafiltración (Riegel, 1963).

Las funciones de dichos órganos excretores son:

- Eliminación de materiales metabólicos de desecho que son muy grandes para poder difundirse a través de la cutícula: los órganos excretores forman orina por filtración; por ejemplo, del 60 al 87% del desecho total de nitrógeno está en forma de amonio en formas marinas y de agua dulce; el amonio es un material tóxico que requiere de un considerable volumen de agua para su eliminación, pudiéndose difundir así como la urea a través de las branquias como en el caso de la langosta (Burger, 1957).

- Regulación de la composición iónica de la sangre: la orina es similar en composición a la hemolinfa, jugando los órganos excretores un papel pasivo en la regulación iónica. Los iones como el magnesio y el sulfato generalmente tienen un bajo nivel en la hemolinfa y tienden a ser altos en la orina, y cuando la concentración de magnesio en la orina es baja, la razón de la concentración de la orina y hemolinfa (U/B) para el sodio declina en Pachygrapsus (Prosser, 1973). La producción de orina es hipotónica con respecto a la hemolinfa en formas hipertónicas, y es hipertónica en formas hipotónicas (Evans et al., 1976). En el caso de los crustáceos decápodos marinos y de agua dulce parecen producir solamente orina isotónica. Por otro lado, la producción de orina hipotónica con la hemolinfa elimina el exceso de agua y ayuda a conservar los iones del cuerpo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Regulación del volumen del cuerpo: para incrementar el volumen de la hemolinfa se puede hacer por decremento del volumen del hígado, pero la posibilidad de la expansión con un exoesqueleto rígido es limitada, por lo que el volumen de los crustáceos es regulado en relación a las fluctuaciones de la presión hidrostática interna, y solamente en la muda. Los órganos excretores juegan un papel importante en la regulación del volumen de los líquidos ya que aparentemente hay una reabsorción de agua en los túbulos excretores como en Procambarus clarkii (Haefner y Shuster, 1964, citado en Lockwood, 1967). El volumen de orina producido varía de acuerdo al gradiente osmótico entre la hemolinfa y el medio, la permeabilidad de la superficie del cuerpo y el tamaño del animal, incrementándose cuando baja la temperatura. Al respecto, los decápodos marinos en general tienen una salida de orina equivalente a más o menos 3-15% de su peso corporal (en Carcinus es de 3.6% y en Cancer de 3-10%, según Shaw, 1961).

En general, podemos decir que la regulación iónica en crustáceos consiste en mantener más elevados el sodio, potasio y calcio dentro del organismo y más bajos el magnesio y el sulfato, mientras que los iones cloro tienden a acercarse a un equilibrio tanto dentro como fuera del organismo. En decápodos que muestran regulación hiperosmótica en agua de mar diluída probablemente equilibran su pérdida de sales por secreción de las glándulas antenales y difusión al exterior - por toma activa de sales desde el medio. Los iones son eliminados por

secreción isosmótica con respecto a la hemolinfa y la toma de agua con iones desde el medio es controlada para mantener el balance de agua por las superficies permeables a la misma. El resultado neto es la absorción de líquidos con una concentración osmótica semejante a la de la hemolinfa y a la de la orina (Robertson, 1960 b).

Para mantener la hiposmotividad en agua de mar concentrada algunos crustáceos presentan procesos activos: el agua es absorbida activamente contra un gradiente osmótico o bien se excretan sales vía las branquias.

En la regulación osmótica de decápodos hiposmóticos en agua de mar e hiperosmóticos en agua diluida, el principal ión que se regula en la hemolinfa es el calcio; después le siguen en orden el potasio, sodio, cloro, magnesio y sulfato.

La cuestión energética de la regulación osmótica en animales de agua salobre y dulce ha sido considerada por Potts (1968), quien evaluó el trabajo termodinámico mínimo en términos de superficie o área, permeabilidad y concentraciones de la hemolinfa y de la orina, con respecto al medio externo, lo que muestra que la reducción de la concentración de la hemolinfa de animales marinos que entran a agua salobre es la llave para poner a funcionar los mecanismos osmorreguladores, siendo la producción de orina hiposmótica solamente un pequeño efecto del trabajo osmótico.

En el caso específico de la zona de colecta, esta región hidrográfi-

ca varía mucho durante el año debido a la época de secas y a la de lluvias, lo que trae como consecuencia grandes cambios en la salinidad, lo que a su vez restringe la distribución de los organismos y solo los que presentan un alto grado de eurihalinidad son capaces de adaptarse a dichas condiciones (Rodríguez, 1981).

#### 5.- METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se colectaron 289 ejemplares juveniles y adultos de Penaeus vannamei en los canales del Estero "El Tasajal", localizado al noroeste del Puerto de Mazatlán y del Sistema Lagunar Huizache-Caimanero (23°30' de latitud norte y 106°40' longitud oeste), donde la abundancia de la especie era significativa y permitió una captura suficiente para realizar los experimentos en el laboratorio.

Las colectas de peneidos se hicieron utilizando una red tipo atarraya de 2 m de diámetro con una abertura de malla de 5 mm, entre las 10.00 y 12.00 horas. Simultáneamente se registraron los siguientes parámetros hidrológicos: la temperatura superficial y de fondo con ayuda de un termómetro de cubeta; la salinidad, medida tanto en la superficie como en el fondo, por medio de un refractómetro "American Optical Corp." con una precisión de 0.5 ‰; y la profundidad en metros (TABLA 1).

Los individuos fueron transportados inmediatamente al laboratorio en



ca varía mucho durante el año debido a la época de secas y a la de lluvias, lo que trae como consecuencia grandes cambios en la salinidad, lo que a su vez restringe la distribución de los organismos y solo los que presentan un alto grado de eurihalinidad son capaces de adaptarse a dichas condiciones (Rodríguez, 1981).

#### 5.- METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se colectaron 289 ejemplares juveniles y adultos de Penaeus vannamei en los canales del Estero "El Tasajal", localizado al noroeste del Puerto de Mazatlán y del Sistema Lagunar Huizache-Caimanero (23°30' de latitud norte y 106°40' longitud oeste), donde la abundancia de la especie era significativa y permitió una captura suficiente para realizar los experimentos en el laboratorio.

Las colectas de peneidos se hicieron utilizando una red tipo atarraya de 2 m de diámetro con una abertura de malla de 5 mm, entre las 10.00 y 12.00 horas. Simultáneamente se registraron los siguientes parámetros hidrológicos: la temperatura superficial y de fondo con ayuda de un termómetro de cubeta; la salinidad, medida tanto en la superficie como en el fondo, por medio de un refractómetro "American Optical Corp." con una precisión de 0.5 ‰; y la profundidad en metros (TABLA 1).

Los individuos fueron transportados inmediatamente al laboratorio en



TABLA 1 .- Datos hidrológicos de los muestreos en el Estero "El Tasajal" (1982-1983).

Número Muestreo	Epoca del año	Fecha	Hora	Profundidad (m)	Temperatura °C		Salinidad ‰	
					Superf.	Fondo	Superf.	Fondo
1	Noviembre 1982	24-XI-82	12.00	0.80	24.0	23.5	25.0	24.0
2	Abril 1983	13-IV-83	12.00	1.15	24.0	22.5	24.0	24.0
3	Abril 1983	15-IV-83	12.00	1.35	24.0	22.0	24.0	24.0
4	Septiembre 1983	30-IX-83	12.00	2.30	28.0	30.0	24.0	24.0
5	Octubre 1983	4-X-83	12.00	2.45	28.0	27.0	24.0	24.0
6	Noviembre 1983	23-XI-83	11.00	2.60	24.0	23.0	15.0	15.0
7	Noviembre 1983	25-XI-83	10.00	2.70	23.0	22.0	15.0	15.0

bolsas de plástico con agua del medio de captura, aereados constantemente con aire comprimido de un tanque de buceo y colocados en una hielera de plástico de 50 x 50 x 1.50 m con hielo picado para mantener baja la temperatura y disminuir así en general la tasa metabólica de los camarones.

En el laboratorio, se colocaron cinco acuarios de plástico de 30 x 30 x 50 cm con capacidad de 20 l, aereados constantemente con bombas de 7 watts y cubiertos con placas de acrílico para evitar que los camarones saltaran fuera del recipiente. Las diferentes salinidades experimentales usadas fueron preparadas por dilución de agua de mar o adicionando sal de mar hasta lograr la concentración deseada. El agua fue cambiada diariamente en cada uno de los acuarios, ajustando las salinidades por medio de un refractómetro y manteniendo constante la temperatura a 24°C por medio de termostatos; ésto se hizo con el objeto de evitar la contaminación del agua y mortandad de los individuos la cual fue nula al término del estudio.

Los individuos no fueron alimentados durante el experimento con el objeto de no alterar los valores de presión osmótica de los mismos. Todos los individuos fueron aclimatados durante un lapso de 24 horas a las condiciones de laboratorio, antes de iniciar las lecturas de presión osmótica así como de efectuar los cambios experimentales de salinidad a que fueron sometidos los mismos. Dichos cambios fueron los siguientes:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Uno de los acuarios fue mantenido con la salinidad registrada en el medio de captura, como referencia, testigo o "normal".
- En otros, se hicieron cambios bruscos de salinidad: a mayor salinidad que la normal o testigo (36 ‰) y a salinidad menor que la normal o testigo (8 ‰).
- Por último, cambios graduales de la salinidad, aumentando o disminuyendo la salinidad en 2 ‰ cada dos horas, hasta completar 72 horas de observación y hasta alcanzar una salinidad de 0 ‰ en el cambio gradual a baja salinidad, y de 45 ‰ en el caso del cambio gradual a salinidad elevada.

En cada acuario se colocó un promedio de ocho individuos, de tallas semejantes y en la misma proporción de sexos, cuidando que todos se encontraran en buenas condiciones fisiológicas, lo que era detectado por su actividad natatoria y capacidad de reacción ante un estímulo táctil.

Asimismo, se registraron la temperatura y la salinidad cada seis horas, hasta completar un lapso de 72 horas de observación, con el objeto de analizar la tolerancia ante cambios bruscos de salinidad y la adaptación de esta especie ante cambios graduales de la misma.

Posteriormente se determinó la presión osmótica individual en la hemolinfa, succionándola por medio de tubos capilares que se insertan en la cavidad pericárdica, entre el cefalotórax y el primer segmento

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

abdominal. Para ello, los animales fueron secados perfectamente - con papel absorbente para evitar lecturas erróneas por contaminación con agua de los acuarios. Dichas muestras fueron centrifugadas durante 10 segundos a 3000 rpm en una centrífuga Eppendorf 5144 Brinkmann, utilizando 30 microlitros del sobrenadante para hacer una dilución con agua destilada hasta obtener 3 ml y determinar la - presión osmótica total en un Osmómetro Precision System, Inc., Sudbury, Massachusetts, basado en la depresión del punto de congelación (según el método crioscópico, conforme a la técnica descrita - originalmente por Gross - 1954 - en Welsh y Smith, 1960).

Paralelamente se tomaron datos morfométricos de la especie según las claves de Pérez-Farfante (1970): talla o longitud total en cm, desde el extremo anterior del rostro hasta la parte distal del telson, y la longitud ocular (desde la órbita ocular hasta la parte final del cefalotórax), por medio de un vernier con carátula e indicador de aguja, con el objeto de analizar la diferencia en la capacidad osmorreguladora de individuos de diferente talla (juveniles y adultos) (TABLA 2). Conjuntamente se determinó el estado del ciclo de intermuda en que se encontraban los individuos, por observación directa al microscopio de las setas de los pleópodos, según el procedimiento descrito por Drach y Tchernigovtzeff (1967) y Schafer (1979) (TABLA 6, FIG. 5).

La concentración iónica del agua de los acuarios y presión ejercida

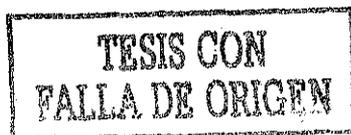


TABLA 2 .- Talla promedio de individuos de Panaeus vannamei colectados en el Estero "El Tasajal".

Epoca del año	No. individuos	Talla promedio (cm)	Proporción de sexos
Noviembre 1982	28	13.35	3.7 ♀:1 ♂
Abril 1983	61	12.37	1.7 ♀:1 ♂
Septiembre-October	75	12.35	1.4 ♀:1 ♂
Noviembre 1983	125	10.95	2.0 ♀:1 ♂
$\Sigma$	289	49.02	188 ♀ 101 ♂
$\bar{x}$	72	12.00	1.9 ♀:1 ♂

TABLA 6.- Estados de intermuda en los Natantia (condensado según datos de Drach (1939), Passano (1960), Scheer (1960), Drach y Tchernigovzteff (1967) y Schafer (1979).

Estado	Duración (%)	Características
A (postmuda temprana) A1 A2	2.5	Recién mudado; exoesqueleto muy blando  Se ven nuevas espinas en la matriz; continúa la absorción de agua Matriz de la espina retraída más o menos a la mitad de la misma
B (postmuda tardía) B1 B2	16.5	Exoesqueleto consistente; bases cónicas de las espinas ausentes Bases cónicas de las espinas parcialmente formadas
C (intermuda temprana) C1 (intermuda tardía)	21.0	Exoesqueleto completamente formado; bases cónicas de las espinas bien caracterizadas; gran acumulación de reservas orgánicas
D D0 (premuda)	60.0	Activación hormonal; epitelio separado de la vieja cutícula; nuevas setas presentes en las bases de la vieja epidermis, claramente separada de la cutícula
D1 (premuda temprana) D1'	21.0	Formación de nuevas espinas; retracción inicial de la fibra nerviosa Secresión de nuevas espinas
D1''	14.0	Las nuevas setas se extienden dentro de las viejas; bases invaginadas dentro de la epidermis aproximadamente de 1/4 de la longitud de la seta
D1'''	6.5	Aparecen detalles morfológicos de las nuevas espinas; las bases de las nuevas setas están invaginadas aproximadamente 1/2 de la longitud de la seta
D2 (premuda media) D3 (premuda tardía)	17.0	Formación de capas pre-exuviales del nuevo esqueleto Reabsorción del viejo exoesqueleto; epidermis con una capa cuticular pigmentada de quitina
D4 (premuda final)	1.0	Viejo exoesqueleto preparado para la muda y se abre la sutura ecdisial
E (ecdisis)	0.5	Toma rápida de agua y despojo del viejo exoesqueleto: ECDISIS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

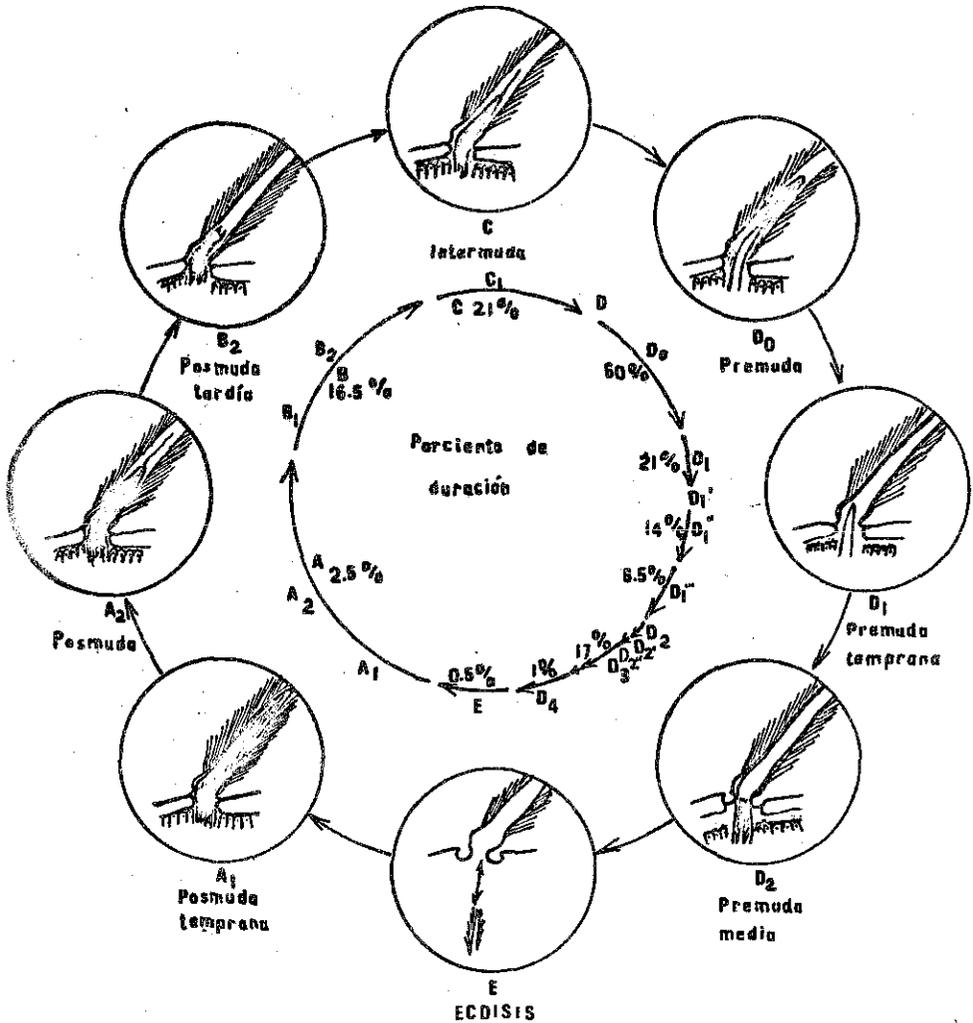


Fig.5 Estados del ciclo de intermuda en los decápodos y su porciante de duración.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

por la misma fue determinada de la misma forma que las muestras de hemolinfa y se hicieron curva de concentración interna de la misma contra la concentración externa del medio para determinar el comportamiento osmótico de la especie en cuestión, haciendo un análisis de regresión lineal así como de correlación (Snedecor, 1970; Dixon y Massey, 1980; Siegel, 1980).

#### 6.- RESULTADOS Y DISCUSION

Se hicieron observaciones sobre la tolerancia de Penaeus vannamei ante cambios bruscos de salinidad, así como sobre la adaptación de esta especie a cambios graduales de la misma.

Los experimentos se realizaron utilizando un total de 289 individuos juveniles y adultos, presentando esta población las siguientes características: talla media de 12.02 cm, con una desviación patrón de 1.42 cm (TABLA 2, FIG. 1); de esta población el mayor tamaño y menor número de individuos correspondió a los colectados en el mes de noviembre de 1982, con una talla promedio de 13.35 cm; el mayor número de individuos fue colectado en noviembre de 1983, con una talla promedio de 10.95 cm, mientras que en las colectas de abril de 1983 y de septiembre-octubre de 1983, se colectaron respectivamente 61 y 75 ejemplares, con una talla promedio de 12.37 y de 12.35 cm en cada caso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

por la misma fue determinada de la misma forma que las muestras de hemolinfa y se hicieron curva de concentración interna de la misma - contra la concentración externa del medio para determinar el comportamiento osmótico de la especie en cuestión, haciendo un análisis de regresión lineal así como de correlación (Snedecor, 1970; Dixon y Massey, 1980; Siegel, 1980).

#### 6.- RESULTADOS Y DISCUSION

Se hicieron observaciones sobre la tolerancia de Penaeus vannamei ante cambios bruscos de salinidad, así como sobre la adaptación de esta especie a cambios graduales de la misma.

Los experimentos se realizaron utilizando un total de 289 individuos juveniles y adultos, presentando esta población las siguientes características: talla media de 12.02 cm, con una desviación patrón de 1.42 cm (TABLA 2, FIG. 1); de esta población el mayor tamaño y menor número de individuos correspondió a los colectados en el mes de noviembre de 1982, con una talla promedio de 13.35 cm; el mayor número de individuos fue colectado en noviembre de 1983, con una talla promedio de 10.95 cm, mientras que en las colectas de abril de 1983 y de septiembre-octubre de 1983, se colectaron respectivamente 61 y 75 ejemplares, con una talla promedio de 12.37 y de 12.35 cm en cada caso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

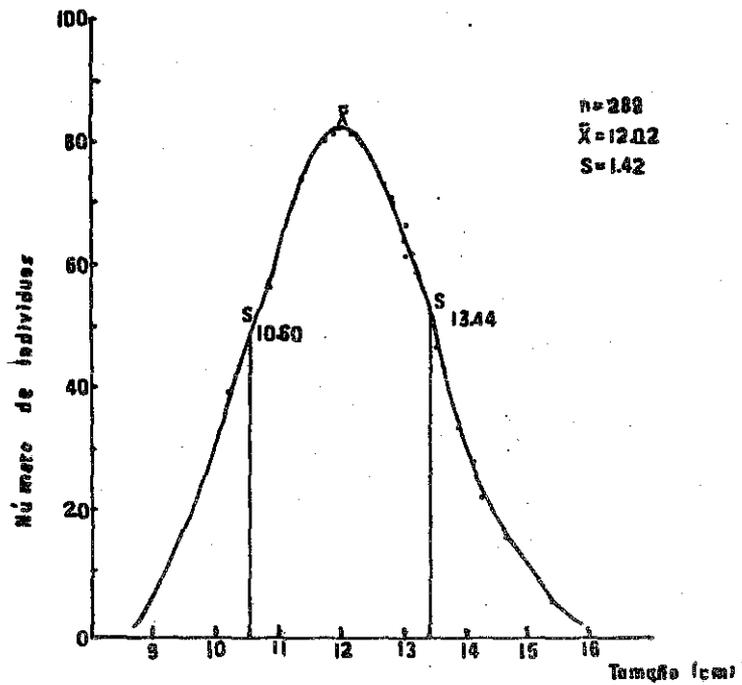


Fig.1 Muestra estadada de la población de Penaeus vannamei del Estero "El Tasojal".

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 6.1.- OSMORREGULACION

A partir de los datos de las TABLAS 3 y 4, se obtuvieron valores - promedio de la variación de la concentración de la hemolinfa de Penaeus vannamei en función de la concentración externa (expresada en miliosmoles/kg agua) de las salinidades experimentales en que se colocaron los individuos (FIG. 2).

Según estos resultados se observa que la concentración interna resulta independiente de las salinidades experimentales a que fueron sometidos los individuos, lo que indica la gran capacidad osmorreguladora de la especie en cuestión, para regularse tanto hipo como hiperosmóticamente por arriba o por debajo de la línea isosmótica. - Por esto se le puede considerar como eurihalina al encontrarse como valor del punto isosmótico el de 19 ‰ a 22 ‰. Al respecto, - cabe mencionar que la especie sobrevive en salinidades desde 7 ‰ hasta 45 ‰ a una temperatura de 23°C (López, 1969). Asimismo, - el comportamiento osmótico está relacionado con la temperatura y es también evidente una influencia combinada de esta última y la salinidad (Panikkar, 1965). Así, por ejemplo, en Parartemia zietziana la tolerancia a la salinidad está restringida a altas y bajas temperaturas (Geddes, 1975 a, b y c).

Estos resultados son muy semejantes a los encontrados por Dall (1964) para Metapenaeus mastersii en los que el punto isosmótico es alcan-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TABLA 3.- Presión osmótica de Penaeus vannamei (mOs) en relación al tamaño de los individuos.

No. inter- valo	Intervalos de cla- se (longitud total en cm)	Frecuencia de casos en diferentes intervalos de presión osmótica (mOs)									
		301- 400	401- 500	501- 600	601- 700	701- 800	801- 900	901- 1000	1001- 1100	Total	
1	9.10-10.00		2	1				1			4
2	10.10-11.00	4	7	29	27	8	5	3	1		84
3	11.10-12.00	7	13	20	26	9	3	2	2		82
4	12.10-13.00	8	6	11	8	4	3	1	4		45
5	13.10-14.00	7	4	11	14	5		3	4		48
6	14.10-15.00	3	1	5	6	2	2				19
7	15.10-16.00			3	1				1		5
8	16.10-17.00			1							1
9	17.10-18.00	1									1
$\Sigma$		30	33	81	82	28	13	10	12		289
$\bar{X}$		6	6.6	16.2	16.4	5.6	4.3	2.5	6		5.78

TABLA 4 .- Relación de la presión osmótica de la hemolinfa de la hemolinfa de Panaeus vancouveri en diferentes condiciones de salinidad experimental.

Epoca del año	Presión osmótica promedio de la hemolinfa en relación a la presión osmótica promedio de agua con diferentes salinidades experimentales.													
	% Normal (medio natural)		Cambio brusco < %		Cambio brusco > %		Cambio gradual < %		Cambio gradual > %		TOTAL			
	P.O.i (mOs)	P.O.e (mOs)	P.O.i (mOs)	P.O.e (mOs)	P.O.i (mOs)	P.O.e (mOs)	P.O.i (mOs)	P.O.e (mOs)	P.O.i (mOs)	P.O.e (mOs)	Σ P.O.i	Σ P.O.e	X P.O.i	X P.O.e
Noviembre 1982	620	700			560	1010					1180	1710	590	860
Abril 1983	650	700	490	300	760	1010	570	400	920	1500	3390	3910	680	780
Septiembre- Octubre 1983	570	700	450	300	610	1010	580	450	580	1010	2790	3470	560	690
Noviembre 1983	600	440	580	300	800	1010	590	500	630	1030	3200	3280	640	660
Σ	2440	2540	1520	900	2730	4040	1740	1350	2130	3540	10560	12370	2470	2990
X	610	640	510	300	680	1010	580	450	710	1180	3090	3580	620	750

NOTA: % Normal.....Salinidad testigo o control.  
 P.O.e.....Presión osmótica externa  
 P.O.i.....Presión osmótica interna  
 mOs.....miliosmoles / Kg agua

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Presión osmótica interna promedio (mOsm) en diferentes condiciones de salinidad experimental

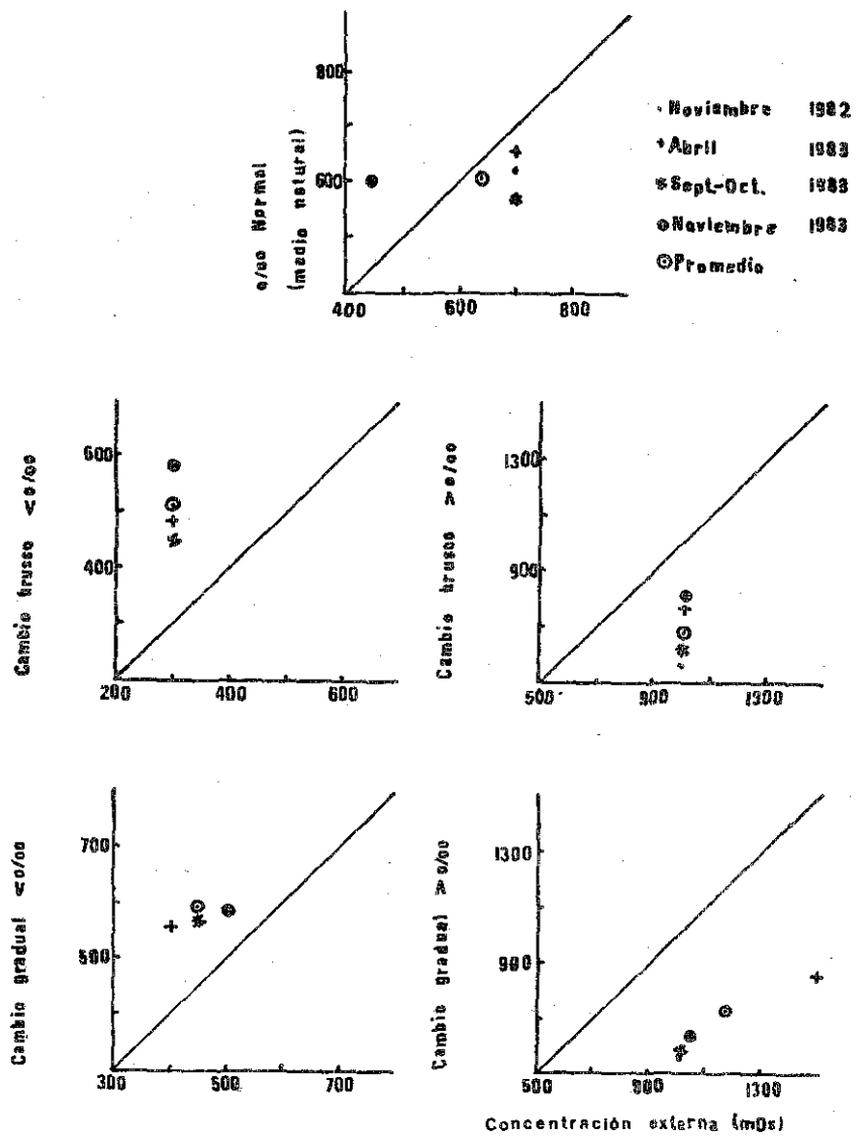


Fig. 2 Relación de la presión osmótica promedio de la hemolinfa de *Penaeus vannamei* bajo diferentes condiciones de salinidad experimental.

Nota: En la gráfica se muestran valores promedio indicados para cada período de muestreo.

zados a 22 ‰ y los de Mac Farland y Lee (1963) quienes encontraron que P. setiferus y P. aztecus son isosmóticos en salinidades cercanas a 27 ‰, regulándose hiperosmóticamente en agua salobre con una tendencia a hacerse isosmóticos cuando baja la temperatura, sobreviviendo a un rango de salinidad desde agua dulce hasta 45 ‰.

Por su parte, Amaya y Signoret (1977), encontraron como punto isosmótico para Penaeus setiferus la salinidad de 32 a 36 ‰.

Penaeus vannamei tiene preferencia definida por aguas protegidas con baja salinidad, siendo eurihalino; sin embargo, los juveniles prefieren salinidades de 20 ‰ (Rodríguez de la Cruz y Rosales, 1976; Edwards et al., 1977). Por otro lado, Rodríguez (1981) establece como punto isosmótico para Penaeus vannamei la salinidad de 18 ‰ a 20 ‰ y de 20 ‰ a 22 ‰ para Penaeus stylirostris.

Por su parte, Castille y Lawrence (1981 a, b y d) dan como valores de isosmoticidad de la hemolinfa con respecto al agua de mar los siguientes: 718 mOs para Penaeus vannamei, 699 mOs para Penaeus stylirostris, 680 mOs para Penaeus setiferus, 768 mOs para Penaeus duorarum y 745 mOs para Penaeus aztecus (nótese que al respecto, 36 ‰ equivalen aproximadamente a 1028 mOs).

Según se observa en la misma gráfica (FIG. 2), la especie presenta una regulación hiperosmótica ante un cambio brusco de la salinidad normal o testigo a un medio diluido, siendo ligeramente hiperosmótico si dicho cambio es gradual. En este caso, para mantener la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

concentración de la hemolinfa a un nivel más alto que en el medio, puede alcanzarse por toma activa de iones acompañada con un decremento en la permeabilidad, lo que está de acuerdo a lo establecido por Robertson (1960 a y b); si hay una reducción del volumen de la hemolinfa, se incrementa la razón de toma activa (Farrel y Taylor, 1962, citado por Lockwood, 1967).

Por el contrario, resulta hiposmótico ante un cambio brusco de la salinidad normal o testigo hacia un medio más concentrado siendo a su vez ligeramente hiposmótico si dicho cambio es gradual; en este caso, hay una absorción activa contra un gradiente osmótico o bien se excretan sales vía las branquias.

Esto demuestra la capacidad de adaptación de Penaeus vannamei a altas y bajas salinidades, aunque puede observarse que es mayor en el caso de salinidades menores, presentando una diferencia de 210 mOs ante un cambio brusco y de 130 mOs ante uno gradual con respecto al punto isosmótico, mientras que dicha diferencia es de 330 mOs cuando el cambio a salinidades altas es brusco y de 470 mOs cuando es gradual. Aquí hay que hacer notar que la reducción de la concentración de la hemolinfa de animales marinos que entran a agua salobre, es la llave para poner a funcionar los mecanismos osmorreguladores, y la producción de orina hiposmótica solo es un pequeño efecto de dicho trabajo osmótico.

Al respecto, Castille y Lawrence (1981 a, b y d) establecen que Pe-



naeus aztecus y Penaeus duorarum son mejores reguladores iónicos y osmóticos a bajas salinidades que Penaeus setiferus y Penaeus vannamei.

Posteriormente se obtuvo la diferencia en porciento de las concentraciones promedio de la hemolinfa con respecto a la salinidad normal, tomando como valor absoluto 100% (TABLA 10, FIG. 8); estos valores a su vez están dados en función del punto isosmótico, es decir aquél punto en el que las concentraciones internas y externas son iguales. Como se observa, el mayor porciento de diferencia correspondió a salinidades mayores que la normal, lo que revela que en estas salinidades existe mayor regulación osmótica, tendiendo los individuos a volverse isosmóticos. En cambio, en salinidades bajas se vuelven hiperosmóticos, tendiendo a eliminar sales y tomar agua para disminuir su concentración interna (aunque son hiposmóticos en relación a su estado normal, con una diferencia de 2%). Al respecto, hay que hacer notar que los iones que más influyen en la presión osmótica de las células son el cloro, el sodio y el calcio, y que el hinchamiento de la célula es prevenido por el establecimiento del doble equilibrio de Donnan (Leaf, 1959).

En relación a lo establecido anteriormente, Hughes (1969) encontró que cuando la salinidad es baja la natación de juveniles de Penaeus duorarum va a favor de la corriente y las postlarvas descienden a los substratos permaneciendo inactivas; cuando la salinidad aumen-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TABLA 10.- Datos de diferencia porcentual de osmolaridad en Penaeus vannamei en diferentes condiciones de salinidad experimental.

Condición experimental de salinidad	Presión osmótica promedio (mOs)	Promedio de concentración interna de la hemolinfa	Promedio de la salinidad externa
Cambio gradual < ‰	580 95%	Para ‰. menores que la Normal 550 90%	450
Cambio brusco < ‰	510 84%		300
‰. Normal (medio natural)	610 100%	610 100%	640
Cambio brusco > ‰	680 111%	Para ‰. mayores que la Normal 700 115%	1010
Cambio gradual > ‰	710 116%		1180

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

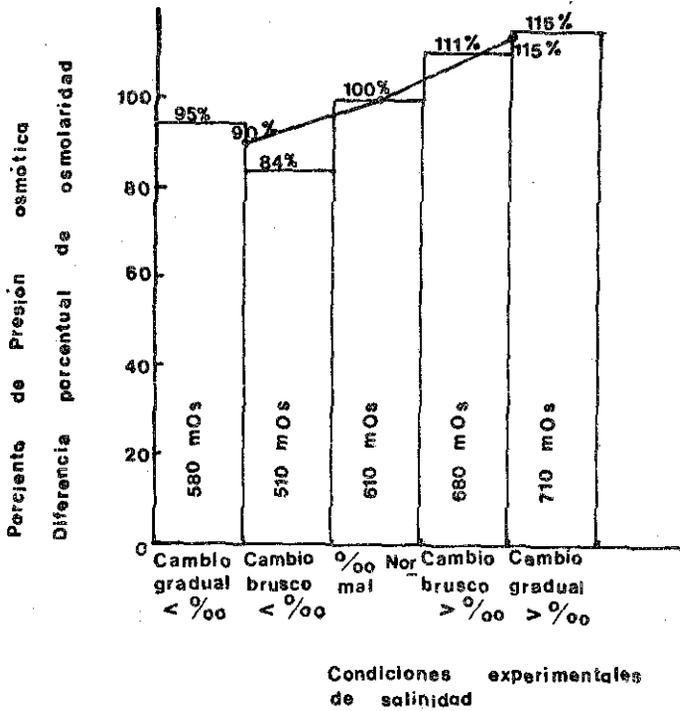


Fig. 8 Diferencia porcentual de osmolaridad.

ta las postlarvas se tornan nuevamente activas y ascienden, dejándose llevar por la corriente que las desplaza hacia la costa (Linder y Anderson, 1956).

#### 6.2.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO AL CICLO DE INTERMUDA

En cuanto a la variación de la presión osmótica de la especie en estudio con respecto al estado del ciclo de intermuda, y bajo distintas condiciones de salinidad experimental, se puede observar que en salinidades más bajas que la normal o testigo (ya sea cambios bruscos o graduales de salinidad), hay una tendencia a mantener constante la presión osmótica (con un valor promedio de 510 mOs), aunque presentan pequeños cambios debidos probablemente a la adaptación de los individuos a dichas salinidades experimentales, ya que se observa que dichos cambios son mayores en el caso del cambio brusco a salinidad más baja que la testigo, que cuando es gradual (en promedio de 560 mOs) (TABLA 5, FIG. 3). El comportamiento normal de la especie es semejante al de los individuos testigo que se encontraban en la salinidad de ambiente natural (con un valor promedio de 630 mOs). En cambio, cuando los camarones son pasados de un medio de mayor concentración externa, se ve claramente que Penaeus vannamei no soporta bien dicho cambio; como se nota en la gráfica hay valores eleva-

TABLE 5 - Relación de la presión osmótica de la hemolinfa de Panaeus vancouveri con diferentes estados del ciclo de intermuda.

Estado de intermuda	Presión osmótica promedio (mOs) de la hemolinfa en diferentes salinidades experimentales.						
	Normal medio natural	Cambio brusco < %	Cambio brusco > %	Cambio brusco dual < %	Cambio brusco dual > %	Cambio grádual > %	Presión osmótica $\bar{x}$
A	520	500	550	560	520	520	530
A1	540	530	880	590	660	660	640
A2	660		360	510	630	630	540
A3	680						680
$\bar{x}$ A	600	520	600	550	600	600	570
B	690	380		570			550
B1	770	590	490	570	660	660	620
B2	650	410	670	510	400	400	530
X B	700	460	580	550	530	530	560
C	450	550	680	440	600	600	540
C1		420		400	1020	1020	610
$\bar{x}$ C	450	490	680	420	810	810	570
D			490				490
D <sub>0</sub>	600	550	670	560	610	610	600
D1	660	450	880		690	690	670
D1'				570			570
D1''	620	660			640	640	640
D2	610	480	650	680	590	590	580
D2'	660	680	890	730	670	670	720
D2''			1090		1010	1010	910
D3	640	400	750	590	980	980	680
D3''			740				750
D4	660						740
$\bar{x}$ D	640	540	770	630	760	760	670
E	610	500	410	520	830	830	570
$\bar{x}$ E	610	500	410	520	830	830	570
TOTAL	630	510	680	560	710	710	630

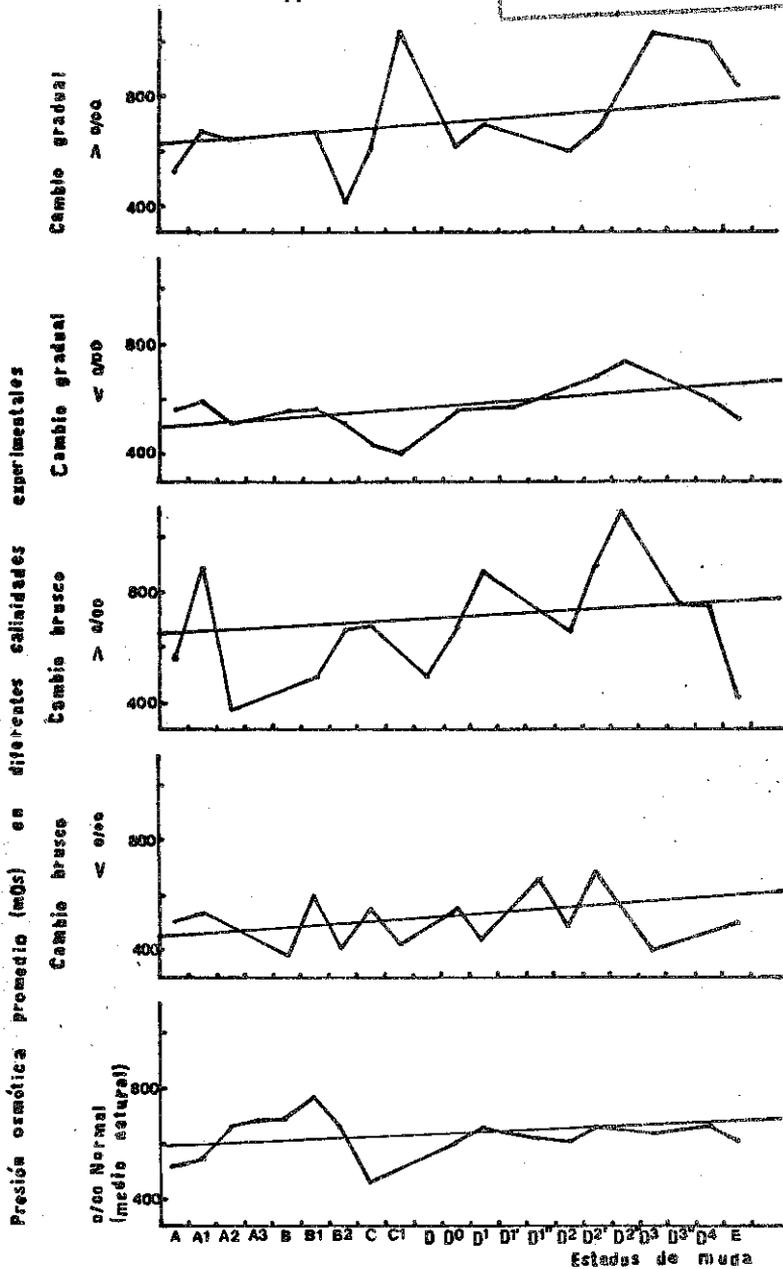


Fig. 3 Variación de la presión osmótica durante el ciclo de intermuda de *Penaeus vannamei* en diferentes condiciones de salinidad experimental.

dos y otros muy bajos, lo que indica que la especie no puede regularse adecuadamente a dichas salinidades (con valores de presión osmótica desde 400 mOs hasta 1100 mOs). Por otro lado se puede observar que conforme los individuos se van acercando a la etapa de muda o ecdisis, hay una tendencia a aumentar su presión osmótica interna, debido probablemente a un aumento en la permeabilidad de las superficies del cuerpo, lo que trae como consecuencia una mayor absorción de sales y agua (TABLA 5, FIG. 4). Esto coincide con estudios hechos en P. crassipes en los que se notan cambios marcados en la presión osmótica de la concentración de la hemolinfa durante la muda y en los que el intestino juega un papel que aún no está bien determinado, aumentando la permeabilidad de las membranas incluyendo la superficie del cuerpo; sin embargo, se ve un incremento en el volumen del cuerpo por absorción de agua, reduciéndose éste en la muda. Así, en el caso del cambio brusco a baja salinidad, - tienden a tomar más rápidamente sales del medio. En el caso del cambio brusco a una salinidad mayor que la de referencia, por presentar los individuos una regulación hiposmótica pierden sales y agua rápidamente, aunque esta pérdida es menor si el cambio de salinidad es gradual, ya que los individuos pueden irse adaptando más fácilmente a dicho cambio.

También se observa que en los estados "A" generalmente la presión osmótica es baja (en promedio de 570 mOs) ya que los individuos a-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

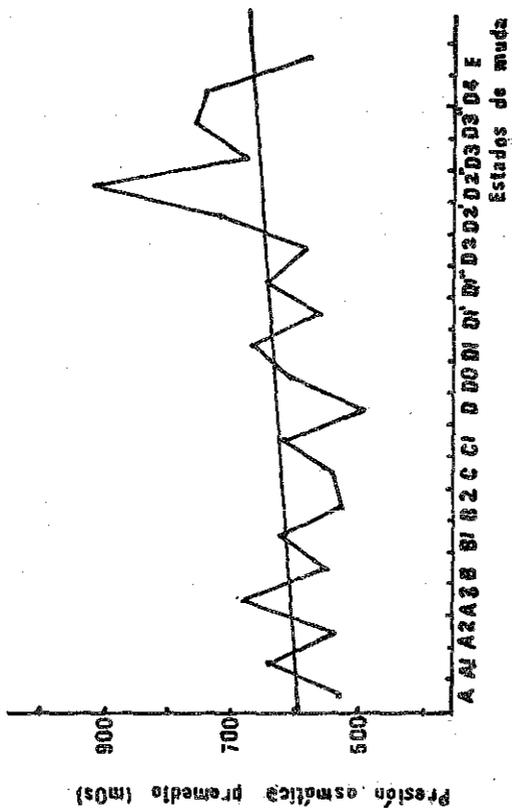


Fig.4 Presión osmótica promedio de la hemolinfa de Penaeus vannamei durante el ciclo de Intermuda.

caban de mudar, son suaves y el caparazón aún no está bien calcificado por lo que penetra gran cantidad de agua; esto concuerda con los datos dados por Robertson (1960 b) para Carcinus, habiendo una reabsorción del calcio posterior (Schafer, 1967). A su vez, se puede señalar que, en general el estado del ciclo de intermuda que presentó valores mayores en la presión osmótica fue el estado "D", con un valor promedio de 670 mOs, estado que es previo a la ecdisis o muda, ya que en ésta etapa hay una reabsorción del viejo exoesqueleto y de las sales del mismo.

Lo anterior está de acuerdo con los estudios hechos por Burse y Lane (1971 a y b) sobre la osmorregulación y concentraciones iónica y proteínica de la hemolinfa de Penaeus duorarum, y quienes hacen notar la importancia que éstas tienen sobre algunos aspectos de comportamiento, crecimiento y cambios de concentración interna durante el ciclo de muda de estos organismos.

En la TABLA 12, FIG. 10, se puede observar que en general el estado de muda que más se presentó fue el "Do", con un porcentaje total de 21.5%, debido probablemente a que dicho estado de muda es el de mayor duración. En segundo lugar se presentó el estado "A1", con un 20.1%, mientras el más bajo obtenido correspondió a los estados "A3", "D" y "D3", con solo un 0.4%. Asimismo, se puede observar que cuando el cambio es brusco a altas o bajas salinidades, hay una tendencia a permanecer en el estado "Do" y retrasar la muda; esto -

TABLA 12.- Porciento de estados de muda en diferentes condiciones de salinidad experimental.

Estado de muda	% Normal (medio natural)	Cambio brusco < %	Cambio brusco > %	Cambio gradual < %	Cambio gradual > %	TOTAL
A	11,7	12,8	3,4	8,3	3,4	8,0
A1	13,0	27,7	12,1	25,0	27,1	20,1
A2	2,6		1,7	2,1	1,7	1,7
A3	1,3					0,4
X A	6,5	21,3	5,2	12,5	10,2	30,2
B	11,7	2,1		6,3		4,5
B1	5,2	4,3	5,2	4,2	3,4	4,5
B2	6,5	4,3	6,5	2,1	1,7	4,5
X B	7,8	4,3	6,5	4,2	3,4	13,5
C	5,2	8,5	10,3	2,1	1,7	5,5
C1		2,1		2,1	3,4	1,4
X C	5,2	6,4	10,3	2,1	3,4	6,9
D			1,7			0,4
D0	16,9	23,4	29,3	10,4	27,1	21,5
D1	5,2	2,1	1,7		3,4	2,8
D1'				4,2	0,7	0,7
D1"	3,9	2,1			1,4	1,4
D2	1,3	2,1			3,4	3,1
D2'	5,2	2,1	8,6	8,3	6,8	5,9
D2"			6,5	2,1	0,3	1,0
D3	2,6	2,1	3,4		1,7	1,4
D3"			1,7			0,4
D4	6,5	6,4	5,2	18,8	13,6	8,7
X D	6,5	6,4	6,5	8,3	10,2	47,3
E	1,3	4,3	1,7	4,2	1,7	2,4

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

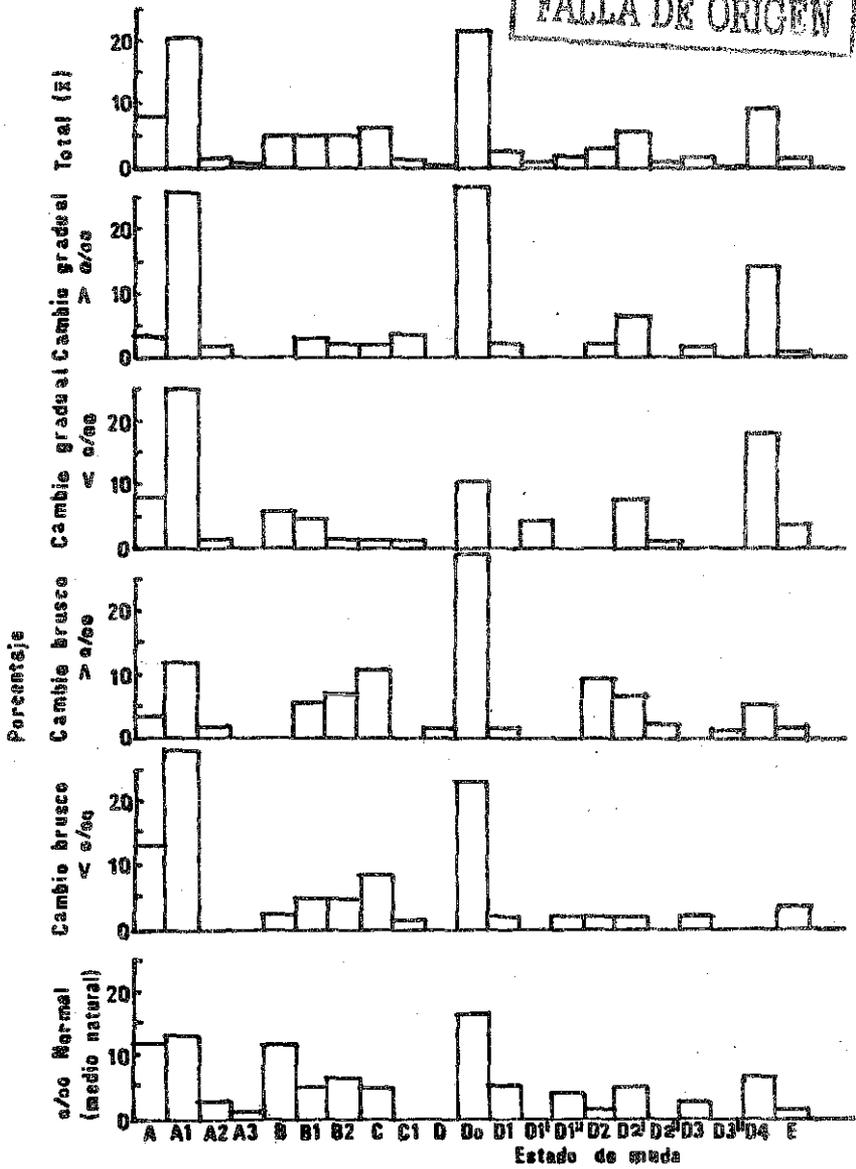


Fig. 10 Porcentaje de estados de muda en diferentes condiciones de salinidad experimental.

sugiere que los individuos se esperan a tener condiciones más propicias para mudar. Por el contrario, cuando dichos cambios son graduales, la tendencia es a acercarse a la etapa de ecdisis; así, en el caso del cambio gradual a bajas salinidades se tiene un porcentaje de 18.8% para el estado "D4" anterior a la muda y en el cambio gradual a altas salinidades, dicho porcentaje fue de 13.6%. Por otro lado, se sabe que el proceso de crecimiento de los crustáceos es por medio de una serie de mudas que se suceden a diferentes intervalos según la especie de que se trate (Huner y Colvin, 1979); así, en el caso de Penaeus vannamei dicho crecimiento es de 0.8 mm a 1.4 mm por día entre 25°C y 35°C con un incremento en tamaño entre 3 mm y 5 mm en cada muda (Edwards, 1977). La duración promedio del ciclo de muda es de 16 días para Penaeus duorarum y P. aztecus, según datos de Ewald y Zein-Eldin (1971, citados en Schaffer, 1979). Sin embargo, dicha duración varía según el tamaño de los individuos: así, para Penaeus duorarum es de 12 a 20 días para animales con una talla de 18 a 22 mm, de 14 a 30 días para individuos de 23 a 27 mm y de 27 a 38 días para camarones con una talla de 28 a 32 mm; en el caso de Penaeus aztecus, la duración es de 16 y 15 días para organismos de 21.4 y 22.5 mm respectivamente (Zein-Eldin, op. cit.). Dicho crecimiento se ve favorecido mediante el abatimiento de la salinidad y el aumento del volumen de las aguas en los esteros por las precipitaciones pluviales, -

siendo la preferencia por baja salinidad en aguas interiores un factor importante para la migración de postlarvas de peneidos (Keiser y Aldrich, 1976, citados por Mair, 1980).

Con respecto a esto, según los resultados del estudio se observa que por presentarse una población bastante homogénea (con un promedio de 12.02 cm de longitud total de los individuos), no se presentó una diferencia marcada entre el tamaño de los camarones y el estado de muda en que éstos se encontraban (TABLA 13).

### 6.3.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO AL SEXO

A partir de los datos de la TABLA 7 (FIG. 6), se puede observar que tanto hembras como machos presentan una regulación osmótica semejante: ante cambios bruscos a baja salinidad ambos presentan valores más bajos de presión osmótica pero siendo hiperosmóticos con respecto al medio ambiente; esto se nota más en machos (con 490 mOs) que en hembras (con 540 mOs). A la inversa, cuando el cambio a baja salinidad es gradual, los machos se adaptan mejor a dicho cambio (con 630 mOs contra 550 mOs en hembras).

Por otro lado, ante cambios bruscos a un medio más concentrado, tanto hembras como machos reaccionan elevando su presión osmótica (690 mOs) pero manteniéndose hiposmóticos con respecto al medio que los rodea. Cuando dicho cambio es gradual, la adaptación es muy -

TABLE 13.- Relación del estado de muda con respecto al tamaño de individuos de *Penaeus vannamei*.

Estado de muda	Condiciones de salinidad experimental				Cambio brusco > %	Cambio brusco < %	Cambio gradual > %	Cambio gradual < %	TOTAL $\Sigma$	$\bar{x}$
	% Normal (medio natural)	Cambio brusco < %	Cambio brusco > %	Cambio brusco < %						
A	12.00	11.60	14.00	11.85	10.85	274.70	12			
A1	11.30	11.80	11.70	11.00	11.60	662.90	11			
A2	12.35		11.80	11.40	11.60	59.50	12			
A3	11.40					11.40	11			
$\Sigma$ A	47.05	23.40	37.50	34.25	34.05	1008.50	46			
$\bar{x}$ A	12.00	12.00	13.00	11.00	11.00		12			
B	12.50	12.50	14.10	14.10	12.85	167.70	13			
B1	11.90	12.20	12.60	11.65	12.85	158.80	12			
B2	13.00	13.45	12.60	9.90	10.80	153.20	12			
$\Sigma$ B	37.40	38.15	25.20	35.65	23.65	479.70	37			
$\bar{x}$ B	12.00	13.00	13.00	12.00	12.00		12			
C	14.30	11.30	11.80	13.20	12.20	184.50	12			
C1		13.80	12.80	12.80	12.95	52.50	13			
$\Sigma$ C	14.30	25.10	11.80	26.00	25.15	237.00	25			
$\bar{x}$ C	14.00	13.00	12.00	13.00	13.00		13			
D			14.00	14.00		14.00	14			
D0	11.50	11.90	12.20	11.80	11.10	724.30	12			
D1	11.80	11.90	10.80		14.45	98.80	12			
D1'					11.20	22.40	11			
D1''	11.30	11.30				45.25	11			
D2	13.00	12.60	12.60		11.85	112.40	13			
D2'	10.90	10.80	10.45		10.65	186.50	11			
D2''			11.00			33.20	11			
D3	13.35	14.10	13.80		15.80	56.60	14			
D3''			13.30			13.80	14			
D4	13.40	13.30	13.30		13.40	331.20	13			
$\Sigma$ D	85.25	72.60	98.15	58.60	78.25	1978.55	136			
$\bar{x}$ D	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00		12			
E	11.70	11.05	10.50	11.15	10.70	77.30	11			
E'	11.70	11.05	10.50	11.15	10.70	77.30	11			
$\Sigma$ E	12.00	11.00	11.00	11.00	11.00		11			
$\bar{x}$ E	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00		12			
$\bar{x}$ total	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00		12			

TABLA 7.- Presión osmótica promedio (mos) de la hemolinfa de Panaeus vannamei en hembras y machos, bajo distintas condiciones de salinidad experimental.

Sexo	Presión osmótica (mos) en diferentes salinidades experimentales												TOTAL					
	°/° Normal (medio natural)		Cambio brusco < °/°		Cambio brusco > °/°		Cambio gradual < °/°		Cambio gradual > °/°		Cambio gradual > °/°		Presión osmótica $\bar{x}$					
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂				
No. individuos	43	34	77	32	15	47	45	13	58	30	18	48	38	21	59	198	101	289
$\Sigma$	26870	20060	46930	17260	7320	24580	30910	9070	39980	16450	11330	27780	25790	14480	40270	117280	62260	179540
Presión osmótica $\bar{x}$	620	590	610	540	490	520	690	690	690	550	630	580	680	690	680	600	620	620

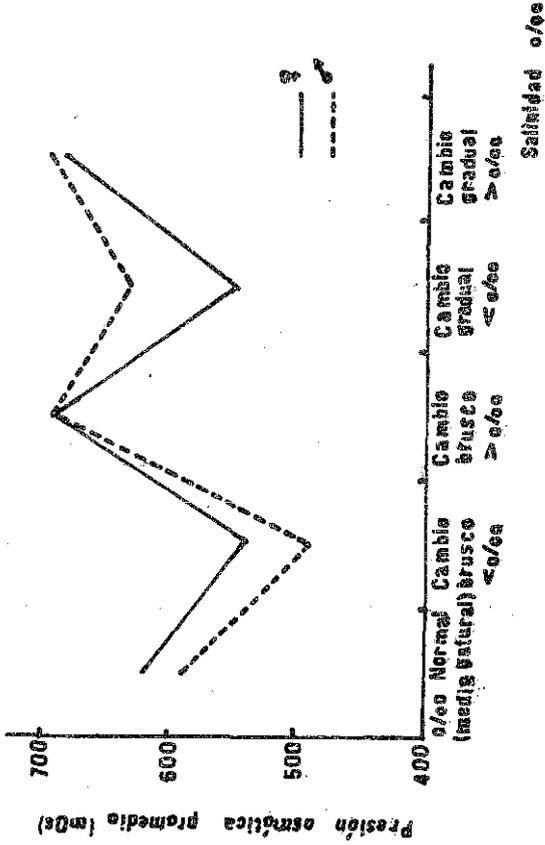


Fig. 6 Variación de la presión estrófica de hembras y machos de *Rattus norvegicus* en diferentes condiciones de salud experimental.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

semejante, de 690 mOs para machos y de 680 mOs para hembras.

#### 6.4.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO A LAS EPOCAS DEL AÑO

En cuanto a los valores de presión osmótica que presentan los organismos en las distintas épocas del año, se observa que los valores más bajos se presentaron en los meses de septiembre y octubre, con un valor promedio de 560 mOs, coincidiendo con una baja en la salinidad del estero por las precipitaciones pluviales en la región y acarreo de agua dulce por los ríos, influenciados por un gradiente horizontal de salinidad que ayuda a los animales a orientarse para moverse hacia sitios de reclutamiento (Mair, 1980) (TABLA 8, FIG. 2).

En noviembre el valor promedio encontrado fue de 590 mOs para 1982 y de 640 mOs para 1983, mientras que en abril se elevó a 680 mOs (primavera), coincidiendo con una alza en la temperatura así como de la salinidad en los sitios de colecta. Al respecto, hay que hacer notar que debido a la gran variabilidad de los factores ambientales (tanto bióticos como abióticos) en los ambientes lagunares costeros y que pudiendo ser las fluctuaciones rápidas y de gran magnitud, como consecuencia de las mareas y de las lluvias, se provocan cambios estacionales marcados que tienen un efecto en la regu-

TABLA 8 .- Presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei en diferentes épocas del año y bajo distintas condiciones experimentales de salinidad.

Epoca del año	Presión osmótica promedio (mOs) en diferentes condiciones de salinidad.									
	% Normal (medio natural)	Cambio brusco < ‰		Cambio brusco > ‰		Cambio gradual < ‰		Cambio gradual > ‰		TOTAL
		$\Sigma$	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	
Noviembre 1982	9350		7300	560					1180	590
Abril 1983	11770	650	4580	760	9660	570	12840	920	3390	680
Septiembre- Octubre 1983	10330	570	7140	450	10410	610	4030	580	9810	560
Noviembre 1983	15580	600	14520	580	17680	800	14090	590	17620	640
$\Sigma$	47030	2440	24580	1520	39970	2730	27780	1740	40270	2130
$\bar{x}$	11758	610	8193	510	9993	680	9260	580	13423	710
									2640	620

lación osmótica (Robertson, 1960 a); de hecho, los efectos combinados de la temperatura con la salinidad influyen la distribución de algunos crustáceos; así Keiser y Aldrich (1976, citados por Mair (1980) demostraron que la preferencia de Penaeus aztecus varía con la estación, siendo su atracción por baja salinidad mayor en verano, iniciando un movimiento inverso, es decir hacia mar abierto, - a mediados de agosto influenciados por la luna y las mareas, ya que los movimientos de los crustáceos hacia el mar abierto están orientados hacia las partes profundas de las lagunas en busca de temperaturas estables, viéndose favorecido por las fuertes bajamares. Al respecto, los movimientos de las mareas, con salinidad y temperatura propias, son factores ecológicos de gran importancia en los estuarios y lagunas litorales del Noroeste de México, ya que su amplitud vertical determina la extensión de las marismas que quedan expuestas o inundadas periódicamente, así como los complejos mecanismos de intercambio y mezcla de aguas que tienen lugar y que son aprovechados por las especies para efectuar sus migraciones de entrada y salida de esas aguas (Mendoza von Borstel, 1972).

#### 6.5.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO A LA EDAD

En relación a la capacidad osmorreguladora de la especie en juveniles y adultos, se puede observar, según los datos de la TABLA 9 -

TABLA 9 .- Presión osmótica promedio de la hemolinfa de Penaeus vannamei relacionada con el tamaño y bajo distintas condiciones de salinidad experimental.

Intervalos de tamaño (longitud total cm)	Presión osmótica promedio (mOs) en diferentes salinidades experimentales.						TOTAL	
	% Normal (medio natural)	Cambio brusco < %	Cambio brusco > %	Cambio gradual < %	Cambio gradual > %		$\Sigma$	$\bar{x}$
9.10-10.00	470			720	410		1600	530
10.10-11.00	610	570	780	570	620		3150	630
11.10-12.00	610	550	680	590	620		3050	610
12.10-13.00	630	460	720	490	750		3050	610
13.10-14.00	600	430	650	620	810		3110	620
14.10-15.00	590	490	630	500	730		2940	590
15.10-16.00	640		560	600	1010		2210	740
16.10-17.00			360				600	600
17.10-18.00							360	360
$\Sigma$	4150	3000	4380	4090	4950		5890	650
$\bar{x}$	590	600	630	580	710			

(FIG. 7), que los individuos de menor talla se regulan más fácilmente que los adultos, debido a que éstos se encuentran en medios halinos más estables. Esto concuerda con lo encontrado por Ewald (1970), quien establece que los organismos larvales en general - tienen menor tolerancia que los juveniles o adultos a los cambios de salinidad; por su parte, Hughes (1969) indica que las postlarvas más chicas son más adversas a moverse dentro de una capa de - baja salinidad que las grandes. Así, en el caso del cambio a salinidades menores que la del medio inicial, se puede observar, según los resultados del estudio, que los individuos se regulan manteniéndose constantes con respecto a la salinidad externa; esto es más notorio en animales de talla pequeña. En cambio, cuando - pasan de un medio de menor concentración de sales a otro más elevado, cuando el cambio es brusco tienden a mantenerse constantes, mientras que en el cambio gradual los animales de mayor tamaño - tienden a aumentar su concentración interna para hacerse isomóticos. Al respecto, los peneidos juveniles realizan una mayor actividad osmótica la que disminuye en el estado adulto tal y como lo indican Panikkar (1965) y Mair (1980), dirigiéndose dichos organismos hacia el mar abierto cuando se acerca su madurez, debido a una reacción positiva hacia la salinidad (Linder y Anderson, - 1956). En el caso específico de la especie en cuestión, ésta - prefiere salinidades muy bajas, estando dada dicha preferencia -

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

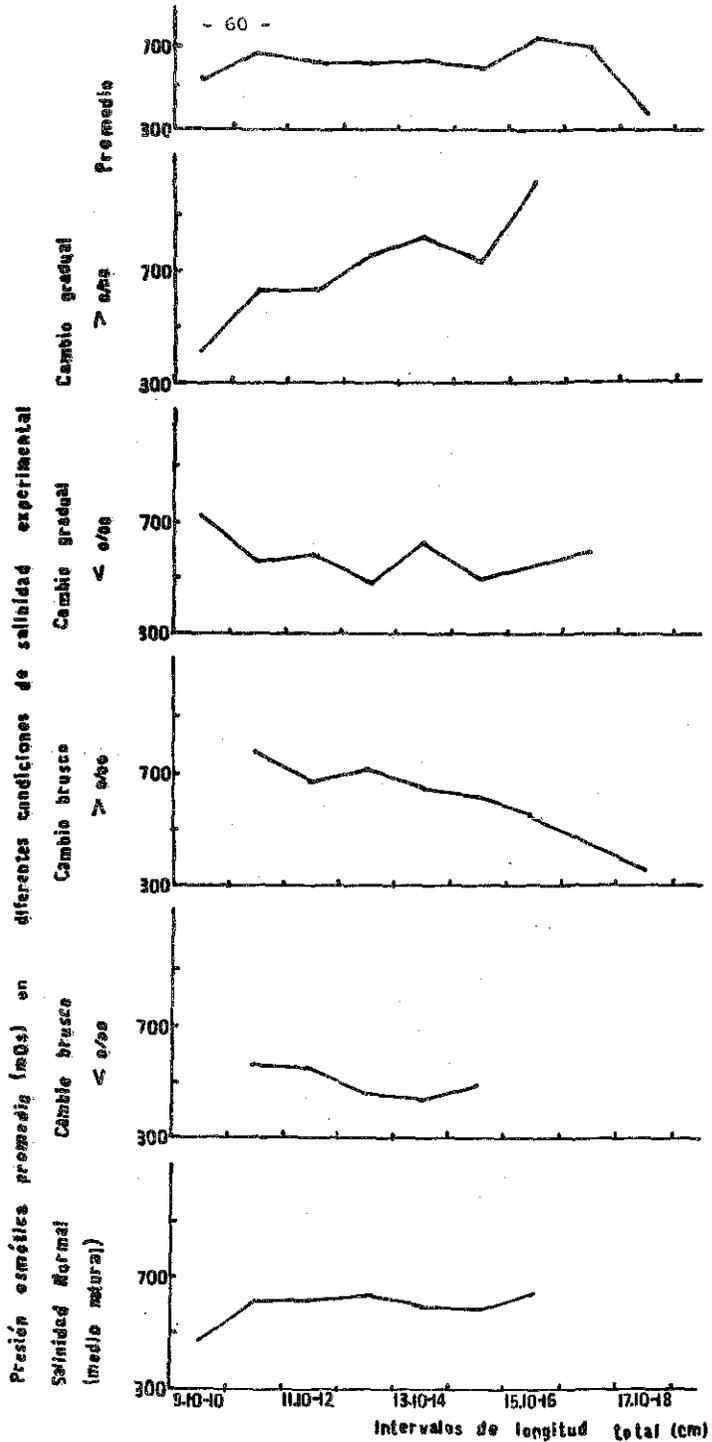


Fig. 7. Variación de la presión osmótica de individuos de *Penaeus vannamei* de diferentes tallas, bajo distintas condiciones experimentales de salinidad.

por la edad y el tamaño (Mair, 1980).

Así podemos decir que en general en el género Penaeus la regulación osmótica es más crítica en el estado juvenil, ya que están expuestos a grandes variaciones de salinidad en las aguas estuarinas, mientras que las larvas se encuentran en aguas costeras más saladas y los adultos regresan a aguas marinas (Wickins, 1976, citado en - Castille y Lawrence, 1981 a).

#### 6.6.- VARIACION DE LA PRESION OSMOTICA RESPECTO A LA ACLIMATAACION DE LA ESPECIE A TRAVES DE 72 HORAS DE OBSERVACION

Por otro lado, se hicieron observaciones de la regulación osmótica cada seis horas, hasta completar un lapso de 72 horas de observación, con base en datos individuales de presión osmótica de la hemolinfa en función de datos promedio de la concentración externa de los acuarios. Aquí se puede observar lo siguiente: en el caso del cambio brusco a baja salinidad (8 ‰), hubo un descontrol de los individuos tendiendo a disminuir su presión osmótica interna a las 18 horas, aunque ésta se elevó de nuevo a las 24 horas, bajando otra vez a las 36 horas (TABLA 11, FIG. 9). Cuando dicho cambio brusco se hizo hacia salinidades elevadas (36 ‰), se notó una tendencia a elevar la presión osmótica interna a las 48 horas. Dicho comportamiento puede entenderse ya que el cambio de salinidad

TABLA 11 .- Variación de la presión osmótica promedio de la hemolinfa de Penaeus vannamei (mOs) durante 72 horas de observación y bajo distintas condiciones de salinidad experimental.

Tiempo (horas)	Presión osmótica promedio (mOs) en diferentes salinidades experimentales.						TOTAL $\Sigma$	TOTAL $\bar{x}$
	%Normal (medio natural)	Cambio brusco $<$ %	Cambio brusco $>$ %	Cambio gradual $<$ %	Cambio gradual $>$ %			
6.00	610	490	670	560	660	2990	600	
18.00	360	360	680	590	760	2750	550	
24.00	650	610	870	650	700	3480	700	
30.00	560	490	720	600	610	2980	600	
36.00	670	440	580	480	570	2740	550	
42.00				640	660	1300	650	
48.00	650	550	710	540	780	3230	650	
54.00	600	600	640		600	2440	610	
72.00			540				540	
$\Sigma$	4110	3540	5410	4060	5340	21910	5450	
$\bar{x}$	590	510	680	580	670		610	

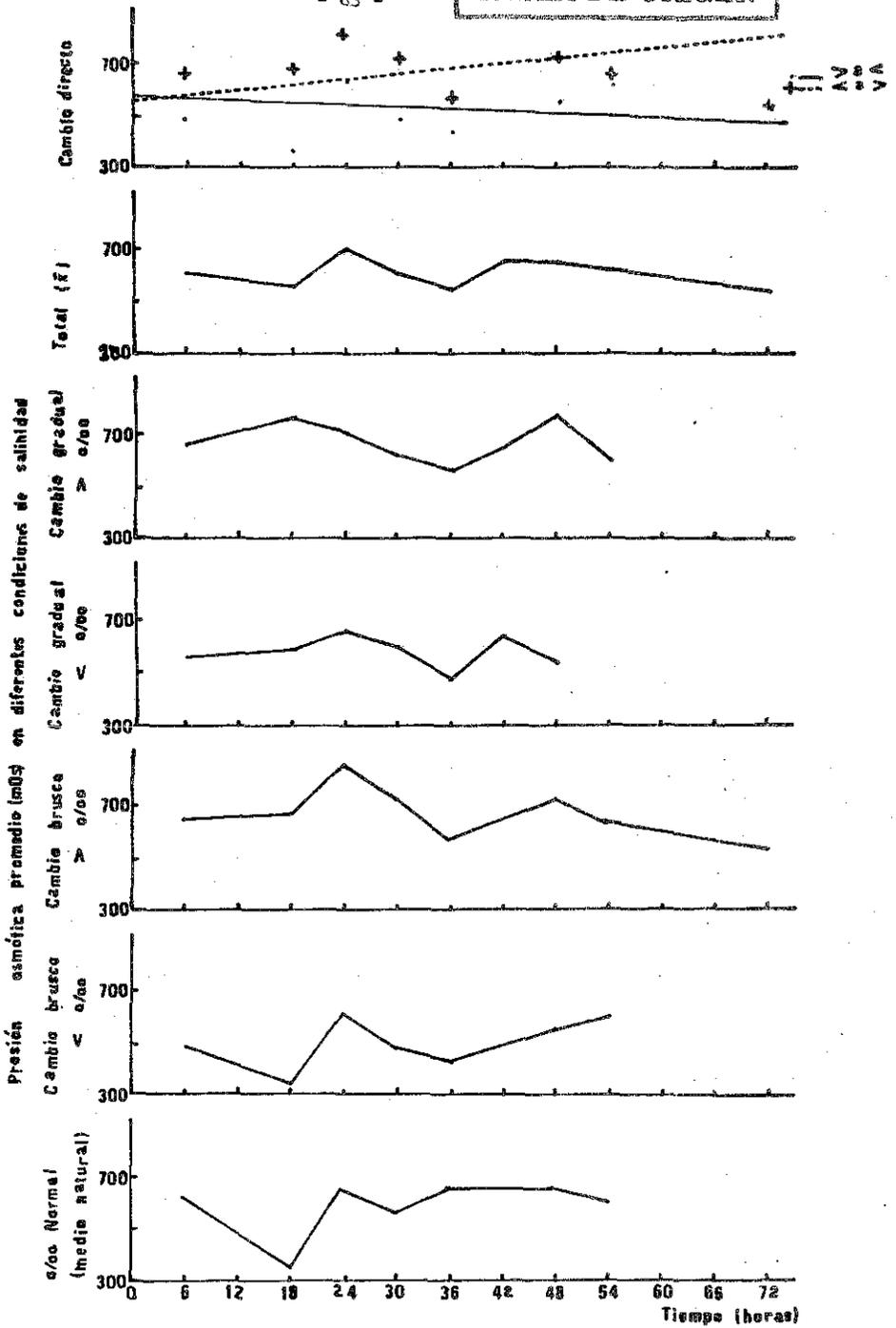


Fig.9 Comportamiento osmótico de Penaeus vannamei durante 72 horas de observación y bajo diferentes condiciones de salinidad experimental.

es demasiado brusco lo que trae como consecuencia un descontrol en la capacidad de osmorregulación de la especie; sin embargo, se nota que dichas variaciones fueron disminuyendo conforme pasaba el tiempo, lo que indica que probablemente los individuos se podrían haber adaptado a dichas condiciones, en especial porque no hubo mortalidad.

Si se analizan los dos casos, se puede observar que dichas variaciones fueron menores cuando el cambio fue a baja salinidad que a alta, lo que indica que la especie tolera mejor un cambio a baja salinidad que uno a salinidad alta.

En el caso del cambio gradual de salinidad, se observa la misma tendencia a disminuir la concentración interna, mientras que ésta se eleva cuando el cambio gradual es hacia una alta salinidad. Al respecto, hay que hacer notar que el tiempo de aclimatación influye en el tipo de respuestas dadas por los organismos; así, por ejemplo, la aclimatación de A. astacus a agua de mar diluída reduce el gradiente osmótico (Robertson, 1960 b). Por su parte, Geddes (1975 a y b) establece que la regulación osmótica en Parartemia zietziana está afectada por la temperatura y el tiempo de aclimatación.

Cuando los peneidos eurihalinos son transferidos a diferentes salinidades se desarrolla un nuevo estado de equilibrio entre la hemolinfa y el agua de mar; así la aclimatación de Penaeus setiferus

cuando es transferido de una salinidad de 10 ‰ a otra de 5 ‰ (con 289 mOs a 144 mOs respectivamente) y de 40 ‰ a 45 ‰ (con una presión interna de 1145 mOs y 1277 mOs respectivamente), es de aproximadamente de 3 y 4 días de aclimatación en cada caso.

Por último, en base al estudio de correlación efectuado, se encontró que Penaeus vannamei es un organismo que a bajas salinidades se adapta fácilmente (de 0 ‰ a 18 ‰) no encontrándose una correlación entre su presión osmótica y la salinidad del medio ambiente (con un valor de  $r=0.074$ ).

En el caso de la salinidad normal o testigo, con un promedio de salinidad de 24 ‰, tampoco se encontró una correlación, lo que indica que el animal se regula fácilmente sin necesidad de aumentar su presión osmótica (con un valor de  $r=0.15$ ).

Sin embargo, en el cambio gradual a alta salinidad, sí se encontró una correlación entre la presión osmótica de la hemolinfa y el medio externo, lo cual indica que a altas salinidades (hasta 45 ‰) el camarón recurre a su sistema fisiológico para adaptarse al medio ambiente, aumentando para ello su presión osmótica (con un valor de  $r=0.69$ ), lo cual concuerda con lo expuesto anteriormente (TABLAS 14 a 18).

Al respecto, Gunter et al. (1964) establecen que existe una correlación muy estrecha entre el volumen de agua epicontinental acarrea-

TABLA 14.- Análisis de correlación global entre la presión osmótica interna de la hemolinfa de Penaeus vanhamei y la salinidad experimental.

Presión osmótica interna de la hemolinfa (mOs)	Concentración externa de la salinidad experimental (mOs)					fy
	301-400	401-500	601-700	1001-1100	1401-1500	
301-400	13	3	8	6		30
401-500	10	11	2	10		33
501-600	25	18	6	31	1	81
601-700	14	14	27	26	2	83
701-800	2	8	4	11	1	26
801-900		2	3	8	1	14
901-1000		1	1	6	2	10
1001-1100				5	7	12
Ex	64	57	51	103	14	289

$y = 614.2$        $S_y = 167.6$        $S_y^2 = 28085.1$        $b = 0.2$        $r = 0.4$

$x = 725.9$        $S_x = 332.5$        $S_x^2 = 110540.2$

TABLA 15.- Análisis de correlación global entre la presión osmótica interna de la hemolinfa de Panaeus vannamei y la salinidad experimental, sin tomar en cuenta los cambios bruscos de salinidad.

Presión osmótica interna de la hemolinfa (mOs)	Concentración externa de la salinidad experimental (mOs)				fy
	301-400	401-500	601-700	1001-1100	
301-400	1	3	8	3	15
401-500	3	11	2	3	19
501-600	8	18	6	18	51
601-700	4	14	27	15	62
701-800	1	9	4	4	19
801-900		1	3	1	6
901-1000		1	1		4
1001-1100				1	8
fx	17	57	51	45	184

$\bar{y} = 618$        $Sy = 157$        $Sy^2 = 24595$        $b = 0.18$        $r = 0.382$   
 $\bar{x} = 720$        $Sx = 323$        $Sx^2 = 104336$

TABLA 16.- Análisis de correlación entre la salinidad normal o testigo y la presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei.

Presión osmótica interna de la hemolinfa (mOs)	Concentración externa en mOs		
	400-500	600-700	fy
301-400	1	8	9
401-500	3	2	5
501-600	9	6	15
601-700	8	27	35
701-800	4	4	8
801-900	1	3	3
901-1000		1	1
fx	26	51	77

$\bar{y}=608$        $Sy=133$        $Sx=830$        $b=0.024$        $r=0.15$   
 $\bar{x}=583$        $Sy^2=17736$        $Sx^2=688248$

TABLA 17.- Análisis de correlación entre la concentración externa en el cambio gradual a baja salinidad y la presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei.

Presión osmótica interna de la hemolinfa (mOs)	Concentración externa en mOs		
	301-400	401-500	fy
301-400	1	2	3
401-500	3	8	11
501-600	8	9	17
601-700	4	6	10
701-800	1	5	6
901-1000		1	1
$\Sigma x$	17	31	48

$$\bar{Y}=569.3$$

$$S_y=123$$

$$S_y^2=15124.4$$

$$b=0.19$$

$$r=0.074$$

$$\bar{x}=415$$

$$S_x=48.14$$

$$S_x^2=2318.3$$

TABLA 18.- Análisis de correlación entre la concentración externa en el cambio gradual a salinidad elevada y la presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei.

Presión osmótica interna de la hemolinfa (mOs)	Concentración externa en mOs	
	1001-1100	1401-1500
301-400	3	3
401-500	3	3
501-600	18	19
601-700	15	17
701-800	4	5
801-900	1	2
901-1000		2
1001-1100	1	8
$f_x$	45	59

$r=0.69$

$b=0.77$

$S_y^2=36862$

$S_x^2=29436.7$

$S_y=192$

$S_x=171.6$

$\bar{y}=673$

$\bar{x}=1145.4$

do y la producción camaronera, como es el caso de Penaeus setiferus.

Del análisis de los resultados anteriores, podemos decir que en general las capacidades osmorreguladoras de los peneidos pueden ser correlacionadas con su distribución por la salinidad. Así, los peneidos estenohalinos son conformadores osmóticos y los eurihalinos se regulan osmóticamente a bajas y altas salinidades (Mac Farland y Lee, 1963). También se infiere que la capacidad osmorreguladora de decápodos está influenciada por factores tales como el sexo, la temperatura, el tiempo de aclimatación, el tamaño, el estado del ciclo de vida y el estado de muda, como también lo establecen Williams (1960) y Haefner (1969).

8.- CONCLUSIONES

- 1) Penaeus vannamei presentó una tolerancia amplia respecto a la salinidad, considerándosele como eurihalina.
- 2) Esta especie toleró mejor una disminución gradual de la salinidad - que un aumento en la misma forma.
- 3) La especie se adaptó mejor en salinidades bajas que en las elevadas, teniendo su óptimo en el intervalo de 18 a 22 ‰.
- 4) La concentración de la hemolinfa varió independientemente de la del medio externo, lo que indica la gran capacidad osmorreguladora de la especie.
- 5) Los individuos resultaron hiperosmóticos en bajas salinidades e hiposmóticos en salinidades elevadas.
- 6) Hubo una mayor regulación osmótica en bajas salinidades.
- 7) Existió una tendencia isosmótico de estos organismos, sobre todo en el intervalo de salinidad de 18 a 22 ‰.
- 8) Los individuos de menor talla (juveniles) realizaron una mayor actividad osmótica que los adultos.
- 9) La presión osmótica de la hemolinfa de Penaeus vannamei aumentó conforme los individuos se acercaron a la etapa de ecdisis.
- 10) Cuando los cambios a bajas y altas salinidades fueron bruscos, se observó una tendencia de los individuos a retrasar la muda.
- 11) Los resultados anteriores, aunados a estudios sobre proteínas específicas podrían ser utilizados como herramienta de selección artificial. Asimismo, al conocer estos aspectos fisiológicos, se puede determinar más adecuadamente los requerimientos de la especie con miras a su cultivo y producción a nivel masivo.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) AMAYA, A. M. L. y G. SIGNORET. 1977. Sobrevivencia y osmorregulación de Penaeus setiferus (Crustacea, Penaeidae). Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 16(1-2):121-126.
- 2) BAILEY, I. 1972. Salinity tolerance and osmotic behaviour of animals in athalassic saline and marine hypersaline waters. Ann. Rev. Ecol. Syst. 3:233-268.
- 3) BALDWIN, G. F. y L. B. KIRSCHNER. 1976. Sodium regulation in Uca adapted to 175% sea water. Physiol. Zool. 49:158-171.
- 4) BERDEGUE, J. 1976. El camarón: presente y futuro. Cámara Nacional de la Industria Pesquera. Mar y Pesca. México, D.F.:1-32.
- 5) BOJORQUEZ, L., SIGNORET, G. y A. M. L. AMAYA. 1977. Osmómetro para estudios biológicos. Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía. Guaymas, Son. Manrique, F. (ed.): 104-105.
- 6) BORN, J. W. 1968. Osmoregulatory capacities of two caridean shrimps, Syncaris pacifica (Atyidae) and Palaemon macrodactylus (Palaemonidae). Biol. Bull. 134:235-244.
- 7) BRYAN, G. W. 1960. Sodium regulation in the crayfish Astacus fluviatilis, II, Experiments with sodium-depleted animals. J. exp. Biol. 37:100-112.

- 8) BURGER, J. W. 1957. The general form of excretion in the lobster Homarus. Biol. Bull. Woods Hole. 113:207-223.
- 9) BURSEY, C. R. y C. LANE. 1971. a) Osmoregulation in the pink shrimp Penaeus duorarum Burkenroad. Comp. Biochem. Physiol. 39(A):483-493.
- 10) BURSEY, C. R. y C. LANE. 1971. b) Ionic and protein concentration changes during the molt cycle of Penaeus duorarum. Comp. Biochem. Physiol. 40(A):155-162.
- 11) CABRERA, J. 1970. Informe sobre los Programas de Biología del Camarón en los Planes Piloto Escuinapa-Yavaros. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. Inédito. 36 p.
- 12) CASTILLE, F. L. Jr. y A. L. LAWRENCE. 1981. a) The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus Penaeus. Comp. Biochem. Physiol. 68(A):75-80.
- 13) CASTILLE, F. L. Jr. y A. L. LAWRENCE. 1981. b) A comparison of the capabilities of juvenile and adult Penaeus setiferus and Penaeus stylirostris to regulate the osmotic, sodium, and chloride concentrations in the hemolymph. Comp. Biochem. Physiol. 68(A):677-680.
- 14) CASTILLE, F. L. Jr. y A. L. LAWRENCE. 1981. c) The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of the freshwater shrimps, Macrobrachium

- ohione Smith and Macrobrachium rosebergii DeMan. Comp. Biochem. Physiol. 70(A):47-52.
- 15) CASTILLE, F. L. Jr. y A. L. LAWRENCE. 1981. d) The effect - of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of the rock shrimps, Sicyonia brevis and Sicyonia dorsalis. Comp. Biochem. Physiol. 70(A):519-523.
- 16) CROGHAN, P. C. 1958. a) The osmotic and ionic regulation of Artemia salina (L.). J. exp. Biol. 35:219-233.
- 17) CROGHAN, P. C. 1958. b) The mechanism of osmotic regulation in Artemia salina (L.): the physiology of the branchiae. J. exp. Biol. 35:234-242.
- 18) CROGHAN, P. C. 1958. c) The mechanism of osmotic regulation in Artemia salina (L.): the physiology of the gut. J. exp. Biol. 35:243-249.
- 19) CROGHAN, P. C. 1958. d) Ionic fluxes in Artemia salina (L.). J. exp. Biol. 35:425-436.
- 20) CHAPA, S. H. 1966. La Laguna del Caimanero, su producción camaronera y un proyecto de realización de obras encaminadas a su incremento. Trabajos de Divulgación. 103. Dirección General de Pesca. Industria y Comercio. 37 p.
- 21) CHAPA, S. H. y R. L. SOTO. 1969. Resultados preliminares del estudio ecológico y pesquero de las lagunas litorales del

- Sur de Sinaloa, México. En: Ayala-Castañares, A. y J. B. Phleger (eds.): Coastal Lagoons, A Symposium. UNAM. México:653-662.
- 22) CHAVEZ, E. 1973. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón blanco (Penaeus vannamei Boone) de la región Sur del Golfo de California. Ciencia Mexicana. 28(2):79-85.
- 23) DALL, W. 1964. Studies on the physiology of shrimp, Metapenaeus mastersii (Haswell) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). - I: Blood constituents. Aust. J. of Mar. and Freshwater Research. 15:145-161.
- 24) DALL, W. 1967. Hypo-osmorregulation in crustacea. Comp. Biochem. Physiol. 21:653-678.
- 25) DEHNEL, P. A. y T. H. CAREFOOT. 1965. Ion regulation in two species of intertidal crabs. Comp. Biochem. Physiol. 15:377-397.
- 26) DIXON, W. y F. MASSEY. 1980. Introducción al Análisis Estadístico. Mac Graw-Hill. México. 489 p.
- 27) DOBKIN, S. y R. B. MANNING. 1964. Osmorregulation in two species of Palaemonetes (Crustacea: Decapoda) from Florida. Bull. mar. Sci. Gulf Caribb. 14:149-157.
- 28) DRACH, P. y C. TCHERNIGOVZTEFF. 1967. Sur la méthode de détermination des stades d' intermue et son application générale aux crustacés. Vie et Milieu. Série A: Biologie Marine. 18-3(A):595-610.

- 29) DUCHATEAU, G.; FLORKIN, M. y C. JEUNIAUX. 1959. Composante aminoacide des tissus chez les Crustacés. I: Composante aminoacide des muscles de Carcinus maenas L. lors du passage de l' eau saumâtre et au cours de la mue. Archs. int. Physiol. 67:489-500.
- 30) EDWARDS, R. R. C. 1976. The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. Oceanography and Marine Biology. An. Rev. 16:145-180.
- 31) EDWARDS, R. R. C. 1977. Field Experiments on Growth and Mortality of Penaeus vannamei in a Mexican Coastal Lagoon Complex. Estuarine and Coastal Marine Science. 5:107-121.
- 32) EDWARDS, R. R. C. 1978. Ecology of a Coastal Lagoon Complex in Mexico. Estuarine and Coastal Marine Science. 6:75-92.
- 33) EDWARDS, R. R. C.; MENZ, A.; NUÑEZ, A. y J. T. SILVA. 1977. - Estudio sobre las poblaciones de camarón (Penaeus) en la Laguna del Caimanero y la Marisma del Huizache, Sur de - Sinaloa, México. Inédito: 234-246.
- 34) ESPINA-AGUILERA, S.; MUÑOZ, A.; VILLALOBOS, R.; DIAZ, F.; LATOURNERIE, J. R. y A. SANCHEZ. 1976. Metabolismo respiratorio y osmoconcentración en dos especies de pengidos de la Laguna de Mandinga, Veracruz, México. Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. - S. I. C. / Subsecretaría de Pesca, Tomo II:27-49.

- 35) EVANS, D. H.; COOPER, K. y M. BOGAN. 1976. Sodium extrusion by sea water acclimated fiddler crab Uca pugilator: - Comparison with other Crustacea and marine teleost fish. J. exp. Biol. 64:203-219.
- 36) FARMER, L. 1979. Evidence for hyporegulation in the calanoid copepod, Acartia tonsa. Comp. Biochem. Physiol. 65(A): 359-362.
- 37) FARMER, L. y M. REEVE. 1978. Role of the free aminoacid pool of the copepod, Acartia tonsa in adjustment to salinity change. Mar. Biol. 48:311-316.
- 38) FLORKIN, M. 1962. La régulation isosmotique intracellulaire chez les invertébrés marins euryhalins. Bull. Acad. r. Belge Cl. Sci. 48:687-694.
- 39) GEDDES, M. 1975. a) Studies on an australian brine shrimp, - Parartemia zietziana Sayce (Crustacea: Anostraca). I: Salinity tolerance. Comp. Biochem. Physiol. 51(A):553-559.
- 40) GEDDES, M. 1975. b) Studies on an australian brine shrimp, Parartemia zietziana Sayce (Crustacea: Anostraca). II: Osmotic and ionic regulation. Comp. Biochem. Physiol. 51(A):561-571.
- 41) GEDDES, M. 1975. c) Studies on an australian brine shrimp, Parartemia zietziana Sayce (Crustacea: Anostraca). III:

- The mechanism of osmotic and ionic regulation. Comp. Biochem. Physiol. 51(A):573-578.
- 42) GROSS, W. J. 1954. Osmoregulation. En: Welsh y Smith. 1960. Laboratory Exercises in Invertebrates Physiology. Burgess Publishing, Minneapolis. 179 p.
- 43) GROSS, W. J. 1957. An analysis of response to osmotic stress in selected decapod crustacea. Biol. Bull. Woods Hole. 112:43-62.
- 44) GUNTER, G.; CHRISTMAS, J. Y. y R. KILLEBREW. 1964. Some relations of salinity to population distributions of motile estuarine organisms, with special reference to penaeid shrimp. Ecology. 45:181-185.
- 45) HAEFNER, P. 1969. Osmoregulation of Crangon septemspinosus Say (Crustacea: Caridae). Biol. Bull. mar. Biol. Lab., Woods Hole. 137:438-446.
- 46) HUGHES, D. A. 1969. Responses to salinity as tidal transport mechanisms of pink shrimp, Penaeus duorarum. Biol. Bull. 136:43-53.
- 47) HUNER, J. V. y L. B. COLVIN. 1979. Observations on the molt cycle of two species of juvenile shrimps, Penaeus californiensis and Penaeus stylirostris (Decapoda: Crustacea). Proc. National Shellfisheries Assoc. 69:77-84.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

- 48) JEUNIAUX, C. 1971. Hemolymph. Arthropoda. Vol. VI. Arthropoda, Part B. En: M. Florkin y B. J. Scheer (Eds.). Chemical Zoology. Academic Press, N. Y.:63-118.
- 49) KINNE, O. 1964. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II: Salinity and temperature salinity combination. En: Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. (Barnes, R., ed.), Vol. 2:231-339.
- 50) KINNE, O. 1971. Invertebrates, I; Environmental Factors, Parte 2, En: Kinne, O. (ed.), Marine Ecology, John Wiley&Sons, N. Y. 396 p.
- 51) KLIMA, E. 1965. Evaluations of biological stains in fluorescent pigments as marks for shrimp. U. S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific Rep, No. 511 8 p.
- 52) KROGH, A. 1939. Osmotic regulation in aquatic animals. Cambridge, 242 p.
- 53) LASSERRE, P. 1976. Osmoregulatory responses to estuarine conditions. Chronic osmotic stresses and adaptation to the Estuary, Academic Press, N. Y.,:395-413.
- 54) LEAF, A. 1959. Maintenance of concentrations gradients and regulation of cell volume. Ann. N. Y. Acad. Sci. 72: 396-404.

- 55) LINDER, M. J. y W. W. ANDERSON. 1956. Growth, migrations, spawning and size distributions of shrimp, Penaeus setiferus. Fish. Bull. 56:555-645.
- 56) LLUCH, D. 1974. La Pesquería de Camarón de Altamar en el Noroeste: Un Análisis Biológico Pesquero. INP/SI:116. Secretaría de Industria y Comercio. INP. México.76p.
- 57) LLUCH, D.; GUZMAN, S. y R. L. SOTO. 1972. Programa Camarón del Pacífico. Resultados parciales de muestras en las Lagunas costeras del Noroeste. Temporada 1972. Inf. Técn. IPN/S 1 14 p.
- 58) LOCKWOOD, A. P. M. 1962. The osmoregulation of Crustacea. Biol. Rev. 37:256-305.
- 59) LOCKWOOD, A. P. M. 1967. Aspects of the Physiology of Crustacea; osmotic and ionic regulation. Freeman (Ed.), San Francisco Co.,:10-303.
- 60) LOPEZ, G. L. 1969. Estudio preliminar sobre las migraciones de postmisis de Penaeus vannamei Boone. - Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. México. FAO Fish. Rep. 2(57):405-413.
- 61) LUCU, C. 1978. Sodium balance and salinity tolerance of the mysid Leptomysis mediterranea. En: Mc Lusky, D. S. y A. J. Berry. Physiology and behaviour of - Marine Biology. Pergamon Press:95-103.

- 62) MAC FARLAND, W. N. y B. D. LEE, 1963. Osmotic and ionic concentrations of Penaeidean shrimps of the Texas coast. Bull. mar. Sci. Gulf. Caribb. 13<sup>(3)</sup>:391-417.
- 63) MACIAS, R. E. 1973. Estudio sobre la identificación y patrones de crecimiento de postlarvas de Penaeus bajo diferentes condiciones controladas de laboratorio. UNAM-SRH: El, LL3. Inédito:71-85.
- 64) MACIAS, R. E. y J. A. CALDERON, 1980.
- 65) MAIR, J. 1979. The identification of postlarvae of four species of Penaeus (Crustacea: Decapoda) from the Pacific Coast of Mexico. J. Zool., 188:347-351.
- 66) MAIR, J. Mc. 1980. Salinity and water type preferences of four species of postlarval shrimp (Penaeus) from West Mexico. J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 45:69-82.
- 67) MENDOZA VON BORSTEL, X. 1972. Efectos de la marea sobre la producción camaronesa en lagunas litorales. Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía. México:407-418.
- 68) MENZ, E. 1976. Dynamics of penaeid shrimp in the lagoon complex on the Mexican Pacific Coast. Thesis, Univ. Liverpool. 155p.
- 69) MOCTEZUMA, M. y B. BLAKE, 1981. Burrowing activity in Penaeus vannamei Boone from the Caimanero-Huizache lagoon system

- on the Pacific coast of Mexico. Bull. Mar. Sci. 3(2); 312-317.
- 70) MOORE, N. H. 1979. The annual physical hidrographics cycle of a tropical Lagoon System on the Pacific Coast of Mexico. P.H.D. Thesis, Univ. Liverpool. 323 p.
- 71) ORTEGA, A. y P. NUÑEZ. 1974. Migración de postlarvas de camarón Penaeus spp. entre Mazatlán, Sin. y San Blas, Nay., México. V Congreso de Oceanografía. Guaymas, México, 6p.
- 72) PANIKKAR, N. K. 1965. Osmotic behaviour of shrimps and prawns in relation to their biology and culture. Nature; 161:527-538.
- 73) PASSANO, L. M. 1960. Molting and its control, En: The Physiology of Crustacea. Waterman, T. H. (Ed.). Academic Press, I:473-536.
- 74) PEREZ-FARFANTE, I. 1960. Claves ilustradas para identificación de camarones comerciales de América Latina, Serie Divulgación, Inst. Biol. Pesquera, 3:1-50.
- 75) POTTS, W. T. W. 1968. Osmotic and ionic regulation, Ann. Rev. Physiol. 30:73-104.
- 76) POTTS, W. T. W. y G. PARRY. 1964. a) Osmotic and ionic regulation in animals. Pergamon Press, Londres. 423 p.
- 77) POTTS, W. T. W. y G. PARRY. 1964. b) Sodium-chloride regulation in the prawn Palaemonetes varians, J. exp. Biol. 41:591-601.

- 78) PROSSER, C. L. 1973. Comparative Animal Physiology. W. B. Saunders, Co. Philadelphia, 372 p,
- 79) RIEGEL, J. A. 1963. The role of the antennal gland in the osmotic and ionic regulation of Carcinus maenas, J. exp. Biol., 38:491-499.
- 80) ROBERTSON, J. D. 1960. a) Osmotic and Ionic regulation, En: Waterman, J. H. (ed.), The Physiology of Crustacea. I: Metabolism and Growth, Academic Press, N. Y., 317-339,
- 81) ROBERTSON, J. D. 1960. b) Ionic regulation in the crab - Carcinus maenas (L.) in relation to the moulting cycle, Comp. Biochem. Physiol., I:183-212,
- 82) RODRIGUEZ, G. 1981. Osmoregulation and total serum protein of two species of penaeidean shrimps from the Pacific Coast of Mexico, J. of Crustacean Biol., 1(3):392-400,
- 83) RODRIGUEZ, G. A. y R. M. GARTZ, 1976. Estudio preliminar sobre la osmorregulación en el camarón azul Penaeus stylirostris (Stimpson), Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones, S.I.C./ Subsecretaría de Pesca, Tomo II:53-70,
- 84) RODRIGUEZ DE LA CRUZ, M. C. y J. F. ROSALES, 1976. El camarón del Noroeste de México, Inst. Nat. Pesca, I.P.N./ S.I.:148, 36 p,



- 85) SCHAFER, H. J. 1967. Chitin resorption by Penaeus duorarum.  
Contr. Fdn. mar. Sci. Mexico, 1:1-8.
- 86) SCHAFER, H. J. 1979. The determination of some stages of -  
the moulting cycle of Penaeus duorarum, by microscopic  
examination of the setae of the endopodites of pleopods.  
  
381-391.
- 87) SCHEER, B. T. 1960, Aspects of intermoult cycle in natan-  
tians. Comp. Biochem. Physiol. 1:3-18.
- 88) SCHOFFENIELS, E, y R. GILLES. 1970, Osmoregulation in aqua-  
tic arthropods. En: Florkin, M. y B. T. Scheer (eds.).  
Chemical Zoology, II, Arthropoda, Parte A. Academic -  
Press. N. Y.,:255-286.
- 89) SEPULVEDA, M. 1976. Crecimiento y mortalidad de camarón -  
blanco (Penaeus vannamei Boone) en el Sistema Huizache-  
Caimanero, temporada 1974-1975. Memorias Simposio sobre  
Biología y Dinámica Poblacional de Camarones:1-12.
- 90) SHAW, J. 1961, Studies on ionic regulation in Carcinus mae-  
nas (L.), J. exp. Biol. 38:135-152.
- 91) SHARP, M. S. y J. M. NEFF. 1980. Steady state hemolymph os-  
motic and chloride ion regulation and percent body water  
in Clibanarius vittatus (Decapoda, Anomura) from the -  
Texas Guld Coast, Comp. Biochem. Physiol. 66(A):455-460.

- 92) SIEGEL, S, 1980, Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta, Trillas, CNEIP, 6a, reimpre-  
sión, 346 p,
- 93) SNEDECOR, G. W, 1970, Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola, CECSA, México, 703 p,
- 94) SOTO, L, R, 1969, Mecanismo hidrológico del Sistema de Lagunas Litorales Huizache-Caimanero y su influencia sobre la producción camaronera, Tesis UABC, Esc. Sup, Ciencias Marinas, 300 p,
- 95) SOTO, L y R, BUSH, 1973, Análisis de los muestreos de camarón en los esteros del Sur de Sinaloa, Temporada 1973, Programa camarón del Pacífico, INP/Si, 15 p,
- 96) VERNBERG, F, J, 1978, Physiological Ecology of Estuarine Organisms, The Belle W, Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, Univ, of South Carolina Press, 396 p,
- 97) WARBURTON, K, 1978, Community structure, abundance and diversity of fish in a Mexican Coastal Lagoon System, Estuarine and Coastal Marine Science, 7:497-519.
- 98) WATERMAN, T, H, y F, A, CHACE, 1960, General crustacean Biology, En: Waterman, T, H, (ed.), The Physiology of Crustacea: Metabolism and Growth, I, Academic Press, N, Y, 670 p,

- 99) WELSH, J. y R. T. SMITH. 1960. Laboratory Exercises in In-  
vertebrates Physiology. Burgess Publishing, Minneap-  
olis. 179 p.
- 100) WILLIAMS, S. B. 1960. The influence of temperature on osmo-  
tic regulation in two species of estuarine shrimps (Pe-  
naeus). Biol. Bull. mar. Biol. Lab, Woods Hole. 119:  
560-571.

