

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

SINOPSIS DE Macrobrachium rosenbergii (De Man)

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

TZSASNA MARTINEZ HURTADO DE MENDOZA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## CONTENIDO

	Página
Justificación .....	1
Capítulo I .- IDENTIDAD .....	4
1.1 Nomenclatura .....	4
1.1.1 Nombre válido .....	4
1.1.2 Sinónimos .....	4
1.2 Taxonomía .....	9
1.2.1 Semejanzas o afinidades .....	9
1.2.2 Estado taxonómico .....	15
1.2.3 Subespecies .....	17
1.2.4 Nombres comunes y vernáculos .....	21
1.3 Morfología .....	22
1.3.1 Morfología externa .....	22
1.3.2 Ontogenia .....	61
1.3.3 Histomorfología .....	62
Capítulo II .- DISTRIBUCION .....	67
2.1 Area total .....	67
2.2 Distribución diferencial .....	69
2.2.1 Huevecillos y hembras .....	69
2.2.2 Larvas .....	69
2.2.3 Juveniles .....	69
2.2.4 Adultos .....	69
2.3 Factores de los cambios de distribución .....	70
2.4 Hibridación .....	72
2.4.1 Híbridos .....	72

2.4.2	Influencia de la hibridación en la acuicultura .....	73
Capítulo III	.-BIOLOGIA Y CICLO DE VIDA .....	81
3.1	Reproducción .....	81
3.1.1	Sexualidad .....	81
3.1.2	Madurez .....	84
3.1.3	Apareamiento .....	84
3.1.4	Fertilización .....	86
3.1.5	Gónadas .....	101
3.1.6	Desove .....	101
3.1.7	Incubación .....	102
3.2	Fase pre-adulta .....	102
3.2.1	Fase embrionaria .....	102
3.2.2	Fase larvaria .....	107
3.2.3	Fase juvenil .....	108
3.3	Fase adulta, langostino maduro .....	109
3.3.1	Longevidad .....	109
3.3.2	Vigor y resistencia .....	110
3.3.3	Competidores .....	111
3.3.4	Depredadores .....	112
3.3.5	Parásitos, enfermedades .....	112
3.4	Nutrición y crecimiento .....	116
3.4.1	Alimentación.....	116
3.4.2	Alimento .....	116
3.4.3	Rangos de crecimiento .....	119
3.5	Conducta .....	141
3.5.1	Migraciones y movimientos locales .....	141
3.5.2	Movimientos en masa .....	141
3.5.3	Respuestas a estímulos .....	142

Capítulo IV .- EXPLOTACION .....	144
4.1 Mecanismos de Pesca .....	144
4.2 Areas de Pesca .....	145
4.3 Temporadas de captura .....	145
Capítulo V .- PROTECCION Y MANEJO .....	147
5.1 Medidas reguladoras legislativas .....	147
5.2 Control de las características	
físicas del medio-ambiente .....	147
5.2.1 Confinamientos naturales y artificiales .....	147
5.2.2 Estanquería para el cultivo	
del langostino .....	148
5.2.3 Control de la erosión y el azolve .....	167
5.2.4 Regulación del flujo .....	167
5.2.5 Control de los niveles de agua .....	173
5.3 Control de las características químicas	
del medio-ambiente .....	180
5.3.1 Control de la contaminación del agua .....	180
5.3.2 Control de la salinidad .....	18
5.3.3 Fertilización artificial de las aguas .....	182
5.4 Control de las características	
biológicas del medio-ambiente .....	183
5.4.1 Control de la vegetación acuática .....	183
5.4.2 Introducción de bio-alimento para forraje .....	184
5.4.3 Control de parásitos y enfermedades .....	192
5.4.4 Control de la depredación y la competencia .....	197
5.5 Manipulación de la población .....	197
5.5.1 Cría artificial .....	197

Capítulo IV .- EXPLOTACION .....	144
4.1 Mecanismos de Pesca .....	144
4.2 Areas de Pesca .....	145
4.3 Temporadas de captura .....	145
 Capítulo V .- PROTECCION Y MANEJO .....	 147
5.1 Medidas reguladoras legislativas .....	147
5.2 Control de las características	
físicas del medio-ambiente .....	147
5.2.1 Confinamientos naturales y artificiales .....	147
5.2.2 Estanquería para el cultivo	
del langostino .....	148
5.2.3 Control de la erosión y el azolve .....	167
5.2.4 Regulación del flujo .....	167
5.2.5 Control de los niveles de agua .....	173
5.3 Control de las características químicas	
del medio-ambiente .....	180
5.3.1 Control de la contaminación del agua .....	180
5.3.2 Control de la salinidad .....	18
5.3.3 Fertilización artificial de las aguas .....	182
5.4 Control de las características	
biológicas del medio-ambiente .....	183
5.4.1 Control de la vegetación acuática .....	183
5.4.2 Introducción de bio-alimento para forraje .....	184
5.4.3 Control de parásitos y enfermedades .....	192
5.4.4 Control de la depredación y la competencia .....	197
5.5 Manipulación de la población .....	197
5.5.1 Cría artificial .....	197

5.5.2	Natalidad y reclutamiento .....	198
5.5.3	Cosecha .....	200
5.5.4	Traslado y Siembra .....	201
5.5.5	Resiembra .....	203
<b>Capítulo VI.- COMENTARIOS .....</b>		<b>205</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>		<b>207</b>

## JUSTIFICACION

Los motivos que llevaron a la seleccion de este tema de " Sinopsis de Macrobrachium rosenbergii ( De Man ) " y, a preferir esta especie sobre otras, son los que a continuacion se mencionan:

1. Por tratarse de una especie acuicola cuyo cultivo ha dado muy altos beneficios en Asia; tantos, que indujeron a Ling., en 1965 (Fujimura, T. y H. Okamoto, - 1970) a llevarlo a América y a tratar de aclinarlo en Hawaii, donde ha dado excelentes resultados.
2. Por representar su cultivo una fuente potencial de produccion alimentaria y de alto rendimiento economico, muy propicio para naciones como la nuestra, que cuentan con el clima, la geografia y el desarrollo social apropiado.
3. Por encontrarse el cultivo comercial de esta especie en los albores de su explotacion en México, resulta cada vez más atractivo para los inversionistas nacionales; dado su alto precio de venta en el mercado. Es tal, que hace áltamente redituable su inversion.
4. Por tratarse de un producto muy aceptado y de alta demanda en el mercado nacional e internacional.
5. Porque se comercializa fácilmente, sin procesamiento previo.
6. Por poseer un alto valor alimenticio y muy agradable sabor, goza de gran preferencia entre los consumidores.
7. Porque es una especie que ha sido convenientemente explorada, lo cual la hace muy conocida, y por tanto, la tecnologia de su cultivo se ha desarrollado ampliamente.
8. Desde el punto de vista biológico, el langostino M. rosenbergii ofrece las siguientes ventajas:
  - a) Presenta un rápido incremento, pues en el lapso, de 7 a 10 meses alcanza las tallas comerciales.

- b) Tiene un bajo índice de mortalidad en cautividad.
- c) Es de una amplia tolerancia a las variaciones de los factores ambientales.
- d) Tiene alta resistencia a parásitos y enfermedades.
- e) Soporta mejor que otras especies los manejos de cosecha y de transportación a los centros de engorda y consumo.
- f) No exige gran selectividad en su alimentación, puesto que es una especie omnívora.
- g) Su alto potencial reproductivo permite a las hembras maduras poner hasta más de cien mil huevos.
- h) Su primera madurez se presenta en una talla mayor que la mínima comercial, lo que garantiza que su crecimiento no sea mermado por la actividad metabólica que el desarrollo de las gónadas implica.

Estas características del langostino M. rosenbergii justifican que su cultivo y explotación haya interesado a biólogos, investigadores, agricultores, carcinólogos, empresarios y a los gobiernos de diferentes países, que le han dedicado considerables presupuestos e importantes recursos.

Muy explicable resulta pues, el interés que en México ha despertado el cultivo y explotación de este crustáceo.

#### OBJETIVOS:

Consecuentemente con las características antes apuntadas, es propósito rector de esta tesis, sentar las bases para un cultivo tecnificado y para una rentable exploración de este producto, con tal potencialidad futura; en un intento de sintetizarla, hoy por hoy, dispersa información bibliográfica de que se dispone, se ofrece como un instrumento que a la vez documente su cultivo y explotación, y sirva de apoyo y estímulo a toda persona interesada en el estudio y explotación de los langostinos.

Manifiesto que la secuencia seguida en la elaboración de la Sinópsis que ofrezco, se inspira en las normas señaladas por la FAO para esta clase de trabajos.

Mi mayor esfuerzo en la elaboración de esta síntesis, lo dediqué a obtener la máxima información posible al respecto, a su traducción y al procesamiento de la misma.

Los procedimientos por los cuales obtuve la información que manejo, se originan en muy variadas fuentes; consultas bibliográficas, información en bancos internacionales; acopio en las terminales de computación del CICH, SECOBI y en la Dirección de Informática y Estadística de la Secretaría de Pesca. Además de consultas directas a especialistas en la materia, tanto nacionales como extranjeros.

Sinópsis de Macrobrachium rosenbergii (De Man).

1. IDENTIDAD

1.1 Nomenclatura

1.1.1 Nombre válido

El nombre válido para esta especie de langostino es: Macrobrachium rosenbergii (De Man, 1879).

Sin embargo, a lo largo de la historia se ha manifestado con distintos nombres, los cuales se han ido invalidando hasta llegar al actual.

1.1.2 Sinónimos. (Holthuis, 1950).

La combinación original para llamar a M. rosenbergii, fue sustituida a lo largo de la historia en varias ocasiones, habiendo pasado por:

Locusta Marina Rumphius, 1705.

Cáncer (Astacus) Carcinus Herbst. 1792

Palaemon carcinus Fabricius, 1798

Palaemon Carcinus Voigt, 1838

Palaemon rosenbergii De Man, 1879

Palaemon spinipes Schenkel, 1902

Nota: Se respeta la forma original de cada autor al escribir los nombres científicos con los que se le llamó a la especie.

Palaemon d' Acqueti Sunier, 1925

Se reportan más de ochenta nombres para M. rosenbergii cronológicamente y por diferentes autores, siendo la gran mayoría repetitivos; por lo que en líneas superiores se señalan únicamente los más importantes.

De Man describió a Palaemon Rosenbergii en 1879, como una especie distinta de Palaemon carcinus, pero posteriormente él consideró a P. Rosenbergii como una variedad de P. Carcinus, aunque Bate (1868), rebate que ninguna de las dos formas pueden verse como variedades.

Las diferencias que De Man, en 1879 dijo que había entre una y otra son:

- a) El rostrum está casi en línea recta en P. rosenbergii y no convexo como en P. carcinus.
- b) El telson en P. rosenbergii está algo redondeado en su fin y no delgado y puntiagudo como en P. carcinus.

A lo que discute Bate (1868), la primera diferencia cae dentro del rango de variación, por referirse al contorno del rostrum. Sin embargo el rostrum en el que De Man se basó, debió pertenecer a una hembra muy vieja, ya que, está un poco arqueado sobre el ojo y tiene la punta curvada insignificadamente hacia arriba. El rostrum ciertamente no está por completo en línea recta. El telson del tipo de P. rosenbergii tiene la punta rota y la parte remanente regenerada, el llamado telson es muy pequeño, lo que altera la posición de los dos pares de espínulas dorsales; la posterior de las cuales está situada muy cerca del margen posterior; también Bate hace alusión a que el telson está dañado, ya que termina abruptamente en un ancho margen posterior, el que no muestra alguna señal de espinas o setas. El hecho de que el telson del tipo P. rosenbergii esté dañado, ya había sido supuesto por Ortmann (1891).

De esta manera se justifica por completo, el hecho de considerar a P. rosenbergii De Man, como un sinónimo de P. carcinus (no Cancer carcinus, Linnaeus).

El Macrobrachium rosenbergii fue llamado por la mayoría de los autores Palaemon carcinus pero este nombre fue cambia-

do de Palaemon a Macrobrachium, debido a las características específicas del rostrum y del segundo par de pereiópodos que dan nombre al género. También el nombre específico de carcinus apoyado en la descripción original de Linnaeus, ya es incorrecto asignarlo a la presente forma.

La descripción original de Linnaeus (1758) Cancer carcinus, es tan general y amplia que muchas especies de Macrobrachium son compatibles a ella.

Por otra parte, hace referencia al trabajo de Sloane (1725) y también hace incapié en que estas especies viven en los ríos de América, lo que excluye definitivamente la posibilidad de que Cancer carcinus, se identifique con la presente forma.

Las especies descritas y mencionadas por Sloane, se conocen actualmente con el nombre de Palaemon jamaicensis (Herbest, 1792); esta especie aunque presenta características para pertenecer al género, Macrobrachium, las semejanzas corresponden a otra especie M. carcinus (Linnaeus) que aquí no se discute.

En la décima segunda edición de Systema Naturae, Linnaeus (1767), expone la misma definición para C. carcinus, como lo hizo en la décima edición; en ésta las referencias hechas para el hábitat también son las mismas, no obstante aquí, Linnaeus refiere a otros dos autores más: Rumphius: (1705) y Seba (1761). Los animales descritos por Seba pertenecen a la misma especie que el de Sloane (1725), mientras el espécimen descrito por Rumphius, pertenece notablemente a la especie que aquí se trata; por lo que se deduce que Cancer carcinus de Linnaeus, no tiene nada que ver con los especímenes de Rumphius.

Fabricius (1775), da para Astacus carcinus casi la misma definición como Linnaeus para Cancer carcinus, sólo "C. macrourus", fue sustituido por "A stacus".

Las referencias (comenta Bate) en el trabajo de Fabricius, después de la décima segunda edición publicada por Linnaeus (1769), son las mismas.

En la mantissa de Fabricius, las referencias y el hábitat están omitidas. En el Supplementum Entomologiae Systematicae Fabricius (1798), da una definición de Palaemon carcinus que difiere mucho de la de su trabajo previo.

Fabricius con la definición de la forma malaya, en la que señala que el rostrum es por lo general, más largo comparativamente que el escafocerito, que tiene el cuerpo principalmente de color azul, y las indicaciones de que habita en ríos americanos; así como parte de sus referencias son incorrectas, en consecuencia.

Herbst (1792) es el primero en separar las dos formas (M. rosenbergii y M. carcinus), como especies distintas; desafortunadamente él da el nombre de carcinus a la forma Indomalaya creyendo, sin embargo, que ocurre también en América; y después de Rumphius ( 1705 ) refiere a Linnaeus ( 1767 ) a Fabricius ( 1798 ), a Seba ( 1761 ) y a Sloane ( 1725 ).

La descripción tipo de Herbst, no deja duda como para identificar su Cancer (Astacus) carcinus con la presente forma.

La forma americana está muy bien descrita y tipificada por Herbst (1792), bajo el nombre de Cancer (Astacus) jamaicensis, hoy M. carcinus (Linnaeus).

Palaemon spinipes descrito por Schenkel (1902), también se encuentra relacionado con la especie a tratar. Todas las diferencias mencionadas por Schenkel ( 1902 ) caen dentro del rango de la variación; no obstante el P. spinipes de Schenkel (1902) var. birmanicus, pertenece a Macrobrachium malcomsonii, por los varios caracteres con los que las especies se distribuyen.

Bosc (1801), da una traducción francesa de Fabricius (1798): el texto de Latreille (1802), también da la definición de Fabricius ( 1798 ) y sus referencias. Sin embargo, este último, aumenta las siguientes observaciones; "yo supongo que el Palaemon carcinus de Fabricius no es el cancer del mismo nombre de Linnaeus. A este respecto responden los sinónimos siguientes: los especímenes reportados por Seba ( 1761 ), Sloane ( 1725 ) y Herbst, (1792)".

El Palaemon carcinus de Fabricius es la especie descrita por Herbst, ( 1792 ) y por Rumphius, ( 1705 )

Otro que después de Latreille (1802), también prestó atención al hecho de que el Cancer carcinus (linnaeus) es diferente del Palaemon carcinus, fue Sunier (1915), quien en una nota breve en una sección del Preceedings Netherlands

Zoological Society, marcó el hecho. Como el nombre de Carcinus no pudo ser usado para la forma Indo-malaya, Sunier propuso el nombre de Palaemon d'Aqueti para esta especie, en honor del Dr. Henricus d'Aquet, burgomaestre de Delft (1632-1706).

El nombre de Sunier, no obstante, no puede usarse en vez de rosenbergii dado por De Man a la misma forma, debido a que es posterior; habiendo prevalecido para rosenbergii, de Man

El nombre de Palaemon spinipes Schenkel, 1902; aparte de ser posterior a Palaemon rosenbergii De Man, 1879; fue utilizado con anterioridad para una especie fósil, lo mismo Palae-mon spinipes Desmarest, 1817.

En cuanto al nombre genérico correcto, fue establecido en 1868 por Bate, quien con base principalmente en las características del segundo par de pereiópodos determinó que el nombre correspondiente es Macrobrachium.

En consecuencia, el nombre correcto para la presente forma es Macrobrachium rosenbergii (De Man).

Los lugares donde se encuentran los especímenes que sirvieron de guía a los autores antes mencionados, se ubican en los Museos de Leyden, (donde se tiene el prototipo del espécimen) el Museo de Amsterdam, Holanda y el de Sibolga, Sumatra.

## 1.2. TAXONOMIA

1.2.1 Semejanzas o Afinidades

Definición taxonómica

Supragenérica:

Phylum.- Arthropoda, Siebold y Stannius, 1845

Subphylum.- Mandibulata

Clase.- Crustacea, Brisson (1756)

Subclase.- Malacostraca, Latreille (1806)

Superorden.- Eucarida, Calman (1904)

Orden.- Decapoda, Latreille (1802)

Suborden.- Natantia

Sección.- Caridea

Superfamilia.- Palaemonoidae

Familia.- Palaemonidae

Subfamilia.- Palaemoninae Holtuis, 1952

Género.- Macrobrachium, Bate, 1868

Clasificación tomada de : Kaestner, A. (1970):

Genérica:Macrobrachium Bate, 1868

Aunque se le conoció con otros nombres, hasta antes de que quedara definitivamente establecido que Macrobrachium era el adecuado, estos son los siguientes:

Cancer p.p. Linnaeus, 1758Astacus p.p. Fabricius, 1775Palaemon p.p. Fabricius, 1798Bithynis p.p. Bate, 1868Eupalaemon Ortman, 1891 :Brachycarpus p.p. Ortman, 1891Parapalaemon Ortman, 1891Macroterochéis Stebbing, 1908

Diagnóstico descriptivo del género Macrobrachium, tal como lo utiliza el autor en uso: (Bate, 1868).

"El cuerpo está comprimido, generalmente es robusto, si bien en algunas especies es muy delgado (ej. M. lanchesteri, M. jelskii, M. palaemonoides). Presenta el rostrum bien desarrollado, aserrado y comprimido, además existen filamentos presentes entre los dientes.

El caparazón en los especímenes jóvenes es liso y suave, mientras que en la mayoría de los adultos se encuentra grueso y corrugado; este fenómeno se observa primeramente en machos; que en hembras y comienza a ser más notable en la parte anterolateral del caparazón. La antena y la espina hepática siempre están presentes (la ocasional carencia de esta espina hepática, se debe considerar anormal); la espina de la antena está colocada ligeramente abajo de la curvatura del ángulo orbital; la espina hepática está ligeramente por debajo y hacia atrás de la espina de la antena, encontrándose lejos del margen del caparazón en los adultos (en los especímenes muy jóvenes de M. australe y M. lar, la espina hepática está colocada sobre el margen anterior del caparazón)

El surco branquiostergal se presenta como una línea bien marcada, el cual corre desde el margen anterior del caparazón directamente a la espina hepática, donde termina a excepción de M. palaemonoides, en que ésta característica se altera.

Este surco branquiostergal no debe ser confundido con una estría longitudinal presente en la mayoría de las especies, y se encuentra localizada a cierta distancia hacia atrás y por debajo de la espina hepática; esta depresión no se presenta como la línea bien marcada del surco branquiostergal. El abdomen es generalmente liso, al menos en aquellos animales que no han completado su crecimiento. En algunas especies (ej. M. idae) pueden verse en la pleura y los segmentos abdominales numerosos tubérculos o arrugas, similares a aquellos sobre el caparazón de algunas especies.

La pleura de los primeros tres segmentos que son amplios se observa redondeada, aquellos del cuarto y quinto segmentos son angostos y así van disminuyendo gradualmente su amplitud hacia el ápice que está situado en la parte posterior. La parte superior del cuarto segmento es más extensa y redondeada que la del quinto segmento, la que a veces termina en una pequeña punta aguda. La pleura del sexto segmento es muy peque-

ña y triangular, terminada en una aguda punta hacia atrás. El sexto segmento tiene un ángulo lateral posterior en forma puntiaguda, que se extiende sobre la articulación cubriendo un poco al telson.

El telson es alargado, triangular, estrechándose hacia su parte posterior, su superficie dorsal puede ser lisa o estar cubierta con numerosos tubérculos o arrugas (ej. algunos machos adultos de ciertas especies como M. idae o M. rosenbergii). Dos pares de espinas siempre están presentes en la superficie dorsal del telson. El par que se encuentra más hacia la parte anterior está colocado a la mitad del telson, mientras que el otro par de espinas que está hacia atrás, queda justo en medio de la distancia que hay entre el par de espinas anteriores y el margen posterior del telson. Este margen posterior siempre termina en una mediana punta aguda, la cual no obstante, es más roma en los especímenes adultos por lo que se convierte en truncada. El ápice está flanqueado por dos pares de espinas, el más externo de los cuales, generalmente es mucho más pequeño que el situado hacia el interior. Las espinas del interior son delgadas y la mayoría sobrepasan el ápice del telson (solo en M. rosenbergii, M. amazonicum, y M. panamense éstas espinas faltan o escasean, alcanzando el ápice del telson). El espacio que se localiza entre las dos espinas interiores, se encuentra como emplumado con numerosas setas presentes, variando en número superior a dos.

Los ojos generalmente se encuentran bien desarrollados, solo en M. cavernicola, la córnea es muy reducida de tamaño. La córnea es globular y por lo general, más grande que el pedúnculo, además de ser pigmentada. Un ocelo siempre está presente. El pedúnculo antenular constituido por tres segmentos que van angostándose de la base a la punta.

En la parte proximal del margen exterior, se encuentra sostenido un delgado estilocerito; el ángulo anterolateral del segmento, está provisto de una fuerte espina situada anteriormente, sobrepasando el margen convexo del segmento. El segundo y tercer segmentos son mucho más cortos y estrechos que el primero, recíprocamente son cerca del mismo ancho y largo. De los dos flagelos antenulares el inferior es simple, el superior es birrámeo, encontrándose fusionadas sus ramas en la parte basal. Esta porción fusionada de las dos ramas, está formada por varias articulaciones: la primera es la más larga, luego siguen de dos a diez menores y finalmente hay de dos a cuatro separadas en su mitad interna, las cuales están eviden-

ciadas por claros surcos; pero se encuentran por completo fusionadas en su mitad externa, donde no existe ningún rastro de surco. Las ramas más cortas del flagelo están constituidas por numerosas articulaciones, cuyo número está sujeto a una considerable variación dentro de las especies.

La antena tiene el escafocerito bien desarrollado, siendo del doble o triple del largo que el ancho. El margen externo termina en un fuerte diente final. La lamela tiene su margen anterior redondeado, o pronunciado anteriormente, hacia su interior y por lo general, ésta sobrepasa el diente final. El pedúnculo antenal no llega a alcanzar la mitad del escafocerito. Un diente externo está presente siempre en la base del pedúnculo antenal.

La mandíbula está claramente partida; el proceso incisivo termina en tres largos dientes romos, el proceso molar está provisto de protuberancias romas y arrugas en su parte distal. Un palpo grande triarticulado está presente (sólo en M. cavernicola es biarticulado).

La maxílula tiene el ligamiento interior delgado, el ligamiento superior está ensanchado y termina en unas cuantas espinas movibles, el palpo es claramente bilobulado.

La maxila tiene el endito profundamente agrietado, el palpo es simple y bien desarrollado, el escafognatito es grande y bastante delgado. Todos los maxilípedos están provistos con exopoditos bien desarrollados. La base y la coxa del primer maxilípedo está separados por una muesca evidente, el palpo está bien desarrollado y el exopódito sustenta un obvio pero no muy amplio lóbulo carideo; el epipodito es bilobulado, el lóbulo superior termina en una punta más bien aguda. El segundo maxilípedo es más pediforme, la última articulación se encuentra fusionada con la penúltima en su parte longitudinal; el exopodito se extiende mucho más allá del endopodito; el epipodito sostiene una podobranquia bien desarrollada. El tercer maxilípedo es delgado, generalmente se extiende junto con la última articulación, más allá del pedúnculo antenal. Esta última articulación mide cerca de dos tercios de largo de la penúltima, y cerca de la mitad de la longitud de la antepenúltima articulación. El exopodito está bien desarrollado; está presente un epipodito, además una arteobranquia, así como una pleurobranzia, están adheridas a la base del maxilípedo.

La fórmula branquial es idéntica a la de los otros Palaemonidae y es como sigue:

	MAXILIPEDOS			PEREIOPODOS				
	I	II	III	I	II	III	IV	V
Pleurobranquias	-	-	+	+	+	+	+	+
Artrobranquias	-	-	+	-	-	-	-	-
Podobranquias	-	+	-	-	-	-	-	-
Epipoditos	+	+	+	-	-	-	-	-
Exopoditos	+	+	+	-	-	-	-	-

Los primeros pereiópodos son delgados, la quela tiene la palma tan larga como los dedos. No hay dientes sobre los bordes truncos ni hay tubérculos ni espinas sobre el resto de la superficie, la cual sostiene un ramillete de setas. En la superficie inferior de la palma y sobre la superficie distal de la parte ventral del carpo, se encuentran presentes grupos de setas rígidas, las mismas que al unirse forman un órgano para propósitos de limpieza. El carpopodito, es alargado, variando de entre una y media a dos veces más largo que la quela. El meropodito es un poco más corto que el carpopodito.

La forma del segundo par de patas difiere mucho en las variadas especies del presente género. La constitución del segundo par de patas es más robusta que las otras patas y en los machos adultos comúnmente es más grande que el cuerpo entero. La relación entre las articulaciones de las segundas patas es muy diferente en cada especie y en cada etapa de la misma. Las patas pueden estar cubiertas con tubérculos y espinas, o bien, ser completamente lisas. Es común que tanto la pata derecha como la izquierda, sean iguales en forma y tamaño, pero en algunas existe una marcada diferencia en la talla y/o la forma de estas patas. Los últimos tres pares de patas son iguales en estructura, siendo las anteriores más cortas y menos delgadas que las posteriores. El dactilopodito es simple y generalmente está provisto con una hilera de pelos en su parte anterior. El propodito lleva una hilera de espínulas posteriormente, mientras en la quinta pata, justamente como en Palaemon, existen hileras transversales de setas y espínulas muy finas y delgadas acomodadas en la parte distal del margen posterior del propodito. En algunas especies los machos adultos tienen las articulaciones de los últimos tres pereiópodos rodeados en su parte mediata por numerosas espínulas de pequeño tamaño.

El primer pleópodo tiene el endopodito mucho más pequeño que el exopodito, siendo aún más pequeño en la hembra que en el macho; el endopodito es aquí de forma oval, con el margen interior cóncavo, no habiendo rastros visibles de un apéndice interno. Los otros pleópodos tienen los endopoditos y exopoditos de casi la misma talla, el endopodito está provisto de un apéndice interno delgado. En el macho, por otra parte, el endopodito del segundo pleópodo sostiene un fuerte apéndice masculino, el cual está colocado entre el apéndice interno y el endopodito; este apéndice masculino es más largo y más fuerte que el apéndice interno y está provisto con algunas setas rígidas.

Los urópodos son ovalados, ellos sobrepasan el telson. El exopodito tiene el margen externo ligeramente convexo y termina en un diente, el cual sostiene hacia su lado interno una larga espina móvil (solamente en M. Lamarrei Bate no pudo detectar ésta). El endopodito es ovalado y desarmado.

Para los estudiosos del Género Macrobrachium, sin embargo, no es fácil detectar las diferencias de cada especie, debido a dos factores:

1. La mayoría de las especies Macrobrachium se parecen mucho una a otra en demasiados aspectos y solo en un muy pequeño número de órganos podemos encontrar las características para la separación de las especies; los más importantes de estos son: el rostrum y el segundo par de pereiópodos.
2. Existe además, variaciones de caracteres en individuos de la misma especie, debido a la edad o al sexo, que pudieran confundirse en una identificación de especies. Es por eso importante hacer constar aquí, que las características que se indiquen para tal o cual especie, se tratan de organismos adultos."

### 1.2.2 ESTADO TAXONOMICO

Específico

Diagnosis descriptiva de Macrobrachium rosenbergii  
(De Man, 1879)

El caparazón: (fig. 1 y 2).

Tiene una extensión frontal (o rostrum) larga que excede de la escama antenal por cerca de la quinta parte de su longitud, con una evidente porción desnuda en la parte media distal de la parte superior del margen y una elevación basal en la cresta.

El rostrum presenta comúnmente de doce a trece dientes en su parte dorsal aunque puede tener de once a quince; y en su parte ventral pueden encontrarse de ocho a catorce dientes, los que se extienden poco más allá del escafocerito. Del séptimo al octavo diente, están por lo general separados uno del otro por amplios intervalos. Los primeros tres dientes superiores y raramente los dos primeros, quedan sobre el caparazón. En las hembras el rostrum está más frecuentemente curvado en su parte distal.

La espina antenal pequeña y encarada anteriormente, se haya entre la orilla del caparazón, justamente por debajo de la muesca del orbital, sobre uno y otro lado, como es característico de su género.

Una espina similar, la espina hepática, está en la unión de las regiones branquial antenal y hepática del corazón, sobre uno y otro lado, haciendo un total de cuatro espinas sobre el caparazón.

El caparazón presenta muescas ligeras dorsolateralmente sobre el lado posterior, formando una arruga definida a lo largo de su orilla. La superficie toma una textura ligeramente granular, en el área que precede a la base del rostrum.

La anténula es de forma normal, secundariamente birrámea, y la porción libre de la parte superior del flagelo es de longitud variable, estando constituida por más de cien articulaciones.

El escafocerito es tres veces más largo que ancho, el

Último diente no alcanza a llegar al final de la lamela. Esta lamela es casi del mismo ancho a lo largo de su longitud y se encuentra triangularmente angostada en su parte anterior.

Sus partes orales son típicas a las del género (mandíbulas, maxílulas y maxilípedos).

Los primeros pereiópodos son relativamente más largos en los especímenes viejos, alcanzando con un buen tramo del carpopodito más allá del escafoцерito.

El carpopodito es más de dos veces el largo del dactilopodito, el cual tiene los dedos casi del mismo largo que el propodito.

Los segundos pereiópodos son algo cilíndricos y equivalentes en tamaño uno con otro, la mitad de éstos es casi tan larga como su cuerpo, una línea longitudinal atraviesa la superficie superior e inferior del propodito, el carpopodito, y a veces el meropodito. El dactilopodito está rodeado por una amplia base de espinas; éstas se encuentran menos desarrolladas sobre el isquipodito y el dedo inmóvil.

La parte distal del carpopodito es alrededor del mismo ancho que la palma, mientras que el final, es de un ancho uniforme. La punta de los dedos está evidentemente curvada, más intensamente la del inmóvil que el móvil, éste último es más corpulento y densamente pubescente, hecho que causa al mirarlo la impresión de que es más corpulento de lo que es en realidad. Cuando los dedos se encuentran cerrados, el diente distal del dedo inmóvil, descansa en la parte intermedia de los dos dientes del dedo móvil.

#### El abdomen:

Tiene seis pleuras, la segunda de las cuales se extiende lateralmente sobre parte de la primera y tercera pleuras, característica que los distingue de los Palemonidae. La cuarta, quinta y sexta pleuras, presentan muescas en su parte media lateral.

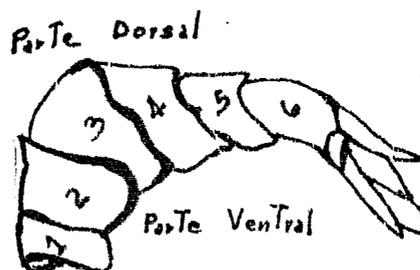


Fig. 1 - Macrobrachium spp.

Los primeros apéndices abdominales, los pleópodos, tienen todos la misma estructura básica: un fuerte y alargado basipodito, un endopodito de dos segmentos y un exopodito no segmentado; cada uno apoyando un fleco marginal de setas natatorias. El primer par de pleópodos, tienen sus endopoditos de la mitad de la longitud del exopodito. Del segundo al quinto pares de pleópodos el endopodito y el exopodito están casi iguales en talla y en su forma alargada oval.

El telson:

Tiene un contorno isquiocelar triangular. El ano se encuentra ventralmente en su orilla basal.

Hay dos pares de espínulas microscópicas que se encuentran a uno y otro lado del telson, en posición dorsal. El primer par se encuentra a la mitad del camino, a lo largo de la extensión del telson en su parte dorsal. El segundo par se encuentra equidistante del primer par y del ápice. Estas espínulas encaran posteriormente y cada una surge de una articulación circular sobre el telson.

Flaqueando el ápice, hay dos pares de espínulas microscópicas, la externa de las cuales es mucho más corta que la interna y ninguna de las dos se extiende tanto como el ápice. Entre las dos espínulas internas se encuentran cuatro pares y una media seta emplumada.

### 1.2.3 SUBESPECIES

Johnson (1960) discute sobre los procesos de especialización argumentando que los grados mostrados por un grupo de animales, dependen no solo del juego genético de sus poblaciones y de la topografía del área en la que ocurren, sino también del hábitat y particularmente de los mecanismos de dispersión de los organismos concernientes. En el caso de M. rosenbergii, los estados juveniles tienen acceso al mar en el que se dispersan y en el que se encuentra una gran diversidad morfológica de microhábitat, a los que tendrán que adaptarse provocando así, una divergencia en varias razas que pueden tener una amplia distribución.

Dentro del género Macrobrachium se dice que las diferencias entre juveniles y aún las hembras adultas de las especies cercanas tienden a ser comparativamente insignificantes, mientras las diferencias entre juveniles y machos adultos de la misma espe--

cie, pueden ser mucho mas conspicuas, que las diferencias entre especies muy emparentadas. Lo que es particularmente cierto, al respecto de la forma y armadura del segundo par de pereiópodos, las cuales proporcionan frecuentemente las mejores características para la distinción de especies emparentadas; ya que los caracteres específicos mostrados por estas patas, se encuentran desarrollados frecuentemente solo en machos viejos y por lo tanto de gran tamaño, siendo difícil encontrar estos rasgos aún en ejemplares más jóvenes.

Muchas características de las formas y la armadura del segundo par de patas parecen ser el resultado de procesos simples de crecimiento alométrico. Por lo que podría ser posible que coeficientes de crecimiento se utilizaran para la distinción de especies de parentesco cercano. Desafortunadamente pocos trabajos en detalle se han hecho sobre alometría de este género, por eso aún no es posible evaluar la utilidad de tales coeficientes en trabajos de taxonomía.

Holtuis (1950) ha puesto un poco de atención al respecto, encontrándose variaciones de longitud dependiendo de la edad y del sexo; por lo que mientras no se investigue más en éste campo, no podremos dejar de referirnos cuando de taxonomía se trate, más que a individuos viejos. M. rosenbergii es reconocido por su gran tamaño, por la armadura de su segundo par de pereiópodos y su rostrum característico de una cresta basal de dientes, además de numerosos dientes ventrales. Este langostino se encuentra reportado por numerosas publicaciones con amplia diversidad al respecto de su corpulencia, la longitud del rostrum y su detallada armadura. Mientras que muchas de éstas variaciones se deben a causas subespecíficas.

Johnson (1960) ha mostrado que hay por lo menos dos subespecies, una al Este (E) habitando Papusia y regiones vecinas y otra que se extiende al Oeste (W) desde India a Malasia. Es muy probable que existan otras subespecies, pero por desgracia el material con que el autor contaba para las áreas de Celebean y Moluccan, no es todo lo adecuado que se desearía, para permitir la delimitación de su especie en estas regiones.

La forma del Este, que es la moninotípica; es más corpulenta en constitución que la forma del Oeste. El rostrum es mucho más corto que la forma del Oeste, ya que sólo alcanza a sobrepasar la escama antenal. La cresta rostral se baja y el margen distal del rostrum sostiene de tres a cinco dientes dorsales, mientras que el margen ventral sostiene de ocho a doce dientes.

En la raza del Oeste el cuerpo es más delgado; el rostrum como siempre, rebasa por encima la escama antenal, la cresta rostral es de altura moderada, la porción dorsodistal del rostrum sostiene de cuatro a siete dientes y por su margen ventral de once a quince. Señalamos aquí que al referirnos a la porción distal del rostrum, hablamos de la parte que queda anteriormente después de que termina la cuenca ocular. (Fig. 2).

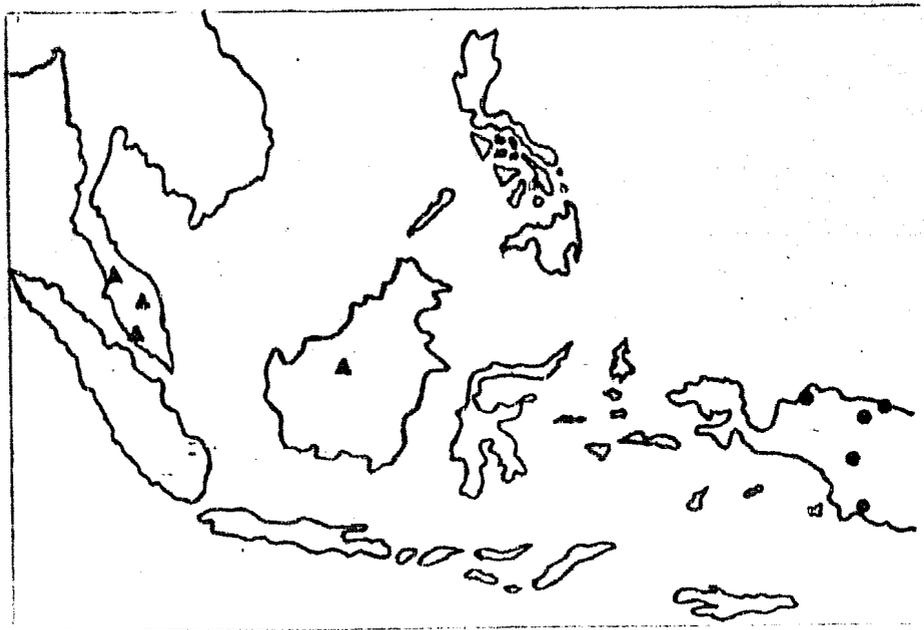
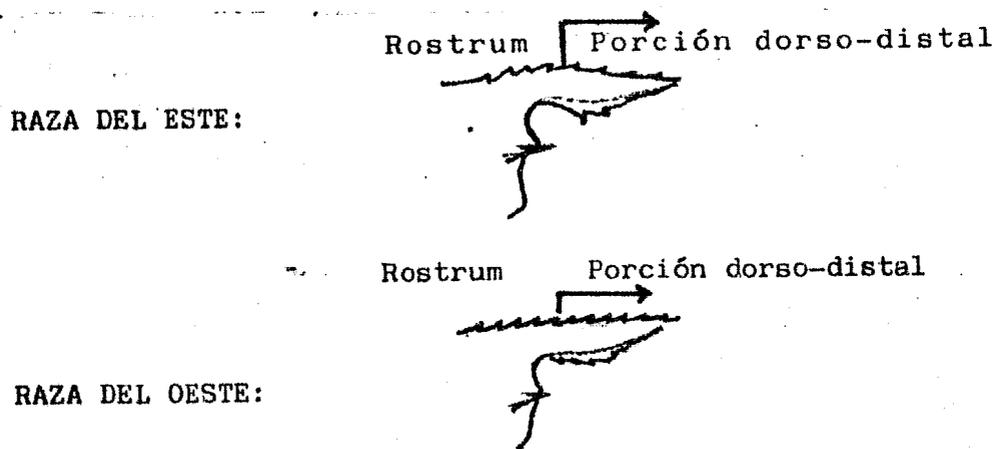


Fig.2 Mapa de Distribución de Dos Razas de Macrobrachium rosenbergii.

▲ = Raza del Oeste

● = Raza del Este.

Posteriormente, Lindenfelser (1976) encontró cierta subespecialización en M. rosenbergii, basándose en la coloración del exoesqueleto, notando tres grandes grupos morfológicos.

El primero es el tipo "Malayo", que ocurre en Sarawak y las tierras del oeste; presentando un color común, que él mismo define así:

El animal es generalmente de color olivo pasando por azul oscuro en su parte posterior, alcanzando los márgenes de la pleura abdominal.

El caparazón está marcado con dos manchas bilaterales más o menos prominentes de color azul oscuro, colocadas en la base del rostrum, las que podrían fungir como "ojos falsos" a manera de protección. Las muescas abdominales y las articulaciones entre el dactilopodito y el propodito de los segundos pereiópodos, se encuentran salpicados de un naranja intenso. Los segundos pereiópodos están coloreados con un azul profundamente oscuro.

Del tipo "Malayo", dice además que ocasionalmente presenta una coloración dorada en los segundos pereiópodos, agregando que esta coloración dorada es normal en los animales que provienen del Sistema Ganges.

El segundo tipo es el "Australiano", que tiene unas manchas bilaterales particularmente prominentes en la base del rostrum, las que alargan los segmentos propódicos del segundo par de pereiópodos, los cuales están coloreados con azul iridiscentes y dorado, tiñendo hasta por sobre el abdomen de los juveniles, transformándose en jaspeaduras de color café que persisten por mucho tiempo.

El tercer tipo o tipo "Palauan" se localiza en Taiwan, Filipinas y Palau, también tiene manchas bilaterales prominentes en la base del rostrum, pronunciándose como motas de color negro sobre el caparazón y el abdomen, las cuales persisten hasta que el animal alcanza de 150 a 200 grs. Presentan también un color azul subido sobre las primeras antenas en contraposición al color naranja de los otros tipos. Los especímenes jóvenes tienen el rostrum de un color rojo subido. Ocasionalmente, un color similar a la forma del tipo "palauan", se observa entre los jóvenes especímenes de Indonesia.

Los animales de Nueva Guinea son similares a la forma general.

#### 1.2.4 Nombres Comunes y Vernáculos

Los nombres más comunes utilizados en los países comprendidos en el área de distribución de la especie son:

- "Golda chingri" o "Mocha chingri" en Bengala.
- "Aattu kanju" a los adultos o "Peru vala" a los juveniles en el SE de la costa de Kerala (Ramán, 1964).
- "Udang galah" en Malasia (Ling, 1969).
- "Tee nagaebi" en Japón.
- "Bharo", "Chooda", "Golda", "Mocha", "Mora" y "Shalachingrii" en Pakistan.
- "Malayan freshwater shrimp" en Estados Unidos Americanos.
- "Langostino malayo" o "Langostino hawaiano" en México; aunque la gente suele confundirlos con los langostinos nativos a quienes llaman: "Chacal de río", "Pigüa", "Acamayo" o "Camarón de río".

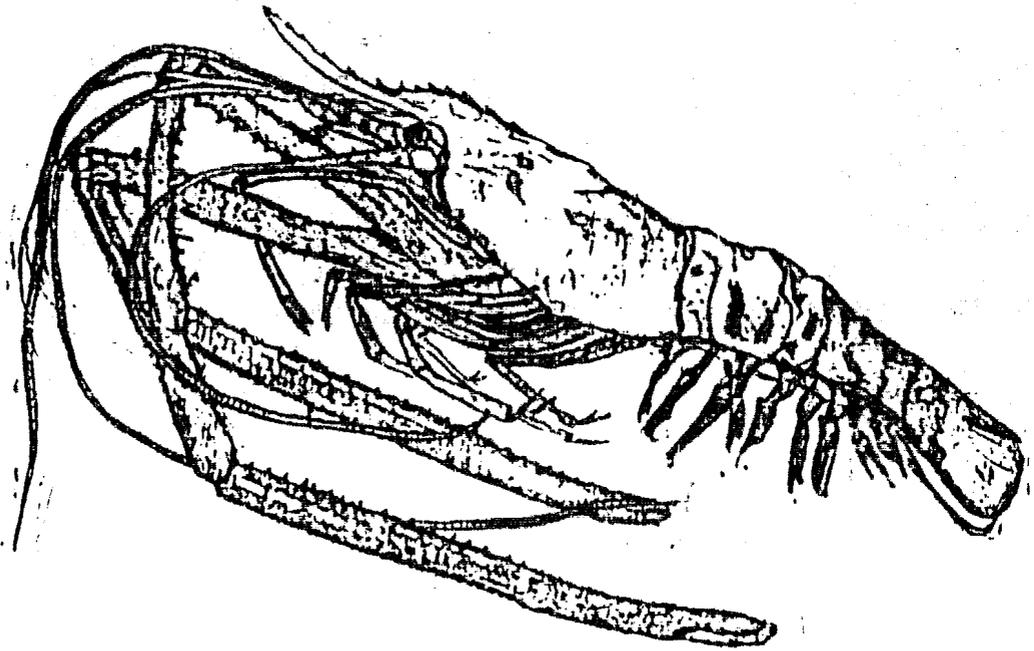


Fig.3 -Macrobrachium rosenbergii

### 1.3. MORFOLOGIA

#### 1.3.1 Morfología Externa

En este capítulo trataremos la descripción de todas aquellas partes morfológicas de M. rosenbergii, que por no tener importancia taxonómica, no fueron tratadas en el capítulo anterior (1.2.2.).

El cuerpo del langostino se divide para su descripción en: cefalotorax o caparazón, abdomen, apéndices y telson.

#### El caparazón o cefalotórax:

Está formado por el rostrum, las espinas antenal y hepática, la muesca orbital y el surco branquiostergal; restando hablar de este último.

El surco branquiostergal corre desde la orilla anterior del caparazón, bajo la espina antenal, hasta la hepática.

#### El abdomen:

Tiene seis pleuras, como ya se mencionó, en las primeras cinco cada segmento external da lugar a un par de pleópodos o apéndices natatorios y la sexta a un par de urópodos.

#### El telson:

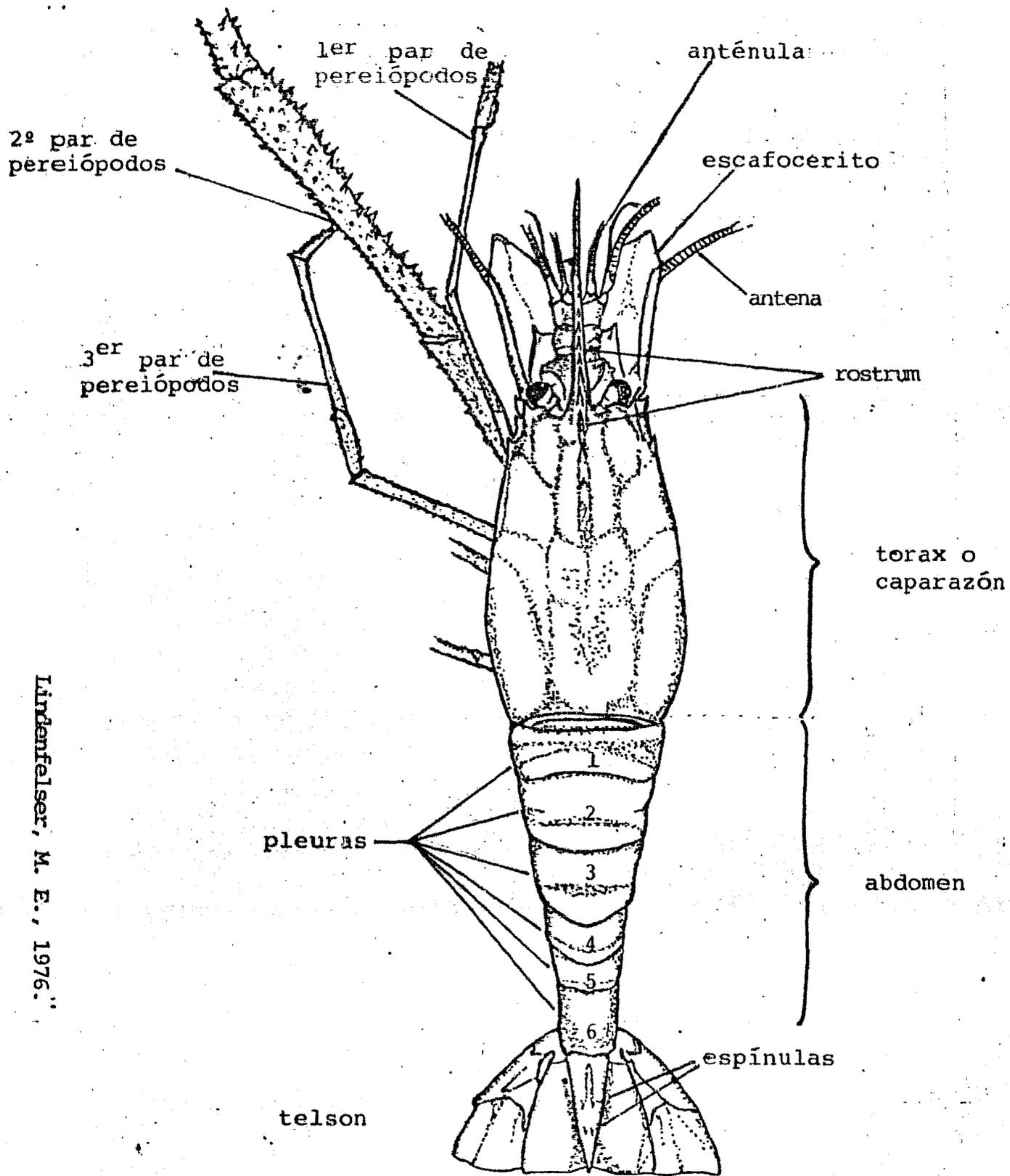
Es la parte final o cola y tiene una forma triangular que termina en punta.

#### Los apéndices:

Se reconocen tres tipos básicos de apéndices, los unirrámeos para la mayor parte, que se derivan secundariamente del tipo birrámeo; de hecho solamente el primer par de apéndices, las anténulas, parecen ser constantemente unirrámeas, tanto en las formas larvarias como adultas, manteniéndose la condición birrámea como la prevaleciente. Una modificación del tipo birrámeo en las maxilas y maxilípedos es el tipo foliculoso, formado por la expansión de las uniones basales o enditos, adoptando los maxilípedos una función masticatoria.

Existen trece pares de apéndices asociados con la región cefalotorácica, y seis pares con la abdominal.

" Morfología de Macrobrachium rosenbergii "



Lindenfelser, M. E., 1976.

Fig. 4.

Lindenfelser, M. E., 1976.

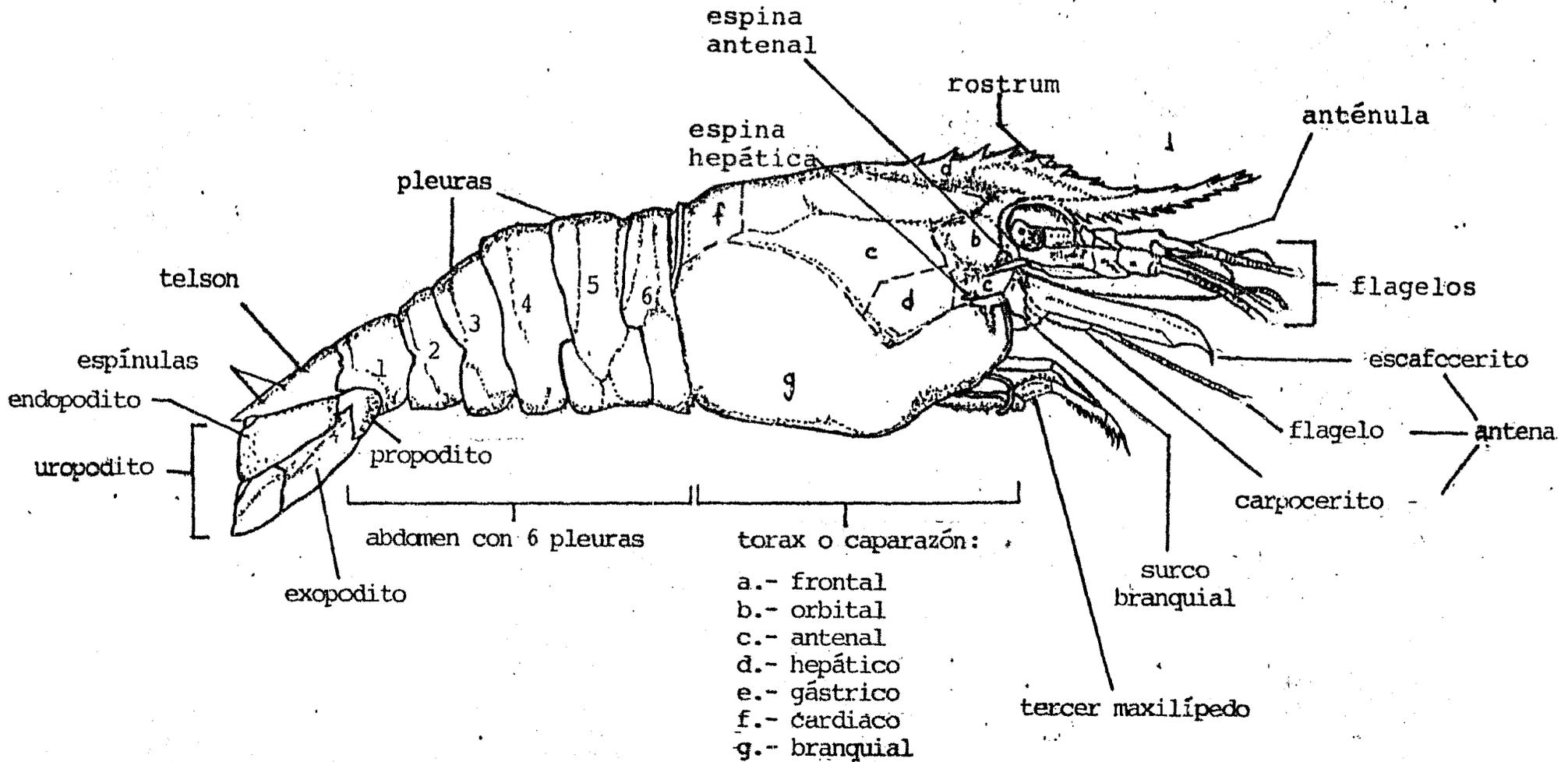


Fig. 5. Vista lateral de *Macrobrachium rosenbergii*.

En la región cefálica tenemos: el primer par, las anténulas; el segundo, las antenas; el tercero, las mandíbulas (donde se encuentra la apertura oral); la maxílula o primer maxilar, y la maxila, el segundo maxilar.

Los apéndices torácicos los constituyen: el primero, segundo y tercer maxilípedos y cinco pereopodos generalmente modificados para caminar para la defensa u ofensa y para hábitos de limpieza. En el abdomen los primeros cinco pares o pleópodos, están usualmente modificados para nadar y para la adhesión de los huevos en la hembra. El último par, lo constituyen los urópodos.

Los apéndices presentan segmentos en el siguiente orden: precoxopodito, coxopodito, basipodito (estos últimos dos segmentos son también conocidos como protopoditos).

Un endopodito y un exopodito salen del basipodito. El endopodito normalmente está compuesto del isquiopodito, meropodito, carpopodito, protopodito y el dactilopodito. El exopodito que usualmente se presenta sobre el lado externo adyacente al endopodito, puede tener uno o más segmentos. Uno o dos epipoditos se desarrollan fuera del coxopodito.

En los apéndices cercanos a la boca, uno o ambos de los segmentos del protopodito pueden desarrollar procesos masticatorios interiormente o gnatobases. Los procesos desarrollados desde la orilla interna de un segmento se designa como enditos, especialmente cuando su derivación es incierta.

En M. rosenbergii las anténulas son secundariamente birrámeas, el flagelo más largo y externo de cada par tiene un pequeño flagelo accesorio unido basalmente.

De los tres segmentos que constituyen el pedúnculo antenular, el primero está aplanado con un estilocerito prominente. Esta espina enterolateral va ligeramente más allá del margen anterior del primer artejo, que rodea parcialmente al segundo artejo de menor tamaño, coalesciendo con dos terceras partes de su margen lateral. El tercer segmento tiene aproximadamente la talla del segundo.

El segundo par de apéndices o anténulas, extienden desde cada base, un segundo par de gruesos flagelos sencillos, de longitud comparable al flagelo antenular.

El alargado carpocerito está oculto dorsalmente por un exopodito, el escafocerito o escama antenal, que se extiende lige-

ramente por sobre el estilocerito antenular, en una longitud aproximada de dos veces la extensión del estilocerito y tiene una tercera parte de ancho en proporción con su longitud (Hol-tius, 1950). Esta escama está aplanada y tiene un estilocerito anterolateral que se encuentra exteriormente, finalizando en un ápice puntiagudo externo. A una corta distancia más allá del ápice, se extiende la porción lamelar que se transforma en un extremo redondeado. El escafocerito presenta finas setas en las orillas sobre su porción lamelar. El basipodito tiene una proyección espinal anterolateral, corta, sobre su lado exterior.

Las mandíbulas, tercer par de apéndices, están limitadas dorsoanteriormente por el labrum, y ventralmente y hacia atrás por el labium. El labrum está aplanado dorsalmente, los márgenes lobulados de éste forman una masa piramidal rugosa, en combinación con una cresta que lo limita en su parte posterior ventral. El ápice anterodorsal de esta pirámide es bilobular y está flanqueado por dos lóbulos más, sobre uno y otro lado. El labium es carnoso con dos lóbulos característicos, cada uno de los cuales es rugoso y obtusamente triangular.

Cada mandíbula consiste en hendidas extensiones del coxopodito, la extensión externa termina en el par de incisivos y la extensión interna, termina en el par de molares. Las proyecciones incisivas de la mandíbula, constan de tres denticiones angulares cada una; las proyecciones molares tienen cuatro denticiones un poco más redondeadas. El primer segmento del palpo es el basipodito, el cual se encuentra seguido por un doble segmento endopódico. Este pequeño y delgado palpo se encuentra muy unido y sigue la curva mandibular hacia el par de incisivos.

El cuarto par de apéndices, son las maxílulas que consisten de dos lóbulos gnatóbásicos y de una lasinia inferior interna; y otra superior y un palpo endopódico bilobulado.

Mientras que en la mayoría de los decápodos el quinto apéndice o maxila está formado por dos enditos bípodos, el primero de los cuales se piensa emerge del primero, segundo y tercer segmentos; y el segundo, emerge del segundo y tercer segmentos. A diferencia de la mayoría de todos los decápodos en M. rosenbergii el endito proximal ha desaparecido totalmente, dejando solo un endito bífico emergiendo parcial o totalmente del basipodito. Un palpo endopódico reducido sigue en turno y después una extensión lamelar largo escafognatito, que se piensa es una extensión del exopodito o una fusión de un exopodito y un epipodito.

Los primeros maxilípedos o sextos apéndices, tienen una coxa lamelar y proyecciones basales ligeramente bilobuladas, separadas por una muesca evidente. Estos, están seguidos por un reducido palpo endopódico, con un ápice agudamente curvado. El delgado, largo y curvado exopodito sostiene un lóbulo basal característico de los Caridea, el cual está seguido por un claro epipodito bilobular.

Los segundos maxilípedos o séptimo par. de apéndices muestran un endopodito pediforme, bilobular, bien desarrollado, un reducido exopodito y una reducción de las lamelas. Un epipodito sustenta una podobranquia (o tipo de branquia).

En los terceros maxilípedos u octavo par de apéndices, el endopodito es alargado y estiliforme, el exopodito aparece aún más reducido. La segmentación del endopodito muestra una unión de segmentos con el basipodito, representado el isquipodito, meropodito y por último segmento, un proactilopodito o propodito con el dactilopodito ausente. Este par de maxilípedos se extienden por el cuerpo hasta o más allá del fin del pedúnculo anténular; en contraste con los dos primeros que se conservan pegados al cuerpo. Un epipodito está presente y tanto una ar-trobranquia como una podobranquia, están unidas en la base.

Los primeros pereiópodos completan la tendencia reduccion-al del exopodito con su ausencia total. El endopodito es largo y delgado con un carpopodito largo, aunque no tan largo como el meropodito. Este está antecedido por un corto isquipodito. El propodito es quelado, la longitud de la palma es aproximadamente igual a la de sus dedos y su ancho, es igual a la longitud de la palma.

El dactilopodito y el propodito están cubiertos por un penacho de setas, presentando setas rígidas para propósitos de limpieza (Holtuis, 1950), las cuales se localizan hacia la superficie inferior de la palma. Una pequeña y corta proyección espinal distal esta presente sobre el lado interno.

Los segundos pereiópodos son quizá la característica más prominente del animal y de ésta se deriva el nombre del género (Macros= largo, grande; brachium=brazo, Macrobrachium). Estos son mucho más robustos que los otros pereiópodos y su longitud puede extenderse hasta casi el doble de la longitud orbital (que va de la muesca orbital a la punta del telson), dependiendo del sexo y la edad.

En un macho desarrollado, el primer pereiópodo se extiende a cuatro quintas partes de la longitud del segundo meropodito del pereiópodo, dando una segunda forma de comparación.

El isquiopodito está seguido por un meropodito, que es más largo por uno un tercio, aproximadamente. En contrapartida, el carpopodito es aproximadamente uno un cuarto de veces más grande que el meropodito, seguido por la palma del propodito de aproximadamente la misma longitud, siendo los dedos ligeramente más cortos ( $7/8$ ) de la longitud de la palma. El endopodito está cubierto con pequeñas espinas y setas individuales. En el animal desarrollado, el dactiopodito está cubierto por una seta de finos pelos. La dentición de los dedos puede no ser prominente hasta que el animal no ha llegado a su plena madurez, consistiendo de dos dedos sobre el dactilus y cuatro dientes sobre el propodito. Los dientes del dactilopodito son agudos y lateralmente aplanados, el distal se encuentra aún cuarto de la longitud del dactilopodito, partiendo de la articulación; el proximal ligeramente más pequeño se encuentra a poco menos de la mitad de la distancia, desde la articulación. Cuando la quela está cerrada, el diente propódico distal, cónico y grande, se localiza entre los dos dientes del dactilopodito, tocando su lado proximal con el lado propódico distal. El tercer diente propódico se encuentra justamente detrás del segundo y es más pequeño; el cuarto diente es aún más pequeño, continuándose con el tercer diente, este detallé llevó a los estudiosos a especular, si debería de ser considerado un diente, o una cúspide inferior del tercer diente.

El tercero, cuarto y quinto pereiópodos siguientes, son similares en estructura, siendo más delgados, subquelados y estilopódicos.

Un pequeño isquipodito, dá lugar a un largo meropodito. continúa un carpopodito corto seguido por un propodito dos veces más largo, que finaliza con un penacho de setas sobre la línea dorsal externa y un pequeño dactilopodito agudo y más delgado, el cual tiene un penacho lineal de setas a lo largo de su longitud exterior. El cuarto pereiópodo es ligeramente más largo que el tercero y a su vez, el quinto es más que el cuarto; la diferencia en ambos casos es de la mitad de la longitud de su dactilopodito.

Las agallas o branquias de M. rosenbergii se presentan en una fórmula idéntica a aquella de los otros palemoninae (Holtuis, 1950).

Las pelurobranquias se colocan a los lados y hacia la pared de la cavidad branquial en el tórax, con sus ápices puntiagudos, en posición ventral. Las pleurobranquias se definen como las agallas adheridas a la pared del segmento, sobre la base del apéndice. Inmediatamente detrás de la pleurobranquia del tercer maxilípedo, está el artrobranquia que se halla unida a la membrana articular entre la pared y el coxopodito. Unido al coxopodito del segundo maxilípedo está la podobranquia.

Los primeros cinco apéndices abdominales, los pleópodos, tienen todos la misma estructura básica. Un fuerte y alargado basipodito dá lugar a un endopodito de dos segmentos y a un exopodito no segmentado, cada uno apoyando un fleco marginal de setas natatorias. El endopodito del primer par de pleópodos es de aproximadamente la mitad de la longitud del exopodito. Del segundo al quinto pares de pleópodos, el exopodito y el endopodito están casi iguales en tamaño y en forma alargada. Hay una proyección cilíndrica pequeña que surge desde el lado próximo interno del segundo segmento endopódico, extendiéndose por aproximadamente un cuarto de su longitud, al que se llama apendícula interior y que presenta finas setas.

El apendícula interior de cada par de pleópodos se proyecta hacia su apendícula interno correspondiente y a hacia su seta distal conectándolas entrelazadas. El primer par de pleópodos, en ambos sexos, carecen de todas estas características.

Los úropodos, que es el último par de apéndices, surgen del sexto esternito abdominal. El basipodito aparece exteriormente, dando lugar a una branquia lamelar interna expandida y a otra branquia lamelar ligeramente más grande, que presenta una articulación transversal, corriendo desde la mitad, a lo largo de la orilla externa lateral del basipodito. La orientación de los úropodos con el telson es tal que forma un abanico abierto cuando se extiende el abdomen.

#### Morfología del Esperma: (Lynn y Clark Jr., 1983)

Macrobrachium rosenbergii posee un esperma no flagelado, prácticamente inmóvil, de una forma muy peculiar y que se asemeja a una copa sin base, o a una sombrilla abierta, pero invertida por el viento. Algunos científicos se refieren a él como "tachuelas" por la forma en la que los espermatozoides se unen al óvulo en la fecundación; su verdadera forma se aprecia clara-

mente en las ilustraciones que acompañan a éste tema (fig, 6,7)

Al ser examinado el esperma con microscopía electrónica pueden apreciársele tres regiones morfológicamente distintas: a) la base de la copa o superficie convexa, de donde parte, b) la espiga o proyección y, c) los márgenes periféricos de la copa, que tienen una apariencia muy orleada e irregular (fig. 6)

En la base se pueden apreciar de catorce a veinte fibrillas radiales anastomosándose hacia el centro de la espiga. (Fig. 8.)

En el punto de convergencia e inmediatamente debajo de la espiga se ve un locus altamente birrefringente.

Las fibrillas radiales que se anastomosan tienen un diámetro de 225 nanómetros y la longitud de la espiga va de doce a quince milimicras.

La base del esperma es ligeramente irregular en su forma, tiene de nueve a diez milimicras de diámetro y aproximadamente cuatro milimicras de altura hasta la orla. (Figs. 8,9.)

Ubicada en la base existe una región nuclear que no presenta membrana que la limite, se observa como una región densa y está constituida por ácidos nucleicos y proteínas básicas asociadas. Esta región nuclear se encuentra delimitada hacia uno de sus lados por el plasmolema y hacia otro lado por la membrana que limita la copa.

La espiga del esperma está compuesta principalmente de proteínas y está formada por la continuación de las fibrillas radiales de la copa. El cruce de estas estrías tiene una periodicidad de  $35 \pm 2.5$  nanómetros. De cuatro a siete filamentos corren longitudinalmente en bandas densas.

La región de la copa, que incluye una delgada banda de citoplasma, parece estar parcialmente separada del núcleo por una membrana la cual se ve doble en algunas áreas. En todo caso, actualmente no está definido si el sistema de contención limítrofe de la membrana de la copa es completo, o si se une con el simple plasmonema circundante del esperma.

En las bandas citoplasmáticas de la copa un par de centriolos están alojados acéntricamente en relación a la base de la espiga. El par de centriolos está embebido en una matriz densa.

Cuerpos opacos son observados en asociación con los centriolos y aparentemente son secciones entre los cruces de las fibrillas estriadas, en asociación con la matriz centriolar. Cada centriolo tiene 160 nanómetros de diámetro u 225 nanómetros de longitud consiste, además de nueve dobletes microtubulares. Por el arreglo con el que cada doblete sujeta un material fluculento que ocupa el corazón central de la copa, se puede apreciar la forma de rayo de rueda

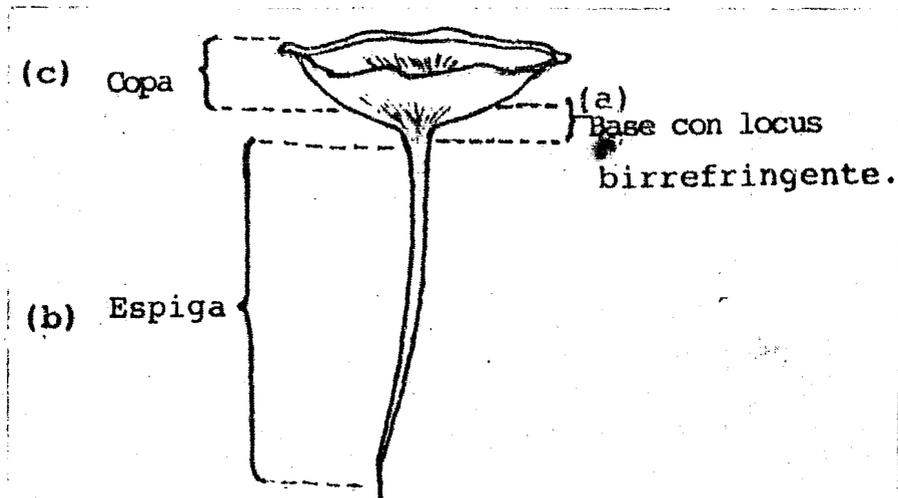
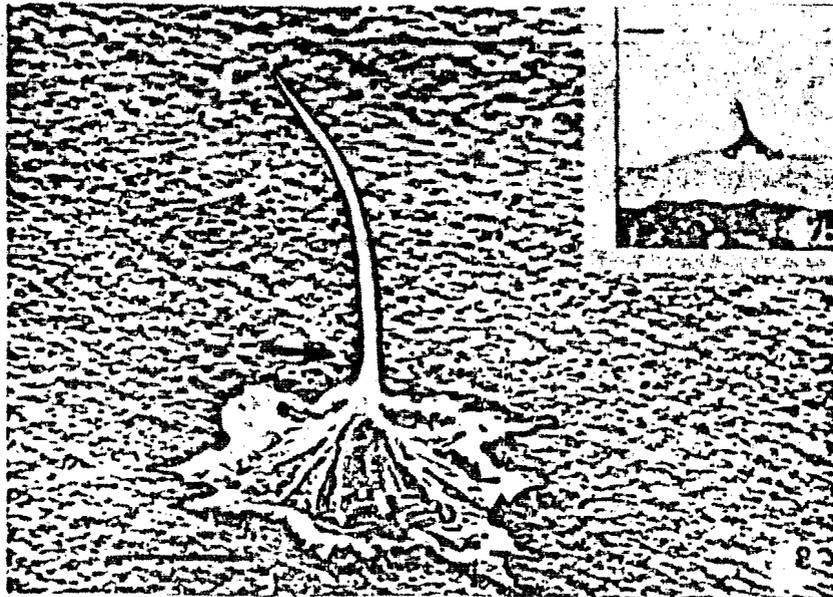


Fig. 6 - Se aprecia las tres regiones, la silueta de la copa, la base de la superficie convexa, de donde se proyecta la espiga; apreciándose el locus birrefringente que delata la región nuclear.



Figs. 7 y 8 .- Su explicación en la página siguiente

Fig. 7 - Microfotografía tomada del esperma maduro de M. rosenbergii que nos muestra la configuración de sombrillas invertidas, o copas sin base, o quizás de tachuelas. Barra = 10 Milimicras.

Fig. 8 - En esta microfotografía se aprecian claramente las figurillas radiales (flecha) en la base del esperma, las que se anastomosan para formar la espiga. Barra = 10 Milimicras.

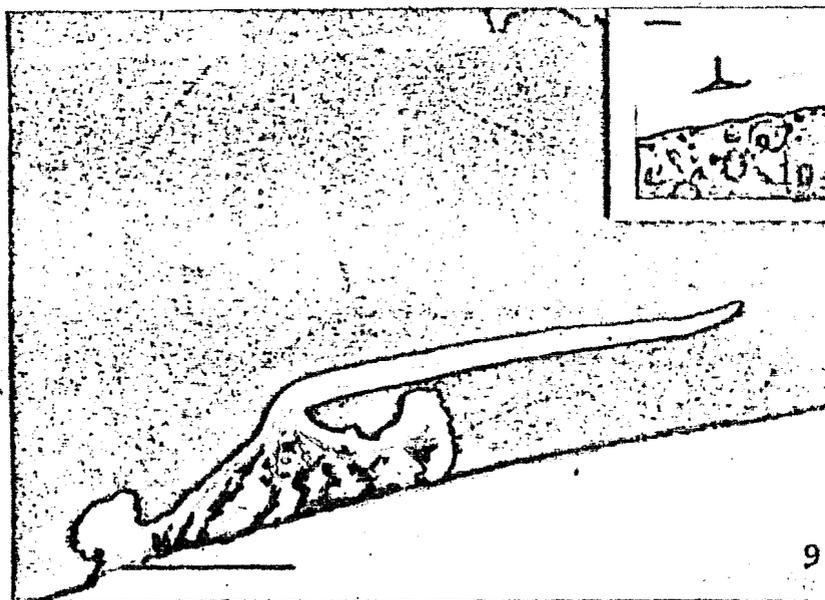


Fig. 9 - Microfotografía tomada con la técnica de microscopía de barrido, que nos ilustra el anastomosamiento de las fibrillas radiales de la base. Barra = 5 Milimicras.

Fig. 10 - Acercamiento que nos permite apreciar la forma de la copa y la proyección de la espiga partiendo de la superficie convexa. Barra = 10 Milimicras.

#### Morfología del Ovulo:

: Los óvulos de M. rosenbergii son esféricos, de aproximadamente 500 milimicras de diámetro. Están recubiertas por una doble capa que juega un papel muy importante en la fecundación. La capa externa está compuesta por proteínas que tiene un espesor de 0.5 milimicras. La capa interna se encuentra constituida por mucopolisacáridos, que le proporcionan un espesor de 2.5 milimicras (Lynn y Clark Jr., 1983). La versión anterior es posterior a la expuesta por Sandifer y Lynn (1981) en donde reportaban que el óvulo maduro de M. rosenbergii estaba cubierto de una sola capa que medía de 3 a 5 milimicras de ancho y

que podía ser dividida en dos regiones distintas histoquímicamente; una protéica y delgada capa externa y otra interna que reaccionaba positivamente a la PAS ( Periodic Acid Schiff-Thompson, 1966).

Los óvulos maduros se encuentran densos rellenos de yema (Fig. 12 - La capa externa que los recubre, tiene una apariencia porosa; y la capa interna se aprecia esponjosa (fig. 13 ), sacado de Lynn y Clark Jr., 1983.

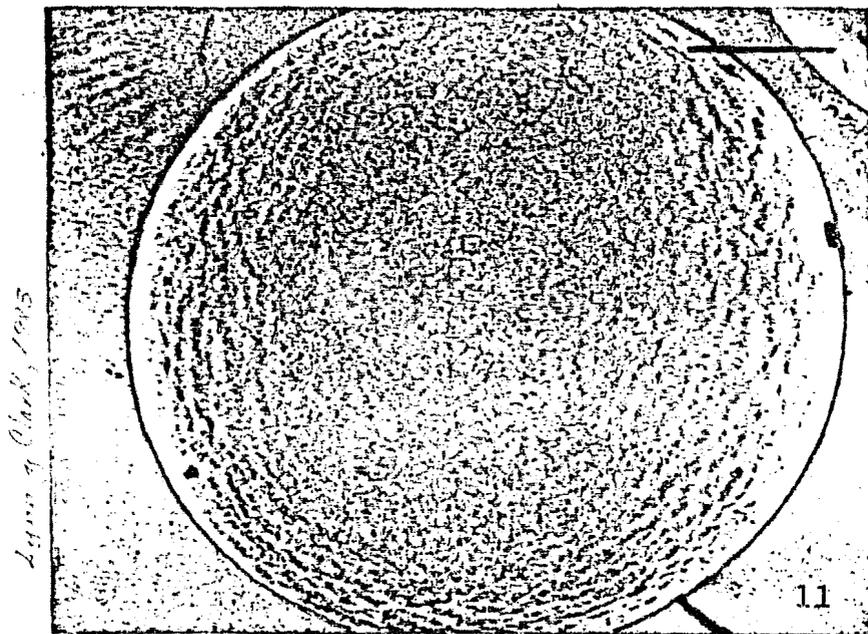


Fig. 11-Ovulo maduro de Macrobrachium rosenbergii.

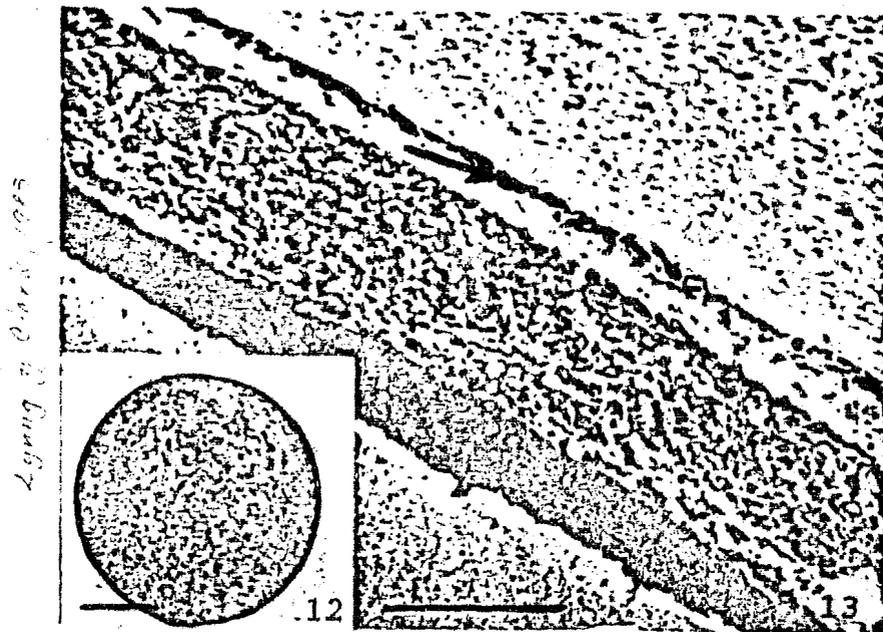


Figura 12.-Un óvulo maduro de M. rosenbergii mide aproximadamente 0.5 mm. de diámetro y tiene un citoplasma homogéneo, según se observa en una microfotografía electrónica. Barra = 200 milimicras.

Figura :13.-El óvulo maduro está cubierto de una doble capa que consiste de una capa externa (flecha), la que se aprecia porosa con microscopía electrónica de barrido; y una mucho más gruesa capa esponjosa (S). Barra= 5 milimicras.

### Morfología de la Freza:

Las hembras contienen los óvulos en una espaciosa cámara formada por las pleuras, sobre la parte ventral del abdomen.

En las hembras maduras los ovarios lucen de color naranja brillante, y ocupan una gran parte del cefalotórax, justo atrás de la base del rostrum, extendiéndose hacia atrás, aún dentro del primer segmento abdominal. Esta masa puede desprenderse fácilmente (Ling, 1969).

La Freza fecundada va perdiendo su color naranja brillante y en su lugar aparece un color gris metálico, hasta que dos o tres días antes de la eclosión, adquiere un color gris pizarra renegrido.

Los huevecillos a simple vista se observan pequeños, de forma oval, con una longitud axial de 0.6 a 0.7 mm, pesando aproximadamente 0.1 mg. su apariencia en conglomerados luce como esferas poligonales (Ling, 1961, 1962; Uno & Soo, 1969; New & Singholka, 1982).

### Morfología de la Larva:

Desde la salida del huevo hasta su metamorfosis a formas juveniles o postlarvas, las larvas pasan por once mudas que correspondan a once estadios larvarios (Uno and Soo 1969; New & Singholka, 1982); aunque sólo ocho estadios son morfológicamente conspicuos y, por lo tanto, fácilmente reconocibles. A esto se debe que Ling (1969), considere que existen ocho estadios larvarios morfológicamente reconocibles.

En la actualidad con ayuda de la microscopía se reconocen los once estadios larvarios (New & Singholka, 1982). Sin embargo, concediéndole la razón a Ling, diremos que los seis últimos estadios cuentan con características no muy evidentes para su distinción; hecho que se hace notar en las fotografías expuestas al final del tema.

La descripción que ofrecemos a continuación es la de Uno & Soo (1969), por tratarse éste de un minucioso trabajo, realizado con una técnica de esquematización por microscopía. En lo que respecta a la comparación que se pudo realizar sobre los trabajos descriptivos de Ling (1961, 1962, 1969) y Uno & Soo (1969), se reconoce que ambos coinciden en lo fundamental y que se encontraron diferencias de poca trascendencia, imputables en un momento dado a la técnica utilizada de estudio o a casos de subespecialización. Hay, sin embargo, una gran

### Morfología de la Freza:

Las hembras contienen los óvulos en una espaciosa cámara formada por las pleuras, sobre la parte ventral del abdomen.

En las hembras maduras los ovarios lucen de color naranja brillante, y ocupan una gran parte del cefalotórax, justo atrás de la base del rostrum, extendiéndose hacia atrás, aún dentro del primer segmento abdominal. Esta masa puede desprenderse fácilmente (Ling, 1969).

La Freza fecundada va perdiendo su color naranja brillante y en su lugar aparece un color gris metálico, hasta que dos o tres días antes de la eclosión, adquiere un color gris pizarra renegrido.

Los huevecillos a simple vista se observan pequeños, de forma oval, con una longitud axial de 0.6 a 0.7 mm, pesando aproximadamente 0.1 mg. su apariencia en conglomerados luce como esferas poligonales (Ling, 1961, 1962; Uno & Soo, 1969; New & Singholka, 1982).

### Morfología de la Larva:

Desde la salida del huevo hasta su metamorfosis a formas juveniles o postlarvas, las larvas pasan por once mudas que correspondan a once estadios larvarios (Uno and Soo 1969; New & Singholka, 1982); aunque sólo ocho estadios son morfológicamente conspicuos y, por lo tanto, fácilmente reconocibles. A esto se debe que Ling (1969), considere que existen ocho estadios larvarios morfológicamente reconocibles.

En la actualidad con ayuda de la microscopía se reconocen los once estadios larvarios (New & Singholka, 1982). Sin embargo, concediéndole la razón a Ling, diremos que los seis últimos estadios cuentan con características no muy evidentes para su distinción; hecho que se hace notar en las fotografías expuestas al final del tema.

La descripción que ofrecemos a continuación es la de Uno & Soo (1969), por tratarse éste de un minucioso trabajo, realizado con una técnica de esquematización por microscopía. En lo que respecta a la comparación que se pudo realizar sobre los trabajos descriptivos de Ling (1961, 1962, 1969) y Uno & Soo (1969), se reconoce que ambos coinciden en lo fundamental y que se encontraron diferencias de poca trascendencia, imputables en un momento dado a la técnica utilizada de estudio o a casos de subespecialización. Hay, sin embargo, una gran

coincidencia en los primeros cinco estadios larvarios y que a partir del sexto, Ling (1969) engloba casi dos estadios descritos por Uno & Soo (1969) por cada uno de sus tres restantes estadios (6°, 7° y 8°).

Primer estadio Larval: (Lámina I, Figs. 1-13)

La longitud del cuerpo fue de 1.92 mm y la del caparazón de 0.51 mm. El cefalotórax está cubierto con un caparazón desarmado, el rostrum se proyecta horizontalmente, es delgado y ligeramente inclinado hacia abajo.

El abdomen tiene seis somitas, la última no está separada del telson, es delgada, muy dilatada lateralmente y de forma espatular. El margen posterior de la expansión espatular está en casi línea recta con siete pares de espina, sin que existan articulaciones y aún sin segmentos entre las seis somitas y el telson: el telson con cromatóforos y un ano rudimentario. Dos pares de las espinas que se proyectan hacia afuera del telson (Fig. 13) y están desprovistas de ramificaciones ciliares sobre el margen externo, mientras los pares de espinas remanentes con cilios aparecen sobre ambos márgenes.

Los prominentes cromatóforos se localizan sobre la parte dorso-lateral de la tercera somita abdominal, en la base de los ojos, en la parte anal e indistintamente en la parte media del caparazón, con pigmentos de un intenso color rosa. Los cromatóforos abdominales son dos de ellos muy prominentes extendiéndose como dendritas, de ellos uno se ve como contraído. Este estadio larvario es casi de un blanco transparente.

La antena (Fig. 3) es birrámea, el basipodito es largo, con una diminuta espina en la superficie interior; el flagelo es una pieza más corta que la escama con una larga seta terminal plumosa y una pequeña espina en su extremo distal, la escama tiene forma de una hoja, un poco cóncava cerca del ápice sobre el margen externo, está armada con tres setas plumosas y una sola seta sobre el margen externo, nueve setas sobre los márgenes anteriores.

La anténula (Fig. 4) es simple; el pedúnculo es una sola pieza; el segmento basal sostiene en su parte terminal una larga seta plumosa y un pequeño flagelo externo, con cuatro estiletos y una delgada seta.

La mandíbula (Fig. 5) está sin palpos con los procesos incisivos con tres dientes en la punta; el proceso molar tiene de cuatro a cinco pequeños dientes en forma de espina, dos dientes

móviles en el ángulo, entre los procesos molares e incisivo. La primera maxila (Fig. 6) es unirrámea, consiste de tres lóbulos; del coxopodito con cuatro espinas dirigidas interiormente; del basipodito con tres espinas y cuatro dientes; y del exopodito simple como palpo, con una seta terminal. La segunda maxila (Fig. 7) es birrámea, como lámina; el protopodito es trilobulado, armado con cuatro, tres y tres setas plumosas sobre cada lóbulo respectivamente; el endopodito es de una pieza, soporta dos setas sobre un lóbulo cerca del extremo proximal y una seta terminal; el exopodito es como una agalla aplanada a manera de achicador con tres setas anteriormente, una lateral y una seta plumosa en su parte posterior.

El primer maxilípodo (Fig. 8) es birrámeo: la coxa está reducida; el protopodito tiene una, está sobre el margen interno; el endopodito es trisegmentado en la articulación del último y penúltimo segmento, con tres fuertes setas, dos de ellas sobre el margen interior y una sobre el margen externo; el último segmento está armado con dos pequeñas setas cerca de la fuerte uña distal de su extremo terminal; el exopodito es más largo que el endopodito, con cuatro setas apicales y dos subapicales. El tercer maxilípodo (Fig. 10) es birrámeo, más largo que el segundo maxilípodo, siendo casi similar a éste en su forma, con las siguientes diferencias: el segmento basal armado con dos setas sobre su margen interno. El primero y el segundo pereiópodos (Fig. 11 y 12) son rudimentarios, birrámeos y en su formación algo más largos que el último.

#### Segundo Estadio Larval, Zoea 2. (Lámina II, Figs. 14-28)

La longitud del cuerpo es de 1.99 mm, la del caparazón de 0.53 mm. Difieren en su formación en lo siguiente: el caparazón (Fig. 15) tiene un par de espinas, una supra orbital y otra branquiostergal.

El telson (Fig. 28) está armado por ocho pares de espinas, de las cuales los últimos pares externos se encuentran desprovistos de cilios bifurcados externos. La articulación rudimentaria del uropodito aparece en el último período de este estadio, las pleuras de las somitas abdominales están desarrolladas y la quinta somita está dirigida posteriormente. Los ojos son peduntulados, con cromatóforos en la base del pedúnculo.

La escama antenal (Fig. 16) es más larga que el flagelo, con una seta sobre el margen externo, posee diez setas plumosas anteriormente y una seta rudimentaria sobre el margen interno.

El flagelo está equipado con una seta larga y dos pequeñas espinas en el extremo terminal. La anténula (Fig. 17) tiene un pedúnculo bisegmentado, se encuentra sosteniendo una seta plumosa larga y dos setas plumosas cortas sobre el extremo distal y cuatro en la articulación, entre los segmentos; el pedúnculo proximal se ve armado con una pequeña seta sobre el lado interno; el flagelo externo posee cuatro pequeños estiletes y una seta delgada en el extremo distal.

El exopodito de la segunda maxila (Fig. 20) está provisto con tres setas anteriormente, dos lateralmente y una seta plumosa posteriormente. La base del primer maxilípodo (Fig. 21) se observa armada con cinco setas dirigidas al centro y una pequeña seta cerca de la porción media sobre el margen interno. El tercer maxilípodo (Fig. 23) es birrámeo, similar al segundo maxilípodo.

El primer pereiópodo (Fig. 24) es birrámeo, el coxopodito reducido, el basipodito cuenta con dos setas; el endopodito con cuatro segmentos, el isquiopodito y el meropodito con dos setas cada uno, tienen tres espinas corpulentas en la articulación del propodito y el dactilopodito, dos de ellas sobre el lado interno y una sobre el lado externo; el dactilopodito posee dos pequeñas setas cercanas a la fuerte uña distal terminal; el meropodito es más largo que el otro; el exopodito tiene cuatro setas apicales y dos setas subapicales, es más largo que el endopodito.

El segundo pereiópodo (Fig. 25) es birrámeo como el primer pereiópodo. El tercer pereiópodo (Fig. 26) es birrámeo y el quinto pereiópodo (Fig. 27) unirrámeo, ambos rudimentarios.

#### Tercer Estado Larvario, Zoea 3 (Lámina III, Figs. 29-44)

La longitud del cuerpo es de 2.14 mm y la longitud del caparazón de 0.56 mm. Difiere de la larva anterior en lo siguiente: los cromatóforos son más extendidos y evidentes. El caparazón (Fig. 30) se ve con un diente dorsal en el rostrum y un par de espinas branquiostergales. Seis somitas abdominales están separadas del telson. Todas las espinas del telson (Fig. 44) se aprecian con cilios ramificados. Tiene un urópodo birrámeo; un endopodito desnudo y rudimentario; el exopodito con seis setas.

La escama antenal (Fig. 31) tiene dos segmentos, está armada con trece setas plumosas y una simple. El flagelo posee dos segmentos y un pequeño pedúnculo cerca del basipodito, con dos pequeñas setas y otras dos diminutas en el extremo terminal.

El segmento terminal del pedúnculo antenular (Fig. 32) tiene dos setas plumosas largas y un par de flagelos; posee el flagelo interior pequeño con una seta corpulenta; el externo con cuatro estiletes y una seta delgada y en su parte terminal, cerca de la prominencia una diminuta seta y tres setas cortas sobre el lado opuesto; el segmento proximal está armado con una seta plumosa, la que se observa alargada en la articulación del segmento con otras setas subterminales y dos o tres pequeñas setas sobre la prominencia cerca de la base, el futuro estilocerito se ve sobre el lado interno. El endopodito de la primera maxila (Fig. 34) es simple y en forma de palpo, con dos setas terminales diminutas; el endopodito de la segunda maxila (Fig. 35) se observa con seis setas anteriores, una lateral y dos posteriores, una de las setas de las dos posteriores más larga y corpulenta; la base del primer maxilípodo (Fig. 36) tiene seis setas orientadas hacia el centro y dos setas cerca de la porción media sobre el margen interno. El dactilopodito del primero y segundo pereiópodos (Figs. 39-40) está más desarrollado y más largo. El cuarto pereiópodo (Fig. 42) es rudimentariamente birrámeo como yemas. El quinto pereiópodo (Fig. 43) está trisegmentado incompletamente, más largo que en el estadio previo.

Cuarto Estadio Larval, Zoea 4. (Lámina IV, Figs. 45-61).

La longitud del cuerpo es de 2.55 mm y la longitud del caparazón de 0.58 mm. Difiere del estadio anterior en lo siguiente: aparecen cromatóforos de color rosa brillante en la porción abdominal media ventral; los cromatóforos son rojos, azules y amarillos sobre el meropodito del segundo pereiópodo. El caparazón (Fig. 46, 46 A,B) tiene dos dientes dorsales en el rostrum. A estos dientes (Ling (1969) es oblongo y casi rectangular), con cinco pares de espinas posteriores y dos pares laterales. El uropodito (Fig. 60) es birrámeo; la rama externa posee alrededor de doce setas plumosas y una pequeña espina; la rama interna con aproximadamente nueve setas.

La escama antenal (Fig. 47) no está segmentada, la espina lateral distal se encuentra apuntando hacia la punta extrema algo cóncava en su margen más alejado; la cuchilla tiene quince setas plumosas y una solitaria seta pequeña. La anténula (Fig. 48) es similar al estadio anterior en su silueta; el pedúnculo terminal tiene cuatro largas setas plumosas con dos flagelos conspicuos; el pedúnculo proximal posee tres setas plumosas y una espina corpulenta sobre el lado interno; la protuberancia del estilocerito tiene tres o cuatro setas cortas.

La mandíbula (Fig. 49) tiene tres dientes móviles; el en-

dopodito de la segunda maxila (Fig. 51) tiene siete setas anteriores, una lateral y tres posteriores, al final dos de ellas cortas. El endopodito del primer maxilípodo (Fig. 52) posee cuatro setas apicales y dos subapicales. El endopodito del segundo maxilípodo (Fig. 53) está con cinco segmentos; aparece el basipodito. El tercer pereiópodo (Fig. 57) es birrámeo, completo, similar en forma al segundo pereiópodo. El quinto pereiópodo (Fig. 59) es unirrámeo, con cinco segmentos; el isquiopodito, el propodito y el dactilopodito tienen una seta cada uno; el meropodito posee dos setas sobre su margen interno, una seta en la articulación del propodito con el carpodito sobre su lado externo, el dactilopodito termina en una fuerte uña.

Quinto Estadio Larvario, Zoea 5. (Lámina V, Figs. 62-77)

La longitud del cuerpo es de 2.84 mm y la del caparazón de 0.67 mm. Difiere en forma del anterior en lo siguiente: los cromatóforos son más prominentes, especialmente sobre el meropodito del segundo pereiópodo, estos son de color azul y rojo. El telson (Figs. 76 y 77) es más alargado, estrechándose hacia su parte posterior de las espinas, que posee; un par es largo, tres pares cortos y el último diminuto. El flagelo antenal (Fig. 63) cuenta con dos o tres segmentos, la cuchilla tiene aproximadamente dieciocho setas plumosas y una simple. El pedúnculo antenular (Fig. 64) es más largo, la seta aumenta de tamaño sobre la articulación del segmento peduncular; el segmento proximal cuenta con alrededor de cuatro setas y sobre la protuberancia con otras cuatro o cinco setas. La mandíbula posee (Fig. 65) tres o cuatro dientes móviles. El exopodito de la segunda maxila (Fig. 67) tiene ocho setas anteriores y tres setas posteriores. El primer maxilípodo (Fig. 68) posee un epipodito simple; el basipodito cuenta con seis setas dirigidas hacia enmedio; el coxopodito es rudimentario con una diminuta seta y la base del exopodito tiene dos pequeñas setas.

El propodito del quinto pereiópodo (Fig. 75) posee tres setas, el carpopodito dos setas y una fuerte seta localizada cerca de la articulación del dactilopodito con el propodito. La seta uropodal aumentada (Fig. 76).

Sexto Estadio Larvario, Zoea 6. (Lámina VI, Figs. 78-93).

La longitud del cuerpo es de 3.75 mm, la del caparazón es de 0.83 mm. Difiere de la larva anterior en lo siguiente: los cromatóforos son más prominentes. Las yemas de los pleópodos aparecen. El flagelo antenal (Fig. 79) cuenta con cuatro segmentos casi del mismo tamaño en longitud que la escama; la escama tiene alrededor de veintinueve setas plumosas. El segmento

proximal del pedúnculo antenular (Fig. 80) se encuentra sosteniendo muchas setas en su porción media, sostiene cerca de siete setas sobre la protuberancia y cerca de ocho setas sobre el lado interno; el ángulo del estilocerito es agudo. La mandíbula (Fig. 81) posee aproximadamente cinco dientes móviles. El endopodito de la segunda maxila (Fig. 83) cuenta con diez setas en su parte anterior, cuatro laterales y cuatro posteriores. El exopodito del tercer maxilípodo y del primero y segundo pereiópodos (Figs. 86-88) poseen cuatro setas apicales y cuatro subapicales cada uno. El propodito del quinto pereiópodo (Fig. 91) tiene aproximadamente cinco setas sobre su lado interno. El cuarto pereiópodo (Fig. 90) birrámeo, como el tercer pereiópodo (Fig. 89). El telson (Fig. 93) está más alargado y estrecho; la parte posterior externa proyecta largas espinas más desarrolladas; el uropodito (Fig. 92) está más alargado, con una seta conspícua.

Séptimo Estado Larvario, Zoea 7. (Lámina VII, Figs. 94-110)

La longitud del cuerpo es de 4.06 mm y la longitud del caparazón es de 1.07 mm. Difiere del anterior en lo siguiente: El pleópodo es birrámeo (Fig. 108) y desnudo. El flagelo antenal (Fig. 95) está cinco veces segmentado; la escama se encuentra con cerca de veintiseis setas plumosas. El flagelo peduncular exterior (Fig. 96) posee cuatro estiletes terminales y dos sobre los apéndices plegables, tiene una evidente seta prominente, siendo también prominentes aquellas sobre el lado interno del pedúnculo. La primera maxila (Fig. 98) está más desarrollada en tamaño; el coxopodito cuenta con seis espinas dirigidas interiormente; el basipodito con tres espinas y cerca de cinco dientes. La segunda maxila (Fig. 99) es más desarrollada; tiene un exopodito setoso. El exopodito de la base del primer maxilípodo (Fig. 100) posee cerca de cinco setas. El primero y tercero pereiópodos (Figs. 103, 105) se aprecian más desarrollados en talla; el exopodito tiene cuatro setas apicales y seis setas plumosas subapicales cada uno. El segundo pereiópodo (Fig. 104) posee ocho setas plumosas subapicales. El propodito del quinto pereiópodo (Fig. 107) cuenta con dos pequeñas setas cerca de la parte distal del lado externo y ocho pequeñas setas sobre el lado interno. El telson (Fig. 109) posee veintinueve setas plumosas en su rama interna y aproximadamente veinticuatro setas plumosas y un diente a manera de espina sobre su rama externa.

Octavo Estado Larvario, Zoea 8. (Lámina VIII, 111-127)

La longitud del cuerpo es de 4.68 mm y la del caparazón de

1.16 mm. Las diferencias en forma son las siguientes: el flagelo antenal (Fig. 112) es algo más largo que la escama, de aproximadamente siete segmentos; la escama cuenta con alrededor de veintiocho setas plumosas. Desaparecen un par de espinas muy pequeñas que se encontraban en la parte terminal del telson (Fig. 127). Los pleópodos (Fig. 125) se ven más desarrollados con setas sobre su rama externa. El flagelo antenular interno (Fig. 113) posee dos segmentos; el flagelo externo, tres apéndices plegadizos, sosteniendo dos estiletes sobre el antepenúltimo apéndice, tres sobre el penúltimo y cuatro sobre el último apéndice, con una seta en la punta; la seta del pedúnculo se aprecia aumentada. El coxopodito de la primera maxila (Fig. 115) cuenta con cinco espinas; el absipodito con cuatro espinas y cinco dientes. El protopodito de la segunda maxila (Fig. 116) está armado en grupos de cuatro, cuatro y tres setas. El primer maxilípodo (Fig. 117) es más grande; el epipodito birrámeo; el basipodito y el endopodito cuentan con aproximadamente once setas, dirigidas hacia el centro sobre el margen interior; la base del exopodito tiene aproximadamente seis setas.

El propodito del primero y segundo pereiópodos (Figs. 120-121) son más protuberantes en su esquina distal interna y forman una quela con el dactilopodito. El exopodito del cuarto pereiópodo (Fig. 123) cuenta con cuatro setas plumosas apicales y seis subapicales. El propodito del quinto pereiópodo (Fig. 124) posee cerca de diez espinas sobre su lado interno y el meropodito tres espinas aproximadamente.

Noveno Estadio Larvario, Zoea 9. (Lámina IX, Figs. 128-145)

La longitud del cuerpo es de 6.07 mm, la longitud del caparazón es de 1.52 mm. Difiere de las formas anteriores en lo siguiente: el flagelo antenal (Fig. 129) está más grande, posee aproximadamente nueve segmentos. El primer pleópodo (Fig. 143h) cuenta con un endopodito rudimentario; el segundo y quinto pleópodos (Fig. 143i-1) son birrámeos; sus endopoditos y exopoditos setosos; los endopoditos tienen pequeños apéndices internos. La escama antenal (Fig. 129) cuenta con aproximadamente treinta y seis setas plumosas y una simple. El flagelo antenular interno (Fig. 130) tiene tres segmentos; el flagelo externo dos ramificaciones, la externa con tres segmentos y la interna con tres apéndices plegadizos, con cuatro, tres y dos estiletes sobre su porción distal respectivamente.

La mandíbula (Fig. 132) posee aproximadamente siete dientes móviles; los procesos molares con dos dientes y seis espinas. La coxa de la primera maxila (Fig. 133) tiene cerca de nueve espinas; su basipodito seis dientes y tres espinas. El

protopodito de la segunda maxila (Fig. 134) está armado con: cuatro, cuatro y cuatro setas en cada lóbulo. El primer maxilípodo (Fig. 135) se ve más desarrollado; el lóbulo superior de la base del endopodito cuenta con cerca de doce setas y el lóbulo inferior con tres setas; la base del endopodito tiene ocho setas.

Los endopoditos del segundo maxilípodo al tercer pereiópodo (Fig. 136, 138 y 140) se encuentran armados con cuatro, diez, diez, y ocho setas plumosas subapicales respectivamente. El quinto pereiópodo (Fig. 142) está más desarrollado y las setas van aumentando de tamaño en cada segmento; los pleópodos (Fig. 143) se aprecian completamente desarrollados y llenos de setas. El telson (Figs. 144, 145) se ve más alargado y puntiagudo en su parte posterior, extendiéndose hacia atrás desde su porción media; las espinas de su parte anterolateral se mueven dorsalmente.

Décimo Estadio Larvario, Zoea 10. (Lámina X, Figs. 146-163)

La longitud del cuerpo es de 7.05 mm y la del caparazón de 1.82 mm. Difiere de los anteriores en: el rostrum con aproximadamente 3 dientes dorsales. Las quelas de los pereiópodos (Fig. 157, 158) se ven completamente desarrolladas, observándose de menor talla los primeros pereiópodos que los segundos. El telson está más alargado (Figs. 163, 163') y estrecho; las espinas laterales desaparecen y un par de pequeñas espinas permanecen ocasionalmente. El flagelo antenal (Fig. 148) cuenta con aproximadamente doce segmentos; la escama con cerca de cuarenta y un setas plumosas. El flagelo antenular interno posee (Fig. 149) cuatro segmentos; el flagelo externo está más desarrollado; las ramificaciones internas poseen cinco apéndices plegadizos y cuatro, tres, dos, tres, y dos estiletes respectivamente; aparece un estatocito rudimental. Las espinas y los dientes de la mandíbula y la primera maxila (Fig. 150 y 151) aumentan de tamaño. El protopodito de la segunda maxila (Fig. 152) está armado con cinco, seis, y cuatro setas sobre cada lóbulo. El basipodito de la segunda maxila (Fig. 152) cuenta con más setas. Los exopoditos del tercer maxilípodo y del primero al cuarto pereiópodos (Figs. 155, 157-160) se encuentran armados con diez, doce, doce y diez setas plumosas respectivamente, y con diez setas más en posición subapical. Los endopoditos del pleópodo tienen setas (Fig. 162).

Onceavo Estadio Larval, Zoea 11. (Lámina XI, Figs. 164-181)

La longitud del cuerpo es de 7.73 mm y la longitud del caparazón de 1.95 mm. Difiere de forma en lo siguiente: el rostrum es dentado sobre su entero margen dorsal. El flagelo antenal (Fig. 166) posee cerca de quince segmentos; la escama cuenta con aproximadamente cincuenta y cuatro setas plumosas. El flagelo antenular interno (Fig. 167) tiene siete segmentos; las ramificaciones internas del flagelo externo poseen siete apéndices plegadizos las ramificaciones externas cuentan con alrededor de seis segmentos. El protopodito de la segunda maxila (Fig. 169) posee cuatro, siete y seis setas. El exopodito del primer maxilípedo (Fig. 171) se observa más grande y con cuatro setas subapicales; la base del endopodito es setosa. Los endopoditos del primero al cuarto pereiópodos (Figs. 174-177) están provistos con: dieciseis, dieciseis, diecisiete y catorce setas plumosas respectivamente; los exopoditos se aprecian menos desarrollados que los endopoditos. El uropodito (Fig. 180) se encuentra más desarrollado y alargado que el telson.

En este estadio las larvas están listas para transformarse a postlarvas y juveniles.

Se presenta a continuación una serie de esquemas e ilustraciones de cada uno de los estadios larvarios por los que atraviezan M. rosenbergii: mostrando en ampliación, las características morfológicas distintivas de cada zoea.

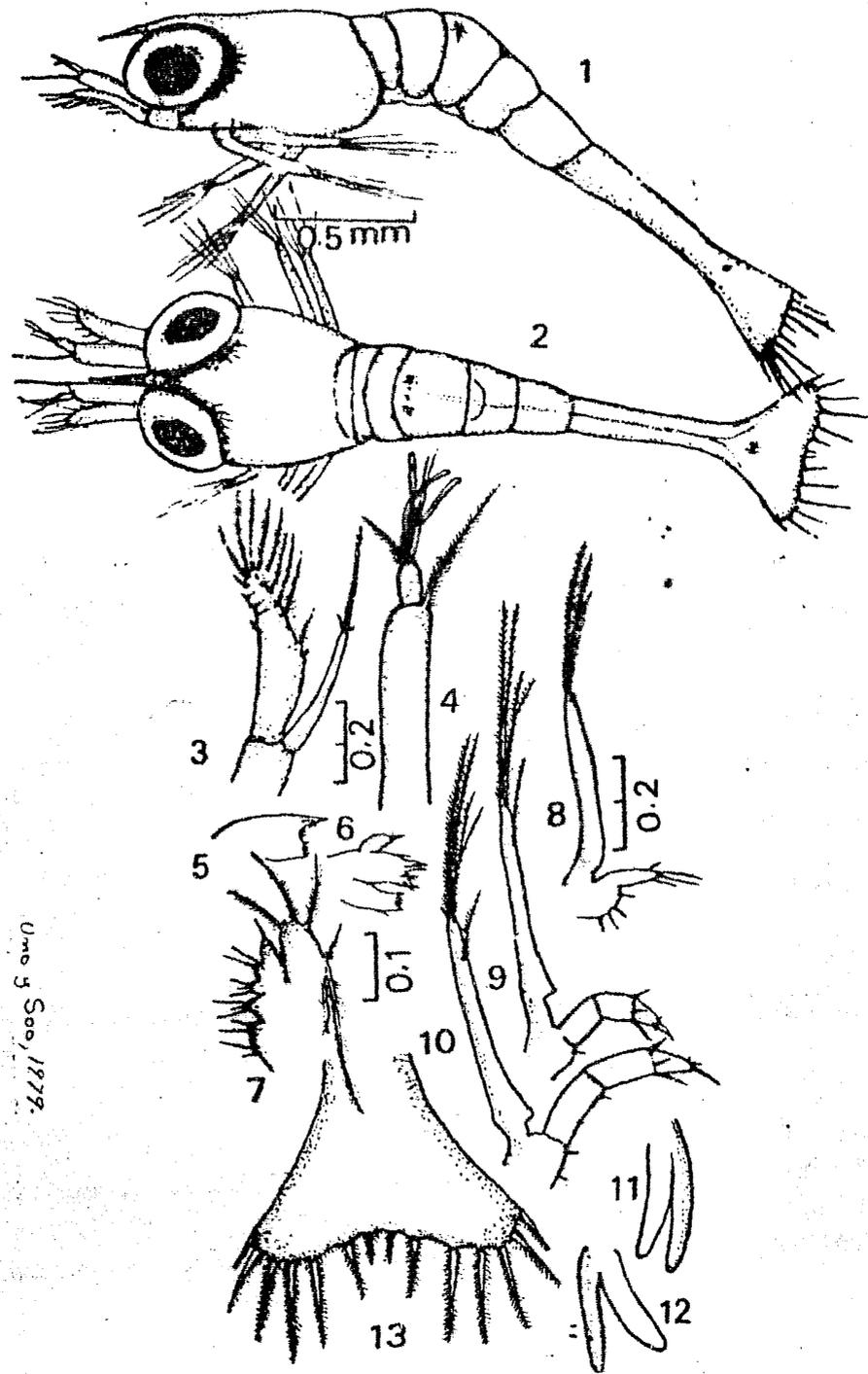


Lámina # I .-Primera Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 1 - 13. 1, vista lateral; 2, vista dorsal; 3, antena; 4, anténula; 5, mandíbula; 6-7, primera y segunda -- maxila; 8-10, primero segundo y tercer maxilípedos; 11-12, primero y segundo pereopodos; 13, telson. La escala -- frente a la figura está en milímetros, y dá una idea de las dimensiones de los apéndices.

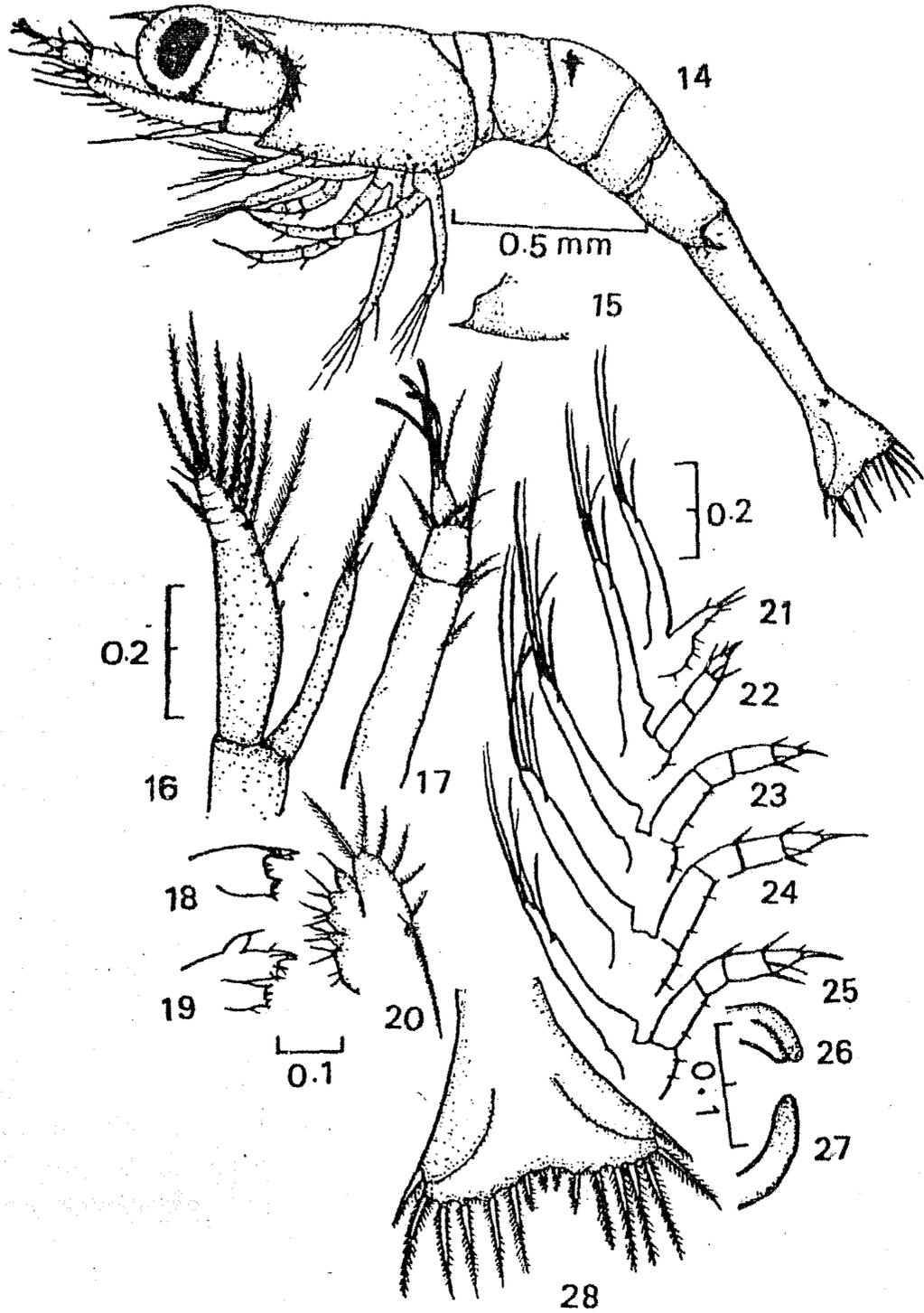


Lámina # II .-Segunda Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 14 - 29. 14, vista lateral; 15, margen branquioes-tergal; 16, antena; 17, anténula; 18, mandíbula; 19-20, primera y segunda maxíla; 21-23, primero, segundo y tercer maxilípedos; 24-27, primero, segundo y tercer pereió-podos; 25, telson.

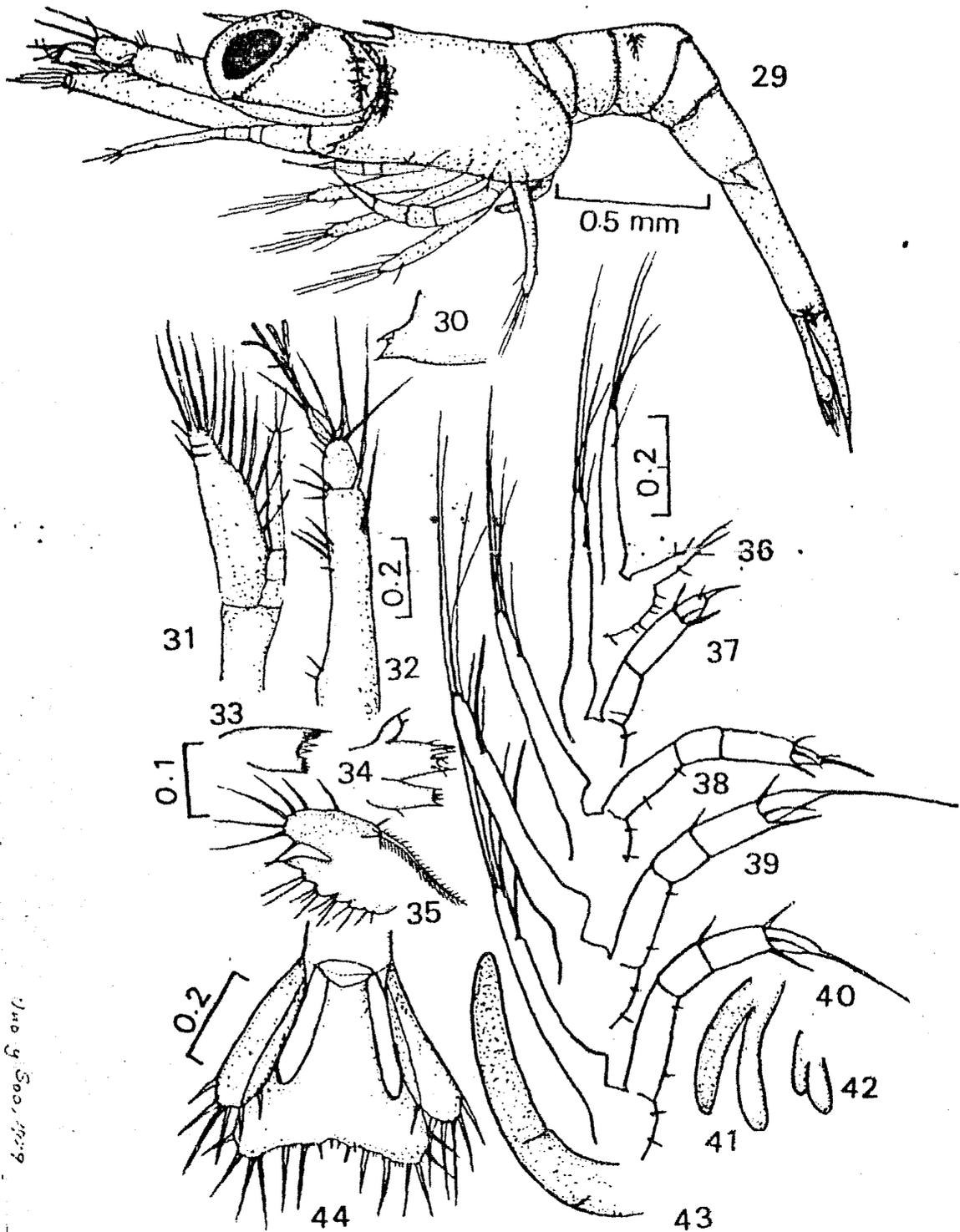


Lámina # III.- Tercera Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 29 - 44. vista lateral; 30, espina branquioesternal; 31, antena; 32, anténula; 33, mandíbula; 34-35, primera y segunda maxila; 36-39, primero, segundo y tercer maxilípedos; 39-43, primero, segundo, tercero, cuarto y quinto pereiópodos; 44, telson y urópodos.

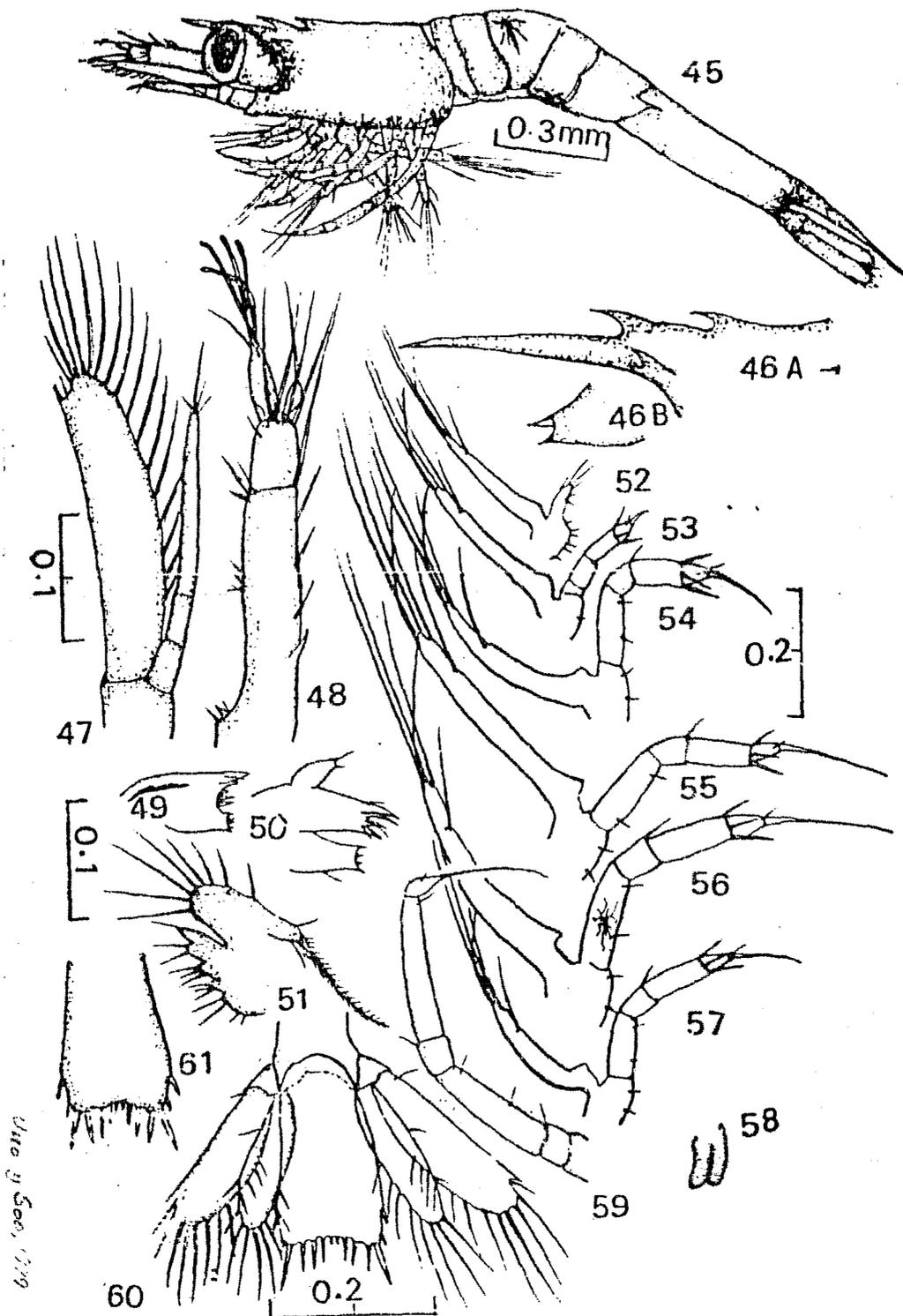


Lámina # IV, Cuarta Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 45 - 61. 45, vista lateral; 46, (A) rostrum, (B) - espina branquioesternal; 47, antena, 48, anténula; 49, mandíbulas; 50-51, primero y segundo maxilar; 52-54, primero, segundo y tercer maxilípedos; 55-59, del primero al quinto pereopódos; 60, telson y urópodos; 61, telson.

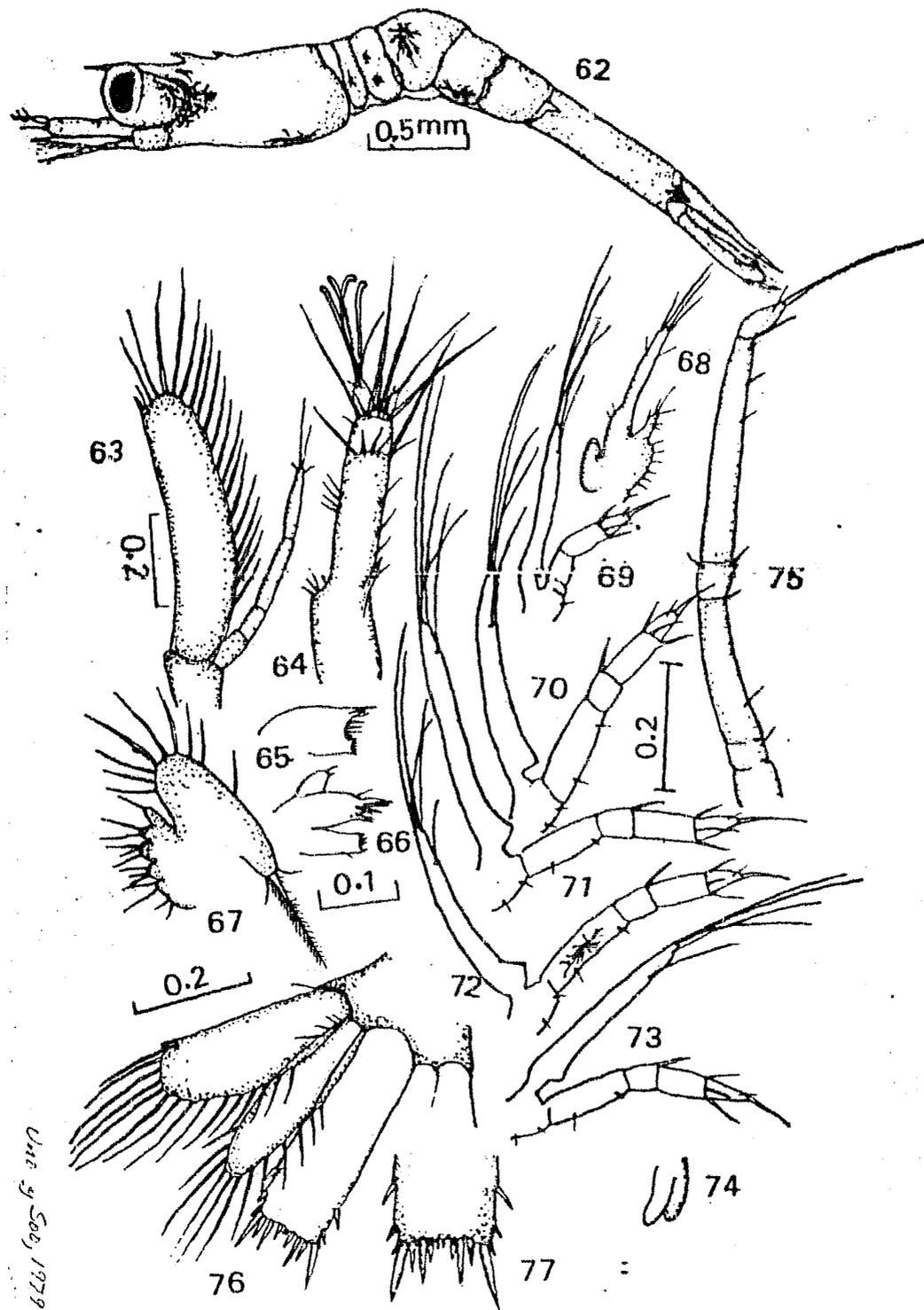


Lámina # V , Quinta Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 62- 77. 62, vista lateral; 63, antena; 64, anténula; 65, mandíbula; 66-67, primera y segunda maxilas; 69-70, primero y segundo y tercer maxilípedos; 71-75, del primero al quinto pereiópdos; 76, telson y urópodo izquierdo; 77, parte distal del telson.

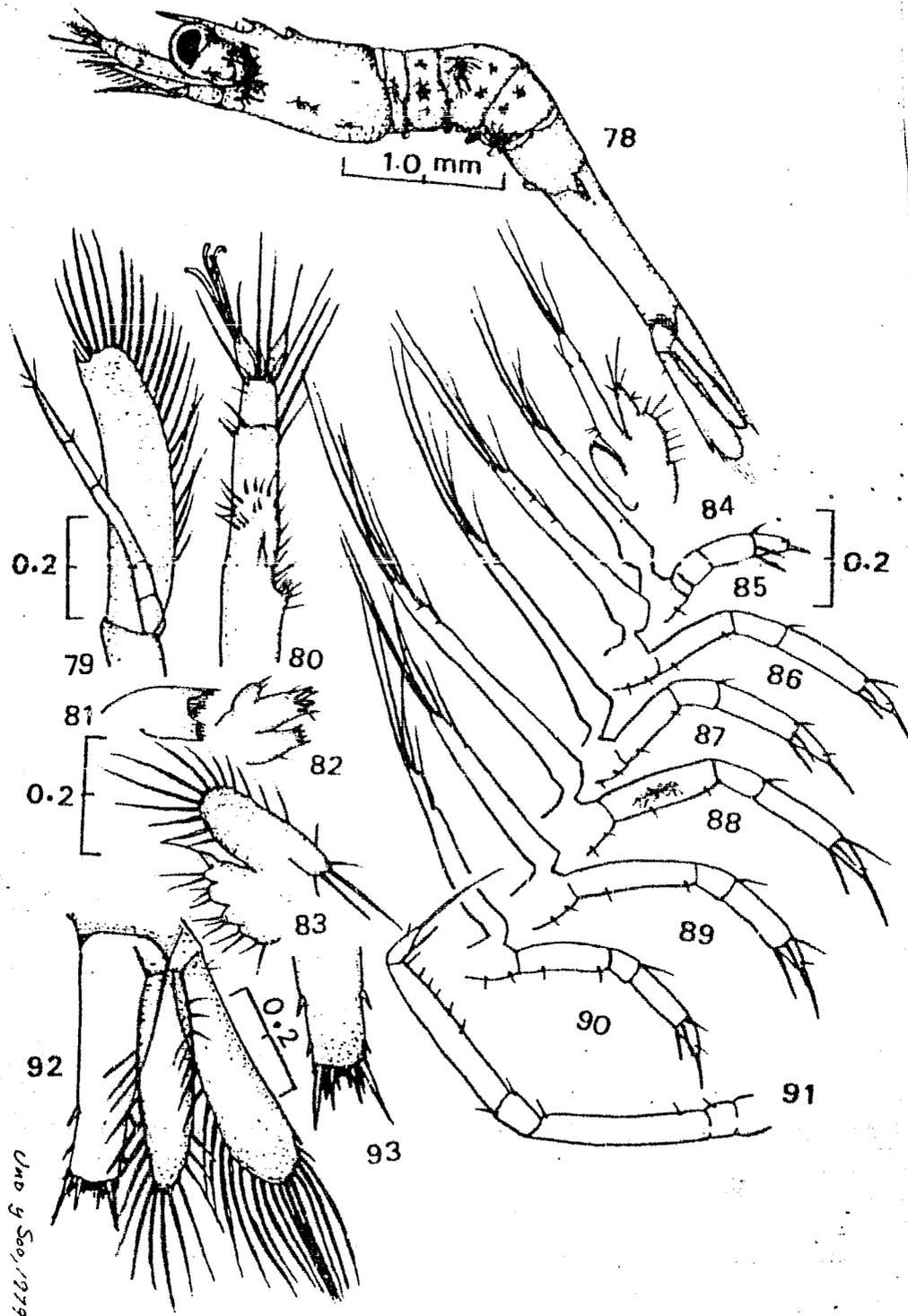


Lámina # VI, Sexta Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 78 - 93. 78, vista lateral; 79, antena; 80, anténula; 81, mandíbula; 82-83, primera y segunda maxilas; 84-86, primero, segundo y tercer maxilípedos; 87-91, del primero al quinto pereiópodos; 92, telson y própodito derecho; 93, parte distal del telson.

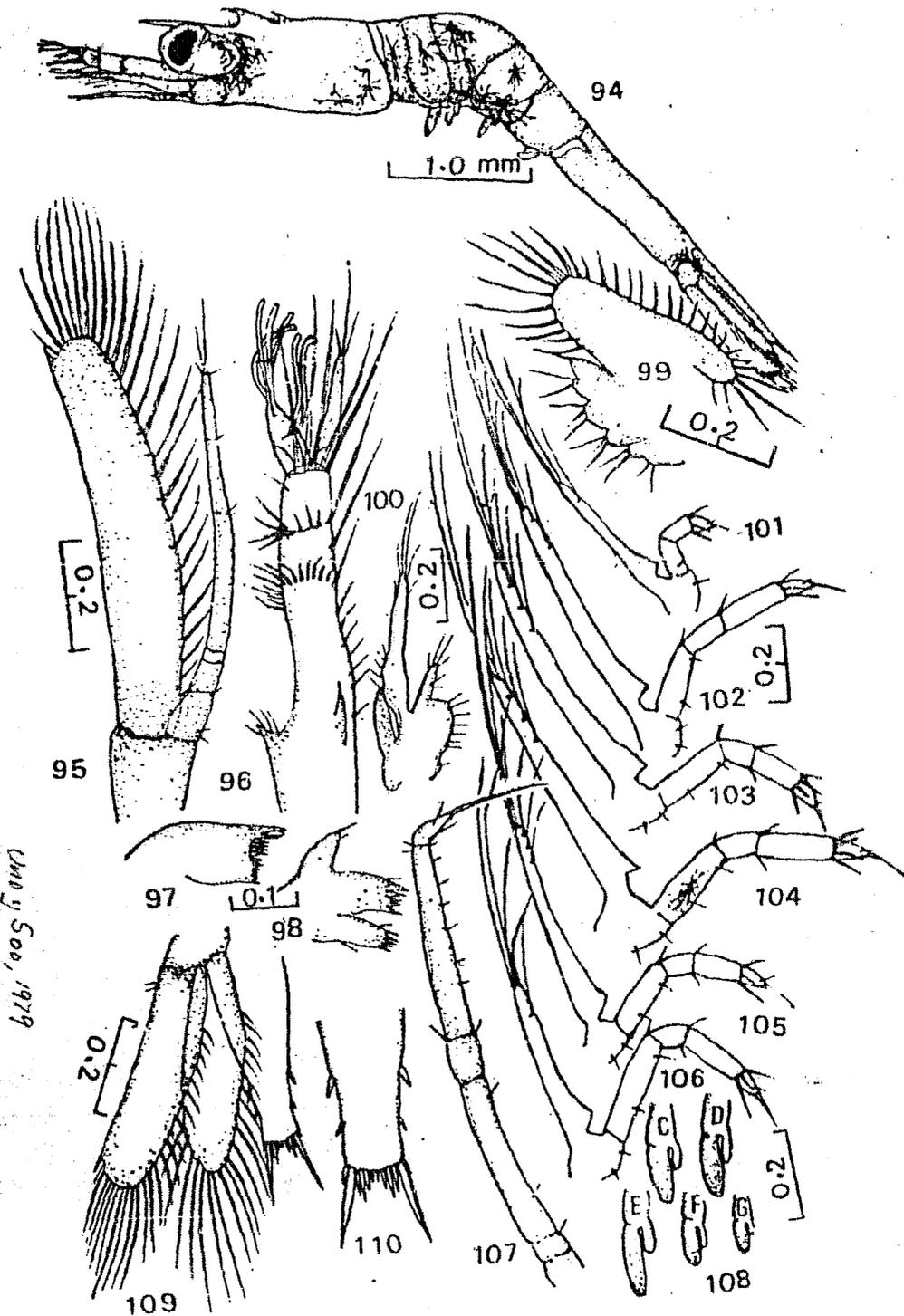


Lámina # VII, Séptima Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 94 - 110. vista lateral; 95, antena; 96, anténulas; 97, mandíbula; 98-99, primera y segunda maxilas; 100-102, primero, segundo y tercer maxilípedos; 103-107, del primero al quinto pereiópodos; 108 C-G del primero al quinto pleópodos; 109, telson y urópodo izquierdo; 110, parte distal del telson.

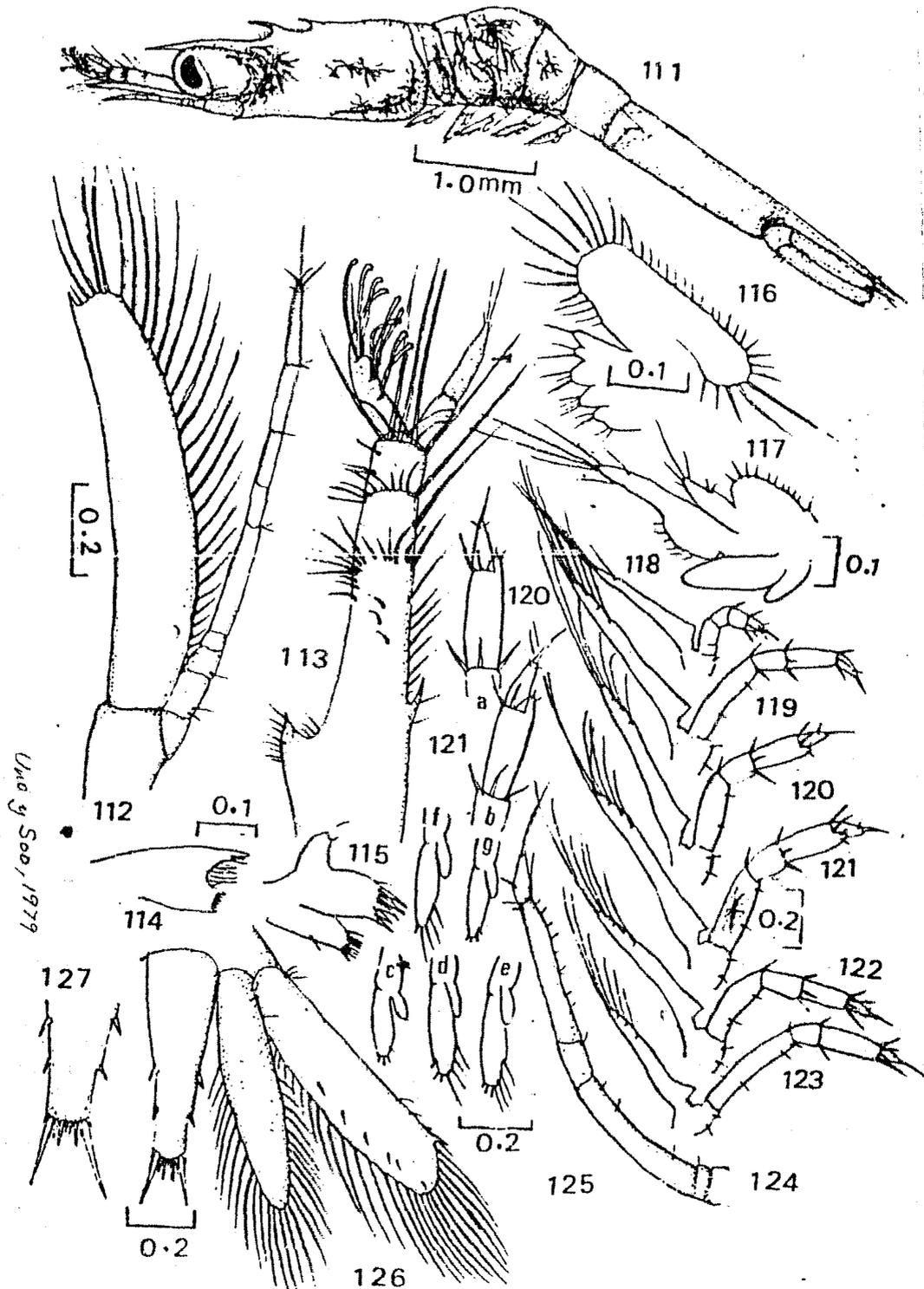


Lámina #VIII, Octava Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 111-127. 111, vista lateral; 112, anténula; 113, anténula; 114, mandíbula; 115-116, primera y segunda maxilas; 117-119, primero, segundo y tercer maxilípedos; 120-124, del primero al quinto pereiópodos, 120a, quela del primer pereiópodo; 121b, quela del segundo pereiópodo; - 125 c-g, del primero al quinto pleópodos; 126 telson y urópodo derechos; 127, parte distal del telson.

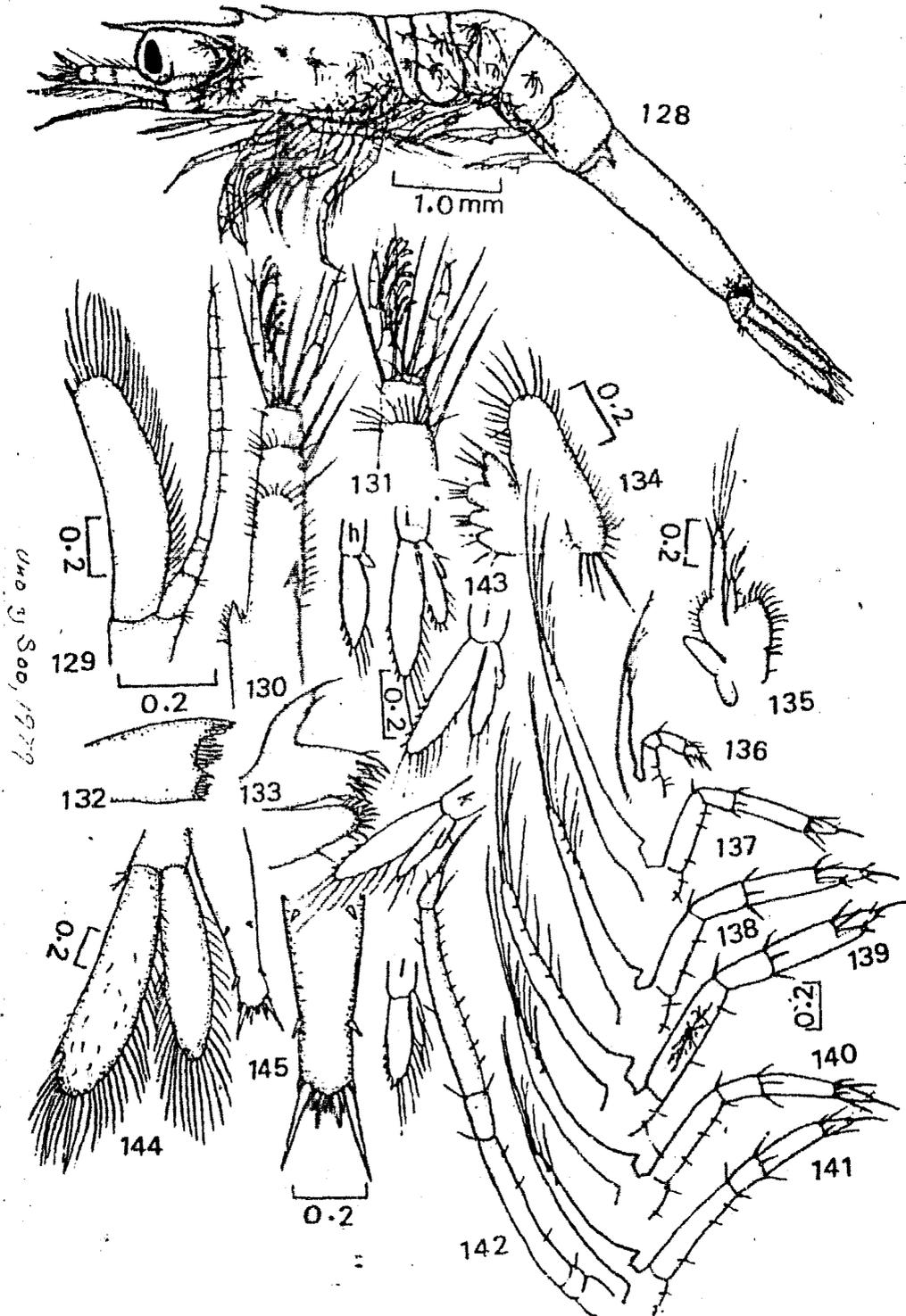


Lámina # IX , Novena Zoea de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 128-145. 128, vista lateral; 129, antena; 130-131, anténula; 131 parte distal; 132, mandíbula; 133-134, primera y segunda maxilas; 135-137, primero, segundo y tercer maxilípedos; 138-142, del primero al quinto pereiópodos; 143 h-1, del primero al quinto pleópodos; 144, telson y urópodo izquierdo; 145, parte distal del telson.

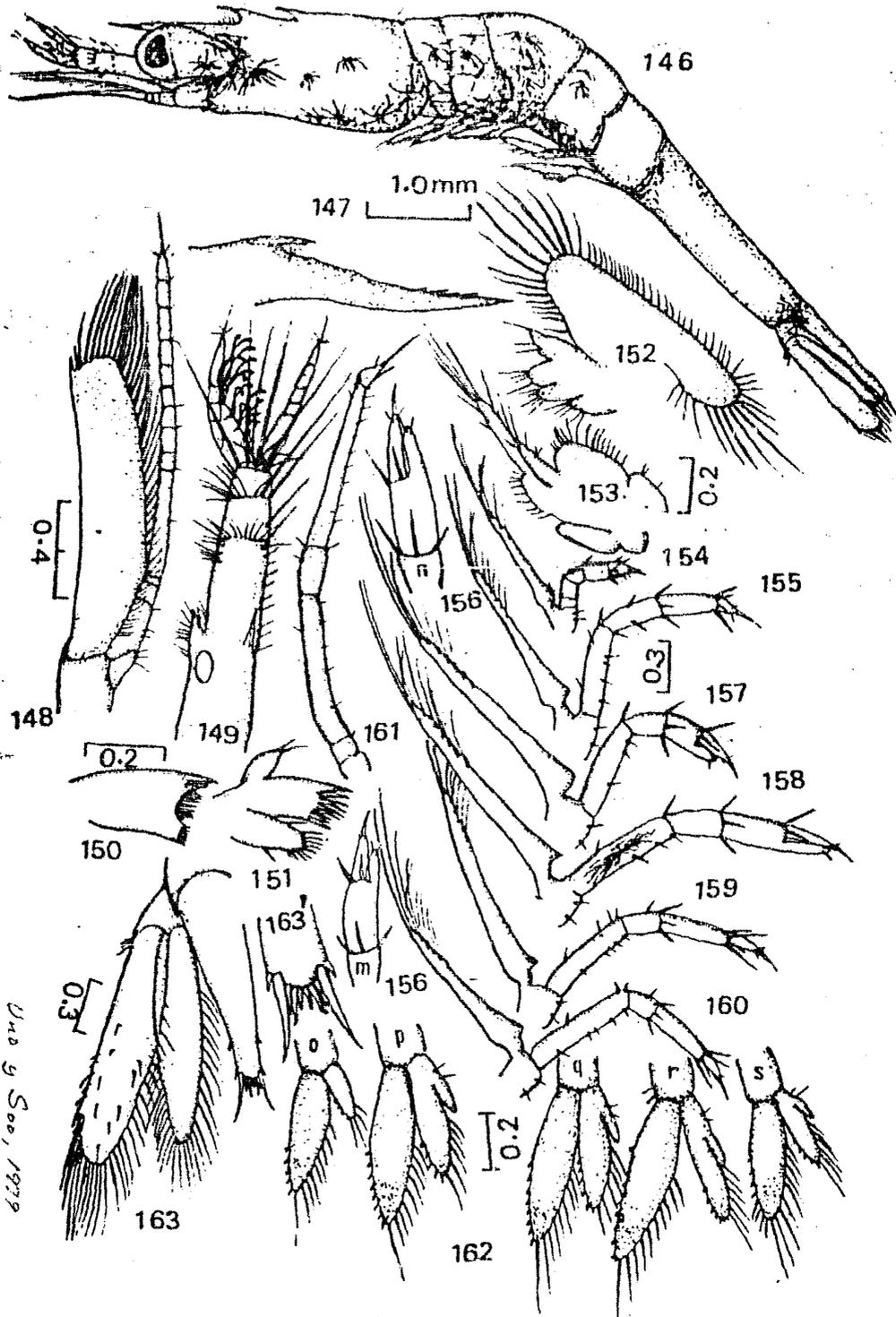


Lámina # X , Décima Zoa de Macrobrachium rosenbergii, Figs. 146-163. 146, vista lateral; 147, rostrum; 148, antena; 149, anténula; 150, mandíbula; 151-152, primera y segunda maxilas; 153-155, primero, segundo y tercer maxilípedos; 156-161, pereiópodos; 156 m, n, quelas del primero y segundo pereiópodos; 162 o - s, del primero al -- quinto pleópodos; 163, telson y urópedo izquierdo 163, -- parte distal del telson.

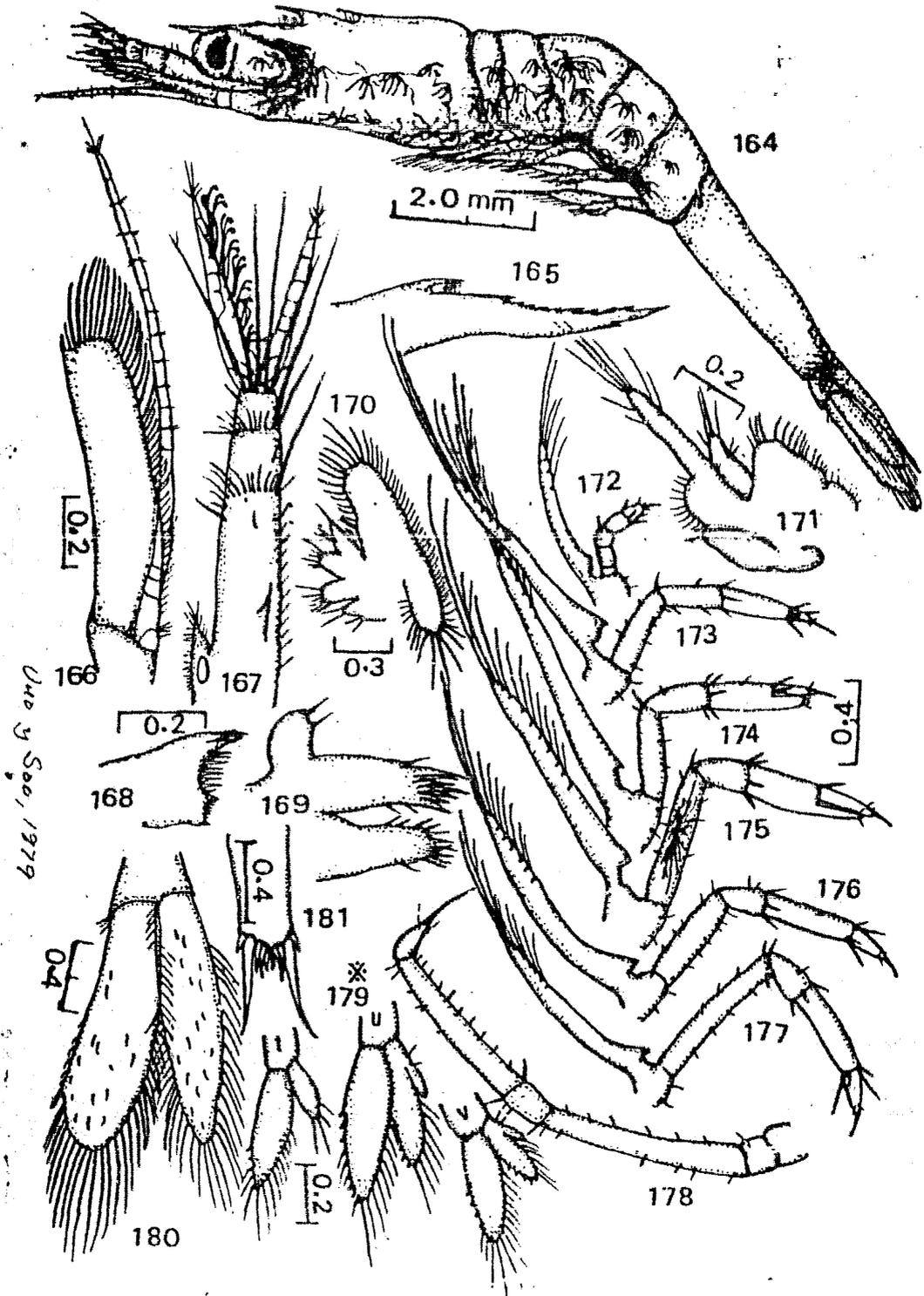


Lámina # XI, Décimoprimer Zoa de *Macrobrachium rosenbergii*  
 Figs. 164-181. 164, vista lateral; 165, rostrum; 166, antena;  
 167, anténula 168, mandíbula; 169-170, primera y segun-  
 das maxilas; 171-173, primero, segundo y tercer maxilípe-  
 dos; 174-178, del primero al quinto pereiópodos; 179 t-v,  
 primero, tercero y quinto pleópodos; 180, urópodos; 181,  
 parte distal del telson.

Morfología de la Postlarva: (Según Uno & Soo, 1969; Lámina # XII, Figs, 182-199)

La longitud del cuerpo es de 7.69 mm, la longitud del caparazón de 1.96 mm. El rostrum (Figs. 182,183) es un poco más corto que la escama antenal, cuenta con cerca de once dientes dorsales, el primero de los cuales está en el caparazón directamente sobre el margen posterior de la órbita y con cinco dientes ventrales, el primero de los cuales queda por abajo del intervalo del octavo y noveno diente dorsal; la punta del rostrum está libre de dientes. El caparazón (Fig. 182) posee una espina antenal y dos pares de espinas branquióstergales. El margen posterior de la pleura abdominal está redondeado. La espina anal está ausente. El telson (Fig. 199) tiene dos espinas largas y dos cortas y un par de setas plumosas; dos pares de espinas laterales con movilidad dorsal.

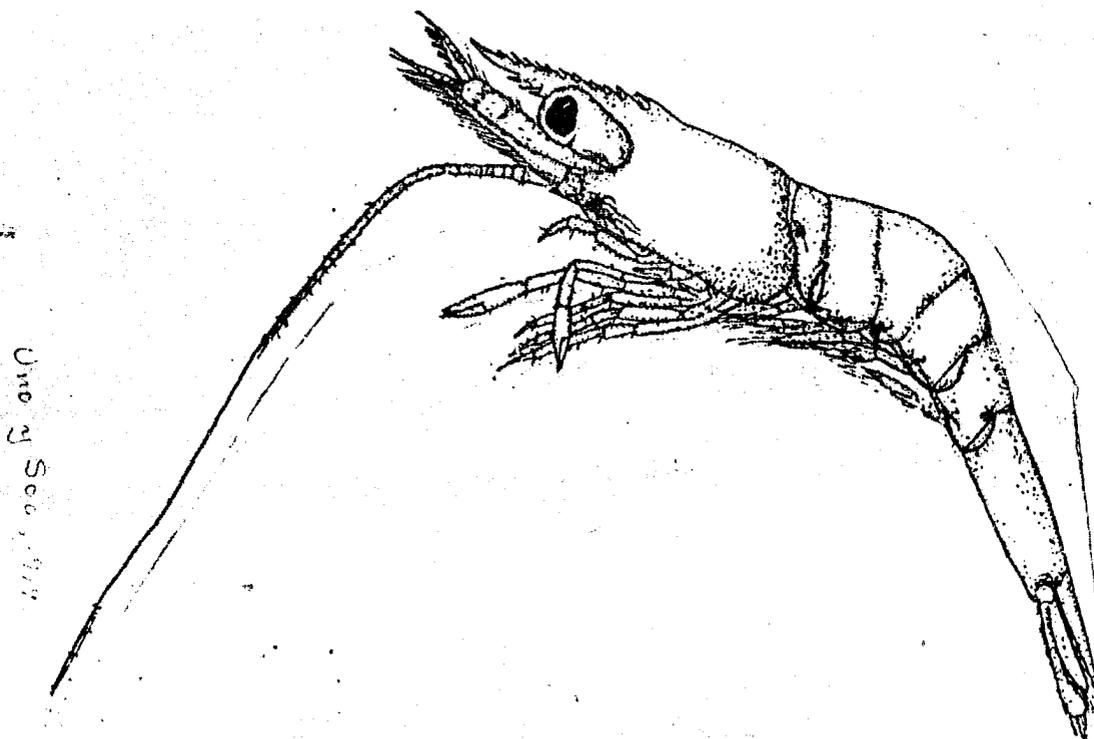


Fig. 14 - Postlarva de Macrobrachium rosenbergii.

La longitud de la escama antenal (Fig. 184) es de cuatro veces su propio ancho; el extremo anterior de la espina se proyecta libre como una espada y es ligeramente más corto. El flagelo antenal se extiende por sobre la mitad de la longitud total. El pedúnculo antenular consta de tres segmentos (Fig. 185); el estilocerito es menor que la mitad de la longitud del segmento basal del pedúnculo; la espina anterolateral del segmento basal se encuentra excediendo el margen anterior del segmento. El lado interno del pedúnculo cuenta con cerca de dieciseis setas; el segmento basal tiene un estatocito y un pequeño diente ventral. El flagelo antenular interno es simple, cuenta con dieciseis a veintiún segmentos; el flagelo externo posee de diecisiete a veinticinco segmentos y sosteniendo cerca de seis apéndices plegadizos con dos, tres, dos, tres, dos y tres estiletes, respectivamente.

La mandíbula (Fig. 186) es fuerte pues los procesos incisivos son más corpulentos que la mandíbula larval, los dientes de los procesos molares son más largos, formando una superficie triangular, sin dientes móviles en el ángulo. La porción basal de la primera maxila (Fig. 187) se encuentra lobulada, cada lóbulo sosteniendo sobre su superficie interna numerosas setas toscas; el endopodito aparece en forma de palpo. La porción basal de la segunda maxila (Fig. 188) está bilobulada, cada lóbulo sosteniendo sobre su superficie interna numerosas setas toscas; el endopodito es unisegmentado y desnudo; las setas del exopodito se encuentran dispuestas alrededor del margen.

La porción basal del primer maxilípodo (Fig. 189) es larga y bilobulada; aparecen los lóbulos con toscas setas proyectadas interiormente; el endopodito se encuentra reducido con dos setas apicales; el exopodito cuenta con cerca de diecisiete setas sobre la base, cuatro setas apicales y cuatro subapicales; el epipodito es largo y bilobulado. El segundo maxilípodo (Fig. 190) tiene un endopodito de cinco segmentos, el último y penúltimo segmentos son más anchos que largos, se encuentran armados con toscas espinas; el exopodito posee cuatro setas apicales y cerca de seis subapicales, el epipodito es menudo y birrámeo.

El tercer maxilípodo (Fig. 191) tiene un endopodito trisegmentado, toscamente setoso por todas partes de cada segmento; el exopodito está reducido, cuenta con cuatro setas apicales y ocho subapicales; el epipodito es pequeño y bilobulado.

El primer pereiópodo (Fig. 192) es quelado, más corto que

el segundo pereiópodo, el exopodito es rudimentario. El segundo pereiópodo (Fig. 193) se encuentra quelado, con los extremos de la quela truncaos sin aserraciones o dientes, el carpo-dito está más corto que la palma, el exopodito es rudimentario. Los exopoditos del tercero y cuarto pereiópodos (Fig. 194) son rudimentarios; el endopodito cuenta con setas toscas en cada segmento. El exopodito del urópodo (Fig. 198) se aprecia ase-toso a lo largo del margen externo, posee un diente y una espina móvil en su espina latero-distal (Fig. 198 z) con numerosas setas alrededor de la punta y del margen interno; el endopodito está setoso todo a su alrededor. Sobre todo el cuerpo, los cromatóforos conspicuos que eran característicos de la larva, ahora se encuentran concentrados. Cuando la larva zoea sufre metamorfosis la longitud del cuerpo, especialmente la longitud del abdomen, empieza a empequeñecerse convirtiéndose en post-larva.

Las descripciones de las larvas antes mencionadas se basaron en la estructura de individuos cultivados en laboratorios. Los caracteres reconocibles en cada estadio se resumen en la tabla # 1.

Tabla # 1. Los caracteres de cada estadio de Zoea de Macrobrachium rosenbergii, alimentados con nauplios de Artemia salina a una temperatura de agua de  $28.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$  y a una salinidad de 6.58 - 6.81‰ Cl.

No. de Es tadio de Zoea	Edad (días)		Longitud del Cuerpo		No. de Especíme- nes
	M	Rango	M	D.S.	
1	0	1 - 2	1.92	0.02	15
2	2	2 - 3	1.99	0.06	12
3	4	3 - 5	2.14	0.05	12
4	7	5 - 9	2.50	0.08	14
5	10	9 - 12	2.84	0.07	14
6	14	12 - 18	3.75	0.37	19
7	17	15 - 20	4.06	0.15	13
8	20	18 - 22	4.68	0.20	12
9	24	21 - 29	6.07	0.29	17
10	28	25 - 34	7.05	0.52	23
11	31	28 - 37	7.73	0.81	21
Postlarva	36	33 - 43	7.69	0.65	50

\* Nota: M=media; D.S.=desviación estándar.

La larva de M. rosenbergii llega a postlarva a través de once estadios de Zoea. Desde el segundo estadio de Zoea, la larva de cada estadio toma regularmente tres o cuatro días para mudar al siguiente estadio, hasta alcanzar la forma de postlarva; Y muda un día después de su eclosión al segundo estadio, bajo las mencionadas condiciones de laboratorio.

Es interesante hacer notar el hecho de la longitud del cuerpo que decrece cuando cambia de Zoea a Postlarva.

Se señala también que éstas larvas no se alimentan desde el primer estadio de Zoea hasta que alcanzan el de Zoea tres, atravesando consecuentemente por dos mudas, mientras algunos Palaemonetes (Broad, 1957 b) se alimentan a partir de la primera muda.

Se observó sin embargo, que al igual que otros Palaemonetes y crustáceos (Templeman, 1936; Broad, 1957 b; Costlow et al., 1960) las condiciones tróficas, las de temperatura y salinidad, están íntimamente relacionadas, con un fenómeno de inducción de crecimiento a partir del sexto estadio.

Presento a continuación los esquemas correspondientes al tema de postlarvas.

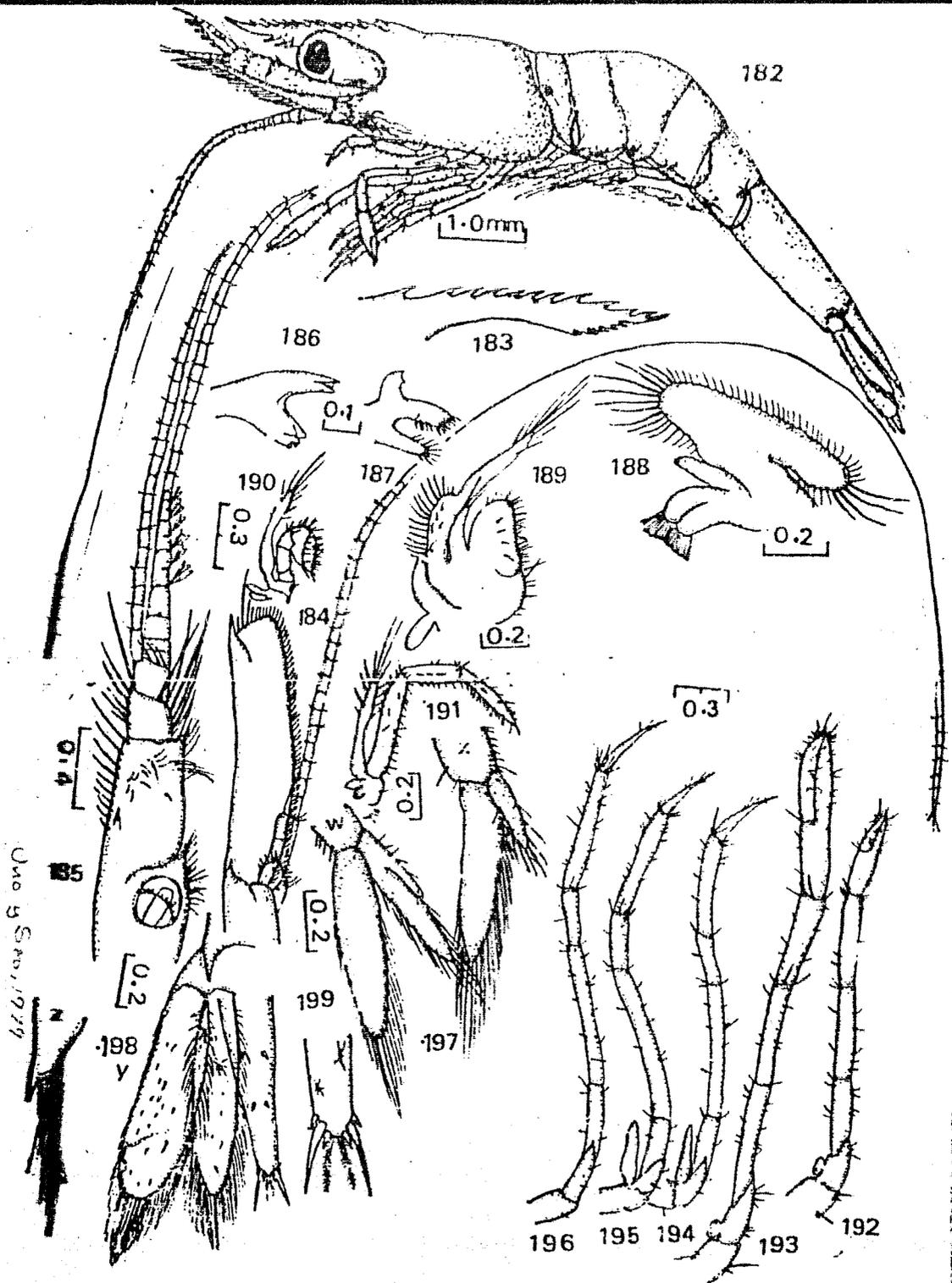


Lámina # XII, Postlarva de Macrobrachium rosenbergii. Figs. 182-199. 182, vista lateral; 183, rostrum; 184, antena; 185, mandíbula; 187-188, primera y segunda maxilas; 189-191, primero, segundo y tercer maxilípedos; 192-196, del primero al quinto pereopodos; 197 w-x, primero y tercer pleópodos; 198, (y) telson y urópodo izquierdo, (z) rama externa del urópodo; 199, parte distal del telson.

### 1.3.2 Ontogenia

Como todos los artrópodos, los langostinos son metaxoarios celomados, de simetría bilateral, protostomados, de cuerpo con segmentos heterónomos unidos entre sí por membranas intersegmentales, cada segmento está provisto típicamente de un par de apéndices articulados.

### 1.3.3 Histomorfología

**Cutícula:** su cutícula protectora rígida es secretada por células epidérmicas y se encuentra acomodada en capas superpuestas. Esta cutícula se encuentra atravesada en sus distintas capas por varias formaciones como canales que son conductos glandulares, pelos sensorios, etc. Su función es la de sostén y protección.

La rigidez de este exoesqueleto varía, dependiendo de la etapa de desarrollo del animal, alcanzando la máxima rigidez en grandes machos adultos.

En la descripción de esta cutícula estratificada, diferentes autores coinciden en dividirla en epicutículas y endocutícula.

La primera es una delgada capa externa que está en contacto con el medio ambiente y protege al langostino de los agentes mecánicos, físicos y químicos que pudieran dañarle. Se caracteriza por su poco espesor (1.5 m) y por carecer de quitina.

Wigglesworth et al. (1948; Fides Vázquez y Villalobos, 1975), precisa en su composición cuatro capas: la externa o tectocutícula, la capa de ceras, la de polifenol y la de cuticulina; cuyo orden de aparición es inverso al antes mencionado; consecuentemente, el material que constituirá las capas externas, deberá pasar a través de las ya formadas, por medio de canales y durante el proceso de cada una de las mudas. Se dice que la epicutícula es muy homogénea durante los primeros estados de su formación y que a partir del momento de esclerosamiento de la cutícula se presenta en áreas, según los estudios con histoquímicos.

La endocutícula es la porción subyacente a la epicutícula de grosor variable según el estado de desarrollo de los langostinos. Transversalmente, muestra una estructura laminar que se observa en bandas claras y oscuras, alternadas. Esta estructura laminar es susceptible de separación mecánica. Se apre-

cian también canales helicoidales observables al microscopio ordinario.

Se dice que a través de estos canales se transportan algunos de los componentes que intervienen en la formación de la epicutícula. Esta porción externa de la cutícula que se endurece o esclerosa se le llama escleritos, mostrándose más o menos gruesos y oscuros. La sección por debajo de los escleritos que aparentemente no sufre alteraciones y puede encontrarse en mayor o menor proporción, abunda en las formas larvarias o en procesos de muda y por su elasticidad permite el aumento de volumen del cuerpo, durante su alimentación y crecimiento.

El esclerosamiento sigue dos procesos generales: uno de deshidratación de la cutícula y otro de oxidación a través de una enzima oxidativa.

La endocutícula en su formación incluye la quitina, que es un polisacárido constituido por D-glucosamina aminoazúcar.

Esta quitina, en el caso del langostino como de otros crustáceos superiores, está reforzada con incrustaciones de sales calcáreas formando un estrato calcificado. La calcificación se da de fuera hacia dentro de la cutícula y principalmente debido al carbonato de calcio en forma de calita dispersándose entre las laminillas de la exocutícula.

La epidermis es la capa de células dispuestas en un solo estrato y al que llegan músculos y traqueolas, que penetran a través de la membrana basal. Dichas células son de varios tipos, aunque de origen epitelial, encontrándose además de las típicas, otras grandes conocidas como glándulas dérmicas que secretan la capa más externa de la epicutícula.

El espesor y rigidez de la cutícula difiere en ciertas regiones de la superficie del cuerpo; las uniones entre los diferentes segmentos se hace por medio de membranas segmentales, formadas principalmente por endocutícula, la cual permite los movimientos propios del animal.

El revestimiento de cutícula prosigue a nivel de los orificios naturales y, en parte, se continúa en las cavidades internas de las porciones anterior y posterior del tubo digestivo, los canales secretores de las glándulas, los tubos traqueales de la respiración, etc.

Además, la cutícula forma pliegues o entranques en la cavidad del cuerpo y de los apéndices llamados apodemas, los que re-

presentan lugares de inserción de los músculos; su conjunto constituye el llamado endoesqueleto.

Esteriormente, en la cutícula se presentan formaciones muy variadas que ya mencioné y que son utilizadas por la Sistemática.

Las mudas se efectúan por un estímulo hormonal que induce a la secreción del llamado fluido de la muda y que por lo general disuelve a la mayor parte de la endocutícula.

La coloración está dada por pigmentos melanínicos y pigmentos metabólicos.

Sistema muscular: los músculos son estriados transversalmente y las tonofibrillas penetran a veces en la cutícula. Se presentan en paquetes segmentados independientes, ya que su cuerpo está dividido en segmentos articulados. Estos músculos se insertan en los apodemas de cada articulación y la contracción determina el movimiento de los segmentos.

Aparato digestivo: los gnatópodos bordean el vestíbulo bucal, en el fondo del cual se abre la boca; éste corresponde al tercer segmento de la cabeza. El tubo digestivo recorre libremente la cavidad del cuerpo en toda su longitud.

Este tubo digestivo está formado por tres regiones distintas, desde los puntos de vista: morfológico, fisiológico y embrionario; llamadas: stomodeum, mesenterón y proctodeum; de las cuales son la anterior y posterior, el stomodeum y mesenterón, respectivamente, se encuentran revestidas en su interior de cutícula que se renueva en cada muda que sufre el animal.

El stomodeum tiene origen ectodérmico, comprende típicamente una faringe, un esófago y el estómago masticador.

El mesenterón es de origen endodérmico y en él es donde se realiza la digestión y la absorción de los alimentos; presenta glándulas digestivas o hepatopáncreas, ciegos gástricos que secretan fermentos para digerir prótidos, lípidos, etc.

El proctodeum tiene origen ectodérmico y es relativamente largo.

Aparato excretor: a manera de aparato excretor encontramos unos órganos semejantes a los néfridios de las anélidos, colocados en la región cefálica en número de dos pares, llama-

dos glándulas antenales y glándulas maxilares. La función de estos órganos consiste en escretar del organismo, uratos y oxalatos de calcio.

Aparato circulatorio: es abierto y consta de un vaso dorsal o corazón, que se dispone a lo largo del cuerpo, en este vaso se consideran dos porciones, de las cuales la posterior es contráctil, merced a músculos circulares de sus paredes y la porción anterior llamada aorta, que es el conducto por donde la hemolinfa es impulsada hacia la cavidad del cuerpo. Además, en el corazón encontramos pequeños orificios dispuestos metaméricamente, llamados ostiolas, que comunican la cavidad del corazón con otra cavidad muy basta que la rodea a la altura de las ostiolas y que se llama seno pericárdico. Limitando a dicha cavidad se encuentra el pericardio.

La circulación se hace de atrás hacia adelante, por la contracción muscular del corazón, que impulsa la hemolinfa a través de la aorta hacia la cavidad del cuerpo; después de desempeñar su función, la hemolinfa pasa al seno pericárdico y al corazón, penetrando por las ostiolas, cada una de ellas presenta una válvula que impide el regreso de la hemolinfa, durante la contracción.

El sistema arterial está bien desarrollado. La hemolinfa es llevada de atrás, por el seno venoso o seno pericárdico y vuelve al corazón a través de las ostiolas. La hemolinfa está compuesta de una parte líquida llamada plasma y por corpúsculos denominados hemocitos.

Aparato respiratorio: la respiración se realiza por medio de branquias.

Sistema nervioso: es de tipo ganglionar y está formado por una masa ventral o ganglio subesofágico, por una masa dorsal anterior llamada cerebro o ganglio supraesofágico; y una doble cadena de ganglios distribuyéndose en par para cada segmento del cuerpo, también en posición ventral; esta cadena queda unida al subesofágico por medio de comisuras, lo mismo que los ganglios entre sí.

El ganglio supraesofágico presenta tres regiones distintas morfológica y funcionalmente, formada cada una de ellas por un par de ganglios; el protocerebro, deutocerebro y tritocerebro. El protocerebro constituye la parte más importante del sistema, presenta un cuerpo central y dos pedúnculos colocados lateralmente, que representan los centros de asociación.

Esta parte del cerebro inerva los ojos y los ocelos.

El deuterocefalo representa los centros olfativos e inerva a las antenas.

El ganglio subesofágico es la masa ganglionar unida al cerebro por el anillo periesofágico, su posición es ventral y se encuentra por debajo del esófago, también se le considera formada por la fusión de ganglios que inervan las partes bucales y que son un par de ganglios mandibulares, el maxilar y el maxilular.

La cadena ventral está unida al subesofágico por comisuras y tiene posición ventral: su función es independiente del cerebro y cada par se comporta como un pequeño centro autónomo para su segmento correspondiente. Además, en unión con el cerebro está el sistema estomatogástrico, simpático o visceral. Está relacionado con el tritocerebro e inerva, fundamentalmente, la parte anterior del tubo digestivo. Comprende un ganglio principal llamado esofágico, seguido de un nervio recurrente y de uno o más pares de ganglios secundarios.

Organos de los sentidos: los sentidos del tacto, olfato y gusto, se ejercen por pelos y cerdas inervados, a veces articulados en su base; pudiendo ser cortos o largos y encontrarse aislados o en grupos.

Los órganos olfativos se encuentran en la superficie de las antenas, palpos extremos de los apéndices.

Existen además, órganos estáticos o del equilibrio, llamados estatocistos.

Sistema visual: presentan dos ojos compuestos, constituidos cada uno por muchas omatidias. Externamente cada omatidia está formada por una córnea o lente biconvexa, por debajo se encuentran dos células epidérmicas que secretan la lente y que están colocadas una a cada lado del cono cristalino que está constituido por cuatro células arregladas como una pirámide invertida: el ápice del cristalino descansa en las células sensoriales y fotorreceptoras, cuyo conjunto constituye la retina. Cada omatidia cuenta con siete u ocho de estas células fotorreceptoras, colocadas en círculo, cuyas superficies internas están modificadas para la sensación visual, formando así el rhabdoma. Las omatidias se encuentran separadas entre sí por células pigmentarias que las rodean. Estas células descansan sobre

la membrana basal. A cada una de las células fotorreceptoras llega una fibra nerviosa, que va a formar parte, junto con las otras omatidias del nervio óptico.

Los pigmentos rodean o se alejan de la omatidia, según la intensidad lumínica, proporcionando una visión por superposición, que da un gran rendimiento en el aprovechamiento de la luz, lo que es muy útil para el langostino, debido a sus hábitos nocturnos y crípticos que se deducen de su instinto de conservación.

Aparato reproductor: son de sexos separados, las gónadas están unidas en una masa única, en donde ha desaparecido toda segmentación ontogénica; la simetría bilateral se sigue conservando y por eso hay una gónada derecha y otra izquierda.

Los primeros pares de pleópodos fungen como órganos auxiliares copuladores y los utiliza el macho para sujetar a la hembra.

En la hembra los apéndices relacionados con la reproducción sufren modificaciones, principalmente, para la postura de huevecillos y la incubación, son las pleuras más extendidas. Aunque también los pleópodos desarrollan largos penachos de setas ovíferas para sostener airear a los huevos.

## 2. DISTRIBUCION

### 2.1 Area Total

Esta especie de langostino, existe en forma natural en una amplia zona del Indo-Pacífico, aunque ahora ya también se le puede encontrar en todos aquellos países que se dedican a su cultivo, tanto experimental como comercial.

En su área natural, donde se le puede ver durante todo el año, se le encuentra tanto en aguas dulces como en aguas salobres, habita la mayoría de los ríos y es especialmente abundante en bajas extensiones, las cuales son influenciadas por las mareas.

Se presenta así también en lagos, en reservorios de agua, en formaciones minerales, canales de irrigación y en algunos campos de riego.

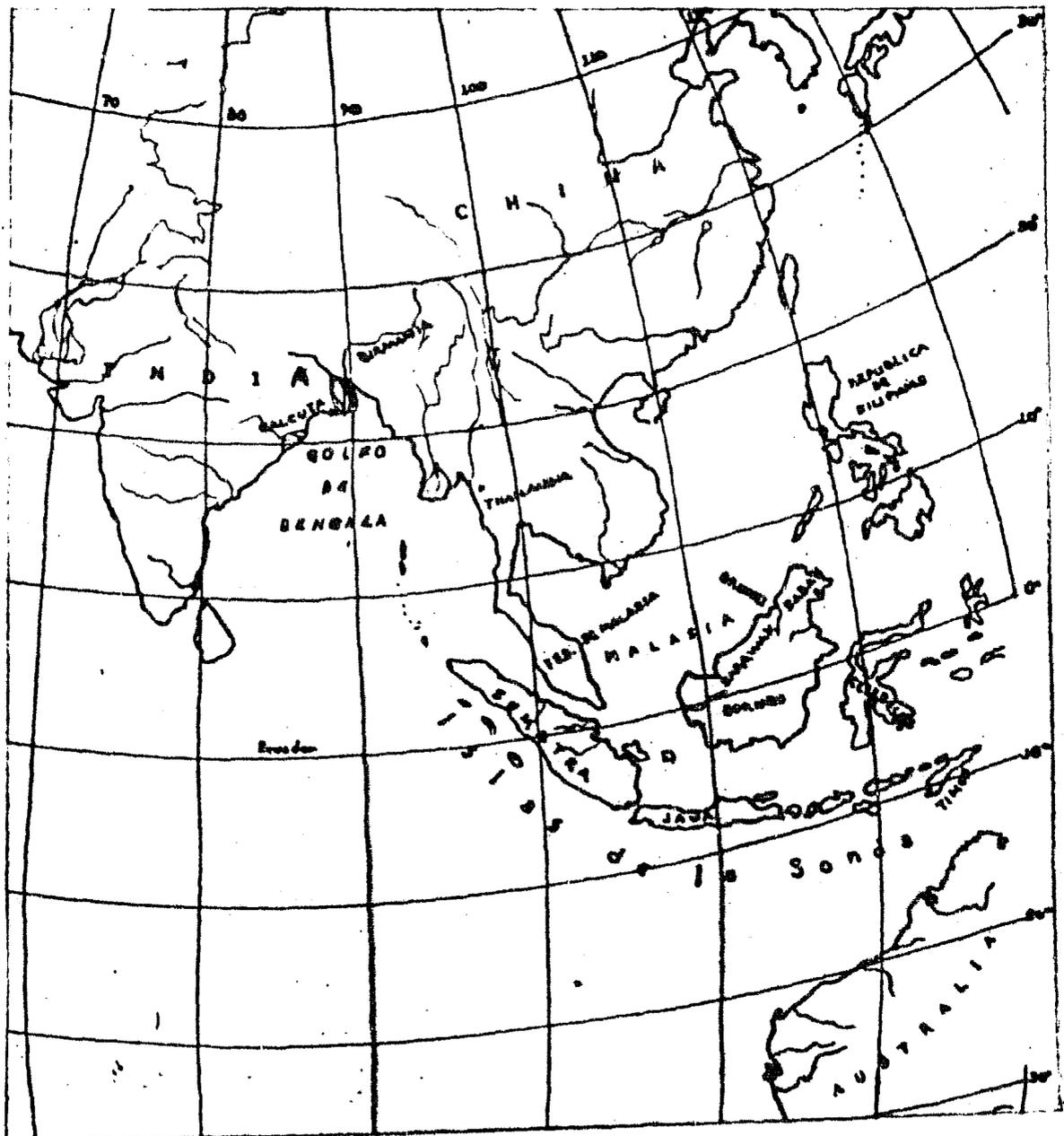
Su distribución limítrofe del Oeste (W) señala al delta del río Indo, sin extenderse más allá de la parte Indo-China de Asia, en el área continental. Las áreas del Océano Indico en las que ocurre, se localizan al suroeste (SW) y al Sureste-oeste (SEW).

En la India se le encuentra a lo largo de ambas costas; sobre la costa Oeste, desde el delta del Indo hacia la costa de Malabar; y sobre la costa Este, desde el Sur hasta el delta del Mahanadi, así como en el delta del Bengala. También se le encuentra en las aguas salobres y en el sistema fluvial del Ganges, tanto como en el sistema estuarino del Irawaddi en Pakistán, Birmania, Tailandia, Camboya y Vietnam, así como en la Península de Málaca.

También habita en las zonas fluviales y en el mar que rodea las distintas islas asiáticas como: Japón, Filipinas, Borneo, Java, Sumatra y hasta en Nueva Guinea, Papua y Australia.

Como podemos apreciar, esta especie de langostino denota preferencia por las aguas tropicales y subtropicales. Su área natural se ubica entre los 20° latitud norte y los 10° latitud sur; y entre los 70° y 130° longitud este del Meridiano de Greenwich; también así en las zonas de poca altitud sobre el nivel del mar. Con una vegetación predominante de selva ecuatorial y en algunas áreas de Malasia e India, praderas de clima tropical y bosque tropical.

Mapa que muestra el área de distribución de M. rosenbergii.



## 2.2 DISTRIBUCION DIFERENCIAL

### 2.2.1. Huevecillos y Hembras:

La freza o huevo se encuentra siempre unida a las hembras ovíferas y éstas son frecuentes de encontrar en los meses de lluvias.

Durante las épocas de las grandes avenidas de los ríos, se dejan arrastrar por la corriente hasta cerca de la boca de los esteros, concentrándose preferentemente en la zona media del estuario.

La época de máximo desove ocurre intensamente al momento en que empieza a ascender la temperatura y la salinidad, coincidiendo con los meses de marzo a mayo (Rajyalakshmi, 1964; Rao, 1967).

Durante los meses de septiembre y octubre, se repite el fenómeno, aunque con menor intensidad.

Los desoves ocurrirán con algunos desplazamientos cronológicos dependiendo del microclima de cada localidad, pero siempre siguiendo las estaciones monzónicas del área (Raman, 1967; George, 1969).

### 2.2.2 Larvas

Estas se encontrarán en los esteros y en zonas de aguas salobres, en lugares de poca turbulencia, formando parte del zooplancton.

### 2.2.3 Juveniles

Las formas juveniles se encuentran distribuidas desde las desembocaduras de los ríos y a lo largo de ellos, remontando la corriente durante los meses de junio a septiembre y de diciembre a mayo.

Durante los meses de verano se concentrarán en las partes profundas de los ríos (George, 1969).

### 2.2.4 Adultos

Su distribución varía con la temporada, encontrándoseles particularmente abundantes, en los altos de los ríos, a distancias de 200 Km. del mar, siempre bajo piedras u objetos sumergi-

dos y durante las épocas de sequía se les ve emigrando de charco en charco, hacia las partes más bajas de los ríos.

Durante la época de pesca, que comienza en mayo y junio, se puede observar que hay una mayor abundancia de los machos sobre las hembras, éstas predominan de agosto a octubre y los machos vuelven a ser superiores numéricamente, a partir de noviembre hasta enero (Raman, 1967).

Las variaciones que pudieron observarse con respecto a las épocas, revelan que se van desplazando ligeramente de lugar a lugar, dependiendo directamente del clima regional.

Tabla 2.- Distribución en el tiempo de machos y hembras de *M. rosenbergii*.

ESTADIO	MES																
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MARZ	ABR	MAY
HUEVECILLOS Y HEMBRAS			X	X	X				X	X	X				X	X	X
LARVAS					X	X				X	X						
JUVENILES						X	X	X	X			X	X	X	X		
ADULTOS					X ♂	X ♂		X ♀	X ♀	X ♀	X ♂	X ♂	X ♂		X ♀	X ♀	

### 2.3 FACTORES DE LOS CAMBIOS DE DISTRIBUCION

Su variable distribución se debe a factores de tipo climatológico principalmente, que estimulan su sistema hormonal: siendo un factor destacado la temperatura (John, 1957; Ling 1962; Avault, Jr. 1979).

Mary John (1957) en sus observaciones de campo, notó que la temperatura óptima para el desarrollo de su actividad normal va de 29 a 34°C; y que en el período de máxima temperatura durante el verano, es cuando se desplaza hacia la parte alta de los ríos, permaneciendo en la profundidad de las represas del sistema fluvial en el que habitan.

Observaciones directas demuestran que si la temperatura del agua desciende por debajo de los 26°C, el rango de mortalidad se incrementa considerablemente. En condiciones naturales

este peligro se evita con adherirse sobre los bancos de los ríos y canales, sacando su cuerpo parcialmente fuera del agua. Es muy probable que este hábito capacite a los animales para sobrevivir fuera del agua, durante un tiempo considerable proveyendo las cámaras de sus agallas con suficiente humedad.

La salinidad es otro factor que influye en la distribución de M. rosenbergii, afectando particularmente a las hembras fértiles y a las larvas. De acuerdo con Raman (1967), los juveniles y los grandes machos parecen no verse afectados por el incremento de la salinidad, sobre todo cuando se localizan en las bocas de los ríos, barras y zonas adyacentes a las aguas salobres; observándose el caso de que aún elevándose la salinidad hasta cerca de 18 ppm se le observa apacibles y tranquilos, lo que demuestra que no es solamente la concentración salina el factor que los induce a remontar los ríos.

La luz es un factor que también los obliga a distribuirse zonificativamente en el cuerpo de agua en que se encuentren. Y aunque presenten un fototropismo positivo, rehuyen los rayos del sol directos (John, 1957; Ling, 1963). Este fenómeno responde más a su instinto de conservación que a su disgusto por la luz misma.

John (1957), comenta sus necesidades vitales de luz solar, señalando que los ejemplares capturados y retenidos en acuarios con luz solar difusa y escasa, no sobrevivían más que 25 días, aún cuando otros residentes Caridianos que se encontraban en el mismo tanque continuaron en perfecta salud. Aunque quizás esto se deba más a la falta de actividad fotosintética de un cierto tipo de vegetación.

Sus necesidades alimenticias también influyen decisivamente en su distribución, ya que evitan las aguas corrientes y buscan regiones tranquilas y someras, que tengan de 90 a 150 cm. de profundidad, con fondos lodosos enriquecidos con vegetación acuática, y donde puedan precipitarse fácilmente los residuos orgánicos (op.cit.).

Otros factores importantes para su distribución son los conjugados de oxígeno disuelto, pH y temperatura que cambian drásticamente la época de sequías, obligándolos a viajar aún de charco en charco, arrastrándose por la tierra.

## 2.4. HIBRIDACION

### 2.4.1 Híbridos:

La peculiar distribución geográfica de los langostinos de esta especie, da lugar a una clara diferenciación de razas de Macrobrachium rosenbergii, causada por una divergencia que va señalando sus grupos perfectamente bien definidos con indicadores genéticos hereditarios, que hacen suponer una evaluación de esta especie de varios millones de años.

Se pueden reconocer las diferencias poblacionales de esta especie por aquellos loci que no tienen ningún genotipo en común. Estos ecotipos, por su aislación geográfica, desarrollan diferencias en varios parámetros del ciclo de vida, que resultan de gran utilidad para la acuicultura, tales como fecundidad, rangos de crecimiento, períodos de desarrollo larval, talla máxima alcanzable y distintas conductas (Lewontin, 1965). Lo que sugiere el aprovechamiento de estas características útiles de las diferentes razas, para conseguir por intercrucos, híbridos de M. rosenbergii, que reúnan las características más convenientes, de acuerdo a los intereses regionales acuícolas, pudiendo desarrollar nuevas razas genéticas, que:

- sean menos agresivas
- alcancen la madurez después de la talla de cosecha
- tengan un corto período de desarrollo larval
- adquieran mayor tolerancia a los cambios bruscos y al manejo
- tengan una mayor tolerancia a bajas temperaturas, etc.

Malecha (1977), analizando ecotipos que contuvieran adaptaciones útiles para poder hacer más productivo el cultivo de langostino, encontró que las larvas de dos razas australianas de langostino, separadas entre sí 965 km de distancia y cuyos juveniles y adultos son morfológicamente iguales, presentan claras diferencias en sus estadios larvarios, así como una diferenciación en la freza, ya que en una, la procedente de Derby (tipo A), los huevos son grandes y de color verde, mientras que en la de Darwin (tipo B) tiene los huevos pequeños y de color naranja.

Comparó los tiempos de desarrollo larvario de estas razas australianas con los de otras variedades de M. rosenbergii, los del tipo anuenue, Hawaii (tipo C) y los de Palauan (tipo D);

señalando los días en que las primeras larvas iban cambiando de estadios, hasta el día en que se transformaban a postlarvas el 90% de la población de cada tipo, obteniendo los siguientes resultados:

La variedad australiana tipo B se desarrolló más rápido que todas y se establecieron en el menor número de días (16).

La variedad australiana tipo A se estableció en 19 días, la C lo hizo en 25 días y la del tipo D en 26 días, con el 10% de larvas remanentes.

Inicialmente hubo diferencias en las tallas de las recién eclosionadas larvas. Tanto las del tipo "B" y "C" midieron 1.85 mm, mientras que las del tipo "A" y "D" midieron 2.3 y 2.5 mm respectivamente. Estas diferencias se volvieron discretas al séptimo día, o sea, por el 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> estadios. Convergencia que no se puede aplicar a la variedad del tipo B, la que se mantuvo siempre mayor que las otras, en un 35% de su población.

#### 2.4.2 Influencia de la Hibridación

Si esta característica de mayor velocidad en el desarrollo larvario pudiera ser fijada en un híbrido, sería de gran utilidad en la Acuicultura, sobre todo para los granjeros productores de semilla de langostino o postlarvas.

Malecha, también estudió dos características morfológicas distintas y extremas, como son el enanismo y los supermachos desproporcionalmente más grande; estas diferencias se dan regularmente en los cultivos. Características que fueron interpretadas como los índices de un crecimiento lento y rápido, y experimentó intercruzando individuos representativos de cada carácter entre sí, así como con individuos que representaban el carácter opuesto.

TABLA De Intercruces

TIPO A = ♀ rápido crecimiento x ♂ rápido crecimiento  
 TIPO B = ♀ lento crecimiento x ♂ lento crecimiento  
 TIPO C = ♀ lento crecimiento x ♂ rápido crecimiento

Sus resultados sugieren que las diferencias de crecimiento entre los grupos, son altamente dependientes de los cambios me-

dio ambientales, esto es, que estas respuestas observadas se deben en parte, a los efectos de la herencia ante la selección. Sugiere también que se realicen más estudios al respecto para hacer desaparecer ambigüedades en los resultados, inclinándose por aquellos que determinan la variación genética, argumentando que si en un programa de selección los piés de cría son seleccionados sobre la base del valor fenotípico, parcialmente determinado por el genotipo, entonces el valor medio del fenotipo que se obtenga no será igual al valor medio del fenotipo de los padres y la cantidad de mejores observadas es proporcional a la cantidad de variación genética en la población, propiciada por la interacción del medio ambiente.

En los resultados obtenidos por Malecha en su experimento de intercruces de enanos con supergrandes, a lo que él llamó caracteres de lento y rápido crecimiento, las medidas de longitud orbital para cada grupo de progenie, tomadas a los 90 y 170 días después de eclosionar, revelan diferencias en rangos de crecimiento presentando una gran dispersión en las tallas de cada grupo de forma igual a la normal, existiendo así, un ligero sesgo en dirección opuesta lo cual sugiere que la selección artificial ha sido efectiva.

Nadie conoce a ciencia cierta los efectos que este macho enano despliega en la mediatización de la amplificación de varianza y las consecuencias tenidas en un programa de selección. Podrían ser solo una correlación débil entre la talla de un animal supermacho y su genotipo. Consecuentemente, seleccionando éstos como padres, se producirá una respuesta insignificante en la progenie (Malecha, 1977).

Sabemos de antemano que los cultivos con mezcla de sexos, al igual que aquellos que poseen individuos ya muy viejos, presentan velocidades de crecimiento heterogéneas que provoca un sesgo positivo en la distribución de la talla, encontrándose valores por encima de los animales supermachos, que ya son mucho más grandes que sus compañeros. Esta amplificación de la varianza, incrementa el coeficiente de variación y puede ser vista en el estudio de las gráficas de crecimiento de las poblaciones de *M. rosenbergii* (Fujimura y Okamoto, 1970; Sandifer y Smith, 1975; Malecha, 1977).

Tabla 3.7, Varianza del crecimiento en las poblaciones de M. rosenbergii.

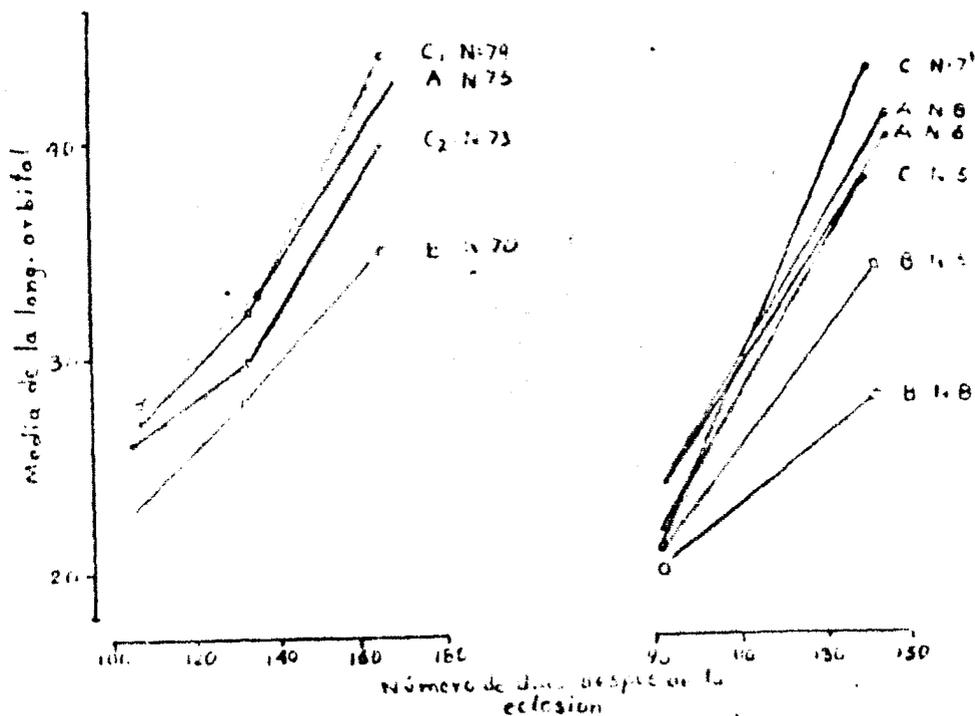
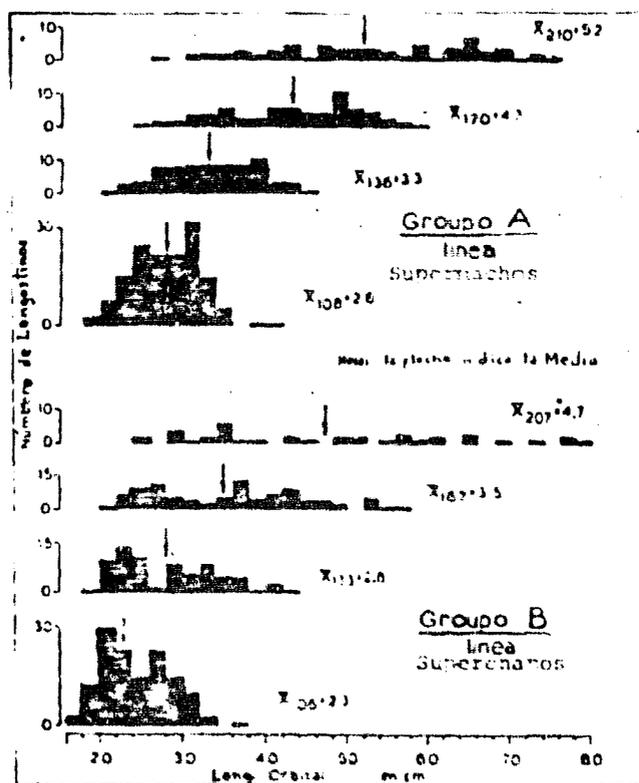


Tabla 4. - , De la varianza genética en los intercruces de super machos y super enanos.



Por lo tanto, debe tomarse muy en cuenta en los programas de selección, el fenómeno de interacción medioambiental con el genotipo, por lo que un grupo genético tiene diferentes valores de fenotipo, según el medioambiente. Esto nos conlleva al hecho de que en una población genética producida, darían un óptimo funcionamiento dentro de los límites que marca un particular sistema de manejo. (Moav et al., 1976; Moav et al., 1977b).

Junto con esta observación es muy importante señalar que las evaluaciones de la población producida en estanques comerciales, tendrá en el funcionamiento de su dotación genética, un resultado final producto de la interacción de sus arreglos genéticos; con el medio ambiente en el cual ellos viven.

Para el caso de los langostinos cultivados en estanguería rústica, el medio ambiente ejercerá una mayor interacción con el genotipo, dependiendo así el fenotipo producido, del sistema de manejo, incluyendo la calidad del agua de los rangos de temperatura, de los regímenes alimenticios los cuales actúan singularmente con el genotipo.

La cantidad de varianza genética que está presente en una población de crías, considerándola como las características heredables puede ser estimada, según Malecha (op. cit.) por medio de la siguiente fórmula:

$h^2 = Vg/Vt$ , donde  $Vg$  = Varianza genética  $Vg$  = Varianza genotípica total, y  $h^2$  = las características heredables por la proge.

Una definición restrictiva de  $h^2$  es:

$h^2 = Vg a/Vt$ , donde  $Vg a$  = es la varianza genética aditiva, que se puede bombear a una población por medio de hibridaciones.

La herencia estimada, se puede valorar en las crías de langostinos debido a la cantidad de varianza genética disponible en una nidada; ésta puede ser utilizada para predecir "mejoras genéticas" y calcular el costo que pudiera suponerse bajo un esquema de selección genética.

Partiendo de los valores de herencia que tienen rangos de varianza, éstos pueden ser estimados con métodos de análisis de varianza.

Dobkin (1974), condujo un trabajo experimental de selección para la talla en Florida y observó una diferencia entre la talla promedio de la primera y la tercera generación. Sin em-

bargo, es imposible decir si ésta fue una diferencia genética real, ya que ningún grupo de control no seleccionado fue evaluado.

Ninguna estimación formal de la varianza genética heredable ha sido hecha en *M. rosenbergii* por muchas razones, entre las que sobresalen, el alto costo que estos trabajos implican, así como lo difícil y sofisticado de las técnicas y el prolongado tiempo de los estudios.

En la tabla que se presenta a continuación, referimos una lista de valores de herencia ( $h^2$ ) previa selección, para varias especies acuáticas y no acuáticas; observándose por lo general que después de lograr líneas altamente emparentadas por intercrucos hacia lo último, los valores de herencia ( $h^2$ ) son más bajos, lo que demuestra un decremento evidente en la herencia.

Especies	+ Característica	Desviación + estandar	Coefic. de + variación	+ $h^2$
Ganado Vacuno	Produc. Leche	767.00	15	0.3
Ganado Ovino	Produc. Lana	0.61	13	0.4
Ganado Porcino	Rango de Crecim. peso graso y gordo	70.70 2.16	12 10	0.29 0.55
Trucha Arcoiris	Peso corporal	4.37 7.49	33 70	0.1 - 0.2 0.1 - 0.2
Trucha de mar	Peso corporal	6.18	51	0.1 - 0.2
Salmon	Peso corporal	5.08	102	0.1 - 0.2
Carpa	P e s o	----	--	0.1 - 0.2
Bagre	Longitud (5 meses)	----	--	0.63 - 0.43
Langosta	Longitud (12 meses)	----	--	0.3
<i>M. rosenbergii</i> (del Anuenue)	Longitud orbital	2.35 1.16 0.542	27 15 22	-- -- --

Tabla 115 .- Desviación estandar del Fenotipo y Coeficientes de variación y de Herencia para diferentes caracteres en diferentes especies.

Este fenómeno podría ser relevante en las estimaciones de herencia en *M. rosenbergii*, porque las poblaciones del final casi no despliegan la varianza genotípica durante el período de crecimiento (Fujimura y Okamoto, 1970; Sandifer y Smith, 1975; Malecha, 1977).

Si *M. rosenbergii* se observa, éste fenómeno donde decre-  
menta significativamente la herencia a través del tiempo, entonces se deben diseñar programas de selección, tratando de sacar ventaja de la variación genética, pero basándose en los valores del funcionamiento del fenotipo visible. Obviamente, una con tal amplitud en la composición de tallas, como la que naturalmente se presenta en una población, alojarlos individualmente es muy costoso de mantener.

Tal vez una mejor técnica alternativa, podría ser el perfeccionar la fertilización "In Vitro" y desarrollar métodos para que las masas de huevos de cualquier pequeño grupo de hembras pueda ser fertilizado por espermatozoides del macho deseado.

Es importante que los experimentos de variación genética se lleven a cabo, se efectúen bajo condiciones ambientales muy controladas, procurando al máximo el apareamiento simultáneo de las hembras con los progenitores, para que así las familias emparentadas total y parcialmente, puedan ser criadas al mismo tiempo, disminuyendo así, el plato de error residual.

El apareamiento secuencial de un progenitor para muchas hembras es muy difícil de lograr; además sería necesario tener a la disposición el número deseado de hembras receptivas para cada ronda de apareamiento. No olvidemos que los langostinos sólo se acoplan después de la muda de premaduración.

Como la selección genética y la estimación de varianza es muy difícil y cara, se propone la utilización de los marcadores genéticos.

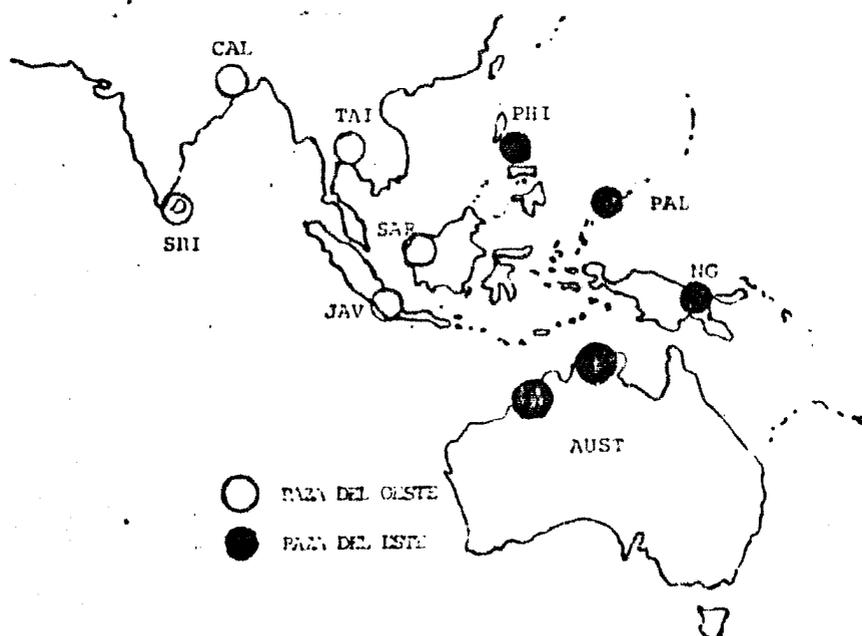
En un intento serio por identificar las características y el desarrollo genético de las diversas poblaciones biogeográficas de *M. rosenbergii* y sus híbridos, Hedgecock et al. (1978) identificaron marcadores genéticos, utilizando electroforesis.

En este estudio se determinó que la variación genética en las poblaciones nativas es de 2.8%, considerando 31 loci detectados electroforéticamente; mientras que Nelson y Hedgecock (manuscritos submitidos, Malecha, 1977) reportando promedios de

heterocigocidad para cincuenta especies de decapodos, señalan un valor medio de 5.5% y Trudeau (1978) reportó una heterocigocidad de 17.1% para *M. ohione*, pariente cercano del langostino que aquí se trata. Sin embargo, esto no significa que las poblaciones de *M. rosenbergii* no tengan la misma facilidad para responder a la selección natural como otras especies. Por el contrario, la gran amplitud de varianza que posee esta especie ha podido dar un fenómeno de subespecialización, como el observado en distintas razas. Ahora encontramos varianzas de 2.8% entre las poblaciones de alguna de las razas geográficas que se conocen.

Lo expuesto se respalda en la experiencia alentadora de las poblaciones de crías generadas en ANUENUE, que de un número muy reducido de fundadores traídos de Malasia, donde no se aprecia carencia alguna de variación genética bioquímica, ni variación en los rangos de crecimiento y otras características de producción (Hedgecock, et al., 1978), se han podido derivar tal varianza.

Los resultados de los estudios con estos 31 marcadores genéticos que reconocen los mecanismos gene-enzima, observan diferencias discretas y numerosas entre las poblaciones procedentes de distintas zonas biogeográficas y se delínean claramente dos grandes razas geográficas. (Fig. 15).



El Mapa muestra las dos razas de *M. rosenbergii*.

Se observa así, bioquímicamente, que las muestras procedentes de Filipinas, Nueva Guinea, Australia y Palau, están caracterizadas por las siguientes variantes enzimáticas electroforéticas: ACPH-3<sup>95</sup>, FUM<sup>96,101</sup>, GOT-198, MPI<sup>97</sup>, PGI<sup>98</sup>, y TO<sup>98</sup>.

En estos grupos del Este las poblaciones australianas son susceptibles de diferenciación por ACPH-198.

Opuestos a estos grupos del Este, las poblaciones del Oeste; Sri Lanka, Calcuta, Tailandia, Jakarta, Sarawak y Anuenue, se encuentran caracterizadas por los mismos sistemas de gene-enzima, tanto por el alelo común 100, o por los diferentes grupos de alelos en el caso GEOT-1 polimórfico y MPI<sup>98,99</sup> en las poblaciones de Sri Lanka.

Estos marcadores genéticos de los sistemas gene-enzima, pueden servir muy bien para mayores estudios de hibridaciones y crianza selectiva en las nidadas de M. rosenbergii.

Este campo apenas si ha empezado a explorarse y falta mucho por hacer, pudiendo encontrarse grandes aportaciones en el área de la bioingeniería y la genética.

### 3. BIONOMIA Y CICLO DE VIDA

#### 3.1 REPRODUCCION

##### 3.1.1 Sexualidad

##### Dimorfismo sexual:

Los langostinos presentan un dimorfismo sexual bien definido en especímenes adultos.

Los machos son considerablemente más largos que las hembras, con su segundo par de pereiópodos más robustos y extensos, una gran cabeza, un abdomen compacto, con un pequeño espacio entre sus pleuras y con su poro genital en la base del quinto par de pereiópodos, sobre la octava somita torácica.

Las hembras tienen su segundo par de pereiópodos delgados, un poco más cortos que el de los machos y con menor espinulación; una cabeza mediana, una espaciosa cámara ovífera, en su parte ventral, formada por la extensión de las pleuras con oscuros poros genitales en la base del tercer par de pereiópodos, en la misma posición de los coxopoditos, sobre la 6a. somita torácica. Los segmentos basales de los pleópodos, especialmente aquellos de los tres primeros pares están provistos de penachos de largas setas ovíferas, en su margen interno.

Existen otras diferencias que señala Lindenfelser (1976) tales como:

a) La región externa y posterior al quinto par de pereiópodos es notablemente menor en el macho que en la hembra; característica que es usada por los trabajadores de campo, para confirmar la identidad sexual.

b) Los segundos pereiópodos en el macho tienen ambos una proyección cilíndrica de dos veces el largo de su apéndice interno, éste se encuentra adyacente al apéndice interno y se le conoce como apéndice masculino, que nunca aparece en la hembra.

Los endopoditos del primer par de pleópodos del macho son aproximadamente de la mitad del tamaño de los exopoditos, su forma es ovalada, con una evidente denticulación a lo largo de la mitad de su margen interior. Las hembras también conservan la misma proporción con sus correspondientes exopoditos, pero

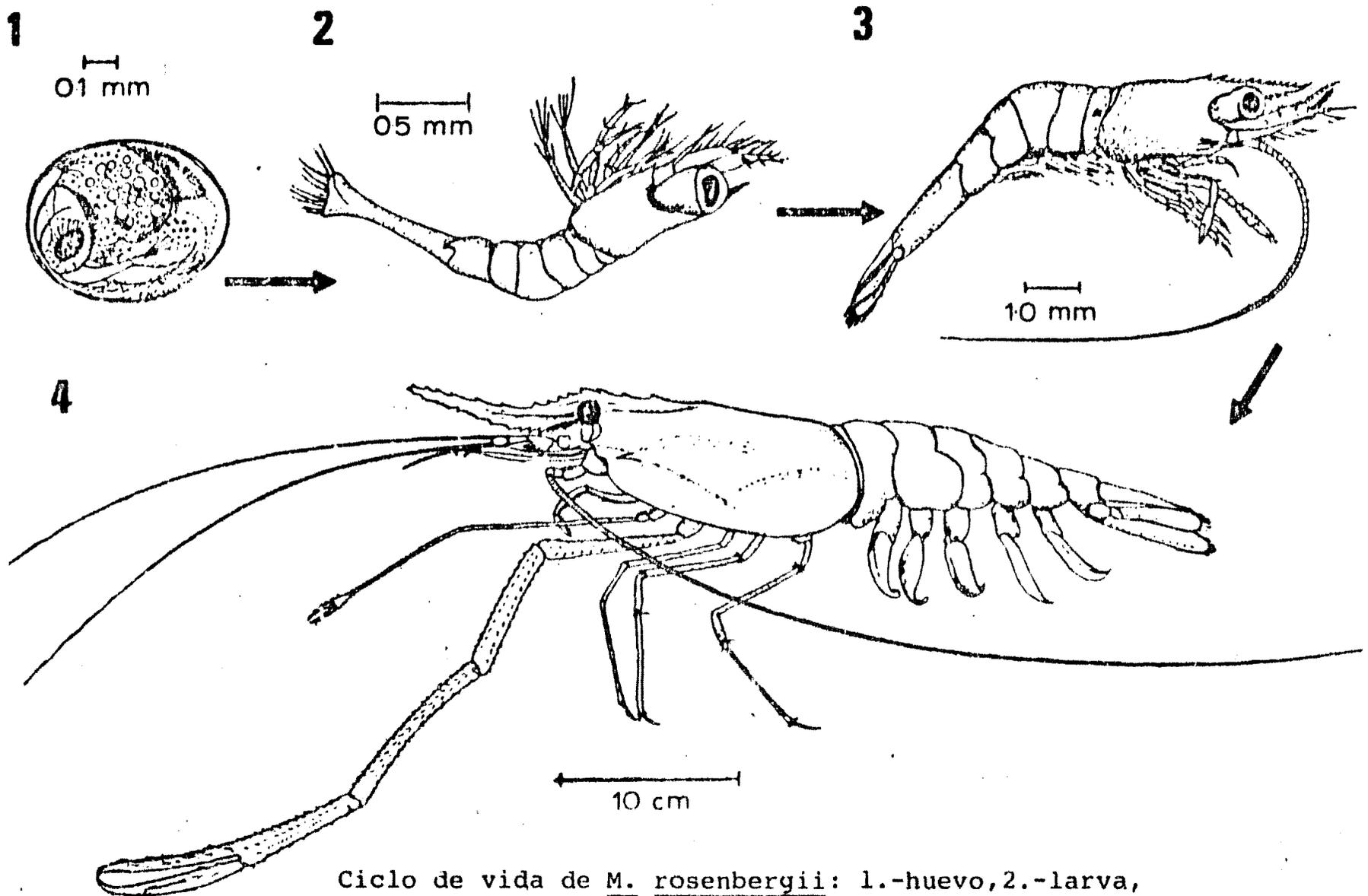
su forma es muy diferente, siendo más bien rectangular con un borde distal interior ligeramente oblicuo, el cual está bordeado con setas relativamente más largas que aquéllas presentes en el endopodito del macho.

Los pleópodos son más cerdosos en las hembras y tienen en su primer par una línea prominente de setas, dirigida transversalmente a través de la superficie anterior, desde una posición exterior y lateral proximal, hasta la articulación endopódica distal.

El gran espacio entre los quintos pereiópodos de la hembra y la condición cerdosa de sus pleópodos, está probablemente relacionada con la deposición de la mesa de huevos para la incubación en su abdomen, manteniendo adheridos los huevecillos a las setas y apéndices (Lindenfelser, 1976).

De esta forma, gran número de diferencias morfológicas sexuales existen entre los seres de esta especie, algunas de las cuales son mucho más conspicuas que otras. Sin embargo, Holtuis (1950) notó que la relación entre las longitudes de varios segmentos de los segundos pereiópodos diferían en las hembras de las de los machos adultos, pero que eran semejantes a aquéllas de los machos jóvenes, quedando la cámara ovífera y los poros genitales como las características más sobresalientes de su dimorfismo sexual.

En *M. rosenbergii* no existe el hermafroditismo, aunque Rao (1967) reporta un caso de reversión sexual en un laboratorio experimental al dejar a hembras recién desovadas durante un tiempo de dos meses posterior a la crianza, se observó que esta adquiriría características sexuales secundarias masculinas, después de haber sufrido de una a dos mudas postovulatorias. Esto incluía ausencia de poros genitales femeninos, presencia del apéndice masculino y la faldilla genital. Esta reversión sexual ha sido observada en por lo menos cuatro familias de camarones *Macrura* (Suzuki, 1970).



Ciclo de vida de M. rosenbergii: 1.-huevo, 2.-larva, 3.-postlarva, 4.- adulto (Forster y Wickins, 1972).

### 3.1.2 Madurez

La edad en que estos langostinos alcanzan la madurez sexual, se coloca en un rango de 7 a 9 meses, dependiendo del sexo, disposición de alimento y condiciones ambientales como la temperatura.

Se sabe que los machos crecen en proporción ligeramente más rápido que las hembras. La temperatura favorece el crecimiento en los langostinos incrementándose notablemente durante los meses de verano y disminuyendo comparativamente durante la época de invierno (Ling y Merican, 1961).

El tamaño de los especímenes al alcanzar la madurez sexual es a partir de 60-55 gr, 175 mm de la punta del telson a la punta del rostrum en adelante, para los machos, y de 25-30 gr, 150 mm (de la punta del telson a la punta del rostrum) en adelante, para las hembras. Una hembra mediana mide 172 mm de longitud y 65 gr de peso y produce 90,000 huevos.

Los machos maduros están listos para aparearse en cualquier momento, mientras que las hembras responden sólo después de la muda de premaduración o de la pubertad.

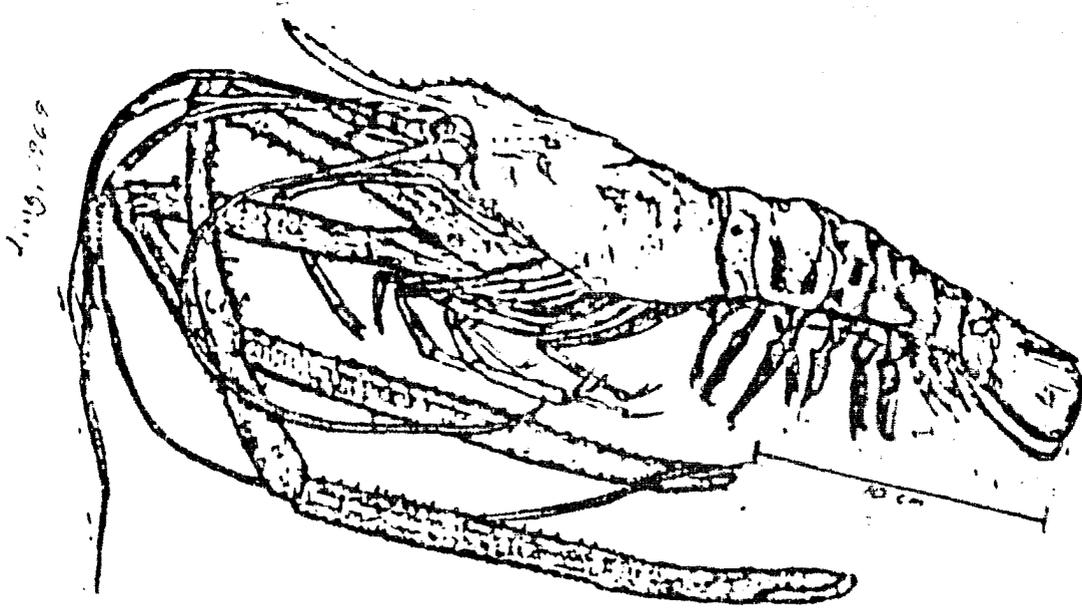
De acuerdo al número de mudas que sufre el animal, para poder incrementar su volumen, se observa que los machos mudan seis veces al año, mientras que las hembras sólo lo hacen cinco veces, siempre y cuando se trate de organismos en proceso de maduración (Rao, 1967).

En las hembras el completo desarrollo y madurez de los ovarios, puede verse a través del caparazón, como una masa larga de color naranja, ocupando una extendida porción en la parte dorsal y lateral del cefalotórax.

### 2.1.3 Apareamiento (Ling, 1962 y 1969).

El apareamiento de los langostinos es de tipo poligámico ya que los machos maduros están listos para aparearse en cualquier momento, el acto depende de la presteza con que la hembra esté lista para responder después de la muda de premaduración, momento en el cual se ven estimulados por feromonas producidas por la misma hembra. El apareamiento dura de 3 a 6 horas después de la muda de premaduración, tiempo durante el cual la hembra es menos válida por su delgada cutícula y consecuentemente está más expuesta a las inclemencias y agresiones de ajenos; por lo que el macho la custodia y protege.

MACHO



HEMBRA

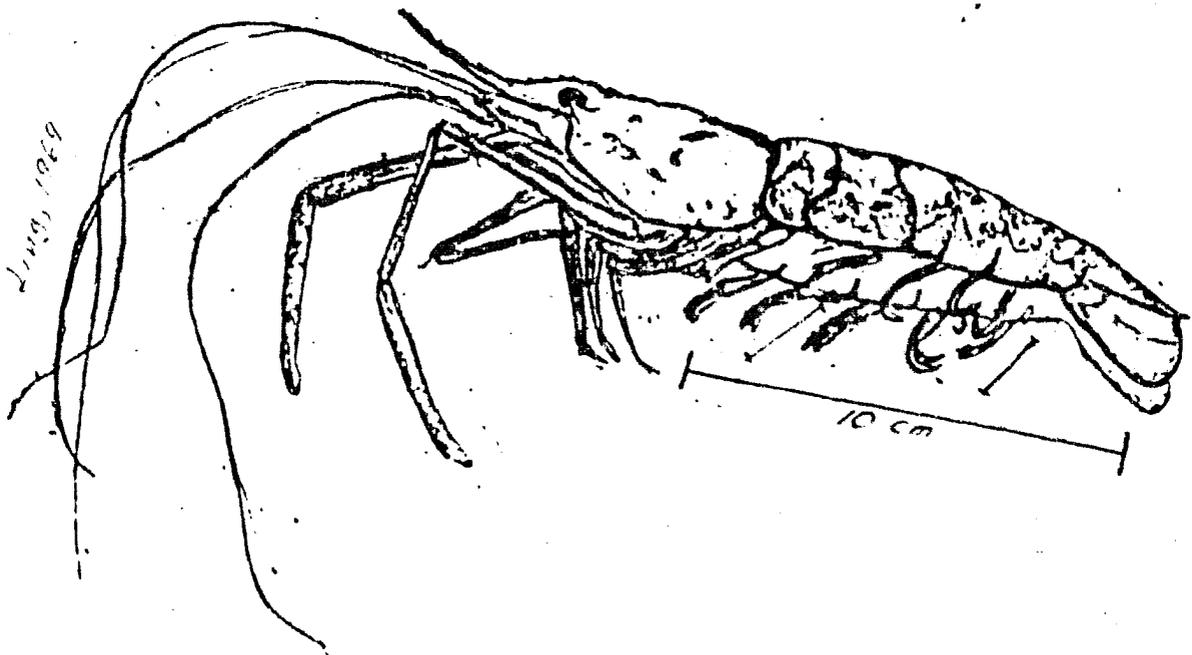


Fig. 16  
DIFERENCIAS PROPORCIONALES ENTRE MACHO Y HEMBRA DE M. rosenbergii.

Después de esto, transcurren pocos minutos para que la hembra y el macho se familiaricen el uno con el otro y con su nueva situación, con prontitud el macho empezará el cortejo exhibiendo su gracia y vigor masculino, levantando su cabeza, alzando su cuerpo, ondeando sus antenas, alzando y extendiendo su largo y poderoso segundo par de pereiópodos, en un ademán de abrazo a su pareja, con movimientos intermitentes muy bruscos.

El acto de cortejo se prolonga de diez a veinte minutos hasta que la hembra accede y adopta la incómoda postura del apareamiento. El macho tomará entonces a la hembra entre sus pereiópodos, al mismo tiempo que limpia eficazmente la porción ventral del tórax de la hembra con sus pereiópodos; este acto de limpieza dura de diez a quince minutos y es seguido por la cópula, la cual se realiza en sólo unos segundos. El esperma es arrojado por el macho y depositado como una masa gelatinosa en la región torácica ventral de la hembra, entre sus pereiópodos.

#### 3.1.4 Fertilización

En un proceso que toma de seis a veinte horas después del apareamiento, el telson de la hembra se dobla hacia adelante lo suficiente como para hacer contacto con la región torácica ventral; al mismo tiempo, los pleópodos se extienden para formar un pasaje protector de los huevecillos (Ling, 1969).

La fertilización externa en M. rosenbergii, ocurren cuando los óvulos son expulsados por la hembra a través de los gonópodos, en la base del tercer par de pereiópodos, pasando posteriormente sobre la masa de espermátóforos. Los pleópodos y la coxa torácica son colocados en tal posición que forman un canal estrecho para los óvulos, lo que asegura que éstos hagan contacto con la masa de espermátóforos, arrojándolos inmediatamente después hacia la cámara de incubación, primero de un lado y luego del otro, llenándose la cámara ovígera en el siguiente orden: en principio la porción de la cámara comprendida entre el cuarto par de pleópodos, luego la porción localizada entre el tercer par de pleópodos, en seguida la porción del segundo par de pleópodos, y así sucesivamente.

Los huevos son envueltos por una sustancia membranosa, sumamente delgada y elástica, la que se cree es secretada por las setas ovígeras de los primeros cuatro pares de pleópodos (Ling, 1969).

El mecanismo por medio del cual interactúan el esperma y el óvulo de *M. rosenbergii* durante la fecundación, está claramente explicado por Lynn y Clark Jr. (1983) y se expone a continuación.

Siendo el esperma de estos langostinos atípico, inmóvil y uniestelado (Wilson, 1928; Lu, 1976; Talbot y Summers, 1978), los huevos fertilizados, colectados inmediatamente después de la ovulación (tiempo cero) generalmente tienen de tres a cinco espermias pegados (Fig. 17). Los espermias se unen al óvulo primeramente con la orla (ver pág. 29, Morfología del Esperma), teniendo la espiga orientada perpendicularmente a la superficie del óvulo. No se encuentra en el huevo ninguna vesícula germinal ni cualquier estructura que parezca micrópilo. Se observa en cambio, que el esperma se encuentra íntimamente asociado con la vestidura del óvulo, por numerosos filamentos trenzados que se originan en la base del esperma. (Fig. 18). Microfotografías tomadas con la técnica de microscopía de barrido, nos revelan la marcada apariencia de la copa de la base encaramada sobre la vestidura del óvulo, quedando estrictamente en contacto con la periferia de la base del esperma (Fig. 19).

En este estudio la fertilización monoespermica parece ser una regla ya que de 500 huevos examinados sólo uno fue poliespermico.

De quince a treinta segundos después del desove, la espiga del esperma empieza a doblarse hasta que la punta hace contacto con la cobertura del óvulo (20, 21 y 22). Este doblez característico ocurre en la base de la espiga del esperma. Secciones transversales del esperma muestran que la prominencia de la copa se ha perdido, logrando un mayor e íntimo contacto entre la totalidad de la base de la copa del esperma y la cobertura del óvulo (Fig. 21). La extensión de los filamentos de la base del esperma están aún asociados estrechamente con la cobertura del óvulo. Una abertura de la capa más externa del óvulo se forma alrededor de la punta de la espiga, esto sucede a los cuarenta y cinco segundos después del desove. (Fig. 23).

En este momento sucede un fenómeno que algunos investigadores han optado por llamar "inversión fulminante" (Labbe, 1904; Koltzoff, 1906; Retzius, 1909; Binford, 1913; Fasten, 1924), ya que la base del esperma se desasocia parcialmente de la cobertura del huevo y el extremo distal al punto de

contacto, desciende a la cobertura del óvulo (Fig. 23, 24). Por otra parte no hay ninguna evidencia de que se produzca adhesión alguna en la parte de la abertura del óvulo que rodea la punta de la espiga.

Al término de sesenta segundos, la espiga está por completo en la brecha de la cobertura (Fig. 25). En este momento la base del esperma está casi disociado de la cobertura ovárica y en subsecuentes estadios se encuentra enteramente anclado. (Fig. 26.)

La fusión tiene lugar durante los 90 segundos después del desove (Fig. 27, 28) presentándose entonces un cono de fertilización. Se puede distinguir en el cono un corazón denso, quizás representado por elementos de la espiga y se encuentra bordeado por un citoplasma densamente teñido (Fig. 27, 29). La brecha en la cobertura ovárica continúa aumentando, el cono de fertilización disminuye y sólo la base del esperma queda remanente. (Figs. 29 y 30.)

Dos minutos después del desove, un pronúcleo masculino está formado (Fig. 31). La división meiótica del huevo se efectúa durante los últimos estadios de la fusión espermática; las figuras meióticas son frecuentemente observadas de cinco a diez minutos después del desove (Fig. 32). La evidencia de la penetración espermática en la cobertura ovular persiste y podría ser observada veinte minutos después del desove.

A 28°C, el núcleo aparece inicialmente a las cuatro horas como un cuerpo oscuro, estelado en la parte central del citoplasma del huevo (Fig. 33). La primera carioquinesis mitótica ocurre seis horas después de la ovulación (Fig. 34); la citoquinesis no ocurre en este momento sino alrededor de tres horas después de la primera carioquinesis. Una segunda división nuclear produce cuatro regiones nucleoplásmicas densas en el citoplasma (Fig. 35). Aproximadamente dos horas después de la segunda división nuclear (diez horas después del desove), la primera y segunda divisiones nucleares ocurren simultáneamente, resultando cuatro blastómeros del mismo tamaño (Fig. 36). Subsecuentes divisiones nucleares y citoplásmicas ocurren en secuencia normal.

Se exponen a continuación las ilustraciones que a este tema corresponden.

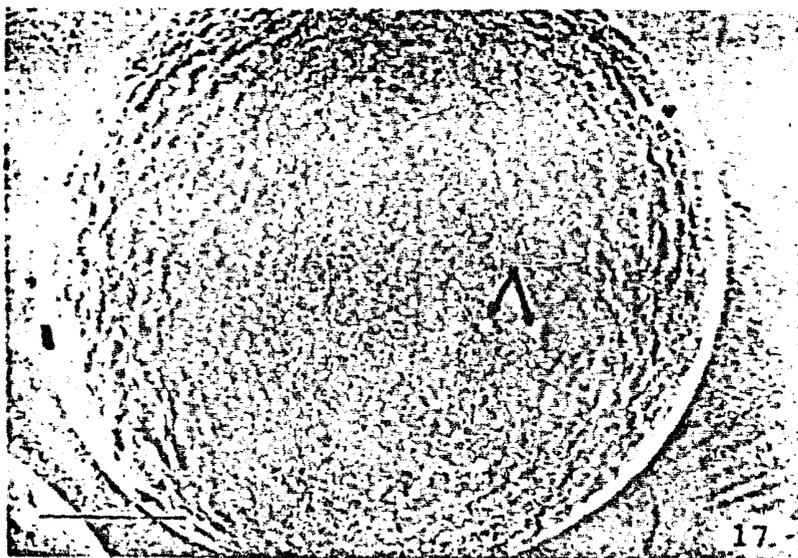


Fig. 17 - Se muestra la superficie externa del óvulo. Se aprecia claramente la capa porosa de la doble membrana que lo cubre. No se observa ninguna estructura que parezca micrópilo. Sólo se ven los espermias pegados a la superficie del óvulo (flechas). Barras = 100 Milimicras.

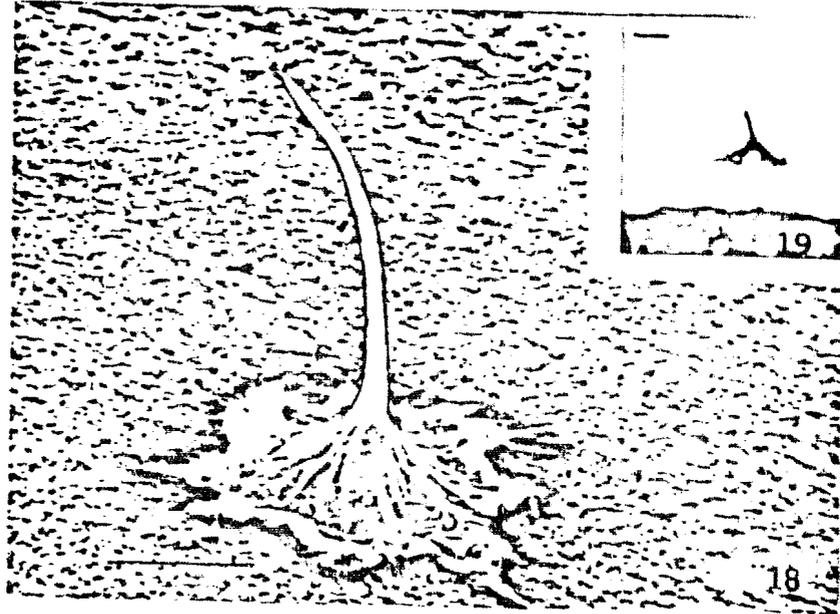


Fig. 18 - Esperma madura pegado a la superficie del óvulo (15-30 seg. postdesove). La espiga está diametralmente opuesta a la superficie del óvulo; los filamentos procedentes del esperma se ven encallados, asociándose con la cobertura del óvulo. Barra = 5 Milimicras.

Fig. 19 - En esta sección el esperma aún mantiene su marcada silueta en forma de copa. Barra = 5 Milimicras.

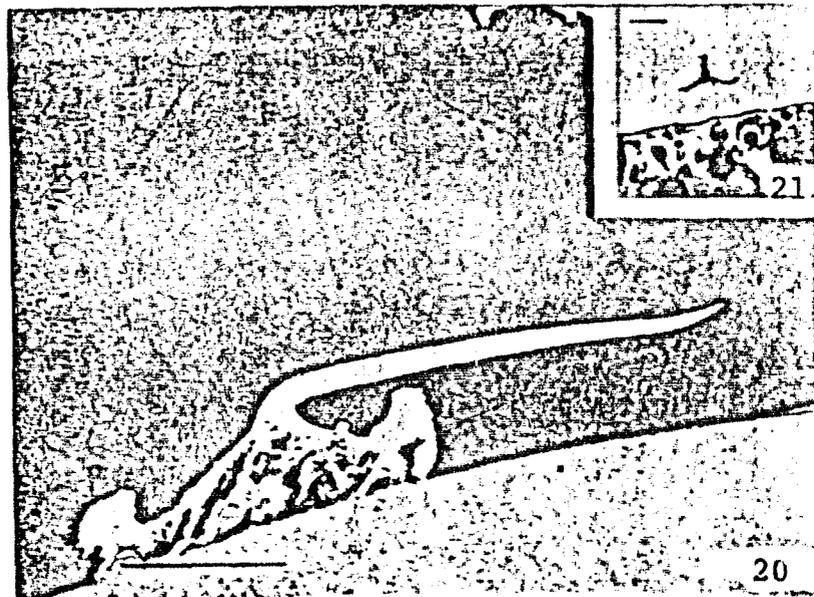


Fig. 20 - De los quince a los treinta segundos postdesove, la espiga del esperma se dobla hasta quedar cerca de la cobertura del óvulo. Barra = 5 Milimicras.

Fig. 21 - Al momento en que se está doblando la espiga del esperma se puede observar en una sección transversal, como la base del esperma se ha aplanado completamente y se encuentra sobrelapada encima de la cobertura del óvulo. Barra = 5 Milimicras.

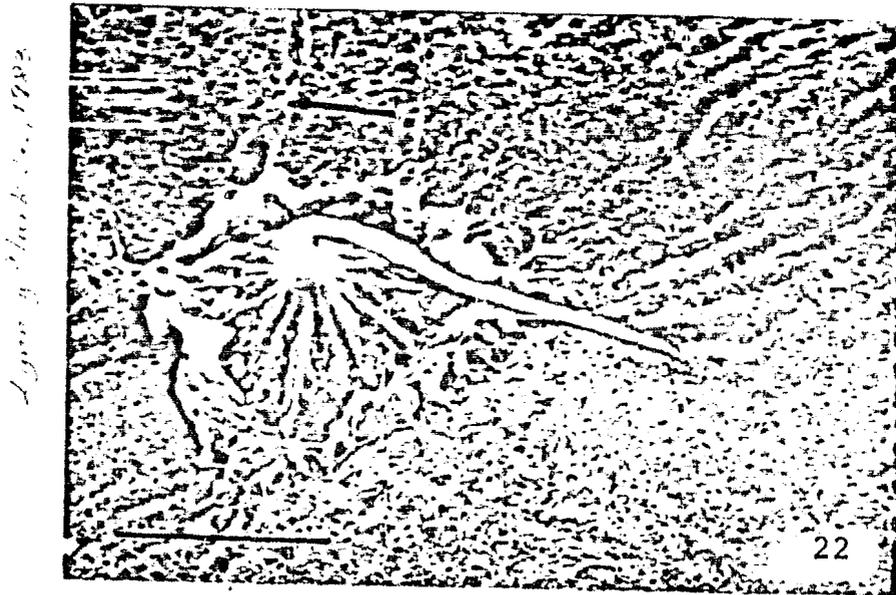


Fig. 22 - Al finalizar los treinta segundos después del desove, la espiga hace contacto con la cobertura del huevo. La base del esperma aún yace plana y materiales filamentosos continúan asociados a la superficie del huevo. (Flechas). Barra = 5 Milimicras.

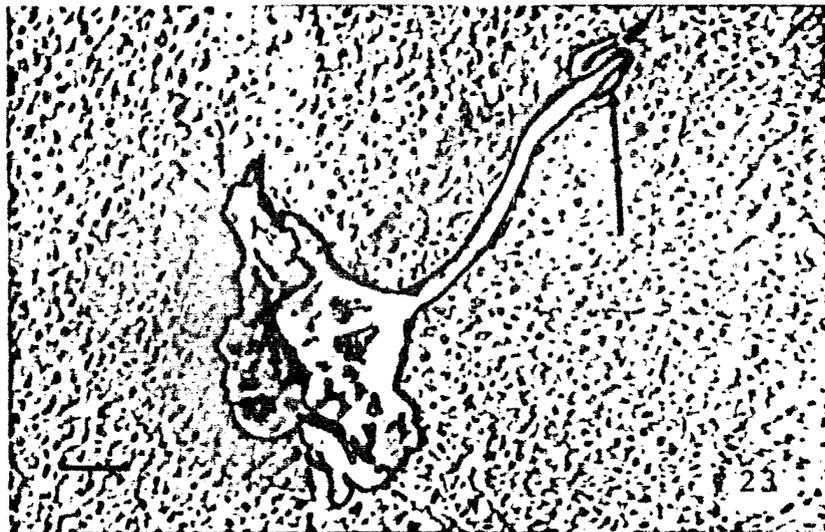


Fig. 23 - Empieza a aparecer una brecha alrededor de la punta de la espina (flecha), esto sucede a los cuarenta y cinco segundos posteriores del desove. Al mismo tiempo, al momento en que la punta de la espiga hace contacto con el óvulo, la parte distal se despega de la superficie de este. Barra = Una Milimicra.

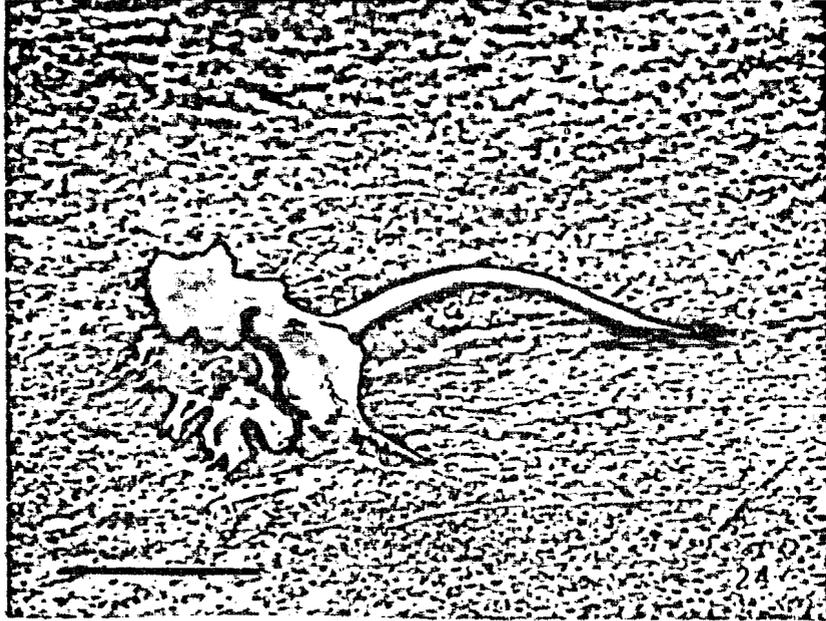


Fig. 24 - El material filamentososo se ve ahora asociado solamente en el punto de contacto de la base del espermatozoide. Barra = 5 Milimicras.

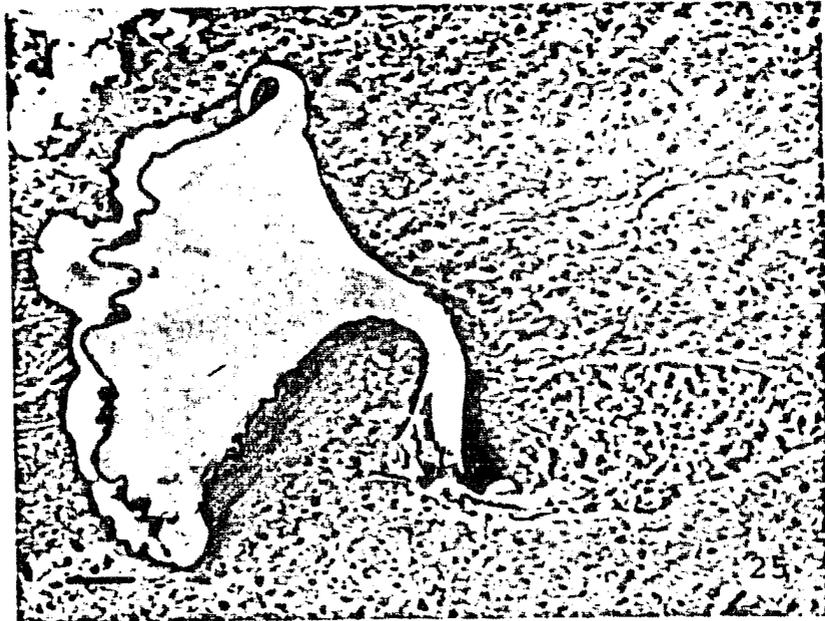


Fig. 25 - Continúa la penetración de la espiga del es-  
perma a través de la brecha en la superficie del óvulo,  
brecha que se agranda notablemente. La base del esper-  
ma vuelve a tomar la forma de copa durante sesenta se-  
gundos más. Barra = 5 Milimicras.

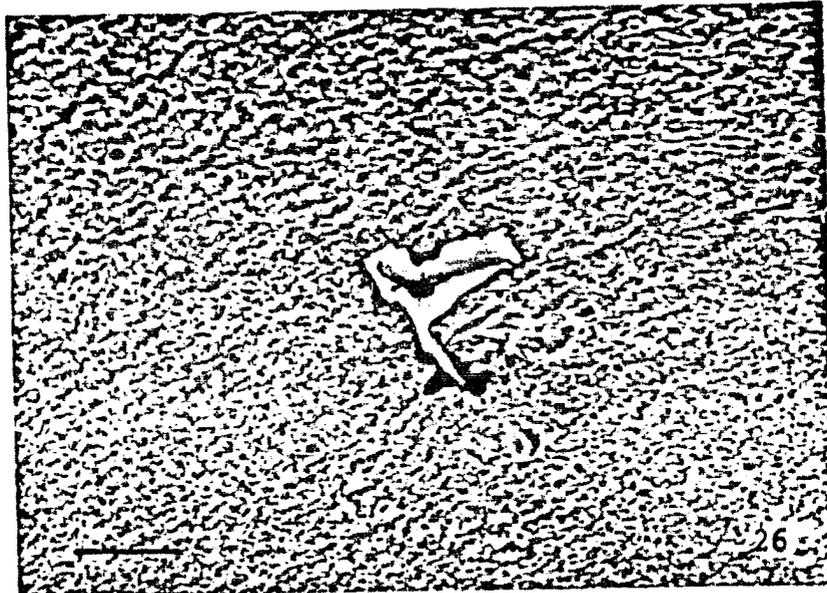


Fig. 26 - Rápidamente, la base del esperma se precipita hacia el interior del óvulo, a través de la brecha que hay sobre su superficie. El tamaño de la abertura de la brecha se limita a la periferia del esperma. Desaparece casi por completo el material filamentososo, que asociaba al esperma con el óvulo. Barra = 5 Milimicras.



Fig. 27 - Al final de los noventa segundos, la base del esperma descansa sobre una depresión a manera de embudo el cual se forma sobre la cobertura del huevo. Barra = 5 Milimicras.

Fig. 28 - En una sección transversal la formación del cono de fertilización se observa claramente. La espiga del esperma permanece brevemente como un corazón central denso (flecha); nótese la forma cónica del embudo. Barra = 5 Milimicras.



Fig. 29 - A los dos o tres minutos después del desove, el esperma se ha incorporado en el huevo. La brecha de la superficie del huevo permanecerá visible por lo menos durante los veinte minutos posteriores a la inseminación. Barra - Una Milimicra.

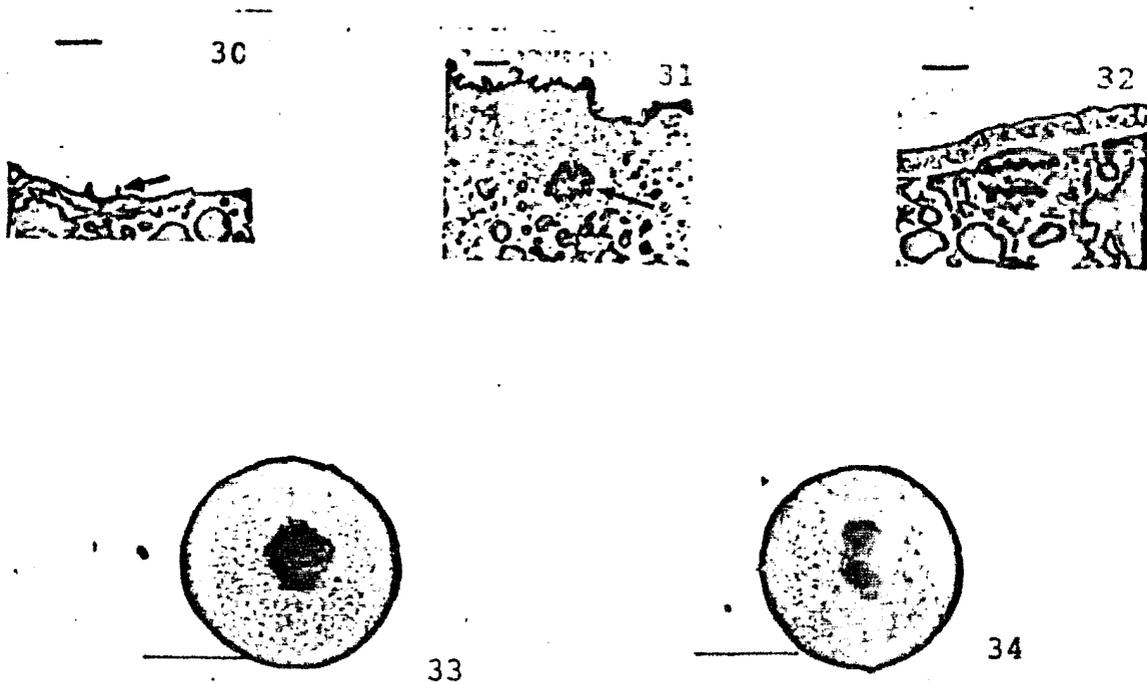


Fig. 30 - Frecuentemente se observa en este estadio a la base de la esperma como un embudo remanente (flecha) en la superficie del plasmonema. Se forma entonces el pronúcleo espermático, que se observa como una delgada banda oscura por debajo de la base. Barra = 10 Milimicras.

Fig. 31 - Durante los minutos tercero a quinto, el punto de entrada del esperma puede identificarse sólo por una depresión en el plasmonema. El pronúcleo espermático (flecha) comienza a moverse en el citoplasma del huevo. Barra = 10 Milimicras.

Fig. 32 - Conjuntamente con el estado de penetración ocurre en el huevo la división meiótica, que se puede observar en la microfotografía por esta anafase, que es frecuente observar en este estadio. Barra=5 Milimicras.

Fig. 33 - Cuatro horas después del desove el núcleo del cigoto se observa centralmente en el citoplasma. Barra = 150 Milimicras.

Fig. 34 - Aproximadamente en seis horas se da la primera carioquinesis sin presentar aún la citoquinesis. Barra = 25 Milimicras.

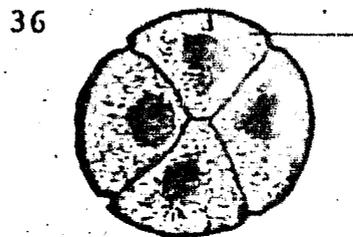
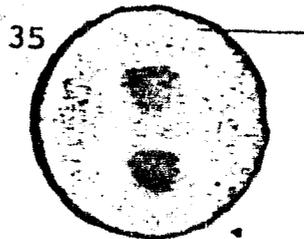


Fig. 35 - A las nueve horas después del desove ocurre la segunda carioquinisis. Barra = 250 Milimicras.

Fig. 36 - Una vez formados los cuatro núcleos tienen lugar simultáneamente la primera y segunda citoquinisis. Barra = 250 Milimicras.

### 3.1.5 Gónadas

Después de haber completado su muda de premaduración, las gónadas de las hembras de langostino pueden poner huevecillos aún sin tener macho que las fecunde, dentro de las 24 horas posteriores a la muda de premaduración; pero como los ovulos no son fecundados se perderán en dos o tres días (ver Morfología de la Freza).

Los ovarios de los especímenes inmaduros aparecen angostos, transparentes o como filamentos blancuzcos, durante su maduración, aparece motas amarillas sobre la superficie de los ovarios.

Una hembra típica de aproximadamente 80 gr de peso y talla de 18 cm (de la punta del telson a la punta del rostrum) pueden producir alrededor de 60,000 huevecillos y una hembra más grande puede llegar a producir hasta 100,000 huevecillos (Ling, 1969).

La fecundidad en M. rosenbergii ha sido estudiada por varios autores resumiendo sus resultados en el siguiente cuadro:

AUTOR	FECUNDIDAD
John C. M. (1957) .....	100 000 a 160 000 óvulos
Ling y Merican (1961) .....	70 000 óvulos
Rajyalakshmi (1963) .....	7 000 a 111 000 Log F =2.794 = 3.3209 Long. L.
Ling (1969) .....	70 000 a 120 000 óvulos
Raman (1969) .....	139 600 a 503 000 óvulos

George (1969) menciona los estudios de Rajyalakshmi (1969) donde establece la relación existente entre la talla (cm) de los padres y la fecundidad, la que es exponencial en términos aritméticos. Estimando el valor del exponente en 3.3, nos indica que la fecundidad se incrementa más rápidamente que el peso corporal en relación a la longitud.

### 3.1.6 Desove

Ling (1969) observó que la capacidad gonádica de las hembras M. rosenberii las faculta para desovar dos veces en el lapso de cinco meses en condiciones de laboratorio. Esto le hizo suponer que en condiciones naturales podían tener de tres a cuatro desoves al año.

### 3.1.7 Incubación (Ling, 1976)

El langostino femenino carga su propia incubadora de huevos y los cuida hasta su eclosión. Durante todo el período de incubación (19 días aproximadamente a temperatura ambiente de 26-28°C), los pleópodos se baten hacia atrás y hacia adelante intermitentemente para proporcionar oxígeno a los huevos. La espuma de los huevecillos y el material ajeno, son cuidadosamente removidos de tiempo en tiempo, por el sensitivo y versátil primer par de pereiópodos.

A partir del doceavo día de incubación, el color naranja brillante de los huevos se va desvaneciendo y en su lugar un color gris claro va apareciendo, obscureciéndose gradualmente hasta el décimo y octavo día de incubación, cuando la larva dentro del huevo está completamente desarrollada.

### 3.2 FASE PRE-ADULTA

Comprende desde la fertilización del huevo hasta la madurez sexual.

#### 3.2.1 Fase embrionaria (Ling, 1963)

Se lleva a cabo después de que los huevos son arrojados hacia afuera del poro genital.

Los huevos recién fertilizados se granulan homogéneamente; después de dos horas.

La zona brumosa del protoplasma que contiene el núcleo empieza a hacerse visible en el centro del huevo; una hora después es totalmente evidente. La primera división nuclear toma lugar alrededor de las cuatro horas y se completa en una hora.

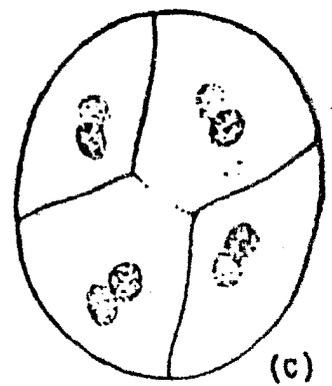
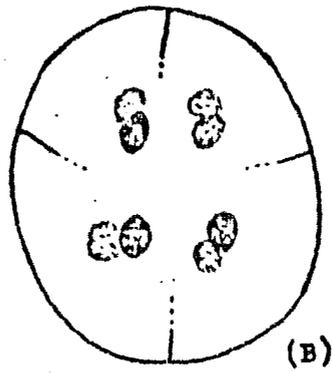
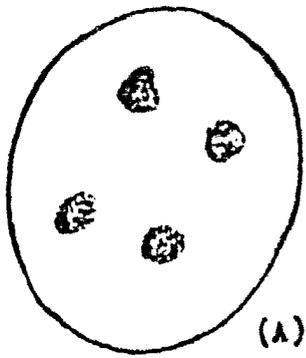
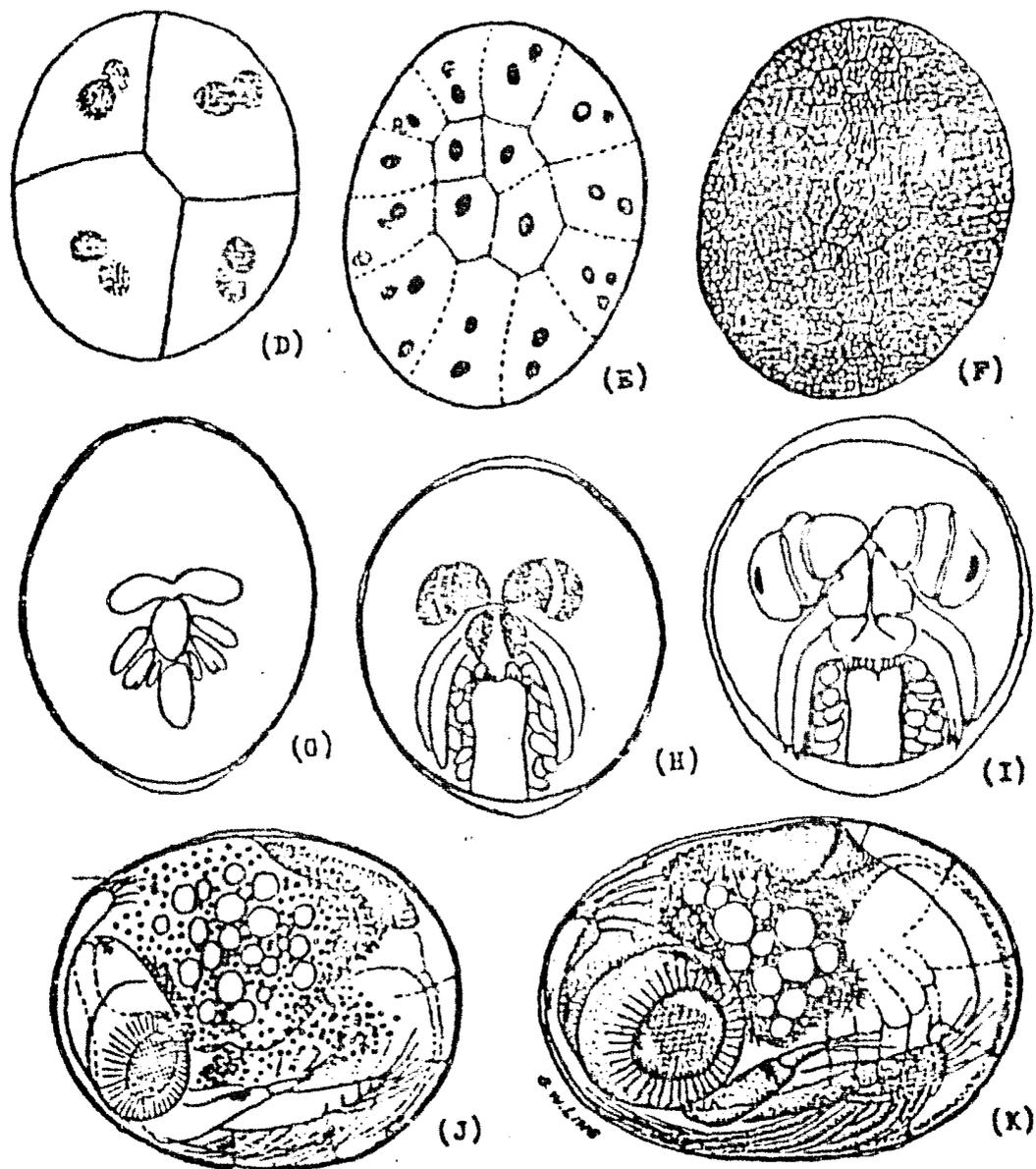


Fig. 37



Macrobrachium rosenbergii, segmentación y Desarrollo embrionario. Tiempos referidos a partir de la Fertilización.

(A) 7h.-Segunda división nuclear completa. (B) 8h, 45 min. Tercera división nuclear casi completa, aparición de 4 hendiduras. (C) 8h, 55 min.-Tercera división nuclear completa, las puntas de las 4 hendiduras se han reunido en 2 puntos de los cuales la hendidura media se está desarrollando. (D) 9h.-Completa formación de 4 cuadrantes (blastómeros). (E) 14h.-32 núcleos. (F) 24h.-Completa segmentación. (G) 6 días. Formación de la papila caudal. (H) 7 días.-Formación de la vesícula óptica. (I) 9 días.-Ojo pigmentado en desarrollo. (J) 14 días.-Larva completamente formada. (K) 10 días.-Larva lista para eclosionar.

La segunda división nuclear, se aprecia a las seis horas y se completa a la octava hora. A la novena hora se forman ocho núcleos. A continuación, en intervalos que van de hora a hora y media, se van dando subdivisiones, hasta completar la segmentación en aproximadamente veinticuatro horas.

La segmentación se ilustra en la Fig. 38D/E. La primera y segunda divisiones nucleares se completan sin ninguna división correspondiente en la célula. Después, aparecen cuatro surcos cuando la tercer división nuclear es casi completa. Ellos empiezan a formarse sobre la superficie en cuatro puntos equidistantes; extendiéndose casi en ángulo recto rápidamente, hasta formar cuatro cuadrantes o blastómeros, cuyas puntas se unen por un surco medio; cada uno de los cuatro cuadrantes contienen dos núcleos.

La cuarta división nuclear es holoblástica, la quinta y las subsecuentes son superficiales. En los estadíos de segmentación avanzada, se muestran diferentes marcas hexagonales en la superficie.

Los núcleos de los primeros estados de segmentación, se localizan en la parte profunda del huevo; a partir del momento en que se forman ocho blastómeros, ellos tienden a aparecer cerca de la superficie y en estados avanzados todos ellos alcanzan ésta, de la misma forma que en otros decápodos.

Durante el segundo día después de completarse la segmentación, el disco germinal aparece en el lado ventral del embrión. La gastrulación se produce por la inmigración de las células de la parte posterior del disco germinal, la cual es seguida rápidamente por la formación del blastómero, ocupando gran parte del huevo.

Durante el tercer día, la parte final del lado anterior de la banda germinal aumenta de tamaño y se hace circular, representando el lóbulo prostomial. El resto de los brazos de las bandas germinales se estrechan y se juntan posteriormente con la ayuda del área de la blástula. Los rudimentos de las regiones embrionarias aparecen, desarrollándose así el embrión, hasta tomar la forma de nauplio.

La formación de los brotes de los apéndices del embrión nauplio, comienza cuando el embrión tiene ochenta horas de vida. Los rudimentos de las anténulas son los primeros en aparecer; éstos se encuentran cerca de la base del lóbulo

prostomial y los rudimentos de las mandíbulas aparecen cerca de la parte final, posterior a la banda germinal entre las anténulas y las mandíbulas.

Al comienzo del quinto día cuando todos los rudimentos de los apéndices del nauplio están bien desarrollados, los segmentos del postnauplio empiezan a formarse seguidos de la aparición de los rudimentos de otros apéndices cefálicos. Al mismo tiempo comienza la formación de la papila caudal, llegando a ser muy pronunciada al final del sexto día, con rudimentos de las patas torácicas y la formación del telson.

Durante el séptimo día se desarrollan los rudimentos ópticos, los que se observan como un par de masas ovaladas, formando las vesículas ópticas. Los rudimentos de los apéndices comienzan a alargarse. El crecimiento de la papila caudal se hace conspicuo y su extremo forma el telson.

Durante el octavo y noveno día se forma el rudimento del caparazón, los ojos se pigmentan, el corazón hace su aparición empezando a latir y se forma el intestino.

Cuando el embrión cumple doce días se ubica paralelamente a lo largo del eje del huevo. Los apéndices se alargan firmemente, crecen los órganos y el embrión se desarrolla completamente por el 17<sup>a</sup> día. La larva continúa creciendo constantemente hasta eclosionar el día 19 ó 20.

La salida del huevo se realiza por el rápido incremento de la presión interna provocada por el incremento de volumen de la larva, ayudada por los movimientos de extensión del cuerpo y de los apéndices, provocando que se reviente la membrana del huevo.

#### Eclosión:

Los procesos de eclosión comienzan con leves pero continuas vibraciones de las partes bucales de la larva dentro del huevo, acompañadas por extensiones de la parte cefálica del cuerpo; forzando al huevo a alargarse gradualmente. Las vibraciones bucales son más y más vigorosas, acompañadas por frecuentes extensiones del cuerpo. Aproximadamente sesenta minutos después, los apéndices torácicos empiezan a vibrar con fuerza pero en forma intermitente a lapsos de diez minutos y así se va incrementando el período de vibración.

La vibración se va haciendo más vigorosa y continua, el cuerpo sigue alargándose; el telson es como una máscara que protege los ojos y la cabeza empieza a empujar hacia el exterior. De repente el caparazón del huevo se rompe y el telson sale seguido por la cabeza; de esta manera, con fuertes extensiones y flexiones del cuerpo la larva logra salir completamente del cascarón. En menos de cinco minutos la nueva larva empieza a nadar activamente en forma de círculos. Durante el tiempo en que la larva sale del huevo la madre hace vibrar sus pleópodos con intervalos, con el fin de dispersar los nuevos críos (Ling, 1969).

### 3. 2.2 Fase Larvaria

Todos los estadios larvarios de esta especie se caracterizan por ser nadadores activos y tener hábitos planctónicos. Ellos son atraídos por la luz; esto es, presentan fototropismo positivo, pero evaden la luz directa del sol y las iluminaciones fuertes y brillantes.

Los individuos de estadios larvarios tempranos, tienden a nadar muy cerca y en grupos; por lo común cerca de la superficie del agua.

Es común que los millares de larvas naden muy rápidos en un flujo continuo de agua, meneándose de arriba hacia abajo repetidas veces. El hábito de nadar en masa desaparece después que las larvas pasan del décimo día de vida.

Todos los estadios larvarios requieren de aguas salobres de  $12 \text{ ppm} \pm 4$ , en experimentos, aquellas larvas que fueron criadas en agua dulce pura murieron sin excepción a los cuatro o cinco días. (Galtosoff, 1957; Minamizawa y Morisane, 1970; Sandifer et al., 1976 ).

La necesidad de cierta cantidad de agua marina para su sobrevivencia indica que las larvas requieren de las sales y carbonatos de calcio en su desarrollo. Es por eso que en condiciones naturales, las larvas que eclosionan en aguas dulces pronto son acarreadas por el flujo del río a los estuarios, donde pasan su ciclo larval completo hasta convertirse en juveniles. (John, 1957, Ling, 1969).

Las larvas en cada uno de sus estadios larvarios son voraces y se les puede ver comer continuamente a las pocas horas después de haber eclosionado tanta cantidad de alimento como

encuentren disponible en su entorno.

Las larvas al eclosionar poseen un saco vitelino que las mantiene de 24 a 36 horas después del nacimiento.

### 3.2.3 Fase Juvenil

Tan pronto como los juveniles dejan de ser larvas, pierden todas las características pelágicas y pasan a ser lentos, al pasar más tiempo sumergidos en el fondo, o adheridos a los objetos sumergidos, o pegados a las esquinas hilados del tanque de cultivo (Raman, 1967).

Los juveniles recientemente transformados son pequeños y transparentes, por lo que es difícil verlos, aunque su presencia puede detectarse con facilidad en las noches con ayuda de una linterna.

Se alimentan de pequeños organismos tales como crustáceos diminutos, larvas de insectos y una gran gama de materia orgánica de origen animal o vegetal. El crecimiento se completa rápidamente y la primera muda tiene lugar aproximadamente en cuatro o seis días. Comen vorazmente, por lo que su crecimiento es veloz, alcanzando la madurez sexual después de los nueve meses de edad.

En condiciones naturales los juveniles pueden emigrar despacio, pero constantemente contra la corriente río arriba, en donde se aclimatan para su vida en aguas dulces. En dos o tres meses evolucionan a langostinos jóvenes de aproximadamente 5 a 6 cm de largo (medidos de la cuenca ocular a la punta del telson), tamaño adecuado para fines comerciales y de cultivo. Estos tienen la capacidad de avanzar contra las corrientes muy fuertes, o cruzar rápidos arrastrándose por el suelo.

Los langostinos jóvenes se pueden distinguir por la forma y la dentición del rostrum; así como por la presencia de una prominente banda longitudinal oscura, a lo largo de los lados del caparazón.

Los langostinos jóvenes (no las postlarvas) se pueden distinguir de los viejos, por las siguientes características:

1. En tamaño, son más pequeños y delgados.
2. Por la forma del rostrum, que es relativamente más largo y más delgado, así como por la dentición del mismo; los dientes aparecen menos espaciados y cargándose hacia la punta frontal.
3. El caparazón y el abdomen son siempre lisos y brillantes.
4. El sexto segmento abdominal es mucho más alargado.
5. El telson termina siempre en una mediana punta aguda.
6. El segundo par de pereiópodos son de igual tamaño, lisos, delgados y distintivamente más cortos que el cuerpo. La dentición del borde cortante del dactilopodito no aparece o es poco notable.

Las relaciones entre las distintas articulaciones de este segundo par de pereiópodos, difiere notablemente de los adultos, ya que varias de ellas no crecen con la misma rapidez (Holtuis, 1950).

Henderson y Matthai (1901) dan las siguientes reglas para establecer la relación entre la rapidez de crecimiento de las articulaciones del segundo par de pereiópodos:

- a) El isquiopodito crece más lento que el meropodito
- b) El meropodito y el carpopodito crecen con la misma rapidez
- c) El propodito crece más rápido que el carpopodito
- d) El dactilopodito crece con mayor rapidez que el propodito y escasamente más rápido que el meropodito y el carpopodito.

Esta información fue confirmada por Holtuis (1950).

### 3.3. FASE ADULTA O LANGOSTINO MADURO

Trata de langostino maduro (Ver 3.1.2 madurez)

#### 3.3.1 Longevidad:

En los estudios sobre biología de esta especie, se observó que las hembras mayores de un año no se encuentran en abundancia en la naturaleza y que difícilmente se les llega a encontrar pasados los dos años de edad; facultad que es común en los machos (Raman, 1967). Aunque esto no obste para que se hayan visto machos y hembras de cuatro años de edad (Rao, 1967).

### 3.3.2 Vigor y Resistencia

Este aspecto está relacionado directamente con la salud y los rangos de tolerancia al medio ambiente, influyendo factores tales como:

La edad, el tamaño, la abundancia, la calidad del alimento y la calidad del agua del sistema en que habite.

Estos organismos interactúan entre sí y contribuyen directamente a la formación de langostinos más o menos vigorosos, saludables y resistentes a la selección natural.

La muda es un importante período de susceptibilidad (Peebles, 1978).

Varios autores registran el hecho de que los cambios bruscos y/o constantes en los parámetros fisicoquímicos del medio ambiente debilitan la salud de la comunidad de langostinos (Venkatarmaiah, 1971; Delves-Broughton y Poupard, 1976; Johnson, 1980).

Un factor decisivo que influye en el vigor y salud de los langostinos lo que constituye la calidad del agua, sobre todo en los casos de cultivo y confinamiento, por lo que señalamos a continuación, los rangos óptimos dentro de los cuales M. rosenbergii en su etapa de juvenil y adulto se desarrollan vigorosamente:

Tabla 6.- Rangos óptimos de las características fisicoquímicas para <u>M. rosenbergii</u>	
Oxígeno disuelto .....	a un 75% de saturación
Temperatura (°C) .....	de 29 a 31°C
pH .....	de 7.0 a 8.5
Alcalinidad .....	de 40 a 100 Ca CO
Dureza total .....	de 100 a 150 ppm

New, M.B. y S. Singholka, (1982)..

Por ejemplo:

Una postlarva será menos susceptible a cambios bruscos y frecuentes en el medio ambiente y estará menos expuesta a los depredadores, que una larva, y mucho más susceptibles que un adulto o un juvenil.

Pero en este caso la edad sólo será un resultado de varios factores cotidianos que se conjugan favorablemente; como

una buena dieta y condiciones medioambientales estables.

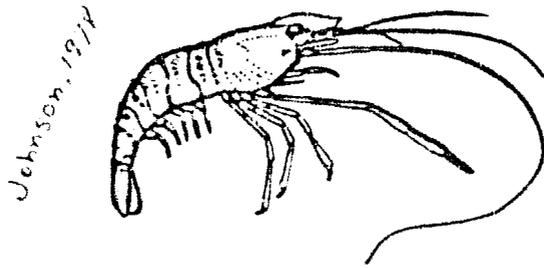


Fig. 39 - Postlarva de M. rosenbergii

Algunos otros autores dan otras tablas de los parámetros fisicoquímicos óptimos o de los rangos de tolerancia dentro de los cuales M. rosenbergii se desarrolla. Pero lo que en realidad importan, son las condiciones medias prevalecientes en su sistema. Además de que en la mayoría de los casos, se trabaja con especímenes mutantes, derivados de un muy reducido número de individuos separados de su medio natural, como el caso de los langostinos del ANUENUE.

Es por esto que se prefiere anotar los datos de New y Singholka (1982), quienes los obtuvieron de la media de un estudio amplio en lugares donde estos langostinos son nativos. Y, además, porque coinciden con aquéllos reportados por Ling, (1969).

### 3.3.3 Competidores:

Aquellos organismos que pretenden el mismo alimento o al mismo nicho ecológico y entran en conflicto por ello, son sus competidores.

Como por ejemplo: pequeños peces, otros crustáceos, larvas de peces y crustáceos, algunos moluscos, anfibios e hidrozoarios, que se han reportado también en estanques de larvas, funjiendo como competidores así como depredadores (Sandifer

et al., 1974; Dugan et al., 1975; Chao y Liao, 1977; Nurdjana et al., 1977; Johnson, 1980).

#### 3.3.4 Depredadores:

Son aquellos organismos que atacan, dañan y decrementan notablemente la población de langostinos.

Entre los más comunes se encuentran los peces, insectos, algunos anfibios e hidrozorios; sobre todo las larvas de insectos Odonatos y las aves, que han sido un problema frecuente en cultivos de engorda; y aún aquellas aves herbívoras que consumen inadvertidamente gran número de larvas.

El canibalismo es de particular importancia en el mantenimiento de los rangos de sobrevivencia, principalmente en los tempranos estadíos de juveniles (Chao y Liao, 1977).

Los langostinos enfermos o que presentan debilidad en sus movimientos, se convierten en presas fáciles de los depredadores.

La deficiente nutrición es un factor que provoca canibalismo o depredación.

#### 3.3.5 Parásitos y Enfermedades:

Para M. rosenbergii, aquéllos que les han conocido en su ambiente natural no han reportado casos de epizootias, quizás debido a la acción de la selección natural que elimina simplemente a aquel organismo que pueda padecer cualquier afección patológica. Sin embargo, fuera de su ambiente natural y en condiciones de confinamiento artificial, o sea, en condiciones de cultivo, este organismo presenta algunas consecuencias lógicas (Chandramohan et al., 1980; Nanmalwar y Thangaraj, 1980).

Las enfermedades son un aspecto importante en el cultivo de cualquier organismo y M. rosenbergii no es la excepción. Si bien es más resistente que otros tipos de crustáceos, en los estados larvales se registra un mayor de problemas y una mortalidad más alta se manifiesta en esta etapa. La crianza de juveniles y adultos registra menos problemas de este tipo (Ling, 1969; Malecha, 1979; Johnson, 1980).

Las pérdidas masivas en los sistemas de producción pueden deberse a infecciones por epibiontes, tales como:

-Bacterias Filamentosas:

Atacan las branquias y las partes externas del cuerpo, interfiriendo así el movimiento normal del organismo. Este tipo de bacterias, frecuentemente designadas como Leucotrix spp. crece extensivamente en aguas de cultivo, ricas en nutrientes, por lo que son más frecuentes de encontrarse, en postlarvas que en adultos.

-Algas Clorofitas y Cianofitas, tales como: Oedogonium crassiusculum y Lyngbya spp. causantes del fenómeno conocido como "lomo musgoso", que consiste en una densa cubierta de algas sobre el caparazón del langostino crece a tal grado que causa obstaculización total de la visibilidad o ceguera funcional, así como, lentitud y pesadez en los movimientos de los langostinos. Esto último, tal vez se deba a la anoxia causada por la obstrucción de las branquias y por la competencia tan cercana por el oxígeno (observación personal).

Extrañamente, los autores que reportan este caso, también indican que el "lomo musgoso" fue específico para machos dándose en un porcentaje de 58.3% en la población de machos en estudio. (Smith et al., 1979).

-Protozoarios Sésiles, como el Epistylis sp., el Zoothamnium sp. y la Cothurnia sp.; se pueden encontrar infestando las etapas larvales, juveniles y adultas. Zoothamnium y Cothurnia prefieren las branquias como sitios de ataque; mientras que Epistylis aparentemente no es selectivo (Hall, 1979). Se trata de protozoarios suctorios, sésiles, que como las bacterias filamentosas, fungen como biofiltradores en el agua de crianza y, por lo tanto, tienden a florecer en aguas ricas en nutrientes, sobre la superficie de los crustáceos. Algunos protozoarios ectocomensales han sido reportados también (Fujimura, 1966; Fisher, 1977; Schnick et al., 1979).

Enfermedades del Caparazón

Manchas negras:

Causadas por varias bacterias capaces de una actividad quitinoclásica, aisladas de caparazones lesionados; encontrándose una predominancia en la proliferación de Beneckea sp., como la descrita por Baumann et al., (1971), hallándose tam-

bién Aeromonas y Pseudomonas spp. (Delves-Broughton y Poupard, 1976). Los ennegrecimientos están siempre asociados con el daño y la necrosis del exoesqueleto, debido a la sobre producción de melanina, que se presenta con la bacteriosis del tejido (Unestam y Weiss, 1970). Esta lesión se dispersa, erosionando el exoesqueleto y atacando filamentos branquiales, apéndices, músculos abdominales de la región central y del telson. La epicutícula contiene sustancias polifenoles que las hacen resistentes al ataque microbiano.

Cuando está sujeta a la erosión por lesión o herida, deja expuesta la quitina de la base a biodegradaciones, creándose, un nicho que provee un sitio ideal para la acumulación de bacterias, presumiblemente capaces de una actividad quitinoplasmática (Delves-Broughton, 1976). La incidencia reportada para esta enfermedad es baja en M. rosenbergii.

El tipo de enfermedades descritas para el caparazón, constituyen una infección secundaria que prosigue a las heridas mecánicas. Tales heridas mecánicas pueden ser causadas por dificultades durante la muda, por agresiones o por manejo y podrían estar acrecentadas por altas densidades de población. Es posible inducir la formación de lesiones patológicas en una semana, por el simple hecho de rascar con una navaja sobre el caparazón y dejándolo así, expuesto a las bacterias que normalmente habitan en el entorno acuático (Delves-Broughton y Poupard, 1976).

#### Nódulos Negros

Otra enfermedad del caparazón reportada como nódulos negros presenta una sintomatología donde la epicutícula no está lesionada, observándose nódulos negruzcos en la epidermis del exoesqueleto. Tales nodulaciones, de acuerdo con el análisis histológico, se aprecian como nódulos fibrosos melanizados, rodeados por colágeno y fagocitos. Esta enfermedad parece ser nueva, reportada por primera vez por Delves-Broughton y Poupard (1976), quienes sospecharon que el agente causante, sea una bacteria, y que se trate de una enfermedad sistemática. A pesar de sus estudios, esto no pudo ser comprobado fehacientemente, por lo que sus causas son aún desconocidas. La incidencia de esta enfermedad es baja.

Las enfermedades del caparazón en los langostinos proporcionan una apariencia antiestética que puede afectar su venta en el mercado. En algunos casos, les propician infecciones secundarias.

La epicutícula es una defensa elemental contra el ataque de bacterias sobre el exoesqueleto: se le encuentra escasamente desarrollado, cuando se presentan éstas enfermedades. Se cree que la disminución de la epicutícula está relacionada con una inadecuada nutrición o por la acción de químicos (Fisher et al., 1976).

La endocutícula anormal ha sido estudiada por Johnson (1977) y podría ser el resultado de una nutrición deficiente o de factores de agitación o tensión (stress).

#### Dificultades o Abstenimientos en las mudas:

La abstención o retención de mudas no es necesariamente un problema del exoesqueleto, pero debe efectuarse una adecuada muda del exoesqueleto para permitir el crecimiento normal.

#### Mudas Frustradas:

Los acuicultores han notado que algunos langostinos inician su proceso de mudación, pero que son incapaces de completarlo. Las razones de este fenómeno no son conocidas pero podrían deberse a condiciones potenciales de agitación o tensión (stress), o a bajos niveles de oxígeno, etc. (Johnson, 1980).

#### El Síndrome Blanco:

Los animales afectados por esta enfermedad presentan un lento color blanco opaco, particularmente en la parte posterior del abdomen de los langostinos. Sin encontrarse dañado el esqueleto, exhiben y muestran un lento crecimiento y una alta mortalidad. Esta enfermedad no debe ser confundida con la microsporidiasis de los camarones, que proporciona una apariencia similar (Overstreet, 1973), ni con la post-muerte blanquecina del músculo debida a la autólisis y a la descomposición del tejido.

El cambio de color comienza por la cola y progresa hacia la cabeza rápidamente. Los análisis histológicos revelan necrosis del músculo, tanto del abdomen como del tórax, con gran infiltración de hemocitos. Las causas no se conocieron pero Venkataramaiah (1971) era capaz de inducir este síndrome sometiendo a los langostinos a condiciones de agitación o tensión (stress), tales como: cambios bruscos en la salinidad, temperatura, anoxia y otras tensiones.

### Coloración rojiza:

En Florida se estudiaron langostinos adultos con abdómenes rojizos. La coloración rojiza resultó de pigmentos dispersos de los cromatóforos que han perdido su integración. No se encontraron agentes virales o bacteriales (Johnson, 1980).

Las disfunciones de los cromatóforos son frecuentemente notadas en larvas moribundas. Las larvas toman una coloración rojiza dorada. Las glándulas digestivas presentan frecuentemente coloraciones peculiares como resultado de la desintegración del tejido en algunas partes del cuerpo. Las causas básicas de estos síntomas han sido descubiertas.

### Obscurecimiento en las Cavidades de las Branquias:

Se ha notado, una propensión al obscurecimiento de la pared interna de la cutícula de las cavidades, donde se localizan las branquias. Se considera, que las causas que lo provocan, son los precipitados químicos y el alto contenido de productos de desecho nitrogenados existentes en el agua de cultivo. (Johnson, 1980.)

### Enfermedades Fungales

Este tipo de enfermedades no han alcanzado notoriedad en cultivos de langostino, como la que han tenido en cultivos de camarones (Ling, 1969; Goodwin y Hanson, 1975; Smith *et al.*, 1976; Sinderman, 1977). Quizás *M. rosenbergii* tenga mayor resistencia que sus parientes marinos, o la incidencia fungal no ha sido adecuadamente reportada.

## 3.4 NUTRICION Y CRECIMIENTO

### 3.4.1 Alimentación

Al referirse a *M. rosenbergii* en este aspecto, se debe mencionar que se trata de una especie omnívora que come frecuentemente y con gran apetito. Cuando está suficientemente hambriento muestra tendencias canibalistas ya que habita en epibentos de los ríos, estuarios, lagos, canales de riego, etc.

### 3.4.2 Alimento

El tipo de partículas alimenticias que ingiere provienen de gusanos acuáticos, insectos acuáticos, larvas de insectos,

pequeños moluscos y crustáceos, carne, desechos de peces y otros animales, granos, semillas, nueces, frutas, algas, hojas tiernas, tallos de plantas acuáticas; también se han encontrado en sus estómagos restos orgánicos del fondo, partículas de lodo, barro y arena (John, 1957; Ling, 196 ; Raman, 1967); habiendo hasta quienes los han observado comiéndose sus propias mudas y sus huevecillos muertos (Rao, 1965; George, 1969).

El alimento natural de las larvas consiste principalmente de zooplancton, incluyendo rotíferos, copépodos y otros pequeños crustáceos, gusanos muy pequeños, así como formas larvarias de varios invertebrados acuáticos. En ausencia de alimento vivo ingieren pequeñas piezas de material orgánico especialmente aquellas de origen animal, tales como pescado, camarón, cangrejo, moluscos, etc. Ocasionalmente, toman muy pequeñas partículas de material vegetal, principalmente aquellas enriquecidas con almidones: granos, semillas, frutas, nueces, etc. Algunas partículas son capturadas en sus máxilas y patas torácicas mientras nadan. El alimento líquido no lo consumen al igual que las partículas extremadamente pequeñas. Partículas de gran tamaño causan mortalidad a las larvas debido a que funcionan como lastres, precipitando a las larvas al fondo del estanque, mientras éstas las están comiendo. (Ling y Merican, 1961; John, 1957).

En un estudio de las variaciones estacionarias en la dieta de estos langostinos (Rao, 1967) se observó una intensidad en su actividad alimenticia durante los meses de enero a abril y en el mes de septiembre; encontrándose un buen número de especímenes inmaduros con los estómagos vacíos, lo que hace pensar en una cierta territorialidad entre ellos, o en una superioridad de los langostinos adultos sobre los inmaduros o juveniles, en cuanto a vigor y estrategia alimenticia se refiere. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla de la página siguiente.

Ahora bien, en condiciones aisladas de cultivo, mucho se ha estudiado y, falta aún más por estudiar, para la formulación de su dieta; ya que en términos de la economía del cultivo la producción es lo que determina en un 50% la rentabilidad de su producción.

Si una población en confinamiento es manejada eficientemente con el fin de lograr una producción óptima, es esencial conocer los requerimientos alimenticios (Mann, 1967). Para

TABLA 7

Partícula	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Alimenticia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Leche	26.23	36.21	-	36.67	31.25	-	-	-	33.90	-	33.33	-	32.64
Arroz	26.23	20.69	-	30.00	18.75	-	-	-	32.20	-	26.67	-	26.36
Hojas (forrajeras)	1.64	13.79	-	-	-	-	-	-	3.39	-	-	-	4.60
Crustáceos (forrajeras)	16.39	5.17	-	6.67	12.50	-	-	-	15.25	-	13.33	-	11.72
Algas filamentosas	11.47	13.79	-	10.00	-	-	-	-	-	-	6.67	-	7.53
Diatomeas	-	-	-	-	-	-	-	-	1.79	-	-	-	0.84
Algas verdes	6.56	-	-	3.33	12.50	-	-	-	-	-	20.00	-	2.91
Plantas (forrajeras)	3.24	10.34	-	-	13.33	-	-	-	11.86	-	-	-	9.20
Yemas (forrajeras)	1.64	-	-	-	6.25	-	-	-	-	-	-	-	0.84
Residuo animal	1.64	-	-	-	12.50	-	-	-	1.70	-	-	-	1.67
Micelinas	4.92	-	-	-	6.25	-	-	-	-	-	9.09	-	1.67
Coeficiente del alimento													

el caso de M. rosenbergii, los conocimientos acumulados sobre sus requerimientos nutricionales son limitados y en algunos casos carecen de la representatividad deseada (New, 1976). Por lo que se requiere de mayores estudios dirigidos a la formulación de un alimento de alta calidad; a bajos precios y costos accesibles, dependiendo de las características del alimento el desarrollo de técnicas de alimentación adecuadas; así como el manejo de una productividad natural de los estanques; y por lo tanto, el incremento del alimento disponible.

### 3.4.3 Rangos de crecimiento logrados con distintos suplementos dietéticos.

Es necesario resaltar en este punto que los esfuerzos por conseguir un buen alimento a precios accesible puede llevar a resultados, que dependiendo de la disponibilidad de ingredientes de cada región, sean costeables en unas y otras, por el contrario, resulta incotraproducente desde el punto de vista económico.

La mayoría de la información concerniente al juego nutricional en el ecosistema de los estanques ha sido extrapolada de datos obtenidos de otros estudios.

Al hablar de la alimentación que se proporciona en condiciones de cultivo se puede hablar de una alimentación natural y de una alimentación artificialmente procesada, utilizada por los acuicultores.

El primer tipo de alimentación aquí mencionado, comprende técnicas de manipuleo para incrementar aquellas poblaciones apetitosas a los langostinos y que constituyen eslabones inferiores dentro de la cadena trófica del estanque, como en el caso de la fertilización (Ver 6.3.3). Estas prácticas que se realizan en atención a sus hábitos alimenticios naturales tal como podría ser también el hecho de proporcionar partículas de carne de pescado, en un tamaño adecuado a las postlarvas (Ling, 1969), con base a la tendencia detritívora de los langostinos (Darnell, 1964; Fenchel y Sorgensen, 1977; Floodgate, 1973; Odum y de la Cruz, 1963, 1967). Una faceta más de sus hábitos alimenticios nos la proporciona su conducta detritívora, la que nos permite la práctica de un policultivo de langostinos con algún pez herbívoro, (Johannes y Satomi, 1966; Buck et al., 1979; Frankenberg y Smith, 1967; Malcha et al., 1981).

O la aplicación directa de alimento vivo como los nauplios de Artemia sp o rotífero (Brachiurus plicatylis), copépodos (Tigriopus spp), etc. (Sick y Beaty, 1974; Provasoli y D'agostino, 1969; New, 1976). (Este tema se desarrollará más ampliamente en el punto 5.4.2).

Sin embargo, por razones económicas, de manejo de almacenamiento y contaminación, se ha incursionado en la formulación de dietas artificiales que resultaran más costeables, nutritivas y prácticas .

De esta manera, se presenta aquí la información obtenida de los estudios sobre requerimientos nutricionales donde se encuentran las proteínas, los lípidos y esteroides, los carbohidratos, los minerales y las vitaminas.

### Proteínas

La composición del balance dietético de los aminoácidos contenidos en las proteínas con relación a la nutrición de los langostinos, es sumamente importante además de ser el componente más caro en los ingredientes de una dieta, hecho que ha provocado en los nutriólogos su máxima atención (New, 1976; Farmanfarmain et al., 1982).

### Aminoácidos

Los aminoácidos esenciales de la dieta de los langostinos son cualitativamente similares a la de los camarones.

Utilizando análisis radioisotópicos se encontró que la arginina, la histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, lisina, triptófano, tirosina y valina, eran esenciales (Cowey y Forster, 1971; Shewbart, 197 ). En trabajos específicos para M. rosenbergii se obtuvieron los mismos requerimientos de aminoácidos exceptuando la lisina (Watanabe, 1975). No se obtuvieron datos para treonina y triptófano en este estudio. La aparente falta de necesidad de paralisina, se debió probablemente a las dificultades analíticas (New, 1976).

Se encontraron niveles de ácido glutámico, ácido aspártico y leucina, excediendo los 9 gr de aminoácidos por 16 gr de nitrógeno (9 g. AA/16 g N). La alanina, arginina, glicina, lisina, fenilalanina, serina, treonina y valina se encon-

traron presentes en cantidades menores a (5g AA/16g N), (Watanabe, 1975).

Torres (1973) demostró los cambios en el grupo de aminoácidos libres del músculo abdominal de Penaeus Kerathurus alimentados con comida natural durante el ciclo de mudas.

El contenido total de aminoácidos libres, varía de un nivel bajo 0.85 mg/100mg peso fresco, en el estado posterior a la muda, hasta 7.27mg/100mg en el estado de intermuda. Este hecho sugiere que el grupo de aminoácidos libres, puede servir como reserva metabólica, así como también en la regulación de la presión osmótica. La concentración dietética de los aminoácidos esenciales como los no esenciales, afecta el funcionamiento metabólico en Calanus finmarchicus (Cowey y Corner 1963); esto podría suceder también en los langostinos.

Diferentes experimentos en dietas con distintos contenidos de aminoácidos demostraron que éstos tenían injerencia en el crecimiento, en la sobrevivencia y en la conversión alimenticia. Sin embargo, las dietas que contenían puros aminoácidos y pepsinas dieron rangos muy bajos de crecimiento, alta mortalidad, y un reducido consumo (Deshimaru y Kroki, 1975 a, b).

Con dietas de una composición similar de aminoácidos y diferentes proporciones de ingredientes se encontraron similares porcentajes de sobrevivencia, siendo la dieta con mayor contenido de harina de calamar la que dió el mejor resultado y el mejor coeficiente de conversión alimenticia. Las otras dietas que dieron resultados razonables, sin ser las mejores dietas, contenían materias crudas. Este hecho y la alteración de otras características físicas y cuantitativas de la dieta debido a la manipulación, tienden a obscurecer los resultados (New, 1976).

En otras series de dietas donde no se intentó hacer un balance de aminoácidos, las más efectivas resultaron aquéllas, con el grupo de aminoácidos parecidos al de la almeja y del camarón. Pobres resultados se obtuvieron con dietas de un alto contenido de harina de pescado; ésto podría deberse a la deficiencia en los aminoácidos básicos (Deshimaru y Shigueno, 1972).

El frecuente problema en el balance alimenticio de las dietas proviene de la fuente de obtención de proteínas con-

siguiendo con un solo recurso de proteínas, que las dietas sean deficientes en algunos aminoácidos y a la vez excedentes en otros; factor que puede influir en el crecimiento. Por esta razón, las dietas que utilizan distintas fuentes de proteínas son mejores (New, 1976).

Las proteasas de los crustáceos son principalmente derivados de tripsina, ninguna pepsina como enzima ha sido reportada (Vonk, 1960).

Carboxil peptinasa A y B, han sido aisladas del hepatopáncreas de P. setiferos (Gates y Travis, 1973).

Estos autores afirma que un complemento total de enzimas proteolíticas no es necesario si los camarones ingieren ingredientes predigeridos, argumento que apoya directamente la fase coprófago de los langostinos.

Se ha observado que la actividad de la proteasa está relacionada con los cambios metamórficos de la larva, sobre todo cuando éstos afectan cualitativamente su dieta.

En las larvas se ha observado que durante los cambios sufridos en la metamorfosis, la proteasa está íntimamente relacionada; sobre todo, cuando la metamorfosis conlleva a cambios en la dieta (Van Wornhoudt, 1973). Enzimas extracelulares como la quitinasa, que se origina de las bacterias intestinales, son también importantes; porque provee un recurso secundario de nutrientes (Hood y Meyers, 1973).

La composición de lagunas de las más exitosas dietas reportadas para M. rosenbergii se sintetizan en la tabla # , observando sus resultados en la tabla # (Sandifer y Joseph, 1976; Balazs y Ross, 1976).

En un experimento dietético con M. rosenbergii, donde pudo haberse dado también una ingestión de algas debido a la productividad natural del estanque, las fuentes de proteína vegetal (soya), dieron resultados superiores a la dieta de harina de pescado y soya pero inferior a la que presentaba la combinación pescado- soya- camarón (Balazs et al., 1973). Todas las dietas anteriores contienen 35% de proteína.

Tabla = 8  
Composición de dietas para *M. rosenbergii* ( g/100 g )

Número de dieta	1	2
Alto gluten harina de trigo	-	20.00
Harina de maíz	-	17.50
Harina de soya	-	21.00
Harina de pescado (hawaiano)	-	20.30
Harina comercial para langostino	-	20.00
Mineral premolida	-	1.40
Vitaminas premolida	-	1.40
Aceite de cacah de camarón	2.91	-
Alimento comercial experimental para camarón	97.09	-
Total	100.00	100.00
Forma física	Hojuelas	Pellet
Analisis calculado de :		
Lípidos	10	N.S.
Proteínas	N.S.	35

Tabla + 9  
Resultados comparativos de algunas dietas de langostino

Especies	Número de dieta	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>		
		1	2	
	Promedio de peso inicial (g)	b	0.028	0.10
	Promedio de peso final (g)	a	1.056	9.24
	Incremento en el peso promedio (g)	a-b	1.028	9.14
	Duración del experimento (días)	X	84.0	244.0
	Promedio de la ganancia diaria (g/día)	$\frac{(a-b) \times 1000}{X}$	12.24	37.46
	Supervivencia (%)	y	71.0	92.0
	Densidad de población: inicial (langostino/m <sup>2</sup> )	z	100.0	17.0
	Incremento en biomasa (g/m <sup>2</sup> )	$c = azy / 100 - Lz$	72.2	142.6
	Incremento en biomasa por día (g/m <sup>2</sup> /día)	c/x	0.86	0.59
	Eficiencia en la conversión alimenticia	--	6.4	1.5
	(gramos de alimento seco/gramos de langostino vivos)	--	25.0	35.0
	Proteína dietética calculada (%)	--	25.0	35.0

1 Santhofer y Joseph (1976) ; 2 Balasa y Ross (1976)

En este experimento también se elaboró una serie de dietas para M. rosenbergii con diferentes porcentajes de proteínas: 15%, 25% y 35%. Estas dietas se basaron en harinas de soya, de atún y de camarón, así como de combinaciones de soya - atún y soya - atún y camarón. Las cinco alternativas produjeron altas ganancias en el peso, sobre todo al irse incrementando el porcentaje de proteína; con excepción de la dieta combinada de soya - atún - camarón, donde, por el contrario, la ganancia de peso decreció al incrementarse el porcentaje de proteína (Balazs et al., 1974). Sin embargo, este experimento no tuvo comprobación posterior (New, 1976).

El promedio de los resultados obtenidos para cada fuente de proteína, en los tres porcentajes de proteína, antes señalados, condujo a la conclusión de que la dieta de soya - atún, da las mejores ganancias en el precio; más aun que las dietas de soya, la de atún, o la de camarón, individualmente. Sin embargo, si se analizan los resultados de cada fuente de proteínas por separado, el mejor rango de crecimiento de 175 días del experimento, fue el producido por la dieta mixta de soya - atún - camarón al 15%.

En cuanto a los porcentajes de sobrevivencia se obtuvo que las dietas mixtas de soya - atún y soya - atún - camarón, proporcionaban los rangos más altos de sobrevivencia.

La alta eficiencia en la conversión alimenticia de las dietas de camarón; soya - atún; y soya - atún - camarón al 15%, hizo pensar que éstos contienen el balance de aminoácidos óptimo, aproximado. En cambio la dieta de soya, aumenta su eficiencia, en la conversión alimenticia en relación directa con el incremento del porcentaje de proteína, esto hace suponer que no tiene un perfil de aminoácidos balanceados.

Con una dieta para aves de corral de un contenido de 24% de proteínas se obtuvieron porcentajes de crecimiento similares a los obtenidos con la dieta soya - atún - camarón, a una proporción de 15% de proteína. Sin embargo, el bajo coeficiente de sobrevivencia y una conversión alimenticia menor obtenida a través del tiempo, se le atribuyó a su poca estabilidad en el agua. (Balazs et al., 1974).

Hay evidencias de que los langostinos de diferentes

edades requieren de distintos niveles de proteínas, por lo que, conocer las fuentes de proteínas es ya una ventaja.

Grandes incrementos en el ritmo de crecimiento fueron conseguidos con altos porcentajes de proteínas en la dieta, durante los 2 primeros meses del experimento (0 -56 días, 57 y 119 días). Mientras, que, en el tercer período, sucedió lo inverso; del día 120 al 175, produjo mejor crecimiento aquella dieta que tenía el porcentaje más bajo de proteína. La extrapolación muestra que los requerimientos de proteína, para tempranos estadíos juveniles de langostinos, pueden exceder 75% de proteína (Balzs et al., 1974, New, 1976).

Es evidente que las dietas que obtienen de varias fuentes de proteínas su porcentaje protéico, dan los mejores resultados; quizás porque así se consigue el balance de aminoácidos óptimo. No olvidemos que los langostinos son omnívoros y que su dieta silvestre incluye muchas fuentes alimenticias para la obtención del balance ideal, que les favorezca en su desarrollo.

Con todo y ésto, la soya parece ser el recurso de proteínas más apropiado como recurso único de proteína para la dieta de langostinos adultos, más que para los juvenes. En el caso inverso se encuentra la harina de camarón (Balazs et al., 1974 b).

Balazs y Ross (1976), en un experimento final donde un mejor manejo de los tanques fue posible, reexaminaron el efecto de las dietas de soya - atún y soya - atún - camarón, en los porcentajes 15%, 25% y 35% de proteína.

Se utilizaron juveniles de M. rosenbergii, incluyendo otras dietas con un nivel de proteínas del 25%, donde se usaron soya - tilapia y hierba para patos pulverizada como fuentes de proteínas. En este experimento, aún con la dieta de soya - atún camarón, se obtuvieron significativos resultados en el incremento del peso ganado cuando tenían elevado porcentaje de proteínas.

Después de 244 días no hubo diferencia significativa entre los porcentajes de crecimiento conseguidos con soya - atún o soya atún - camarón en cualesquiera de los porcentajes, 25% ó 35%. La dieta de soya - atún - camarón con 15% de proteínas dió notablemente menores resultados. Los

coeficientes de crecimiento del grupo control que no recibió ninguna dieta, indica que los langostinos se alimentaron de algas abundantes existentes en el tanque de experimentación.

Las nuevas fuentes de proteínas dieron muy pobres resultados.

Estos autores concluyeron: que los niveles de proteínas que exceden del 35% pueden producir el máximo crecimiento en M. rosenbergii, pero que menores porcentajes de proteína pueden ser factibles si cuentan con el balanceo adecuado de aminoácidos.

Las necesidades de cambiar el agua con mayor frecuencia, en los tanques que recibieron ciertas dietas en el experimento indican una de las dificultades de éste para mantener estable otros parámetros durante el experimento dietético.

Se han identificado algunas materias como las mejores fuentes de proteínas y las más adecuadas para la dieta de langostinos y camarones. Estos incluyen harinas de calamar, de soya, de camarón y de varios tipos de pescado. Algunas patentes garantizan el uso de sustancias en la dieta de camarones, que contiene quitina (desechos de crustáceos). (Campell, 1973 a y b.) Los desechos de camarón derivados de las fábricas de conservas y enlatados de camarón, son ingredientes de proteínas de alta calidad, cuya potencialidad ya será determinado (Toma y Meyers, 1975).

Otra evaluación de importancia es la relación de proteínas y calorías que se deba proporcionar; para ello se han usado dietas isonitrogenadas en experimentos sobre proporción en la dieta de langostinos, suplementación lipídica (Andrews et al., 1972). Lo que sirvió para evaluar los efectos de estas dietas isocalóricas, elevando el contenido lipídico, mientras se reduce el nivel proteico. Esto demuestra que los lípidos producen proteína dietética en la generación del tejido, en vez de utilizarlo para la energía; como sucede en la nutrición de salmónidos (Phillips, 1972).

Los experimentos dietéticos con Macrobrachium spp. no han sido cuantitativos aún. La relación entre las fuentes de proteína y los porcentajes de ésta, así como las necesidades de acuerdo con la edad del langostino, requieren de mayores investigaciones. La relación óptima de proteínas-calorías para las dietas de langostino necesita ser determinada.

Aunque la tarea más urgente, es la determinación de los requerimientos cuantitativos de los aminoácidos. Sólo entonces podrá avanzarse realmente hacia la eficiencia económica de la dieta.

### Lípidos y Esteroides

Sze (1973) reportó un 15.8% (pesos secos), como porcentaje de lípidos en la composición del cuerpo de juveniles M. rosenbergii. Haciendo mención al discutido hecho de que las proteínas eran el recurso energético primario de los crustáceos, lejos de serlo, las grasas o los carbohidratos (Scheer et al., 1952; Scheer y Scheer, 1953; Neiland y Scheer, 1953).

Se han señalado requerimientos específicos de ácidos grasos para la composición en la dieta de los langostinos y camarones, concretamente los ácidos grasos del tipo W6 y W3. También se ha señalado que altos niveles de ácidos grasos W6 y bajos niveles de W3 tienen un efecto inhibitorio (Sick y Andrews, 1973). Esto resultó de un experimento donde se estudiaron tres dietas suplementadas con un 10% de cebo de toro, aceite de maíz y aceite de linaza por separado, estas dietas incrementaban notablemente los niveles de lípidos en el cuerpo del langostino de 4.93% (peso seco), de langostinos alimentados con una dieta sin suplemento a 7.27%, 7.32% y 8.58% (peso seco), respectivamente. Sick y Andrews (1973) encontraron también que el aceite de linaza y el aceite de Menhaden tenían altos niveles de ácidos grasos insaturados del tipo W3, pertenecientes a la familia del ácido linoléico.

Deshimaru y Kuroki (1974) encontraron un suplemento de lípidos de un 0.7% de colesterol/caseína, al elaborar una dieta para Penaeus japonicus, que afectaba rangos de crecimiento. Inclusiones de un 6% de una mezcla igual de aceite de hígado de bacalao y de aceite de soya, que da un mayor grado de ingestión, en comparación a la dieta no suplementada y la de un 12% de suplemento. Adiciones de lípidos y fracciones no lipídicas, de Artemia y de otras 200 comunidades Zoo y Fitoplanctónicas de los estanques en donde se efectúan los experimentos, muestran sus componentes lipídicos de atrayentes cualidades. Postulándose que la fracción de lípidos de Artemia pueden tener un alto contenido de ácidos grasos W3, W6. Esta proporción, puede ser un factor más crítico aún que el desnivel de ácidos grasos en cada tipo.

Se ha visto también que el nivel de lípidos en los P. serratus, varía durante el ciclo de mudas (Teshima et al., 1975).

Las variaciones estacionales en el contenido de lípidos en los P. japonicus del medio natural fueron detectadas por Guary et al. (1974, 1975). Sobre un período de once mudas, el nivel lipídico de mayo a noviembre se incrementó. Los machos alcanzaron su máximo en noviembre, mientras que las hembras lo alcanzaron en octubre, un fenómeno relacionado probablemente relacionado con el metabolismo de los ovarios. Las variaciones estacionales en los niveles de ácidos grasos, también ocurrieron con diferencias para machos y hembras. El alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados que contienen en los ovarios más que en otras partes del cuerpo, hace pensar que están relacionados con la construcción de triglicéridos como reservas de energía.

Ahora bien, los períodos de inanición prolongados en invierno, provocan un decremento en el contenido del ácido palmítico en adultos; funcionando así cuando la temperatura decrece se incrementan ácidos grasos a expensas de ácidos grasos.

El mayor almacenaje orgánico para triglicéridos se encontró en los ovarios y en el hepatopáncreas. El tejido muscular contiene principalmente colesterol y fosfolípidos. El ácido palmítico y el ácido graso W3 poliinsaturado, fueron los ácidos grasos predominantes tanto en machos como en hembras.

Como al igual que en otras especies marinas, el contenido lipídico del animal era pobre en ácidos grasos W6 (de la familia del ácido linoléico) y en el ácido linoléico (18:3W3). Se postuló que los ácidos grasos de la familia del ácido linoléico eran esenciales para la dieta.

El contenido de lípidos en el tejido de M. rosenbergii, alimentado por tres semanas con dietas, a diferentes niveles lipídicos, fueron muy similares (Joseph y Williams, 1975).

El aceite de cabeza de camarón es un buen recurso de ácidos grasos poliinsaturados W3.

En experimentos dietéticos conducidos con camarones se concluyó que los ácidos grasos W3 de la dieta, podrían ser

retenidos, mientras los ácidos grasos W6 son metabolizados para la producción de energía. Estos resultados fueron confirmados por Sandifer y Joseph (1976) en un experimento a largo plazo, con M. rosenbergii.

Los variados efectos de suplementar las dietas con lípidos, han mostrado que la composición de ácidos grasos específicos es más importante que el contenido lipídico total. Las evidencias de una necesidad para ácido linoléico y otros ácidos grasos; demostraron que la proporción W3: W6 es importante. Los niveles indicados en la dieta son de 1% al 2% (New 1976). Se advierte que la variabilidad de ácidos grasos y lípidos, depende de las fuentes de abastecimiento y de las técnicas de procesamiento (Joseph y Meyers 1975).

Sin embargo, se requiere definir otros ácidos grasos, esenciales para langostino, de sus niveles óptimos y fuentes de recursos para el total lipídico así como de los requerimientos calóricos para langostinos, pues a parte de los requerimientos calóricos determinados para larvas de M. rosenbergii (Sick y Beaty, 1974) no se sabe nada al respecto.

#### Esteroides

Desde que la cantidad de colesterol aumenta, cuando aumenta el peso o con el proceso de muda; se sugiere que los esteroides sean usados como un elemento de la estructura celular, particularmente de la hipodermis.

Ya que los langostinos no pueden sintetizar esteroides de acetato, una dieta de esteroides es necesaria. El colesterol es el esteroide más importante del organismo animal. En diversos estudios se ha visto, que altos niveles de colesterol decrementan el crecimiento (Deshimaru y Kuroki, 1974); Kanazawa et al., 1971 a; Sick et al., 1972 Teshima et al., 1975).

Se encontró así que el nivel óptimo de colesterol en la dieta es de 0.5%; lo que no es difícil de acumular con varios ingredientes, no obstante, debe estudiarse el contenido de esteroides en la materia cruda usada en las dietas; así como también los efectos de la inclusión dietética de otros esteroides de influencia sobre la muda, los coeficientes de crecimiento, la sobrevivencia y la madurez sexual.

Mayores estudios en esta área podrían esclarecer tópicos de interés comercial, como la posibilidad de la supresión gonadal, la disminución de agresividad en la conducta, el incremento en el índice de crecimiento y las mudas sincronizadas, lográndose a través de la administración de hormonas o feromonas, en la dieta.

### Carbohidratos

La digestión de carbohidratos en crustáceos, ha sido demostrada por Kooiman (1964), así como la presencia de muchas carbohidrasas, incluyendo y amilasa, maltosa, sacarosa, quitinasa y celulosa. Las dos últimas, se originan probablemente de bacterias celulíticas y quitinolíticas.

Metabólicamente los carbohidratos son importantes en el ciclo de Krebs, en el almacenamiento de glicógeno, en la síntesis de quitina y en la formación de ácidos grasos esteroideos. Fuerte actividad de la carbohidraza se ha demostrado en Macrobrachium dayanum (Yagi y Prakash, 1967).

La quitinasa celular, originada por la bacteria intestinal de P. setiferos, ha sido detectada por Hood y Meyers (1973). La actividad de la quitinasa fue influenciada por la presencia de la quitina dietética.

La harina de trigo, dextrina y glicógeno de ostión, son completamente asimiladas por P. serratus (Forster y Gabbott, 1971).

Harina de papa, tanto cocida como cruda, se digiere mucho menos.

Una inclusión del 30% de almidón en la dieta con bajo contenido protéico, aumenta el rango de crecimiento (Andrews et al., 1972). Postulándose que la dieta de glucosa era rápida pero ineficiente, al utilizarse como energía metabólica, en vista de que la glucosa de los polisacáridos digeridos, era absorbida más lentamente (Andrews y Sick 1972). La adición del 40% de harina de maíz en una dieta basada en caseína para P. duorarum, produjo rápido crecimiento en comparación del 10% de almidón o con nada de almidón (Sick y Andrews, 1973). La adición del 10% de glucosa en este caso, produjo rangos similares de crecimiento con 10% de almidón; pero la adición del 40% de glucosa produjo un menor rango de crecimiento. La sobrevivencia siguió el mismo patrón, pero uno de los factores del almidón responsable de las características promotoras del crecimiento, se pensó que podría

ser su capacidad coligativa. Se encontró que diferentes proporciones y tipos de carbohidrato en la dieta, afectaban la composición del cuerpo. (Sick y Andrews), op cit.; New, 1976).

El 40% de glucosa dietética produjo un menor nivel lipídico que 10% de almidón o glucosa, pero ninguna diferencia significativa comparativamente con 40% de almidón dietético. Animales alimentados con un 40% de glucosa presentaron menor nivel de proteínas, que aquellos alimentados con un 40% de almidón ó 10% de glucosa, pero no menor a aquella dieta con 10% de almidón.

Elevados niveles de almidón en la dieta, han sido utilizados por sus cualidades coligativas en varios experimentos y dietas comerciales (Balazs et al., 1973, 1974 b; Sick y Harris, 1974) la glucosamina dietética incrementó los coeficientes de crecimiento con una proporción óptima de 0.53% (Kitabayashi et al., 1971 a). Adiciones en altas cantidades reducen el crecimiento. Deshimaru y Kuroki (1974) b) concluyeron por el contrario, que la glucosamina no era esencial. Sus dietas estaban purificadas basadas en caseína y labumina de huevo, mientras que aquellas de Kitabayashi et al., (1971 a) se basaron en calamar. Una apropiada fuente de carbohidratos, es necesaria para disponer o excluir el uso de cadenas de carbono de aminoácidos en la síntesis de quitina (Cowey y Forster, 1971). La síntesis de quitina es importante para la membrana peritrófica de las postlarvas, así como para el exoesqueleto.

Mientras que los langostinos y camarones pueden utilizar carbohidratos, cuya eficiencia varía de acuerdo a la fuente del recurso. Una digestión parcial de la celulosa tiene lugar; y la quitinasa extra celular permite la digestión de quitina de las fuentes dietéticas o de la exuvia despedida. El almidón parece ser mejor recurso que la glucosa.

Mayores estudios se requieren saber del escaso efecto de los carbohidratos sobre las proteínas para la síntesis de quitina, sobre el papel de la fibra en la dieta de los langostinos, y sobre la interrelación de los carbohidratos con los lípidos y con las proteínas, en un apropiado balance de proteínas - calorías.

## Minerales

Pocos trabajos existen en la literatura sobre nutrición para minerales aunque muchos investigadores han usado el suplemento mineral. (Tabla #10).

Estos suplementos se han basado principalmente, en premezclas usadas para otros cultivos o experimentos de animales.

Tabla #10  
Composición de dietas minerales premezcladas para camarón y langostino (g/100g dieta)

Composición	Numero de la premezcla:	1	2	3	4
$K_2HPO_4$		2.310	0.500	1.500	0.600
$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$		-	-	1.370	0.548
$Ca_3(PO_4)_2$		2.110	0.750	-	-
KCl		0.724	-	0.470	0.188
$MgSO_4$		1.140	-	0.740	0.296
$CaCO_3$		1.293	-	0.840	0.336
$(C_3H_5O_3)_2Ca \cdot 5H_2O$		-	3.750	-	-
$FeCl_3$		-	-	0.070	0.028
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$		0.108	-	-	-
$MnSO_4 \cdot 7H_2O$		0.015	-	0.010	0.004
Total inclusión premezclada en la dieta (%)		7.7000	5.000	5.000	2.000

1 Kanazawa et al., (1970). 2 Deshimaru y Shigueno (1972). 3 Sick et al., (1972).  
Andrews y Sick (1972).

El contenido de cenizas de M. rosenbergii fue reportado por Sze (1973), que era tan elevado como el de lípidos (15.9% peso seco).

Los mejores índices de crecimiento fueron alcanzados con las dietas para P. japonicus, cuando los niveles suplementarios de 1.04% de fósforo (P) y 1.24% de calcio (Ca) fueron sumados (Kitabayashi et al., 1971 a). Cuando los porcentajes de Ca - P fueron incrementados al 2:1, el crecimiento se inhibió y la pigmentación decreció. Resultados similares fueron obtenidos, si se incluían grandes cantidades de Ca y P eran en una proporción de 1.2:1.

Las dietas de Deshimaru y shigueno (1972) contenían un suplemento mineral que proveían un rango de 2.8:1 Ca - P.

La adición del 5% de una premezcla mineral, en una dieta basada en caseína para P. serratus, da un 18% de incre-

mento en la biomasa (Sick et al., 1972); ningún incremento se obtenía si la premezcla se omitía. El suplemento tenía un rango de 1.2:1 Ca- P y proveía un 0.66% de Ca y 0.51% de P al final de la dieta. Andrews y Sick (1972) usaron también la misma premezcla en bajos rangos de inclusión para proveer de un 1.26% Ca y de un 0.21% P, a la dieta de camarón.

El agua marina ha sido usada no solo para acrecentar la efectividad del agente coligativo, sino también para contribuir con los iones del metal y las sales solubles e insolubles (Gunther y Venkataramaiah, 1975).

En un experimento en que se utilizó fosfato de sodio los resultados obtenidos no fueron muy fidedignos, debido a la alta solubilidad de esta sustancia, a la hora de aplicar el alimento al agua (Hysmith et al., 1972; New, 1976).

Shewbrt et al., (1973) postularon que los requerimientos de calcio, potasio, sodio y cloro para *P. aztecus*, pueden ser satisfechos a través de la regulación osmótica. El fósforo sin embargo, puede ser esencial en la dieta, ya que se encuentra presente en grandes cantidades en el cuerpo del organismo pero no en el agua marina.

Aparte de los trabajos preliminares sobre los rangos de Ca - P, descritos al respecto, los requerimientos de minerales para camarones y langostinos, no han sido estudiados.

Los síntomas de deficiencias o excesos no han sido descritos. La composición de cuatro de las mezclas minerales, las cuales han sido utilizadas en las raciones de langostinos, están en la tabla anterior (Tabla #//).

### Vitaminas

Al respecto, pocos estudios cualitativos y no cuantitativos se han realizado para conocer los requerimientos vitamínicos de los langostinos y camarones. Sin embargo, y como en el caso de los minerales, muchos investigadores han agregado suplementos vitamínicos, utilizados en la dieta de otros animales .

Fisher (1960) reportó que la mayoría de las vitaminas del grupo B se requiere en la dieta de los crustáceos; en adición a las vitaminas C y E.

La vitamina D puede ser parcialmente ingerida en la dieta, pero puede ser sintetizada de ergosterol y no se ha encontrado que sea esencial en la dieta de los insectos, se desconoce en que caso se encuentran los langostinos. La vitamina K puede aún, ser antagonista, en algunas especies de crustáceos.

La vitamina A probablemente no es esencial en la dieta de los langostinos, pero sí sus precursores inmediatos. Fisher et al., (1957) detectaron bajos niveles de vitamina A en varios especímenes de Peneidos, principalmente en los ojos.

Los altos niveles encontrados en especies libres, nadadoras de profundas moradas, señalan una función visual para la vitamina A. Se afirmó que la fuente de vitamina A es frecuentemente B caroteno, Directa e indirectamente.

La vitamina A puede ingerirse intacta de otros crustáceos y detritos, aunque los camarones poseen las enzimas para convertir los precursores de vitamina A en la misma vitamina A. Varios carotenoides incluyendo B carotenoides, astaxantina y contaxantina, se encontraron en P. japonicus (Kitayama et al., 1971).

La adición de vitamina C a una dieta basada en calamar para P. japonicus, aceleró los coeficientes de crecimiento con inclusiones de 0.22% (Kitabayashi et al., 1971 d), también encontraron que la omisión el el empalme de vitamina C y glucosa de la dieta provocaba un conspicuo retardo en el crecimiento.

La composición de vitaminas seleccionadas en las premezclas usadas en las dietas de los camarones y langostinos, se dan en la tabla 12.

La vitamina o caroteno y la vitamina K están presentes en todas las premezclas tabuladas. Siendo extensamente las cantidades de vitaminas individuales que han contribuido al suplemento de las dietas.

Desde que las vitaminas o sus precursores han estado presentes en los alimentos crudos, la aplicación de premezclas vitamínicas a las dietas multiingredientes de camarones y langostinos, pueden resultar con algún exceso. Y por el contrario; mientras los requerimientos de vitaminas en los ca-

Tabla # 11  
Contribución mineral a la dieta de los camarones y langostinos por premezclas.

g/100 g dieta seca	Número de premezcla:				
	1	2	3	4	5
Calcio	1.336	0.679	0.655	0.264	-
Fósforo	0.832	0.239	0.514	0.206	-
Potasio	1.417	0.244	0.919	0.368	-
Magnesio	0.230	-	0.150	0.060	-
Sodio	-	-	-	-	0.157
Cloro	0.344	-	0.270	0.107	0.243
Sulfato	0.951	-	0.594	0.237	-
mg/kg dieta seca					
Hierro	216.6	-	240.9	96.4	19.8
Cobre	-	-	-	-	2.0
Manganeso	30.5	-	19.8	7.9	60.0
Zinc	-	-	-	-	44.1
Cobalto	-	-	-	-	0.2
Yodo	-	-	-	-	1.2
Proporción de calcio y fósforo	1.61	2.84	1.28	1.28	-

1 Kanazawa et al., (1970); 2 Deshimaru Shiqueno (1972); 3 Sick et al., (1972);  
4 Andrews Sick (1972); 5 Balazs et al., (1974 a).

Tabla # 12

Composición de premezclas vitamínicas de algunas dietas de camarones y langostinos.

(mg/kg dieta seca)	Número de premezcla:				
	1	2	3**	4**	5
Vitamina A (IU/kg)	-	40 000	6 614	-	8 818
B caroteno	48	-	-	33	-
Vitamina D (IU/kg)	24 000	2 500	1 323	20 000	2 205
Vitamina E (IU/kg)	110	275	295.4	362	8.
Vitamina K (menadiona)	20	25	3.54	33	1.
Vitamina C	20 000	4 512	530	8 220	-
Clorhidrato Tiamina	20	50	4.44	50	2.
Vitamina B <sub>2</sub>	40	400	31.5	164	4.
Niacina	200	750	109.5	658	33.
Pantotenato de Calcio	300	500	101.7	247	8.
Clorhidrato de piridoxina	60	100	10.35	50	-
Acido fólico	4	30	4.2	12	0.
Vitamina B <sub>12</sub>	0.4	0.1	0.04	0.3	0
Biotina	2	10	0.35	5	-
Cloruro de colina	1 000	2 500	4 002	6 577	440.
Inositol	2 000	2 000	552	3 288	-
Acido para aminobenzóico	50	400	-	329	100

\* 1 Kanazawa et al., (1970); 2 Deshimaru y Shiqueno (1972); 3 Forster y Beard (1973); 4 Deshimaru y Kuroki (1974 a); 5 Balazs et al., (1974 b).

\*\* Otras cantidades de premezclas vitamínicas también fueron usadas aquí.

marones y langostinos continuen siendo desconocidos, las dietas pueden ser deficientes en otras vitaminas, aún después de añadir algún suplemento, como el caso del experimento de Forster y Beard (1973).

La aplicación de mezclas vitamínicas a las dietas, sin conocimientos, podría ser no solo un derroche económico, sino peligroso.

Excesos de algunas vitaminas pueden ser tóxicos o antagonicos; como en el caso de la metabolización mineral, el estudio de los requerimientos vitamínicos en los camarones y los langostinos, es un campo desatendido.

#### ESTRUCTURA FISICA DE LA DIETA, SUSTANCIAS COLIGATIVAS Y PALATIBILIDAD.

Como ya se ha mencionado, la alimentación en muchos casos es el rubro por el cual se gasta el porcentaje más alto del costo de producción; ésa es una de las principales razones que nos hace concentrar nuestra atención en ello. Por lo tanto el tópico de este subtema trata sobre las formas de conservar las dietas balanceadas para langostino en buen estado, atractivas para los organismos y económicas para el productor.

Para que los cultivos de langostino a gran escala no continuen dependiendo de los alimentos no procesados, vivos o frescos (Fujimura, 1974; Ling, 1977) se requieren fórmulas de alimento que permiten un rápido crecimiento, un fácil manejo y un ahorro garantizado. Por tanto, los factores importantes que afectan la ingestión de los alimentos, que favorecen a su aprovechamiento y además tienen un impacto en la nutrición como en el crecimiento, son las sustancias coligativas estas permiten una conveniente unión de los nutrientes seleccionados para una dieta, impartiendo una configuración física determinada, influyendo en la palatibilidad y en la concentración de los nutrientes (Regnault *et al.*, 1975), de esta manera se modifica la ingestión de los alimentos.

Por otra parte las necesidades alimenticias serán de acuerdo al período de desarrollo de los organismos y el tamaño de los mismos. Es por ello que a la fecha se han venido desarrollando distintas técnicas para la elaboración o reunión de los nutrientes según lo exija el caso, a través de

estudios que observan la calidad del alimento, su estabilidad en el agua y los efectos en el crecimiento y la economía del cultivo. Aunque aún no hay evidencias de que las sustancias coligativas impartan por sí solas digestibilidad en la dieta (New, 1976), éstas juegan un importante papel en la alimentación como ya se mencionó en líneas anteriores (Farmanfarmaïn et al., 1982).

Forster (1972 a,b) examinó la estabilidad en el agua de varias dietas para langostinos ya fuesen secas, en forma de pastas o jaleas; estudiando los efectos sobre la eficiencia en la asimilación y el crecimiento, considerando las diferentes sustancias coligativas de sus componentes y de las formas en que estas dietas se aplicaron, también fueron comparadas.

Sobre la base de la estabilidad en el agua, las siguientes sustancias fueron seleccionadas como apropiadas para la asimilación y el crecimiento: para jaleas - 3% de agar; para dietas de pastas - 2.5% XB - 23, 2.5% CMC, 2.5% Carbopol 934 y 2.5% de guar gum; t para pellets secos 2% de plevinil alcohol, 2% manucol, 2% XB - 23 y 4% caseína. (Tabla #13).

Tabla # 13

Referencia	Especie	Sustancias coligativas y % de inclusión	Tipo de sustancia coligativa	Tipo de alimento
Sick y Harris (1974)	<i>M. rosenbergii</i>	Alto gluten de harina de trigo : 20	Almidón/proteína	2.5 % pellets
	<i>M. rosenbergii</i>	Almidón : 40	Alto contenido de amilasa almidón	Pellets

Las dietas de pellets dieron sustancialmente menos resultados que los alimentos en pasta o jalea, aunque todas las dietas parecieron ser muy atractivas a los langostinos.

Gunter y Venkatarmiah (1975) incluyen agua marina, preferiblemente concentrada, en una dieta acuática patentada. Forster y Beard (1973) encontró que la dieta cuyo agente coligativo era gelatina, da un alto rango de crecimiento, si la gelatina era disuelta en agua marina, mejor que en agua dulce. Aunque las dietas en jalea requieren de ser preparadas con una frecuencia y periodicidad mínima de una semana si no es que de cada tercer día.

No hubo ninguna ventaja en la dieta unida por gelatina, cuando materiales crudos fueron molidos a partículas menores de 40 micras (la mayoría de 15 micras). Balazs et al.,

(1974 b) reportó diferentes respuestas de los juveniles de M. rosenbergii, a diferentes edades, con este tipo de dieta.

El valor alimenticio de base muscular utilizada en la dieta, se reduce grandemente por homogeneización, por secado, molienda y por el congelado en seco, seguido por la integración utilizando gelatina, guar gum o agar.

Se encontró que la unión de los ingredientes utilizando colágeno confiere estabilidad a la dieta en el agua y ayuda al crecimiento en Peneidos (Sick et al., 1972; Andrews y Sick, 1972).

Sin embargo, Sick y Beaty (1975) reportaron que M. rosenbergii alimentado con una dieta de soya aglutinada con 5% de colágeno, no obtuvo ganancia de peso, mientras que aquellos que se alimentaron con una dieta que incluía un alto contenido de amilasa como sustancia coligativa, crecieron bien.

Balazs et al., (1976) emplearon dietas con un 20% de harina de trigo como coligante. Después de la adición del 30-40% de agua se formó una pasta, la que fue estruñda hasta darle una apariencia de fideos de 3 mm de diámetro, presentando buenas características de estabilidad en el agua. Los rangos de crecimiento obtenidos con éste tipo de alimento fueron buenos y con baja mortalidad.

Avanzando en sus estudios (Balazs et al., 1974 b; Balazs y Ross, 1976) probaron una dieta comercial, que contenía una alta cantidad de fécula de alimasa como sustancia coligativa, obteniendo resultados parecidos a los de la dieta del 20% de harina de trigo.

Los efectos de la composición física y nutritiva de dieta así como los factores del medio ambiente, son un discutido tema sobre los rangos de ingestión.

Muchos trabajos han reportado los porcentajes de alimento a dar, pero la mayoría de los investigadores, aún cuando comienza sus experimentos con una proporción fija en relación con el peso del organismo, continúan con modificaciones "ad libitum", basadas en el ajuste de la comida para esas cantidades que nose comen los animales, lo cual altera los resultados para su confiabilidad.

La inestabilidad física de las bolitas alimenticias de los pellets y la hidrosolubilidad de sus nutrientes son serios problemas para quienes se interesan en el cultivo de especies como los langostinos, que son continuos comedores demersales, que tienden a triturar su alimento al aprensarlo con las pinzas de sus pereiópodos y que presentan además masticación externa (Forster, 1971; Zein-Eldin y Meyers, 1973; Provasoli, 1976; Farmanfarmain y Lauterio, 1979).

En un experimento de una dieta en pasta con 50% de caseína y 4% de colágeno, los rangos de ingestión fueron directamente proporcionales a la talla del animal y al tiempo de exposición para cualquier alimento (Sick y Baptist, 1973; Sick *et al.*, 1973).

El decremento en los índices de ingestión después de 6 horas de exposición al alimento; se atribuye a los cambios de la estructura física y química. Para prevenir esto, se incrementa la frecuencia con la que se suministra el alimento, reduciendo a la vez la cantidad de alimento en cada ocasión (Sedwick, 1979), logrando incrementar de esta manera el porcentaje de ingestión, observandose cifras que van de 23.5% cuando un 10% de la biomasa era suministrada diariamente; a comparación de solo un 10% cuando el 30% de alimento se les daba de un solo golpe. No obstante, este procedimiento aumenta los costos de operación, o los costos fijos, en caso de que se compraran alimentadores automáticos.

Condrey *et al.*, (1972) sugirieron, que los rangos de ingestión, pueden ser gobernados por la sensibilidad de la glándula digestiva, la cual se regula en turno por el tiempo requerido para reducir los alimentos, a partículas lo suficientemente pequeñas, hasta conseguir incorporarlas al organismo. Los langostinos solo pueden asimilar una vez, dentro de su capacidad según la etapa de desarrollo en el que se encuentre, pero los rangos de asimilación dependen de la forma del alimento.

En general la ingestión fue directamente proporcional a la cantidad de alimento congelado y seco de Artemia, marcando así su atrayente valor (Sick *et al.*, 1973).

Se vió que los componentes de la dieta, son aceptados aún en sus distintas presentaciones, incluyendo: gel, pastas, pellets, comprimidos a vapor, hojuelas, encapsulados y secados, extruídos como espaguetis, etc. Una cantidad de mate-

rias naturales y sintéticas han sido usadas para aumentar su estabilidad en el agua. La estabilidad de las dietas en el agua es lo más deseable, por la conducta de alimentación interminante que tiene el langostino y por que se le agregan preservativos para conservar la calidad del agua, siendo así las operaciones de alimentación menos frecuentes.

Es evidente que el procesado puede hacer decrecer el valor nutricional de las dietas y sus ingredientes. Las dietas húmedas parecen ser más eficientes que las secas. Esto se debe parcialmente a la mayor filtración de solubles, a una atracción de los ingredientes y también, en buena parte, a la destrucción de componentes lábiles, en la composición de las dietas secas.

Se indican tres formas generales de preparación:

a) Inclusiones de pequeñas cantidades de sustancias coligativas específicas; tales como, los alginatos en pellets secos.

b) Dietas secas que contiene gran cantidad de sustancias coligativas que infieren otro valor nutricional, tales como alta cantidad de gluten de harina de trigo.

c) Y las pastas y jaleas, cuya consistencia se basa en el comportamiento coligativo de los mismos ingredientes de la dieta, por uniones polares hídricas.

Relaciones entre el tamaño de partículas y su forma de presentación, para los distintos estadios del langostino, deben ser explorados.

Mejor comprensión de los volúmenes de ingestión, haría menos necesario el uso de aglutinantes para asegurar los largos períodos de estabilidad en el agua de la dieta.

A pesar de la aparente gran eficiencia de las dietas húmedas, su inherente producción, almacenamiento, distribución, y los problemas al alimentar, las ha hecho menos aceptadas en términos prácticos y económicos.

El balance entre los costos de producción y su funcionalidad, serán el argumento decisivo para determinar la forma física de las dietas (op. cit.).

Para que los trabajos aislados efectuados dentro del ámbito de la nutrición, sean ampliamente útiles y represen-

tativos, se requiere de una buena regularización y normalización de las técnicas experimentales, pudiendo hacer los resultados más comparables, para ello se refiere aquí a las tablas 8 y 9, elaboradas por New (1976) con el fin de marcar las pautas para la homogeneización de la tecnología de investigación.

### 3.5 Conducta

(Para conducta reproductiva ver 3.1.3, 3.2.1; para conducta larval ver 3.2.2; para conducta de juveniles ver 3.2.3)

#### 3.5.1 Migraciones y Movimientos Locales

Como se han mencionado repetidas veces en esta sinópsis, se trata de una especie con hábitos migratorios, debido a las necesidades que su metabolismo requiere para su crecimiento. En los estadios larvarios y de postlarvas se les puede ver en los esteros y zonas salobres, pero una vez que han superado estas etapas, se les observará desafiando las corrientes de los ríos que fluyen al mar, subiendo río arriba, hasta encontrar lugares tranquilos y apropiados para ellos. Es tal su potencialidad de desplazamiento, que se les ha encontrado en charcas y riachuelos que quedan a 200 km de la costa más cercana; la misma distancia que recorren al llegar a su madurez sexual, en ésta ocasión a favor de la gravedad, se dejan arrastrar por la corriente en épocas de lluvias, o se les ve asidos a objetos o ramas que flotan sobre el cauce del río, corriente abajo (Raman, 1964). Existe una tendencia de migración diferencial en machos y hembras. Primeramente lo hacen los machos y posteriormente las hembras (George, 1969). Este instinto de migración es tan fuerte, que se les ha visto arrastrarse de charco en charco en la época lluvias, o subiendo represas hidráulicas (Ling, 1963). Sin embargo, las hembras ovadas, que por su fuerte instinto llegan por cientos a desembocadura de los ríos, al encontrar un fuerte obstáculo, se comen sus propios huevecillos. (John, 1957).

#### 3.5.2 Movimientos en masa

Durante sus primeros cuatro estadios larvarios acostumbran nadar muy cerca y en grandes grupos, cerca de la superficie del agua. Las miles de larvas jóvenes, de cada grupo, pueden nadar muy rápido, en un flujo continuo, meneándose hacia arriba y hacia abajo (ver 2.2 y 2.3).

Después cuando son postlarvas con la repentina llegada del Monzón del SW, en junio, que inunda los campos situados a bajas altitudes, señalando el comienzo de su migración hacia aguas interiores, se ve entonces a los langostinos desplazarse masivamente, dejando esteros para extraviarse en campos anegados, ríos riachuelos y lagos (John, 1957). Y con la llegada del Monzón del NW se marcará el inicio de la migración hacia aguas sólo salobres, en donde por las lluvias, se reduce la salinidad de los esteros acercándose a la concentración óptima.

### 3.5.3 Respuestas a Estímulos

Los estímulos que los obliga a seguir este patrón de conducta migratoria, son de varios tipos. El primero es de índole hormonal y metabólico; y el segundo, son estímulos del medio ambiente, tales como los ciclos de lluvia del área, que crea las presiones de corrientes que los arrastra a las desembocaduras de los ríos; o en el avance de las aguas marinas hacia los ríos, durante el monzón SW (John, 1957). Esto también tiene que ver con estímulos térmicos que la época de sequías provoca. Y, por último, la conducta colectiva, que incita unos a otros a la migración y al desove. Una reacción a la alta densidad de población y a la escasez de alimento es el canibalismo. Si varios especímenes machos se encuentran en un tanque estrecho, no habiendo un suplemento adecuado de alimento; es cuando se presenta el canibalismo. Son los machos los responsables de este fenómeno, no habiéndose reportado ningún caso en que las hembras, se alimenten de individuos de su propia especie (Ling y Merican, 1961). Responden también a estímulos luminosos por lo que, M. rosenbergii es atraído por la luz de lámparas en la noche, conducta que aprovechan los pescadores para su captura.

El alimento es localizado principalmente por sus sentidos del olfato y del tacto, por lo que, no requiere de una hora especial para alimentarse, aunque no gusta del intenso calor ni de las fuertes iluminaciones, de manera que se ven obligados a refugiarse bajo piedras o entre las raíces y tallos de plantas acuáticas alimentándose durante los horas de penumbra, hasta que el calor se abate, manteniéndose a salvo de la mirada hábil de sus captores. Cuando anda en busca de alimento, los filamentos de las antenas y anténulas se van arrastrando, barriendo su área circunvecina. En el momento que una gran pieza de comida es encontrada, la levanta y la lleva a su boca al accionar conjuntamente el primer y segundo

par de pereiópodos. Si pequeñas piezas de alimento son encontradas, éstas serán tomadas individualmente y llevadas a su boca, una por una, por las pinzas del primer par de pereiópodos. Inmediatamente que la partícula es tomada por su boca, las pinzas vacías burcan emplearse otra vez y frecuentemente se les ve sosteniendo dos piezas de alimento en cada pata, mientras que al mismo tiempo está comiendo otra partícula (Ling, 1969). La estrategia alimentaria que presentan los machos difiere de la de las hembras, quizás debido a la diferencia en longitud de su segundo par de pereiópodos, por ejemplo; si una carnada se sumerge en el agua quedando suspendida por un floteador, el macho antes de ingerirla se detendrá lejos de la carnada (25-30 cm) lo suficiente para que con su segundo par de pereiópodos bien estirados la pueda tocar y, de un solo movimiento, jalar la carnada hacia su boca con los quelíceros. Mientras que la hembra en las mismas condiciones, nada hasta la carnada y la trata de desgarrar con sus mandíbulas conservando el equilibrio nadando todo el tiempo. En el primer caso los pescadores observarán que el flotador se sumerge de un golpe en el agua. De otra forma, solo se le ve tambalear de abajo hacia arriba (John, 1957).

Los langostinos viejos también son voraces al comer, pero, son más lentos y cautelosos que los juveniles. Algo notable es que las hembras ovíferas rara vez toman alimento aunque se les ha llegado a ver comer normalmente (John, 1957). Las larvas de langostino no buscan activamente su comida, lo que significa un problema para su crianza (New y Singholka, 1982).

Durante la estación de máximo desove, de marzo a mayo casi solo hembras ovadas se encuentran; lo que muestra que hay un discreto hábito de agrupamiento de sexos para propósitos de desove. Porcentajes de machos inmaduros y de hembras, en la misma zona, muestran una tendencia de migración diferencial, los machos aparecen en el área pesquera más temprano (principios de enero), mientras que las hembras entran al estero posteriormente, durante los meses de marzo-abril (Rajyalakshmi, 1961 y 1964; Rao, 1967, George, 1969).

#### 4. EXPLOTACION

##### 4.1 MECANISMOS DE PESCA

Las artes que se manejan en el sistema estuarino, aún cuando esta especie es capturada con cualquier tipo de red, normalmente son capturados en trampas (Bithi y Duarbithi), auxiliados con arbustos (Kumor), se realiza una pesca ligera de redes para lanzar, las cuales generalmente sirven para langostino en zonas de agua dulce o de estuario. Las operaciones comprenden un arrastre hecho durante la marea baja, debido a los hábitos alimenticios sobre el fondo. Las trampas se localizan a lo largo del río en las zonas de agua dulce, sobre los bancos. Estos son conservados en lo más alto de la pleamar y los langostinos se sacan durante la baja mar. Para pescarlos se utilizan arbustos, ramas y ramitas, que son puestos en los bancos de los ríos, cuando la profundidad del agua no es mayor de dos brazas ó 3.35m, permitiendo que las hojas se descompongan durante 2 semanas. Entonces, aprovechando la baja mar (Kumor jal), una red de arrastre de 9 m a 12 m de longitud y 12.7 m o a 25.4 mm de luz de malla, con plomos de tierra; es puesta alrededor de los arbustos. Mientras el ramaje es sacado, el fondo de la red es gradualmente achicado, centripetamente, y después de unida por sus extremos, dos o tres pescadores acarrear al final la red. Las redes de lanzamiento (Khapla) son generalmente operadas, durante la marea baja, en aguas que llegan a la rodilla, donde el fondo es accidentado y áspero. En las zonas de gradientes del estuario con las atarrayas (Thor y Boenjals), se capturan generalmente varias especies masivamente con atarrayas (Malecha, 1978).

Existen redes exclusivamente para langostino, como "morsjals" y "sitkijals", las que también se operan, cerca de la costa, en algunas áreas.

En el sistema fluvial del Pamba y aguas contiguas y tranquilas, la pesca de esta especie es generalmente llevada a cabo por pescadores individuales, los que usan principalmente "veechu vala" (atarraya) o "ottal" (un aparejo cónico abierto por ambos extremos, hecho con bandas delgadas de bambú) con la ayuda de una pequeña canoa o piragua. Ocasionalmente varios tipos de redes de arrastre, tales como "vañi vala", "koru vala" y "peru vala", también atrapan pequeñas cantidades de estos langostinos, junto con otros peces. "Vatta vala" y "anta vala" (una red de arrastre) son utilizadas para capturar estos langostinos, de entre vegetación sumergida. Mientras que en la pesca con atarrayas, se utilizan unos cebos que son hundidos marcando su posición, con palos. Se dejan algún tiempo para permitir

que los langostinos se aproximen al cebo, la atarraya se opera sobre el cebo. Este tipo de pesca es usualmente llevada a cabo durante la noche, en una profundidad que va de 3 a 6 metros. "Ottal" es usado en áreas someras de 1-2 m de profundidad. El mismo tipo de cebos se atan o fijan a unos flotadores pequeños, son hundidos o sumergidos en el fondo y cuando se ve el flotador moviéndose, el "ottal" es sumergido alrededor y los langostinos se colectan con las manos. (op. cit.).

Vadi vala es usado para pescar en aguas someras de los ríos y aguas tranquilas. En algunos lugares del norte del lago del Vembanad, entre Vaikom y Cochin, el langostino también es capturado con anzuelo y línea.

Botes pesqueros: La mayoría de las operaciones pesqueras de esta especie, se realizan en aguas someras y cerca de los bancos, los botes no son empleados generalmente en la pesquería. Sin embargo, en operaciones de aparejos, tales como "veechu vala" se requiere una pequeña piragua o canoa, que es operada por una sola persona (op. cit.).

#### 4.2 AREAS DE PESCA

M. rosenbergii sostiene una lucrativa pesquería en el sistema fluvial asiático y aguas contiguas de Kerala. Es capturado casi desde las regiones del sur del Lago de Vembanad, así como en los del Lago de Kayamkulam y de los ríos importantes que desembocan en él, llamados Muovattupusha, Meenachil, Pamba y Río Avhankoil.

En el sistema estuario del Hooghly, esta especie tiene una considerable pesquería, en zonas de aguas dulces del Río Hooghly, los Ríos Roopnarayan, Ichamati, Iraguaddi, Salven, Bramaputra, Pamba (John, 1957).

La zona de gradiente de estos ríos, también comprende una pesquería de langostino, en Bengala en "bheris" (tipo de aparejo). (Wickens, 1976.)

#### 4.3 TEMPORADAS DE CAPTURA

En las aguas mansas de Kerala la pesquería comienza en mayo y junio, alcanzando su máximo en julio, agosto y septiembre, posteriormente declina después de noviembre.

En las zonas de agua dulce del Río Hooghly, aunque la pesquería es activa durante todo el año, la época principal dura

de mayo a junio y de agosto a diciembre, con su máximo período de agosto a noviembre. En la zona de gradiente del mismo río, la pesquería principalmente confinada a la región Ulubaria-Fuleswar es, desde finales de febrero a julio, cuando está concu- rridá por hembras ovadas y en estados de madurez. Según Pao (1969) también el máximo período es durante el monzón. (Malecha, 1978.)

## 5. PROTECCION Y MANEJO

### 5.1 MEDIDAS REGULADORAS LEGISLATIVAS.

Desgraciadamente no ha habido ninguna legislación al respecto y las que se han llegado a sugerir han sido omitidas (John, 1957), tanto en los lugares donde es nativa esta especie, como en aquéllos a los que se ha trasladado para su cultivo y expansión.

En lo que a nuestro país corresponde se puede decir también que no sólo para M. rosenbergii, sino que tampoco para los langostinos nativos hay ninguna legislación en el sentido de temporadas de vedas, o restricción de las artes de pesca o de establecimiento de áreas de protección, sino que además, ni siquiera se tiene ninguna restricción sanitaria en su importación, ni en su introducción a los cuerpos de agua nacionales donde conviven con otras especies de su género.

Aunque no se han reportado epizotias alarmantes entre las poblaciones de langostinos (nativos o malayos).

Lo que sí ha venido a repercutir en detrimento de las poblaciones nativas de los langostinos (M. tenellum, M. carcinus, M. ohione, M. americanus, M. acanthorus, etc.) es la falta de zonas de protección para estas especies que se ven afectadísimas con la construcción de grandes presas y plantas hidroeléctricas, así como por la sobrepesca.

### 5.2 CONTROL DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL MEDIO AMBIENTE

#### 5.2.1 Confinamientos Naturales y Artificiales

Entre las medidas tomadas para la perpetuación, el estudio y la explotación de esta especie, varias instituciones y asociaciones han reservado las áreas de procreanza de M. rosenbergii, cercanas a los esteros, para que con ayuda de mallas, empalizadas o construcciones expofeso se les pueda estudiar o proteger de su más terrible depredador, el hombre; y manejarle así durante aquellas etapas de su ciclo de vida, previas a que alcance la talla comercial en la que puedan cosecharse para su consumo y aprovechamiento (Wickins y Beard, 1978).

Existen de forma natural áreas de confinamiento a donde las postlarvas de M. rosenbergii quedan atrapadas por la evaporación al empezar la época de sequía, siendo éstas, las tierras inundadas por las lluvias del Monzón, como los campos de arroz,

canales de riego, charcas y zanjas, que se prestan para un semicultivo muy rudimentario y artesanal.

Sin embargo, en la actualidad se ha desarrollado una tecnología tan avanzada y sofisticada como las carencias que presenta el medio para el establecimiento a nivel internacional del cultivo comercial de M. rosenbergii (Wear, 1979).

#### 5.2.2 Estanquería para el cultivo de langostino (New y Singholka, 1982)

Para el cultivo de Macrobrachium rosenbergii se requiere de una serie de estanquería de diversas características, que para su mejor comprensión, se dividirá el cultivo de este langostino en dos fases: la primera fase es la que comprende la producción de postlarvas y se le llamará estanquería de crianza o para producción de postlarva; la segunda, es en la que se lleva a los langostinos a su talla comercial y se llamará estanquería de engorda.

A continuación se describirá uno por uno, cada tipo de estanquería y sus alternativas de producción en caso de haberlas; en el entendimiento que se dará preferencia al sistema de estanquería más adecuada a nuestro país.

#### Tanques para larvas:

Hay muchos diferentes tipos de contenedores que son utilizados para el crecimiento de las larvas de langostino, incluyendo tanques circulares de fondo plano, hechos de plástico, utilizando tubos de gran diámetro, convirtiéndolos en estanques al cubrirlos por su parte inferior; tanques circulares de plástico de fondo cónico, tanques de madera revestidos de plástico y hasta jarras para agua hechas de loza de barro invertidas. Se ha encontrado también que los tanques rectangulares son los más prácticos para usarse. Los tanques circulares pequeños son buenos también, pero una vez que la escala de operación se incrementa, se debe tener o un tanque de gran diámetro o numerosos tanques pequeños; ambas alternativas se tornan pesadas para su operación y al final se vuelve costoso en términos de espacio; del número de tubería que se requiere instalar, de la mano de obra, etc. La ventaja principal de un tanque rectangular es que sólo se altera su longitud y de esta forma, su tamaño se incrementa. Un tanque de 10 m<sup>3</sup> es adecuado y justo para una alimentación accesible, para la limpieza y para la inspección larval, tanto como un tanque de 1m<sup>3</sup>.

Los materiales más adecuados para la construcción de los tanques variará de sitio a sitio. En la elección del material para la construcción del tanque y para las tuberías, bombas, etc., se debe hacer notar que el cobre y el zinc (así como sus aleaciones), el acero galvanizado y el concreto simple, se han distinguido por su toxicidad para las larvas de langostino. Si los estanques hechos de plástico rígido, fibra de vidrio o de madera cubiertos con plástico, pudieran ser lo suficientemente baratos o accesibles en su presupuesto, se debe preferir ésto. Los tanques originarios de Hawaii son de fibra de vidrio en su interior, con una capa de refuerzo hecha de concreto fraguada homogéneamente de un solo golpe por encima de su exterior para su mayor resistencia. Cuando en la localidad hay facilidad de comprar un concreto de buena calidad o blocks huecos de concreto aligerado de alta resistencia, la construcción de los tanques con este material es ideal. Los tanques construidos con blocks huecos deben ser reforzados con varillas de acero vertical. En ambos casos conviene que la superficie interna esté recubierta por varias capas de resina epóxica pura para prevenir que del concreto goteen químicos dañinos y para proveer una superficie lisa al langostino.

Los tanques cuyos interiores están coloreados de tonos oscuros parecen dar mejores resultados, sin embargo al respecto existen otros criaderos que han tenido éxito poniendo colores claros.

El acabado liso de la superficie y el redondeamiento de todas las partes esquinadas que tengan ángulo recto en el tanque, (las paredes de los lados que se encuentran con el fondo) facilita la limpieza del tanque, reduce la superficie disponible para el crecimiento de algas, bacterias, protozoarios y también aumenta la resistencia del tanque en aquellos casos donde el concreto reforzado no se utilizó. De hecho, cualquier material es usado para la construcción de tanques, pero es esencial envejecer el tanque nuevo, poniéndolo a remojar con varios cambios de agua salobre durante varias semanas. Esto permite que los materiales tóxicos solubles goteen y salgan. Y después de esto, se requiere dar recubrimiento de resina epóxica al tanque.

Un tamaño interno conveniente para estos tanques rectangulares es de  $14 \text{ m}^2$ , con un nivel de agua de 70 cm. sostiene aproximadamente  $10 \text{ m}^3$  de agua. Internamente los tanques son de un metro de profundidad, dos metros de ancho y siete metros de longitud. Las tomas de agua y aire están dispuestos en un extremo del tanque y los desagües en el otro. (Fig. 40).

El fondo del estanque es inclinado ligeramente hacia la parte del dren. Un drenaje móvil que se puede voltear hacia abajo, que tenga 10 cm. de diámetro es lo más utilizado. Este debe estar protegido por una plantilla de fibra de vidrio (Fig. 41) para prevenir las pérdidas de larvas durante las operaciones de recambio de agua. Se debe proveer al tanque de una vigozoza aireación a través de dos o tres tubos de PVC rígidos, o por medio de una tubería de plástico flexible, lastrada y apoyada en el fondo del tanque paralelamente a su eje longitudinal, esta tubería debe tener un grosor de 1.2 cm ( $\frac{1}{2}$ " ) que es el adecuado para un tanque de 10 m<sup>3</sup>.

Al parecer los tubos o tuberías flexibles con pequeñas perforaciones dan menos problemas que las piedras para aireación. Los tanques larvarios deben ser cuidadosamente construidos para que no goteen posteriormente. Esto significa que deben tener resistencia, o poseer cimientos bien compactados desde su formación, pudiendo soportar 10 m<sup>3</sup> ó 10 ton. de agua (más su propio peso). Los vaciados de concreto o los trabajos de revestimiento deben ser continuos para que el concreto no fragüe por secciones creando lo que en construcción se llama juntas frías. De hacer ésto, se incurriría en fallas que resultarían a la postre en fisuras o goteras laterales en las coyunturas de las paredes de los tanques.

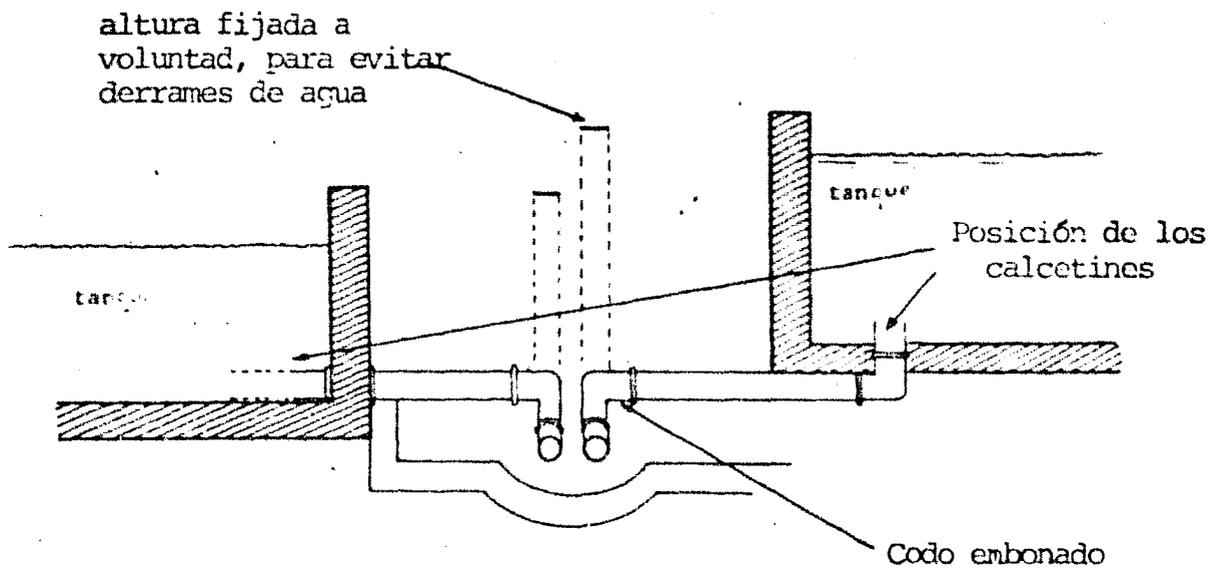
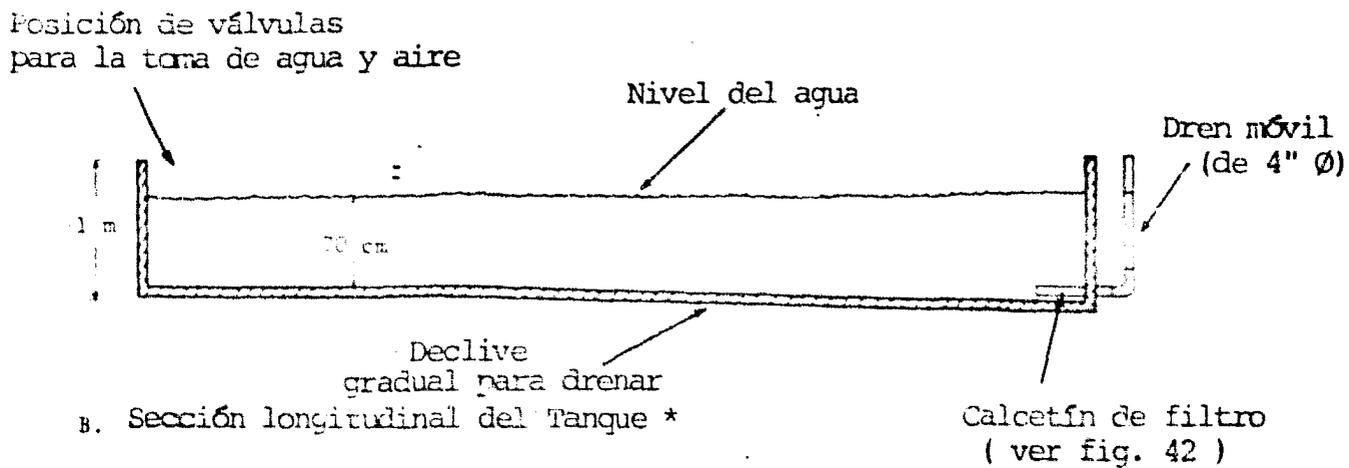
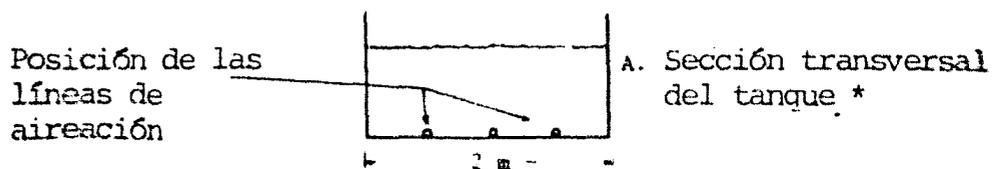
Los tanques larvarios deben estar ubicados lo suficientemente en alto para que ellos puedan drenar por gravedad, operando su tubería de drenaje voltéandola hacia abajo. Se deben construir canales de drenaje ya sean de teja, de block revestido o de concreto, para que se lleven lejos el agua drenada del criadero, sin que éstas socaven los cimientos de los tanques.

En la Fig. 42, podemos observar los dibujos de los tanques en una sección transversal. Al principio vemos las posiciones de los tubos de aireación y de agua que entran en el estanque por la parte donde no existe ninguna pendiente, lográndose apreciar así, la pendiente gradual que existe para drenar. La altura total del tanque es de un metro, el nivel del agua llega a 70 cm y el calcetín que tiene por filtro se acomoda a la tubería de drenaje que puede ser móvil; todo esto en una sección longitudinal del tanque. En el dibujo a mayor detalle de esta misma sección, se pueden observar los drenes de los tanques con sus codos móviles conectados para que puedan ser levantados a la altura que se requiere, manteniendo así el nivel de agua deseado o de lo contrario bajándolo para drenarlo a la altura más conveniente, que no permita que al llenarse o sobrellenarse el tanque, éste se derrame.

En un mayor detalle del acercamiento del dibujo de los filtros, el calcetín que tienen por tamiz los drenes para impedir la salida de las larvas de los tanques, se observa enfatizando en el codo móvil, ilustrando así como se maneja.

El calcetín del filtro consiste en una pieza de tubo de PVC de 4"  $\emptyset$  (cuatro pulgadas de diámetro) y 60 cm. de longitud, el cual se inserta a presión en un paso cercano al muro del tanque o a la salida de fondo del tanque. Este filtro puede ser fácilmente removido de donde se asienta. Tiene un número de pequeñas perforaciones taladas en su extremo final (ver Fig. 40-A) a través de las cuales se pueda insertar un gancho. El tubo de PVC debe estar recortado en toda su superficie externa y recubierto con malla de mosquitero, la cual puede ser fijada con pegamento de PVC en los puntos A y B a lo largo del eje formado entre estos dos puntos, atándolo. Este calcetín o tamiz del filtro puede ser retirado para su limpieza o reemplazado por algún otro que contenga una malla de mayor tamaño. Inicialmente la abertura de la malla no debe ser mayor de 250 milimicras, utilizadas cuando las larvas se convirtieron ya en postlarvas.

Los tanques pueden estar al descubierto, pero una sencilla sombra debe procurársele para que no exista la posibilidad de que la temperatura del agua se eleve mucho (para ello se deben utilizar hojas de palma o de bambú, o en su defecto láminas). Por el contrario, los tanques pueden estar alojados dentro de una estructura plástica del tipo de "Greenhouse" para elevar la temperatura del agua y tenerla cercana al óptimo, en aquellos lugares donde la temperatura del aire es baja durante la mayor parte del año. Si los tanques están alojados dentro de locales, se debe tener cuidado para proveerles de cierta iluminación.

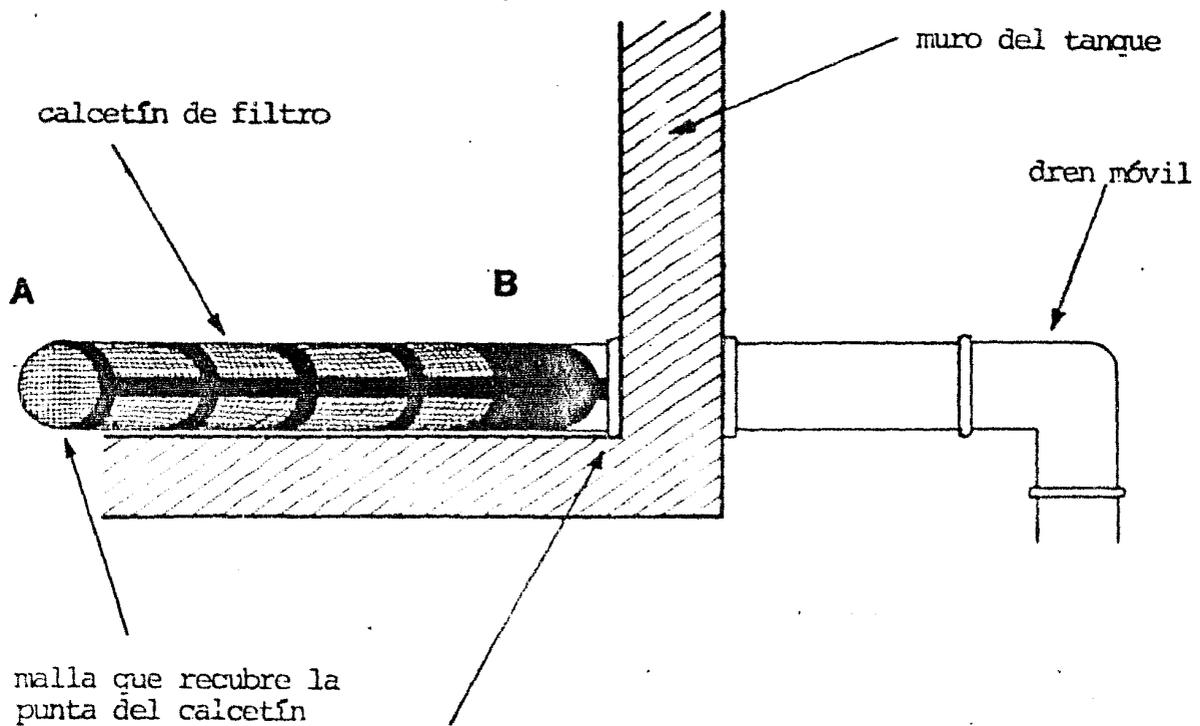


C. Detalle del Dren móvil

D. Codo móvil, alternativa de drenado

Figura 40.- Diseño del Tanque Larvario.

\* No está a escala.



el calcetín puede estar en posición horizontal o vertical

Figura 41.- El calcetín de Filtro del tanque larval.

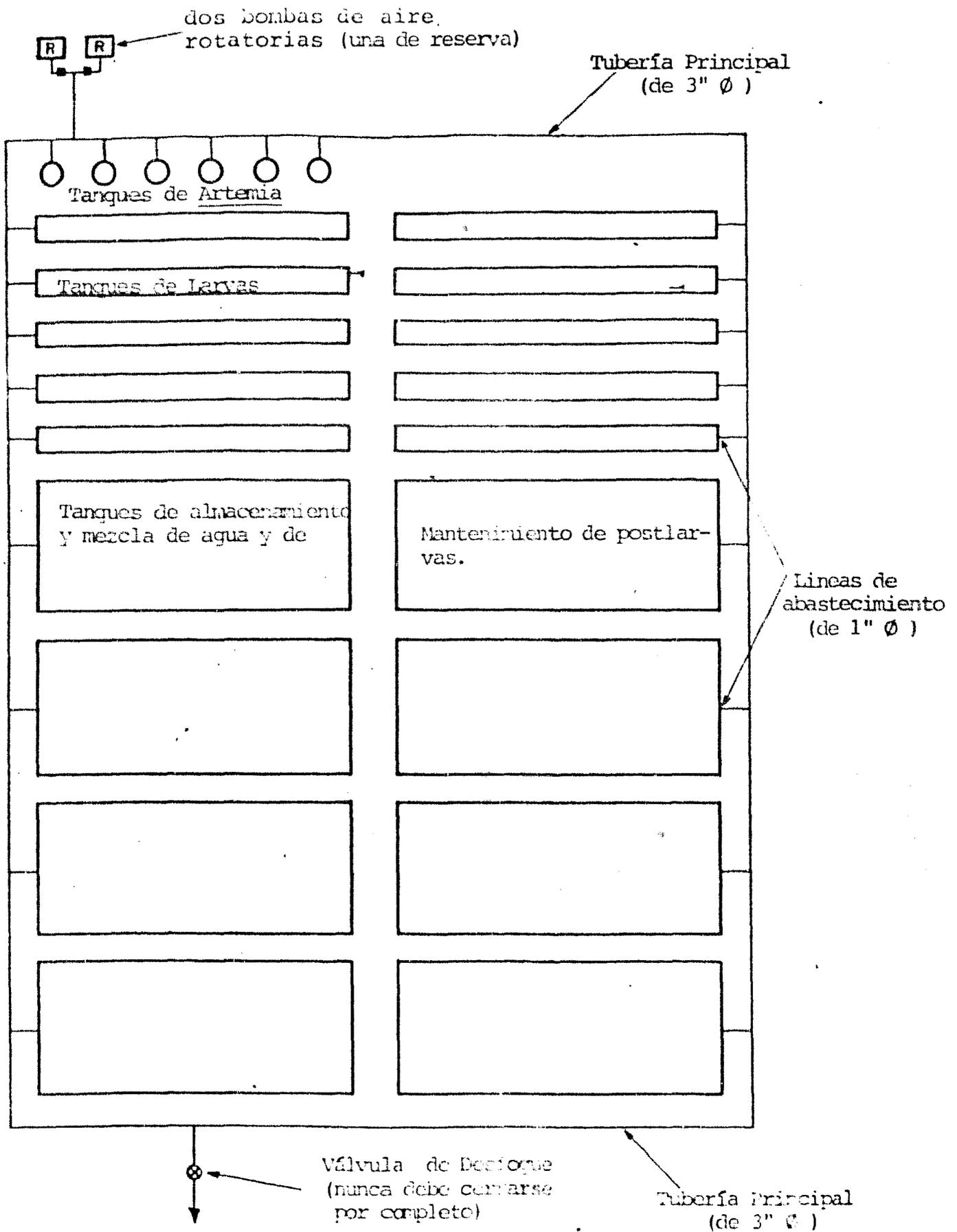


Figura 42.- Sistema de Distribución de un Criadero de Larvas.

\* No a escala.

### Tanques de mantenimiento para postlarvas y tanques de mezcla:

Los estanques para el mantenimiento de las postlarvas antes de su distribución, llamados también de alistamiento y los tanques para mezclar el agua salobre, son necesarios en el criadero. Como en el caso de los tanques larvales, los métodos de construcción, el tamaño y la forma debe variar según el sitio y la escala de la empresa productora de postlarvas. Se ha encontrado que la capacidad más apropiada para esa estanquería es de 50m<sup>3</sup> y los tanques más convenientes son aquéllos construídos de concreto o de block revestido de concreto. Sus diseños son similares a los tanques de cultivo de larva a excepción de que estos tienen 7 m de ancho x 10 m de largo en lugar de 7 m x 7 m.

De ser posible, los tanques utilizados para la mezcla de agua salobre o para el almacenamiento de agua marina o agua dulce, puedan estar elevados, para que así la mezcla de 12 ppm sea distribuida a los tanques de larvas por gravedad. El criadero debe tener una capacidad total de almacenamiento, así como una capacidad de mantenimiento de postlarvas y de mezcla de aguas, de alrededor de cuatro veces el volumen de sus tanques de cultivo larval (para el ejemplo que se está manejando, cuatro tanques de 50 m<sup>3</sup>, o dos tanques de 100 m<sup>3</sup> cada uno, se requiere por cada cinco tanques de cultivo larval de 10 m<sup>3</sup>). Esta capacidad se necesita para permitir un adecuado almacenaje de agua, para dar tiempo de tratamiento y de mezcla de ésta en la producción de aguas salobres a 12 ppm y para proveer un espacio de postlarvas antes de que se distribuyan.

### Aire:

Un aireador libre de aceite es mejor que un compresor de aire para proveer de aireación al criadero, supliendo así de altos volúmenes a bajas presiones de aire no contaminado como se requiere para el criadero. El suministro de aire a altas presiones que nos da un compresor, no es un requerimiento normal del criadero, excepto por los filtros de vaciado. Un aireador de 200 CFM (5.6 m<sup>3</sup>/m del tipo de aplaudidor o símil) es suficiente para suplir de aire a un criadero capaz de producir 20 millones de larvas al año.

Cada tanque de larvas, de mantenimiento de postlarvas y de mezcla de agua, debe tener un suplemento adecuado de aire, así como los contenedores para hacer eclosionar Arteria salina.

Es importante asegurarse, que el fluido del aire de un tanque, no esté afectado por otro número de tanques en operación, o por la operación de válvulas sobre tanques adyacentes. Esto se puede conseguir por un sistema de distribución principal de un gran calibre, de entre 2 ó 3" (5 ó 7.5 cm) de ancho, que vaya en círculo (ver Fig. 42) con pequeñas columnas de alimentación de aire de  $\frac{1}{2}$ " (1.2 cm) ó 1" (2.5 cm) por cada tanque. El aireador debe tener un gran tamaño para que pueda proveerse de un máximo uso con un exceso de aire, el cual debe ser vaciado a través de la válvula del círculo principal, mismo que puede ser ajustado de acuerdo a las necesidades y requerimientos del criadero, día a día.

El sistema de aireación es una parte vital del criadero. La distribución de este sistema, debe estar enterrado o protegido de los peligros de accidente. Esto puede ser logrado al ponerlo bajo una capa de grava de 4" (10 cm) de espesor o una capa de arena, aún cuando el criadero se encuentre bajo techo o a la intemperie.

El cubrir cualquier tipo de tubería de aire para criadero, con concreto, no es una medida recomendable.

Para que se trabaje como se requiere, debe tenerse disponible todo el tiempo un motor y un aireador de repuesto. Una rotación mensual de los aireadores es una buena práctica, así como que sean checados diariamente ambos aireadores para su buen funcionamiento. Preferentemente, el aireador de repuesto debe estar permanentemente lastrado y alambrado en su sitio para que pueda activarse el sistema inmediatamente que ocurra una falla de otro aireador. En un sistema sofisticado de crianza, puede haber un censor indicador de presiones acoplado al sistema de distribución de aire, el cual active el aireador de emergencia automáticamente, cuando ocurra una falla al otro aireador.

### Distribución del Agua

Los sistemas de distribución de agua varían ampliamente de uno a otro criadero. Muchos criaderos están contruidos con sistemas de distribución muy elaborados que abastecen de agua marina, agua dulce y agua salobre a cada tanque, sólo que este sistema está cayendo en desuso.

Estos sistemas son frecuentemente abandonados debido a que su instalación en línea, bombeando con una línea varios estanques, permite que existan fallas y alberca temores de que la

calidad del agua, debido al uso del agua estancada en la tubería durante un tiempo, se pueda propagar entre a otros estanques. Los sistemas de distribución de agua en línea están siendo reemplazados por tubos flexibles y bombas sumergibles.

Las bombas sumergibles son fáciles de usar si el criadero es compacto, pero su uso indiscriminado entre los suplementos de agua tratada y no tratada, provocan contaminación y resulta peor aún, porque posibles enfermedades pueden ser transmitidas de un tanque de cultivo a otro. Es preferible utilizar un sistema de bombas sumergibles que un sistema de bombeo en serie o en línea y con su sistema de distribución, como se mencionó anteriormente. La gravedad puede reemplazar el bombeo para la distribución del agua a los tanques larvales, si los tanques de mezcla de agua salobre se encuentran en posición elevada.

El tamaño de las bombas debe de homogeneizarse tanto como sea posible, para minimizar el número de bombas refaccionarias necesarias. También se debe poder reemplazar una bomba descompuesta rápida y simplemente, y la de reserva debe funcionar bien y encontrarse en su sitio todo el tiempo. No es necesario tener más de una válvula de tubería suplementaria para cada tanque larvario. En la Fig. 43, se muestra una distribución de agua conceptual. Las válvulas de agua de los tanques deben estar diseñadas para que éstas puedan desviar del tanque el agua y hacerla derramar antes de que caigan directamente al tanque. Esto evita el peligro de la entrada de agua estancada a los estanques de cultivo larval y también el uso de agua muy caliente la cual, por lo general, sube su temperatura al permanecer en las tuberías.

#### Descarga:

Gran cuidado se debe tener para que la descarga del criadero, después de haber utilizado el agua, no contamine los suministros de agua que entran al criadero, tanto para el caso de agua dulce como de agua marina. Esto es particularmente importante cuando los recursos superficiales de agua se utilizan. En un criadero costero que utiliza la superficie del agua marina, las características de la marea y de la corriente deben ser tomadas en cuenta para determinar la ubicación de la toma, en relación a la afluente de descarga del criadero. Para el caso en que se utiliza la superficie del agua del río para la toma de agua dulce, la descarga debe localizarse abajo del punto donde se esté haciendo la toma.

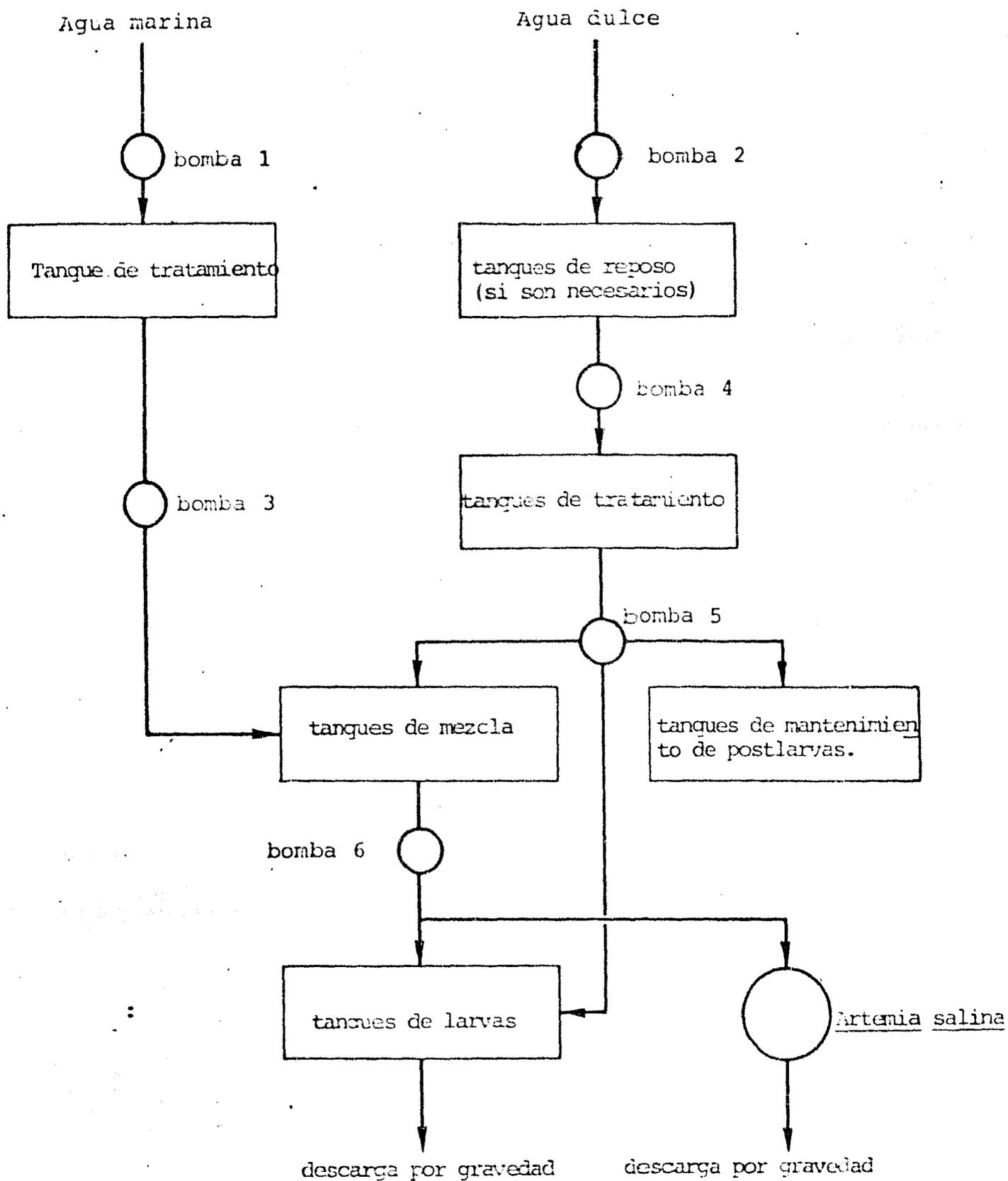


Figura 43.- Ejemplo de una ruta de distribución de agua en un Criadero de producción de postlarvas.

### Bombeo:

Las bombas deben ser elegidas para que llenen apropiadamente los tanques al límite máximo requerido y no a su rango promedio. No hay nada más molesto que el esperar el llenado lento de un tanque, debido a una bomba de poca potencia.

El cobre y el zinc son tóxicos para los langostinos de agua dulce, pero ellos no deben dar ningún problema en el uso del bombeo aunque las bombas contengan aleaciones de estos metales, (los cuales son muy frecuentemente elegidos particularmente para bombear agua marina, debido a su resistencia a la corrosión) ya que el agua pasa a través de la bomba solamente una vez. Las bombas que se sumergen en el agua, o acuéllas que son parte de un sistema de circulación, deben tener esas partes que tienen contacto con el agua, hechas de materiales inertes, tales como plástico. El aire de empuje de las bombas es también extremadamente útil para la recirculación del agua, o para su transferencia, de un tanque a otro.

Información útil sobre las bombas y el bombeo para los criaderos y los estanques, están dadas por Jamandre (1977).

A continuación se enlista parcialmente el equipo general para el criadero:

- a) cubetas
- b) reglas
- c) redes
- d) mallas
- e) tubos flexibles
- f) piezas de recambio para el equipo eléctrico
- g) piezas de repuesto para la tubería de PVC y las válvulas
- h) pintura de resina epóxica
- i) equipos para reparar fibra de vidrio
- j) herramientas
- k) cepillos
- l) equipo de transporte de las postlarvas (bolsas, tanques, botellones de oxígeno), etc.
- m) drogas y químicos para la prevención de enfermedades, y
- n) equipo de cocina para la preparación de alimentos

### Técnicas Alternativas en los Criaderos

Hay muchas técnicas alternativas usadas para el cultivo de larvas de langostino, distintas a las que se detallaron anteriormente; algunas de estas técnicas se mencionan a continuación:

### Cultivo en Tanques Cónicos

Una técnica intensiva para el cultivo de la larva de langostino, la cual produce sobre 50 postlarvas/lt., ha sido desarrollada por Aquacop (1977; 1979 a). Esta técnica ha sido adoptada actualmente por un criadero en Indonesia (Suharto *et al.*, 1982), reportaron un índice de producción de postlarvas de entre 60 y 110/lt. La técnica sofisticada incluye el uso de tanques cónicos fabricados con fibra de vidrio, un sistema de agua clara, y un recambio total diario del agua, el control de la temperatura, y una rutina de administración de antibióticos y la cloración del agua.

### Sistemas de recirculación

Los sistemas de recirculación comprenden el uso de filtros biológicos, que se han ido desarrollando para conservar el uso del agua y de la energía. Estos sistemas van desde los muy simples utilizados en pequeños criaderos (Singholka y Sukapunt, 1982), hasta sistemas experimentales que comprenden el uso de ozono (Menasveta, 1982) para su utilización en grandes criaderos de langostino en Honduras (Wulff, 1982).

Esta técnica comprende ultimamente, un recambio de agua de seis veces por día en el tanque de cultivo larval, a través de un filtro biológico y no se agrega agua de no ser la que se tiene que reemplazar por pérdida de evaporación. Antes de utilizarse el agua del criadero esta es clorinada, la temperatura es de 25 a 35/lt. en menos de cuatro semanas de rutina.

En la forma simple de esta técnica, (la cual reduce el consumo del agua del criadero enormemente y hace posible la instalación de criaderos dentro del continente lejos de la costa) consiste en una recirculación de agua del criadero larval a través de un filtro graduado de arena y grava.

El agua puede ser recirculada también por medios mecánicos (Menasveta, 1982) o bombeándola a presión.

### Criaderos no costeros

A pesar de que el sitio ideal para establecer un criadero de producción de larvas de langostino es un lugar costero, muchos granjeros cultivadores de langostino han establecido su criadero en su traspatio, en sitios muy adentrados del continente (Singholka, 1978) donde el suplemento de agua marina debe ser transportada en camión, lo cual es considerablemente caro. Y esperan que a través del desarrollo de un sistema simple de

recirculación (Singholka y Sukapunt, 1982) éstos pueden reducir el costo de sus criaderos.

El agua marina artificial es también utilizada en estos criaderos, pero es muy cara. Recientemente aparece un reporte de experimentos preliminares en donde se comunica el uso de residuos de la evaporación de las salinas (Tunsutapanich, 1980a). Esto nos da la posibilidad de establecer criaderos de langostino en el continente tanto como en las áreas costeras o en las salinas.

#### Operación de un Criadero Productor de Postlarvas

Aunque la operación de un criadero de postlarvas depende mucho de la cantidad de recursos humanos económicos y materiales de que se disponga, existe un orden óptimo de operaciones forzosamente necesarias a realizar en el criadero, por lo que se recomienda consultar el manual para el cultivo de Macrobrachium rosenbergii (New & Singholka, 1982).

#### Descripción de la Estanquería para Engorda

En cuanto a forma y tamaño, los estanques rectangulares son los más adecuados para el tipo de cosecha por medio de red, usualmente practicado en los estanques de engorda en las granjas de langostino. Se debe considerar que la anchura máxima del estanque no exceda aquel tamaño de la red con la que convencionalmente se cosecha de un extremo a otro del mismo. Una anchura conveniente es la de 30 m, aunque anchuras superiores a los 50 m sean redeadas en Tailandia. (Recordemos que en este caso se cuenta con mano de obra especializada.) La longitud del estanque depende parcialmente de la topografía del sitio.

El tamaño de los estanques más fácilmente manejables, se encuentra entre los 0.2 y los 1.6 ha. Si consideramos fija la anchura de 30 m, un estanque de 0.6 ha. debe tener 200 m de largo. Los estanques angostos deben estar orientados para que los vientos soplen a lo largo de su eje longitudinal hacia la parte final del dren.

Los grandes estanques son constituidos normalmente más angostos de 30 m. de ancho y frecuentemente se drenan al cosechar. Si una gran cantidad mayor de 30 kg. de langostino podría abrumar el mercado y reducir los precios, sería congruente tener estanques desaguables de un área mayor a 0.15 ha. La productividad se supone que es de 2000 kg/ha en cada cosecha.

Estanques más anchos pueden también ser redeados, pero no tan eficientemente como los angostos.

### Profundidad

La profundidad debe de tener entre 0.9 m con un mínimo de 0.75 m y un máximo de 1.2 m. Los estanques muy profundos son difíciles de manejar y aún los de la profundidad recomendada, tienen que ser parcialmente drenados, o bombear fuera el agua, para facilitar las operaciones de redeo hasta el fondo del estanque. Los estanques someros sin embargo, son demasiado calientes y propician el crecimiento de plantas acuáticas con grandes raíces.

El fondo del estanque debe ser liso (Fig. 44), no deben tener proyecciones de rocas o muñones de árboles en los cuales pudiera atorarse la red. Esta debe de ir resbalando gradual y continuamente desde el extremo de la toma de agua hacia el otro extremo donde se drena, no deben existir huecos en donde se estanque el agua y los langostinos queden atrapados y mueran.

Para estanques de 0.4 ha. o mayores, se sugiere una pendiente de 1:500 y para estanques más pequeños de 1:200.

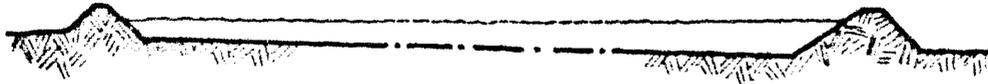
### Bordos

Los bordos deben tener un borde libre de al menos 60 cm. por arriba del nivel del agua. Estos deben ser también lo suficientemente altos como para proteger a los estanques de corrientes exteriores.

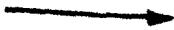
Una comparación adecuada tanto en la construcción de los bordos como en el tratamiento del fondo del estanque para maximizar la retención del agua. Cuando las características de retención del suelo no son muy buenas, un material esencialmente impermeable debe traerse de fuera. Este material debe extenderse bajo el nivel del fondo del estanque. (Fig. 45).

La pendiente interna de los bordos debe ser preferentemente de 3 a 1 en áreas arenosas y nunca menor de 2 a 1. (Fig. 46.) La pendiente externa debería ser preferentemente de 2 a 1 y nunca menos de 1.5 a 1. El ancho del bordo debe ser mayor de 2 ó 3 m en un extremo del tanque, usualmente el extremo del dren o desde donde las redes de cosecha son jaladas, así como los camiones pueden traerse muy cerca de los estanques para la entrega y transporte de postlarvas y alimento, así como para la

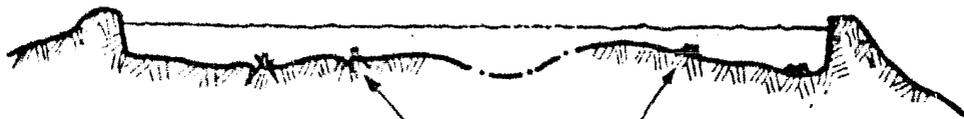
Dirección de los vientos prevaletientes



Dirección de la pendiente natural del suelo.



CORRECTO



ruñones de árboles y arbustos

INCORRECTO

Figura 44.- Siluetas correcta e incorrecta del fondo de un estanque. Sección longitudinal no a escala.

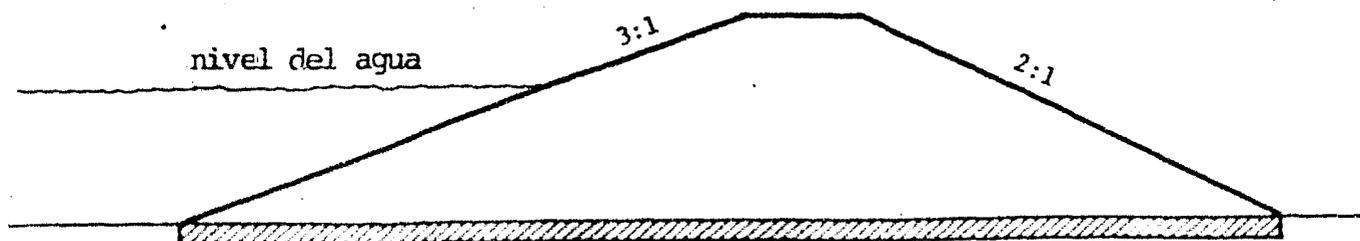


Figura 46.- Ejemplo de la construcción de un Bordo en un área donde hay materiales impermeables.

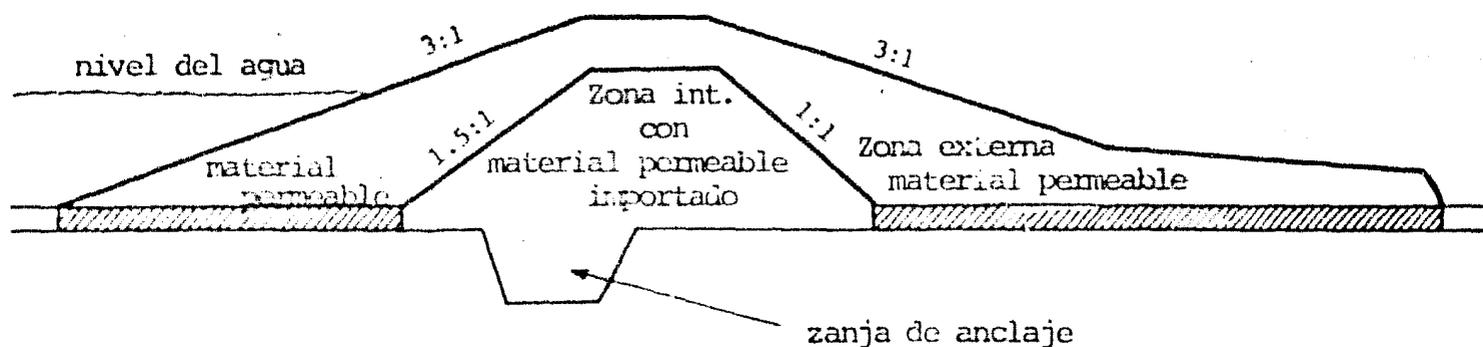


Figura 45.- Ejemplo de la construcción de un Bordo en una zona de materiales permeables.

La superficie del suelo y la materia orgánica existente debe removerse antes de que el borde se construya.

selección de los langostinos que alcanzan tallas comerciales. En granjas de gran tamaño, particularmente donde se emplea la difusión mecánica, debe instalarse una ancha superficie de bordo sobre uno de los lados longitudinales del estanque así como en uno de sus lados extremos.

### Tratamientos

No es normal que sea tratada la totalidad de agua que entra a un estanque de engorda, excepto por medio de un tamiz que prevenga la entrada de depredadores. El colado de agua no se necesita cuando se abastece por medio de bomba que extrae el agua de un pozo o de un manantial subterráneo, pero es esencial el colado del agua cuando se extrae agua de una superficie abierta o de un canal de distribución. En el caso de agua de pozo se requiere la aireación por cascada, por inyección, al entrar al estanque para reestablecer así el equilibrio del gas, ya que frecuentemente éste es muy bajo en oxígeno disuelto.

Hay muchos métodos alternativos de tamizado de agua, los cuales se ilustran en la Fig. 47, los tamices simplemente excluyen a los adultos y crías de especies no deseables, pero a sus huevos y larvas no. La Fig. 47 también muestra un simple filtro de grava el cual excluye los huevos de los peces y las larvas también.

### Distribución

La forma en la cual el agua se distribuye y se inyecta al estanque de langostinos es de gran importancia. Las granjas deben ser diseñadas con un sistema de distribución de agua que les permita el llenado de un estanque en cualquier momento (del 10% de la capacidad del estanque, sea cual sea su tamaño) sin que se abstenga a otros estanques de su reemplazamiento o flujo de agua (Tabla No. 12).

No debe haber ningún contacto entre el agua que entra y el agua que se drena de los estanques. Cada estanque debe tener su abastecimiento propio e individual de un canal de distribución de agua central y no debe recibir ningún flujo que provenga de otro estanque. La transferencia de agua de un estanque a otro no es recomendable ya que esto significa que las condiciones de mala calidad puedan ser transmitidas al segundo estanque o a subsecuentes estanques, pasando enfermedades de uno a otro.

La manera ideal de distribuir el agua debe ser a través de tubos o de canales abiertos y por gravedad, si la topografía del sitio lo permite. De la misma manera, los tubos o canales internos deben ser construídos por arriba del nivel del agua en los estanques para que el agua que entre caiga en la superficie del estanque (Fig. 52<sub>a,b</sub>) Lo que se puede lograr por medio del bombeo del agua de abastecimiento a un canal elevado, si esto nos resulta económicamente posible. La entrada o admisión de agua se coloca normalmente en el extremo somero del estanque, diametralmente opuesta al punto de descarga. Los canales y los tubos de entrada deben tener un tamaño correcto de acuerdo a la demanda de agua de cada estanque. La tabla 10 nos da los promedios de descarga para tubos de diferentes diámetros. Los requerimientos de agua para varios tamaños de estanques están dados en la tabla 14 (Wheaton, 1977)

### Aireación

La aireación permanente no se practica normalmente en los estanques de engorda. Sin embargo, el nivel de oxígeno disuelto en la toma de agua, se puede incrementar a través de la construcción de un serpentín, en la entrada por gravedad de los canales.

La mayoría de las granjas de langostino utilizan el recambio de agua como una técnica favorita para la cura de bajos niveles de oxígeno disuelto.

Otras técnicas incluyen la recirculación por bombeo, la aireación por medio de aireadores y flotadores (Fig. 53<sub>a,b</sub>) sumergidos (Fig. 54) o también el aireador de ruedas con paletas (Fig. 55), en casos de emergencia cuando los niveles de oxígeno disuelto son muy bajos.

### Miscelánea

En adición a las bases expuestas, una granja de langostino debe reunir los siguientes requerimientos, equipo y facilidades:

a) debe contar con facilidades para un almacenamiento sin humedad para los alimentos, para los químicos, para las redes, etc. Por ejemplo una granja de 40 ha. tomará mensualmente pedidos que requerirán de un almacenaje seco y fresco por arriba de las 20 tons. de alimento;

- b) se requiere de acomodamiento en el mismo sitio para algunos de sus trabajadores;
- c) una recomendación para prevenir de los depredadores es que se coloque una cerca periférica así como se provea de iluminación, poniendo la red enterrada abajo del suelo de la superficie alrededor del área del estanque;
- d) las grandes granjas necesitan su propia camioneta para la colecta de postlarvas, para la siembra, para la entrega de los langostinos al mercado y para el transporte del alimento.

### 5.2.3 Control de la Erosión y el Azolve

La construcción adecuada de los bordos es muy cara y utiliza más tierra, pero el fracaso al contruirlos incorrectamente podría provocar una severa erosión. Después de su construcción deben ser plantados con vegetales de rápido crecimiento como pastos *Phyla nodifera*, Kudzo (enredadera leñosa) o taro (dasheer), para ayudar a la prevención de la erosión. La plantación de grandes árboles o plantas con raíces extensivas sobre la superficie de los bordos, podría romper los bordos causando filtraciones, por lo que no se recomienda. Vegetales como el plátano, palmeras y papayos, son aceptables y las palmeras podrían formar una especie de cortina rompevientos. Los lados del estanque nunca deben ser verticales. En cualquier tipo de suelo esta condición provocará el rápido derrumbamiento del bordo.

La parte superior de los bordos entre los estanques debe ser de alrededor de 1 m de ancho para permitir a los trabajadores que puedan caminar sobre éstos, cargando el alimento y llevando los avíos para la cosecha.

### 5.2.4 Regulación del Flujo

Los flujos de agua en cada estanque deben ser controlados por válvulas, vertederos, por troncos que se puedan embonar o por tapones. (Fig. 56).

Mientras que lo ideal está representado por un abastecimiento de agua através de gravedad, existen muchos granjeros que debido al sitio y a las técnicas, o a las limitaciones financieras, tienen la entrada de agua a los estanques por debajo del nivel de agua requerido, (Fig. 57) y reciben agua de un canal interno con el mismo nivel de agua que el estanque.

En algunos casos los estanques están directamente interconectados. Estas granjas producen langostinos en grandes cantidades (New, 1982) y al menos en Tailandia son provechosas

fig. 47  
Tubo de tamiz

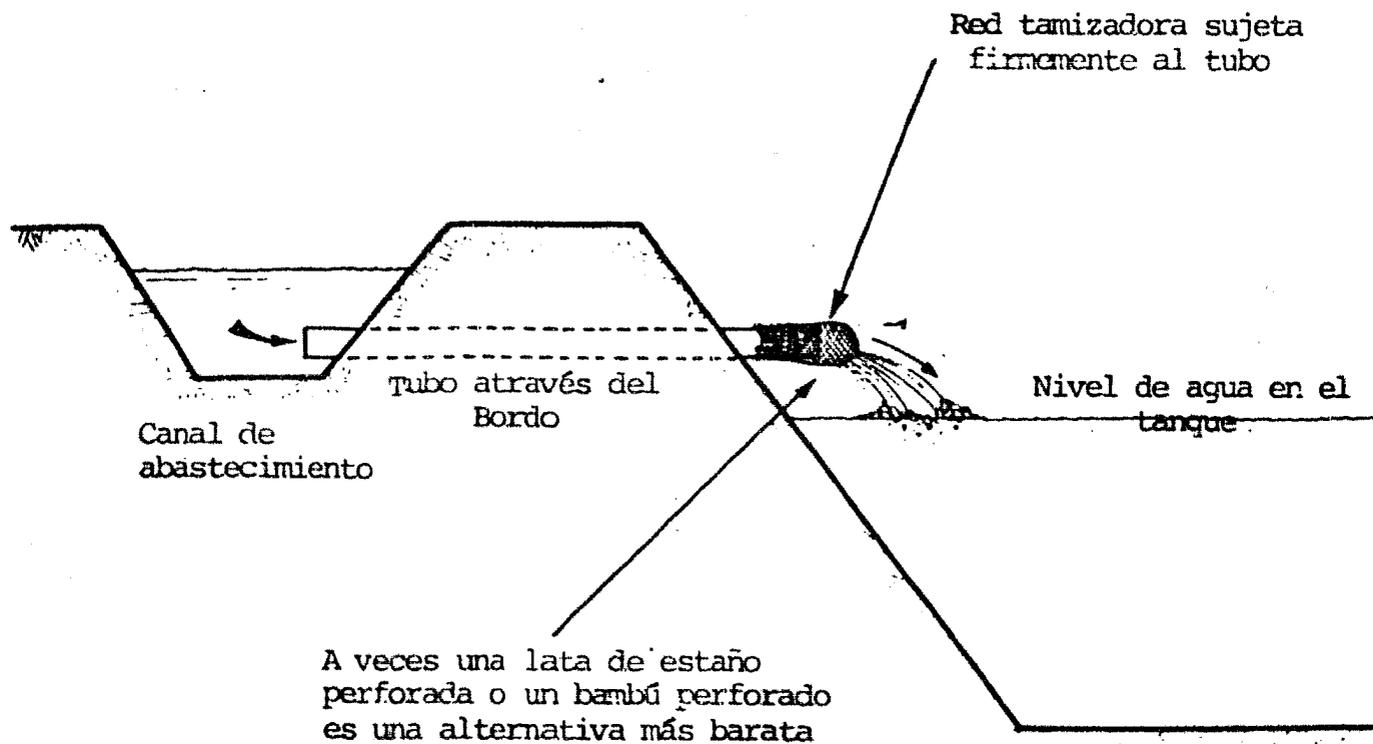
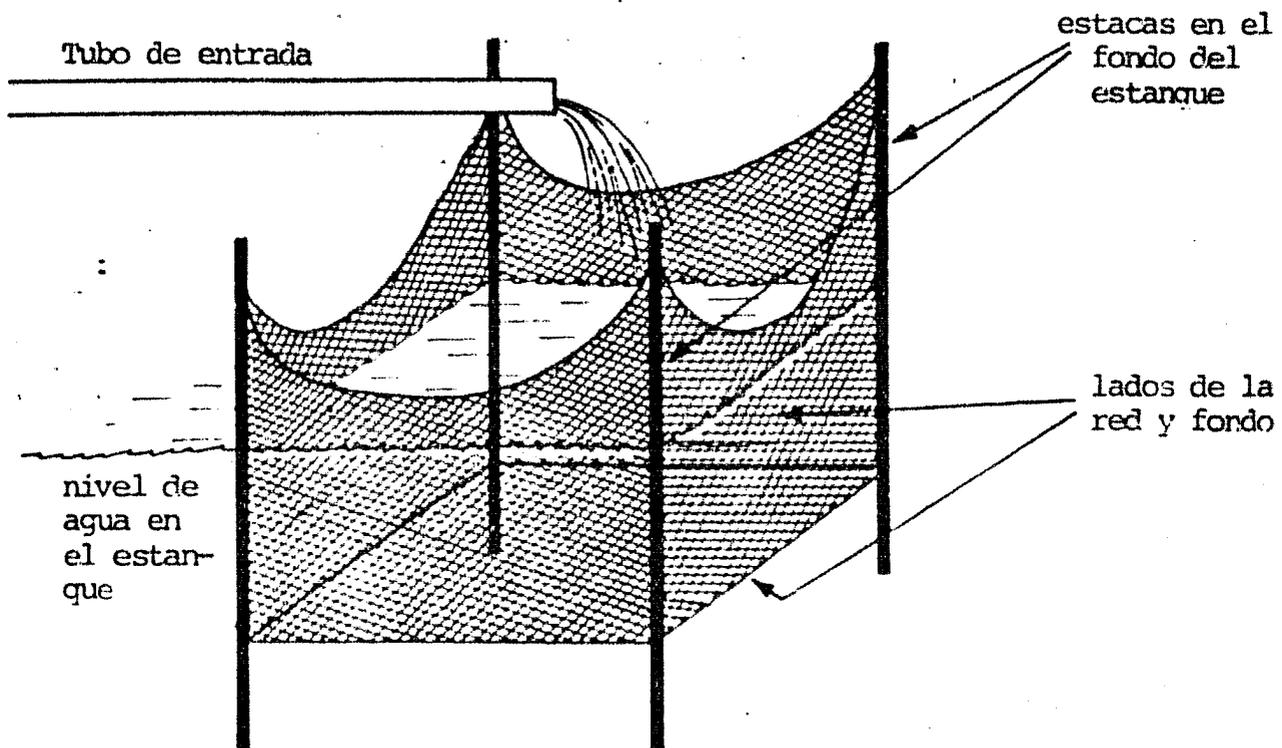
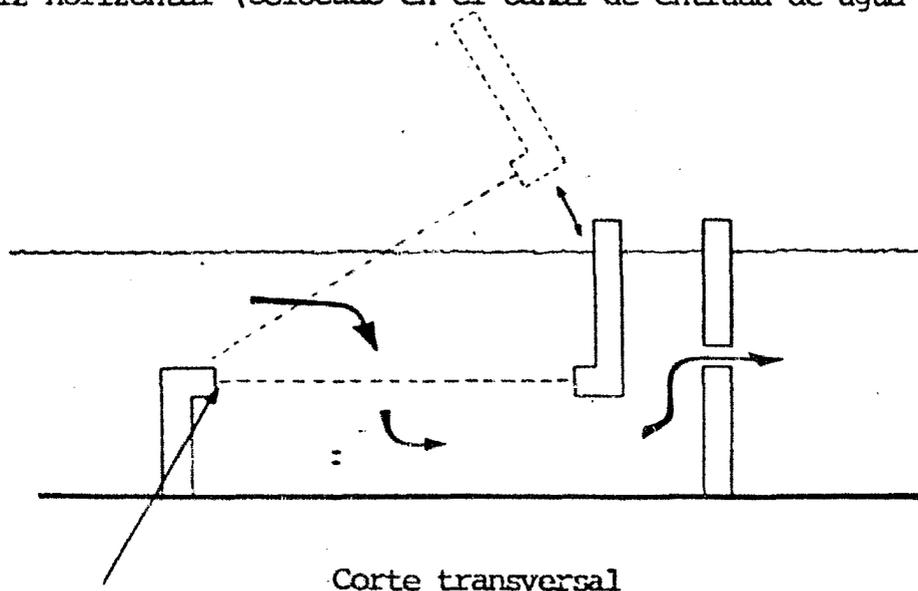


fig. 48  
Caja de filtración



Tamiz horizontal (colocado en el canal de entrada de agua



bisagra para  
levantar el tamiz  
con motivos de limpieza

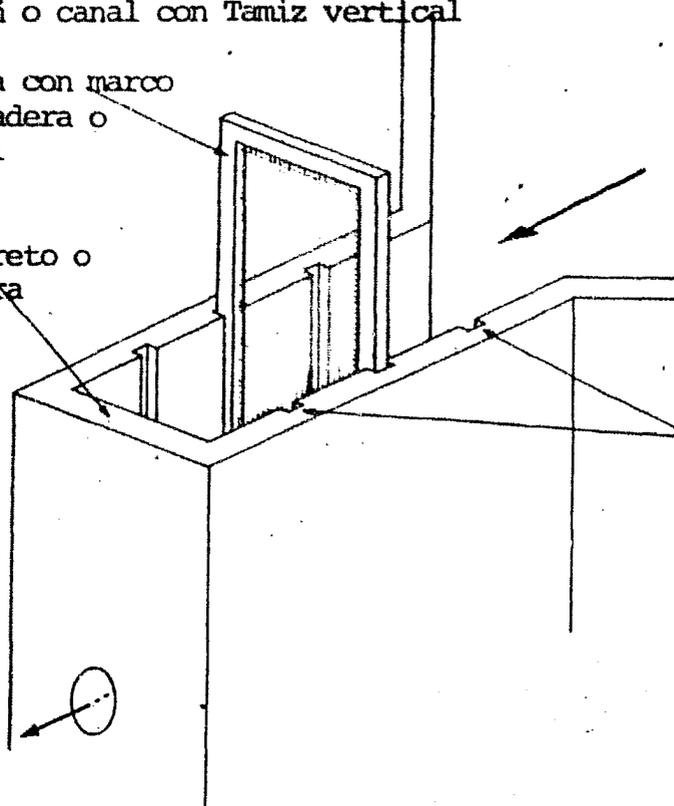
Fig. 50

Cajón o canal con Tamiz vertical

Malla con marco  
de madera o  
metal

concreto o  
madera

ranuras alternativas  
para poner otra red  
mientras una es limpiada



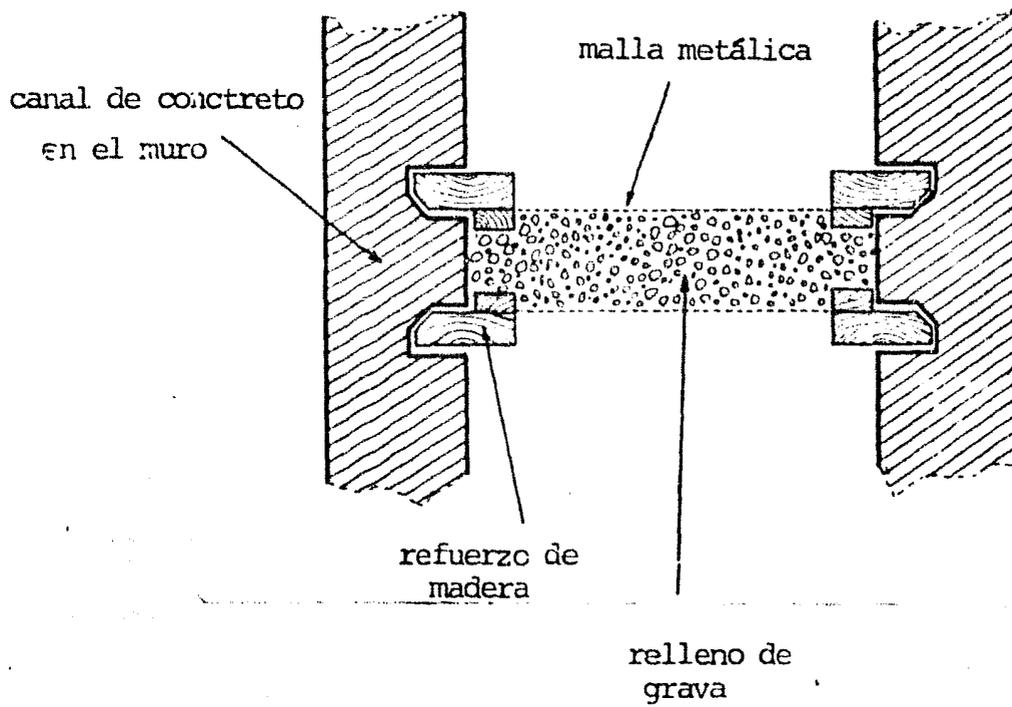


Figura 51.- Filtro de grava (Sivalingam, 1974).



Figura 52 a.- Distribución de agua por gravedad.

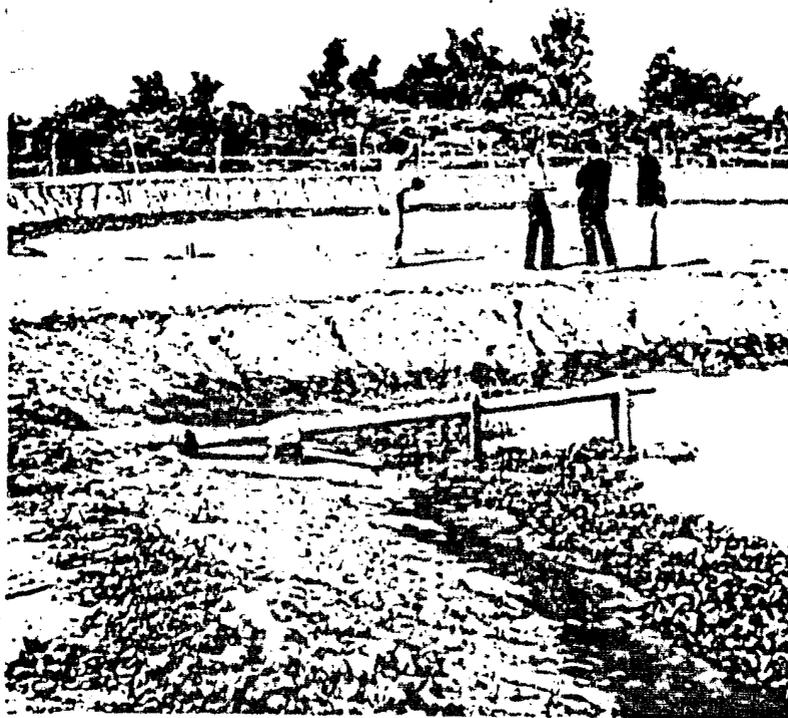


Figura 52 b.- Entrada de agua por arriba del espejo de agua.

Tabla No. 14

Edad de Larvas (días)	nauplio de <u>Artemia</u>		Alimento preparado	Alimento de engorda
	Alimentos: matutino y vespertino			
1	-	✓	-	-
2	✓	✓	-	-
3	✓	✓	✓	-
4	✓	✓	✓	-
5	-	✓	✓	-
6- Metamorfosis	-	✓	✓	-
Postlarva	-	-	-	-

TABLA 15

Descarga promedio de los tubos  
de salida

Diametro del tubo (m)	Tubo de des- carga (m <sup>3</sup> /min)
0.3	4.8
0.4	7.8
0.5	12
0.6	18
0.8	30
1.0	48

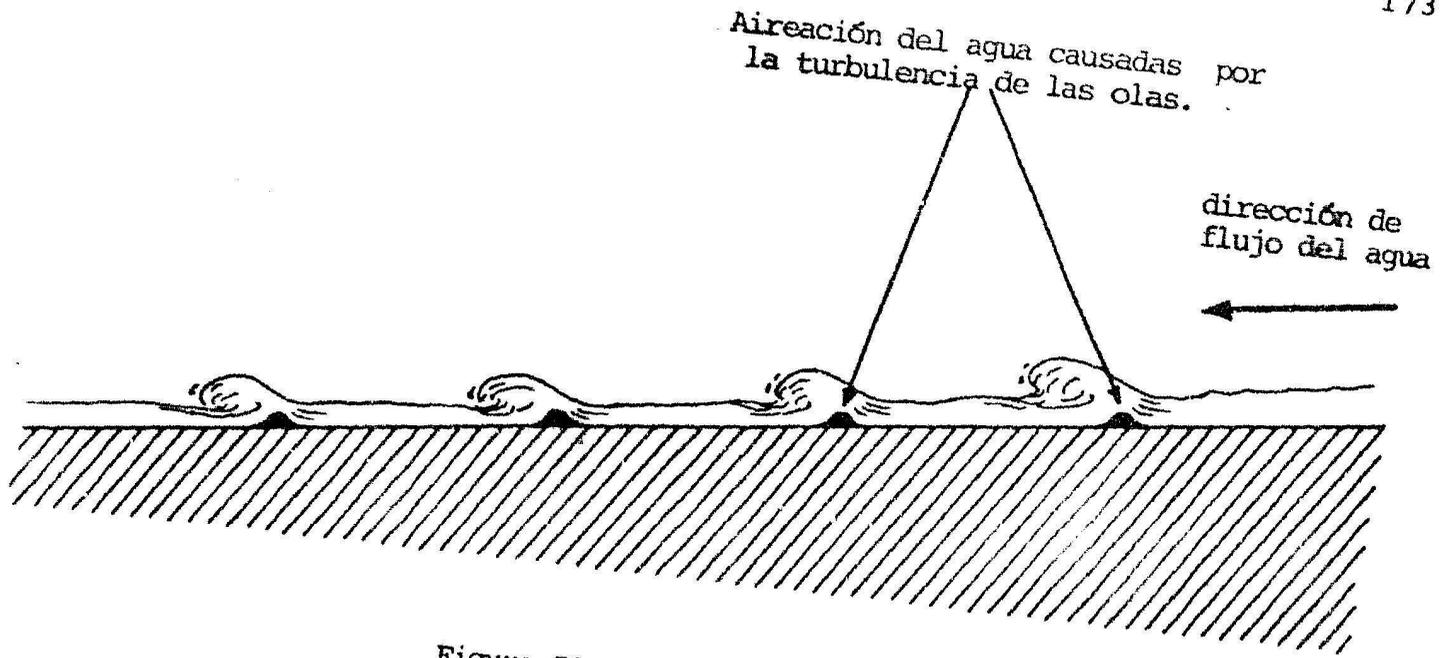


Figura 53 a.- Aireación por olitas.

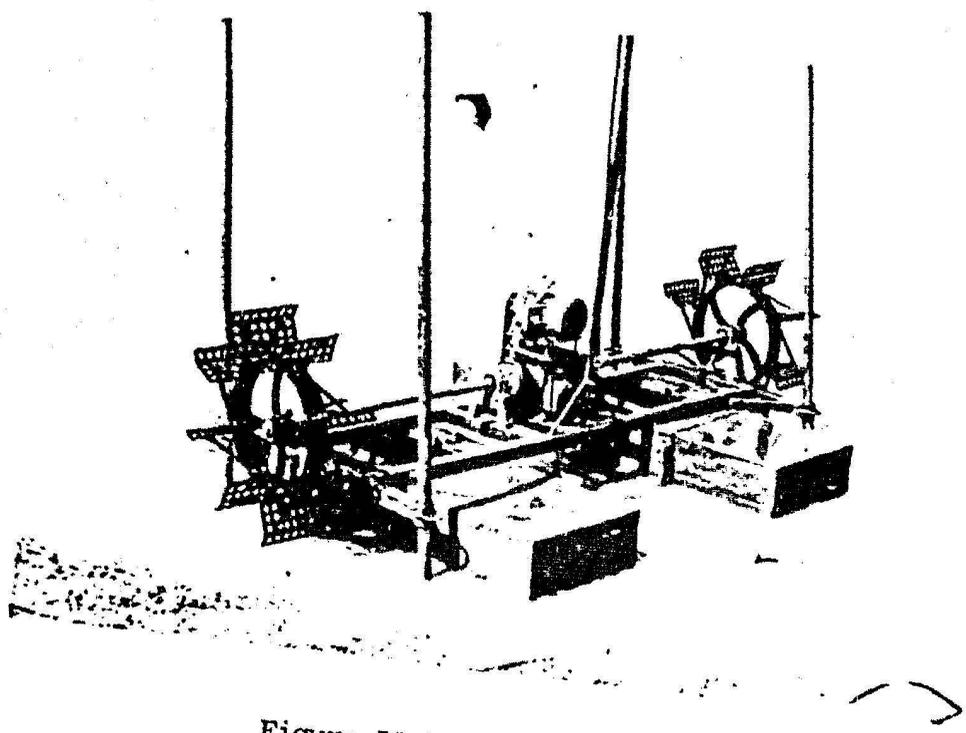


Figura 53 b.- Aireador flotante.



Figura 54.- Aireador sumergido.

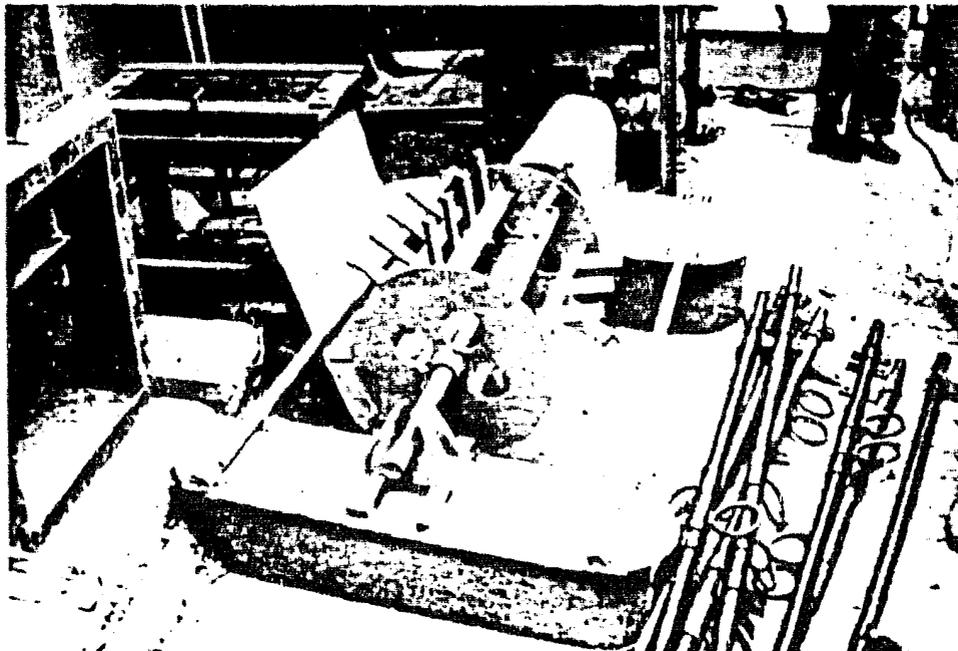
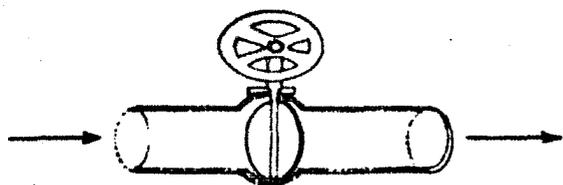
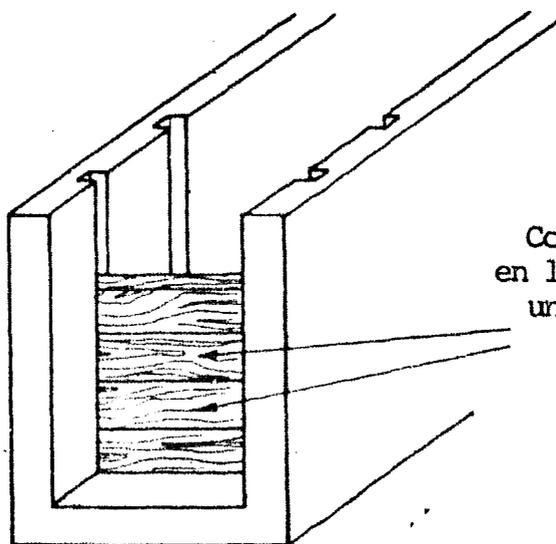


Figura 55.- Aireador de paletas.



(a) Tubo con válvula

(b) Compuerta de madera



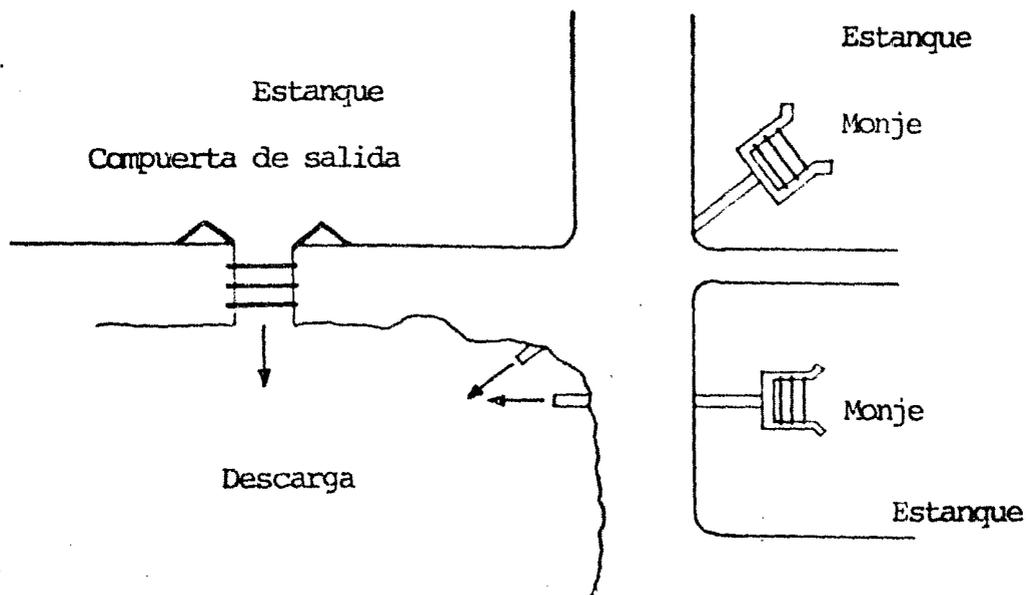
Compuerta de madera  
en las acanaladuras de  
un canal de concreto



(c) Tubo con tapón

Control de la entrada del agua

Figura 56.- Control de las entradas de agua.



La compuerta de salida está en el Bordo.

El "monje" esta hacia adentro del estanque

Ambos tienen principios similares y el monje se ilustra a continuación.

Figura 57 a.- Diseño de la compuerta de salida de agua y de un "monje"

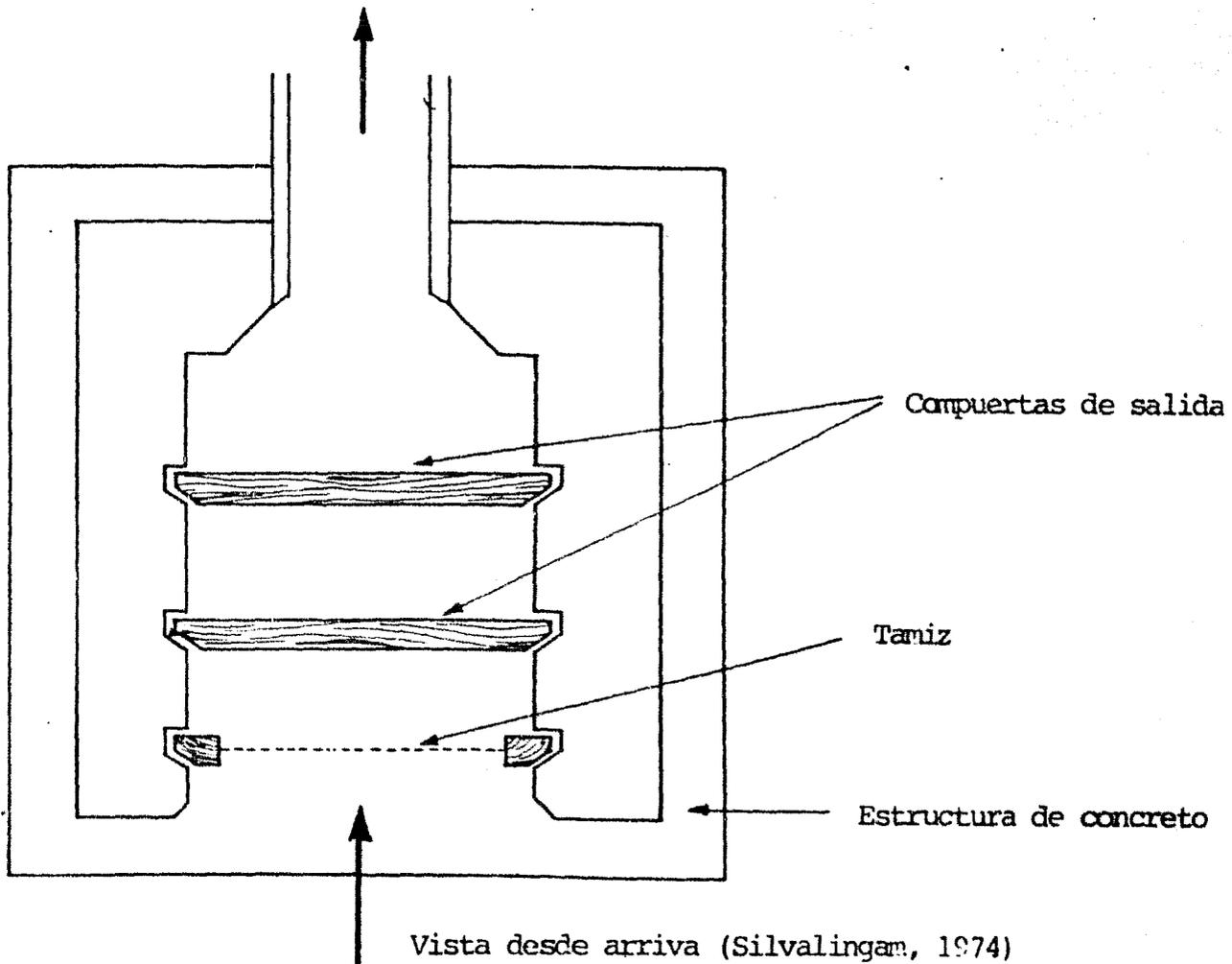


Figura 57 b.- Detalle del diseño del "nonje".

(Shang et al., 1980). Se desea señalar sin embargo, el peligro que tales prácticas implican y sugerir que para que una mayor producción sea alcanzada, es preferible tener un sistema de distribución de agua como el antes señalado.

#### 5.2.5 Control de los Niveles de Agua o Descarga

Para la descarga, es preferible que se encuentren en la disposición de drenar los estanques por gravedad en vez de tener que bombear el agua fuera de éstos, y es mejor aún contar, con una compuerta o estructura de salida.

Estas estructuras (Fig. 5/4) permiten la operación de la granja facilitando el control de la facilidad de agua y de la rapidez del drenaje; deben ser protegidas con redes que prevengan la pérdida de la siembra. En el manejo de flujos continuos de agua, ésta es constantemente controlada a través de dichas estructuras.

Si se practican cultivos del tipo de cosecha continuas en vez de cosechas masivas, será raramente necesario que se drene la totalidad del agua, pero la presencia de una compuerta nos da las facilidades requeridas para este manejo. Siendo más importante el que se permita el control del nivel de agua durante las operaciones de cosecha o de recambio de agua o de recirculación, aunque se practique la cosecha masiva.

Los estanques con un espejo de agua estática (que no existe fluido constante de agua), tienen un simple tamizado de agua y un taponeado del tubo de salida o dren móvil similar al utilizado en los tanques larvales (Fig. 40). Las estructuras de salida, donde ellos utilizan tubos o monjes deben ser cuidadosamente seleccionadas en su tamaño para que el estanque no se drene demasiado lento (tabla 15), colocándolos adecuadamente para que el estanque pueda drenar totalmente (Fig. 57).

La parte superior de la puerta de entrada (Fig. 54) debe estar también construída al menos 50 cm arriba del nivel máximo de agua del estanque como una medida de seguridad.

En aquellos estanques donde la salida del dren sea un tubo bajo el nivel del agua, debe también tener un tubo de rebosamiento para conducir lo que tiene que rebosar, insertándolo de 20 a 30 cms. bajo la superficie, en la parte más alta del borde, sobre el nivel normal del agua en el estanque, este tubo de rebosamiento, es para la salida del agua y se debe cubrir con una malla para que tamice en la misma forma que la salida

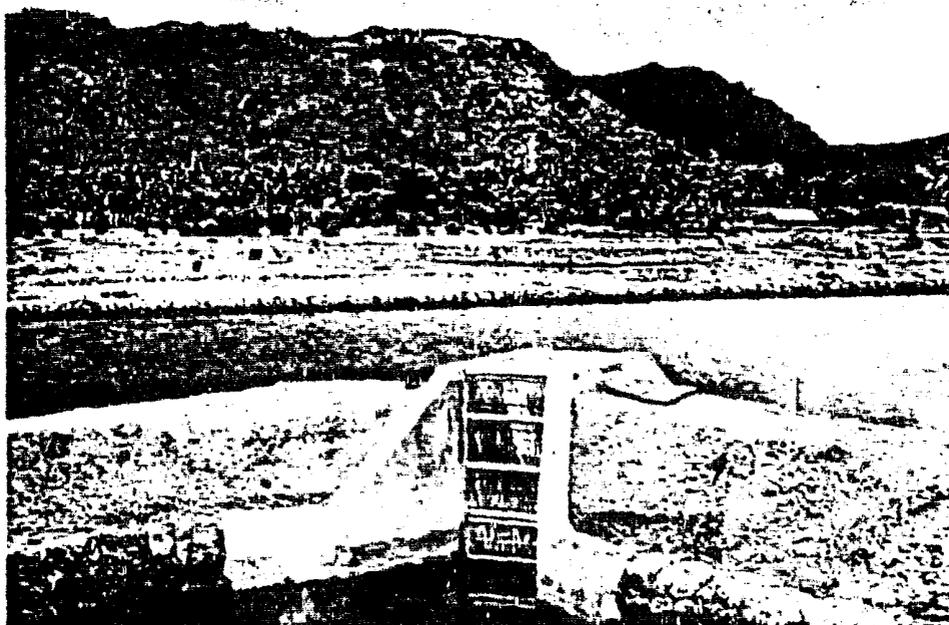


Figura 58 a.- Compuerta  
de salida.

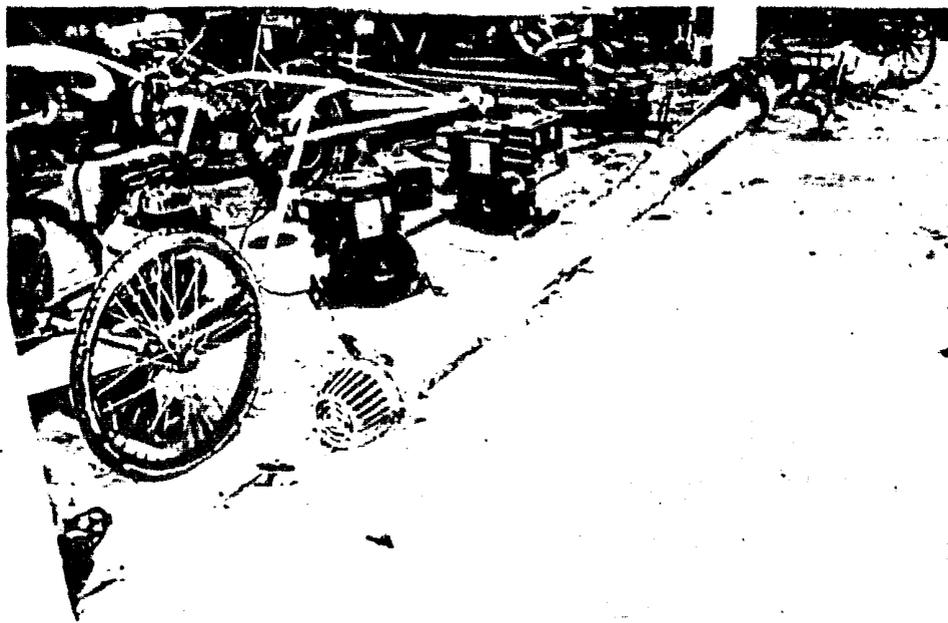


Figura 58 b.- Bomba de cola larga.

de cualquier estanque normal, para prevenir las pérdidas de las crías.

Cuando el drenado por gravedad no es factible, debido a las limitaciones del sitio, la única manera de controlar o vaciar los niveles de agua, es por bombeo. Una bomba que tenga un tubo largo instalado con su respectivo tamiz a la que la llaman bomba de larga cola, es un método de vaciado de estanque para los sitios planos (Fig. 586).

Estas bombas son desde luego convenientes, ya que son utilizadas para la irrigación de campos de arroz.

### 5.3 CONTROL O ALTERACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL MEDIO AMBIENTE.

#### 5.3.1 Control de la Contaminación del Agua

Para evitar la contaminación del agua, se utilizan generalmente métodos de filtración del agua de abastecimiento del criadero, que mencionamos a continuación, según el tipo de agua del que se trate:

##### Agua marina

Se debe bombear hacia un tanque de almacenaje que tenga aireación, agregándole 25 ppm de formalina, dejando que actúe la formalina y se precipiten todos los microorganismos muertos durante seis días; después de lo cual, no se debe de airear durante un día para que se permita que este precipitado se asiente. Al bombear se debe de extraer el agua desde la parte superior del tanque, para pasar al tanque de mezcla.

##### Agua dulce

Se debe bombear a un tanque de almacenamiento con aireación, ya aquí se le debe agregar un blanqueador o cloro comercial a 6 ppm (hipoclorito de calcio,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ), o una solución de cloro a 60 ppm ( 5.25% de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ )), también se le puede proveer de cloro comercial de 1.5 ppm, dejándole reposar durante 5 días, entonces se agrega 10 ppm de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) aireándose vigorosamente 24 hrs, después ya puede ser bombeado extrayendo desde arriba hasta llevarlo al tanque de mezcla.

La filtración por medio de intercambio de iones, para la eliminación de toxinas puede realizarse como una medida económica, preventiva de la contaminación en el criadero, tanto para aguas residuales, como para aguas corrientes. Dependiendo del abastecimiento de agua requerido para el cultivo, se debe tener un sitio separado a donde filtrar el agua, haciéndola pasar por distintas capas de arena, grava, arcilla y/o conchas rotas.

La iluminación ultravioleta es muy similar en efectos a la microfiltración; los microbios del agua que llegan, son aniquilados pero sus cuerpos permanecen sirviendo de sustrato para el crecimiento de otras bacterias. Las más deseables medidas para evitar la contaminación, radican en la prevención de agentes que causan problemas al cultivo.

La ozonación puede considerarse como un método selectivo de toxicidad potencial, para patógenos biológicos, o un método de tratamiento químico para disolver productos metabólicos, lo que se reporta como una ventaja adicional de mejoramiento en la calidad del agua, como control de la contaminación (Blogoslawki y Brown, 1979; Yamaguchi, 1978).

Una forma de evitar la contaminación del agua de cultivo, por exceso de nutrientes, es la de proporcionar la cantidad precisa de alimento, en una presentación adecuada al tamaño de los langostinos.

Otro método preventivo es lavar los estanques de confinamiento con cloro al 40%; o dejándolos con agua clorada 3 días. (Arana, comentario personal). En el caso de estanques rústicos es bueno encalarlos antes de llenarlos de agua.

La filtración por medios mecánicos es usada para la limpieza del agua en sistemas de cultivos de recirculación y de agua corriente.

En este caso el uso de mallas y tamices de diferentes aberturas son colocados estratégicamente, en áreas anteriores al abastecimiento de agua, de los estanques de confinamiento para langostinos. El tamaño del diámetro de la luz de malla, será de acuerdo a los objetivos específicos derivados de las necesidades reales del cultivo.

### 5.3.2. Control de Salinidad

Para el caso de las fases larvarias o criaderos, en donde se desea una concentración salina de 15 ppm, no hay nada como contar con el abastecimiento de agua marina, la que tiene por lo general 30 ppm  $\pm$  2, así que mezclando ésta con agua dulce en la proporción 1:1, se puede conseguir. La otra forma, sería muy costosa, aunque también se puede conseguir medio para agua marina prefabricado y diluirlo en el doble de agua que se señala. Es importante monitoriar este parámetro con regularidad, ya que la evaporación, lo puede alterar significativamente. Las fluctuaciones salinas salinas de 12 a 25 ppm del agua marina han sido utilizadas en Western Samoa (Popper y Davison, 1982). Mientras que salinidades menores de 10 ppm dan tan buenos resultados como el agua dulce en Carolina del Sur (Smith et al., 1982).

Barnes (1982) también reportó el uso de agua salobre para granjas de langostino en Israel. Por lo que resulta claro que las granjas de langostino no necesitan forzosamente estar restringidos a sitios con suplementos de agua dulce.

### 5.3.3. Fertilización Artificial de las Aguas

La fertilización es una práctica que ayuda al desarrollo de macroorganismos, tanto vegetales como animales, los cuales sirven como alimento complementario en las etapas de engorda.

La fertilización se puede efectuar por métodos orgánicos o químicos, como ya se mencionó.

En el caso de fertilización orgánica, se utiliza excremento de bovino, aves o porcinos, el que se fermenta de siete a diez días, antes de ser adicionado al estanque. Los fermentadores pueden ser desde fosas cavadas a desnivel cercanas al estanque; aquí se congrega el excremento y se le agrega agua, tapando con ramas o plásticos, con un canal para drenar el fertilizante al estanque por gravedad; hasta fertilizadores más sofisticados, con instalaciones para drenar a todo el estanque. A este tipo de fertilización también se le conoce como fertilización natural.

Otra forma de fertilizar es introducir machos de tilapia u otra especie de hábitos alimenticios semejantes a la tilapia, para que con el excremento de éstos se fertilice el agua. El detalle de utilizar machos, es con el fin de mantener constante la población de peces.

#### 5.4. CONTROL DE LAS CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS DEL MEDIO AMBIENTE.

##### 5.4.1 Control de la Vegetación Acuática

Dependiendo del tipo de estanquería existe en ellos la proliferación de varios tipos de vegetación, desde la microscópica hasta la de gran tamaño constituida por arbustos y árboles.

De la vegetación que se desarrolla en un estanque rústico para engorda, se debe controlar la proliferación que se da en el fondo del estanque y que cuando ésta es de algún género de gran tamaño se pueden observar sus tallos sobresaliendo por encima del nivel del agua.

Es este un tipo de vegetación cuyo desarrollo no es conveniente en el estanque; ya que al momento de arrastrar la red para la cosecha ésta se atorará en dichos tallos y tenderá a romperla. El crecimiento de algún otro tipo de vegetales no resulta perjudicial al cultivo; siempre y cuando éstos no posean raíces profundas que fracturen la capa de arcilla o aquella que se encuentre dando permeabilidad al estanque, originando así, filtraciones o fugas de agua.

Aquella vegetación que crece en las orillas de los estanques que por lo general son pastos o gramíneas, se les debe recortar frecuentemente, manteniéndoselos con un largo de 10 a 20 cms.

Estas plantas sirven de refugio, alimento y sostén a muchos otros micro y macro organismos que habitan en el estanque y colaboran al establecimiento de cadenas tróficas, aprovechables en nuestro cultivo, además de que proveen de amparo a las hembras ovíferas y a los juveniles de langostino.

En cuanto al fitoplancton que se procura en la fertilización artificial y natural, los acuicultores tratan de mantener una proliferación de microalgas de 500,000 a 2,000,000 de células por milímetro en cada estanque. Las que controlan por medio de recambio de agua y de fertilizantes. (Malecha 1978).

#### 5.4.2 Introducción de Bioalimento para Forraje

En este subtema hemos de tratar sobre la producción de comunidades de microorganismos, que directa o indirectamente sirven de forraje a las larvas de M. rosenbergii.

##### Producción de Agua Verde:

El "agua verde" es una mezcla de poblaciones de fitoplancton en la cual Chlorella spp es dominante. Su densidad celular es aproximadamente de 750,000 a 1,500,000 cel./ml.

Hay acuicultores que prefieren trabajar con "agua verde" como en Hawaii (Malecha, 1978; Fujimura y Okamoto, 1970) porque esta alga clorofita posee ciertas características de antibiosis, que ayuda al control de las explosiones demográficas de los organismos perjudiciales a las larvas de langostino y se ha declarado que éste actúa a manera de buffer o amortiguador, contra las formaciones de amoníaco.

Por algunas razones esta técnica no ha tenido un éxito universal y como no sirve de forraje directamente a las larvas muchos acuicultores consideran que es una variable más del sistema que se debe eliminar como las demás (AQUACOP, 1977).

Sin embargo, quienes la prefieren la utilizan como el primer escalón de una cadena trófica artificialmente tramada en donde Chlorella spp. sirve de alimento a Brachiurus plicatilis (rotífero) y éste a su vez de alimento a Tigropus japonicus (copépodos) constituyendo ambos el alimento de las larvas de langostino, según sea el estadio en el que se encuentren.

Para mantener el cultivo se debe agregar una solución fertilizante en la superficie del agua y agregarla por lo menos una vez por semana. Esta solución está provista de una mezcla de 4:1 de urea por una de NPK (14:15:15), pero en fertilizante vegetal es una porción de 185 g/10m<sup>3</sup> de agua. La tilapia,

Sarotherodon mossambicus se mantienen en el estanque a una proporción de 1:400 l, éstas sirven para llevar un control de algas filamentosas con las cuales ellas se alimentan. El sulfato de cobre, aplicado en una proporción de 0.6 ppm es agregada al tanque de "agua verde" una vez por semana para controlar las explosiones de rotíferos.

La tilapia también sirve para fertilizar el cultivo de "agua verde", así como, 10 ppm de sal de sodio del ácido etilendiamintetraacético (EDTA) que favorece a la fertilización y por ello algunas veces es incluido en el cultivo de "agua verde".

El "agua verde" también se prepara con la misma salinidad que el agua de cultivo larval, el "agua verde" no prospera a una salinidad mayor de 12 ppm y es utilizada como agua de reemplazo durante los procedimientos de recambio de agua en vez del agua salobre sola. Ningún cultivo de agua verde es utilizado para el cultivo de larvas si éste tiene más de tres días de viejo. Los cultivos de agua verde deben utilizarse en parte descargándolos para el llenado de los tanques larvales y el resto debe diluirse regulamente para evitar que las poblaciones fitoplanctónicas se derrumben (con los consiguientes problemas de disminución de D02) como ocurre en los tanques larvales.

#### Artemia salina

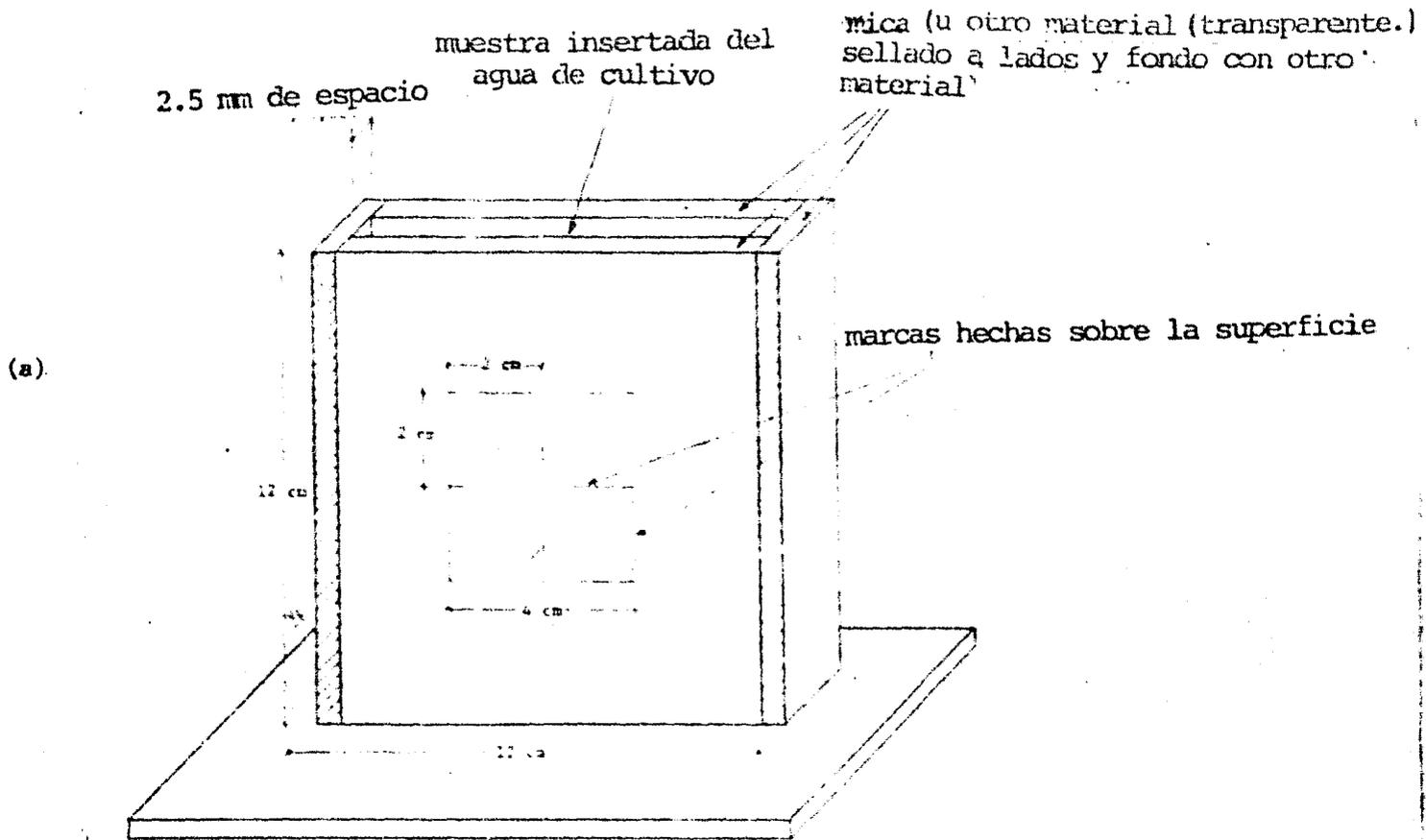
Otro microorganismo que se introduce frecuentemente como alimento para las larvas de langostino, son los nauplios de Artemia salina, estos eclosionan de cistos que ya se venden enlatados.

Estos nauplios de A. salina nadan al mismo nivel del agua en donde se encuentran las larvas de langostino, por lo que es un alimento muy valioso.

La mayoría de las larvas de langostino no se alimentan en el primer día (después de eclosionar). Sin embargo, algunas se alimentan y es una buena práctica proveer de algo de nauplios de A. salina aún en el primer día. A partir de ese momento hasta el quinto día los nauplios de A. salina se deben dar como alimento dos veces por día, en la mañana y en la tarde. Así como para todos los alimentos de larvas, la cantidad de A. salina depende del examen visual que se haga del agua en donde se encuentran las larvas. Las larvas de langostino no buscan activamente su comida, ésta es la razón por la cual los nauplios de A. salina se deben tener siempre presentes en el tanque, en suficiente número para que las larvas que nadan junto a ellos se alimenten. La cantidad de A. salina requerida

para cualquier tiempo depende principalmente del volumen del tanque, del número de larvas de langostino presentes, aunque esto último desde luego controla el grado de consumo de A. salina. Este concepto puede ser claramente ilustrado por el siguiente ejemplo: si suponemos que la larva de langostino puede consumir 50 nauplios de A. salina. En este caso, si ud. tiene 150,000 larvas en un tanque ud. necesitará darles 7.5 millones de nauplios de A. salina al día. Sin embargo, en un caso extremo supongamos que sólo tiene una larva en el tanque: si ud. le pusiera 50 nauplios de A. salina la larva no podría encontrarlos. En consecuencia es la densidad de nauplios de A. salina lo que cuenta y no la cantidad total.

A manera de orientación, debe de haber de 1-5 nauplios de A. salina/ml. directamente después de haber alimentado, dependiendo de la edad de la larva de langostino y un nauplio A. salina libre en el agua justamente antes de la próxima adición de nauplio de A. salina como alimento (Fig, 56). Si hay más de un nauplio de A. salina por ml. al momento que ud. va a adicionar más nauplios otra vez, de seguro ud. ha sobrealimentado a las larvas o no han comido bien. Si hay menos de un nauplio de A. salina por ml. ud. debe adicionar más en la siguiente ocasión en comparación a la última vez. Una densidad de 1-5 nauplios por ml. en un tanque con 10 m<sup>3</sup> de agua, significa que se tienen que adicionar de 10-50 millones de nauplios en cada ocasión. La cantidad de cistos de A. salina ("huevos") necesaria para producir un millón de nauplios, depende del lugar de donde provengan los cistos de A. salina utilizados y el tratamiento preparativo que ellos hayan recibido; estos datos están establecidos por lo general en las mismas latas que los contienen. De manera general y para orientarle, ud. puede suponer que se requieren de 10 a 250 grs. de cistos de Artemia salina para producir de 10-50 millones de nauplios necesarios, para la alimentación por área de un tanque larvario de 10 m<sup>3</sup>. Normalmente un ciclo larval por un tanque de estas medidas consumirá de 2.5-5 kgs. de huevos de Artemia salina.



cada uno de los cuatro cuadros representa un volumen de 1 ml.

Colocando el aparato contra la luz, el BSN en cada cuadro se puede contar y promediar para formar una estimación de la densidad del BSN/ml.

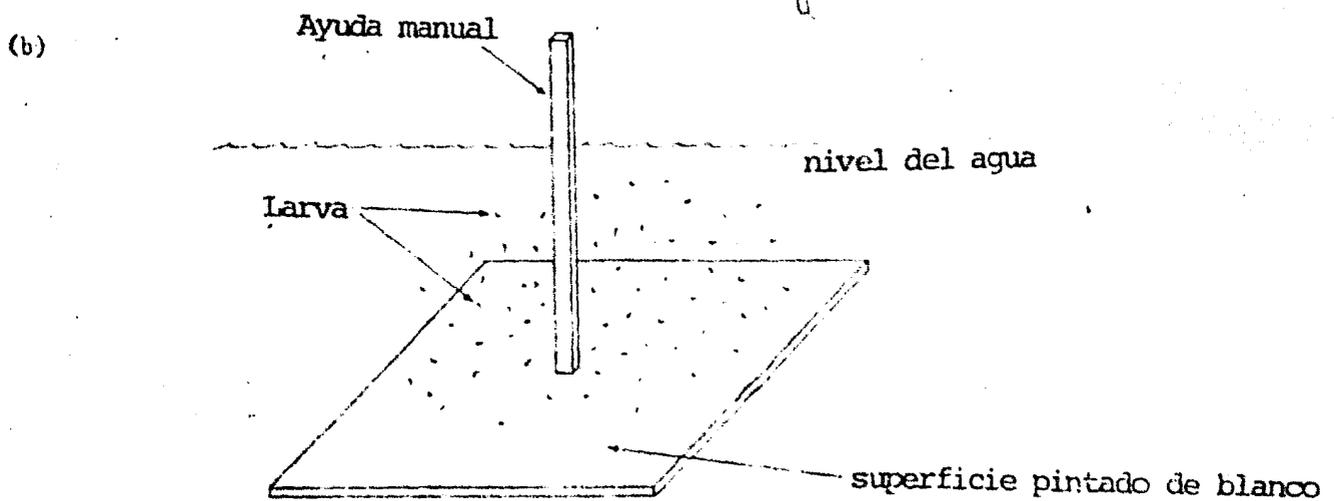


Figura 56. (a) Aparato para observar la densidad de los Nauplios de Artemia = BSN  
 (b) Pizarrón blanco para observar la larva

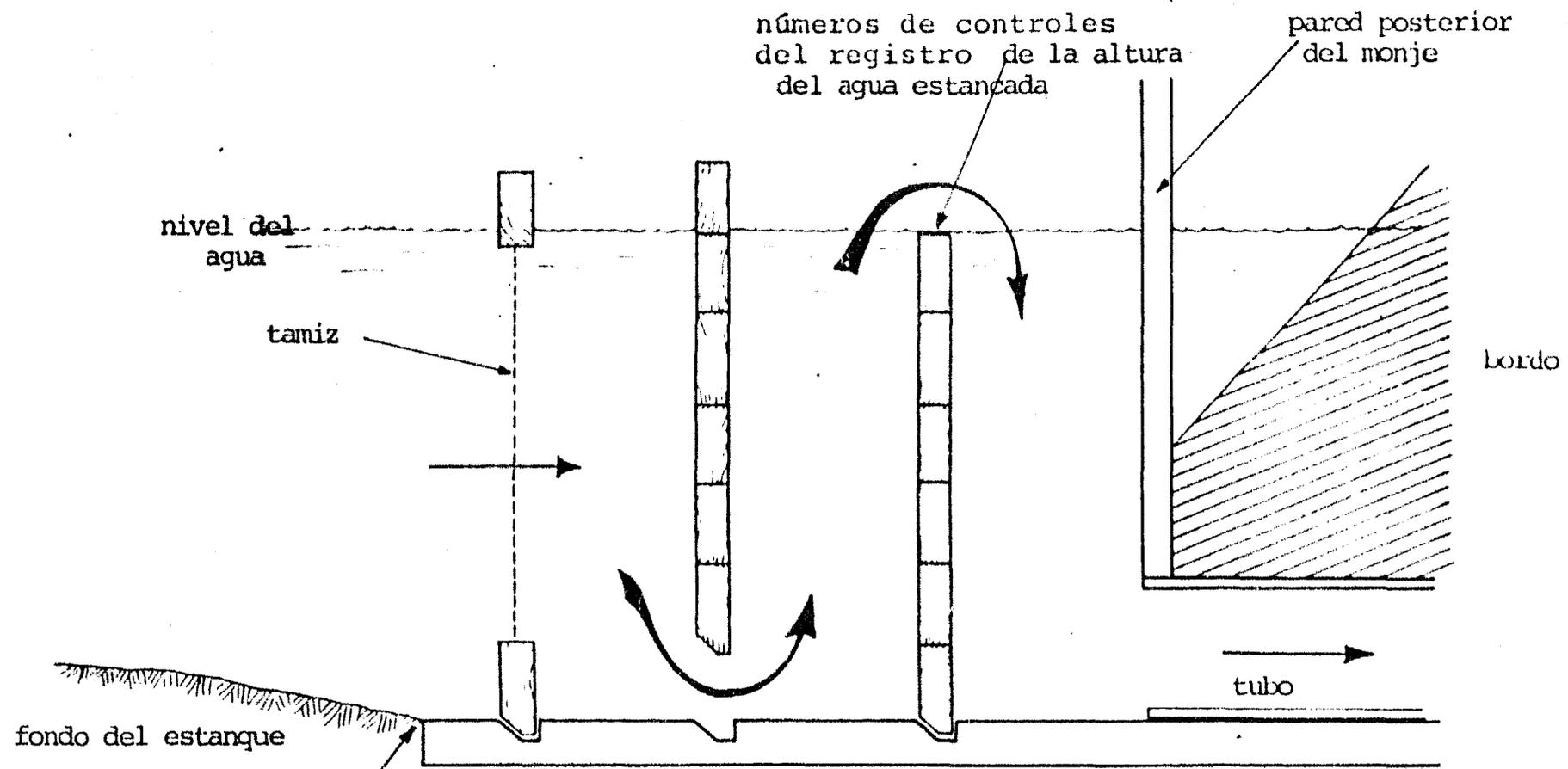


Figura 57.- Sección longitudinal de un "monje"

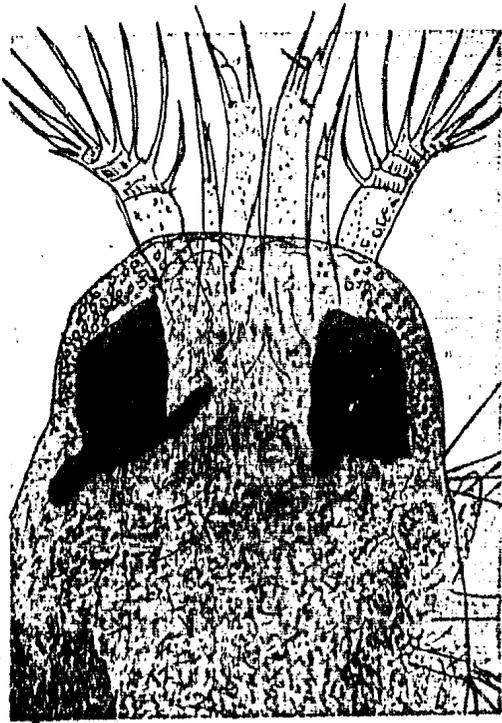
asegurese que el declive del estanque coincida para facilitar el drenado total

A p e n d i c e 1

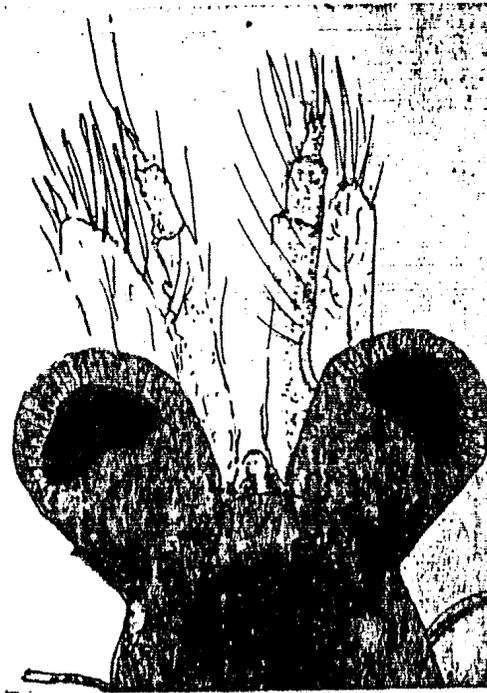
**Clave para la identificación de los estadios larvarios de  
Macrobrachium rosenbergii.**

La siguiente Clave es una simplificación elaborada por New y Singholka (1982) de los once estadios larvarios de M. rosenbergii (Uno y Soo, 1979) y se ilustra con microfotografías proporcionadas por Fujimura. Se señala en cada microfotografía la característica o características más prominentes de cada estadio.

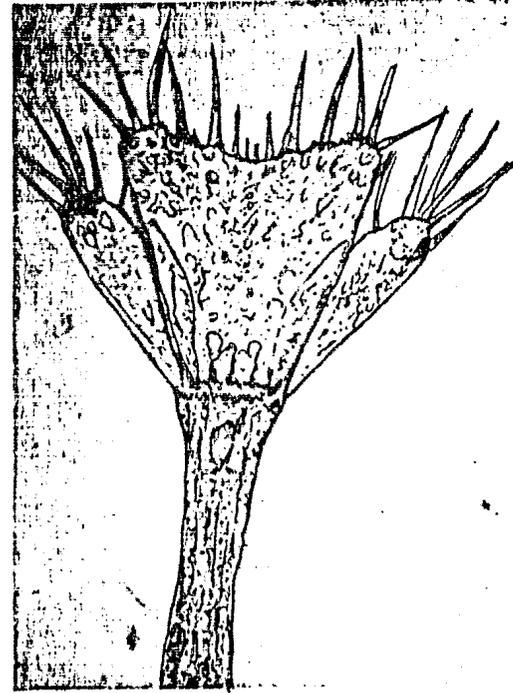
<u>Estadio</u>	<u>Características prominentes</u>
1°	Ojos sésiles
2°	Ojos pedunculados
3°	Aparecen los urópodos
4°	Dos dientes dorsales sobre el rostrum
5°	Telson muy estrecho y alargado
6°	Aparecen las yemas de los pleópodos
7°	Pleópodos birrameos y desnudos
8°	Pleópodos con setas
9°	Pleópodos con endópoditos y apéndice internos
10°	Rostrum con tres o cuatro dientes dorsales
11°	Dientes sobre la mitad superior dorsal del rostrum
Postlarva	Dientes sobre la parte inferior y superior del margen del rostrum (cambia su conducta y principalmente en la forma de nado)



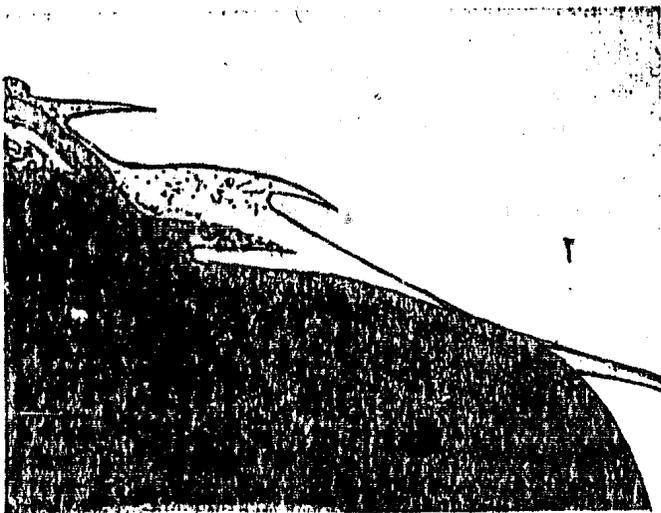
1º estadio



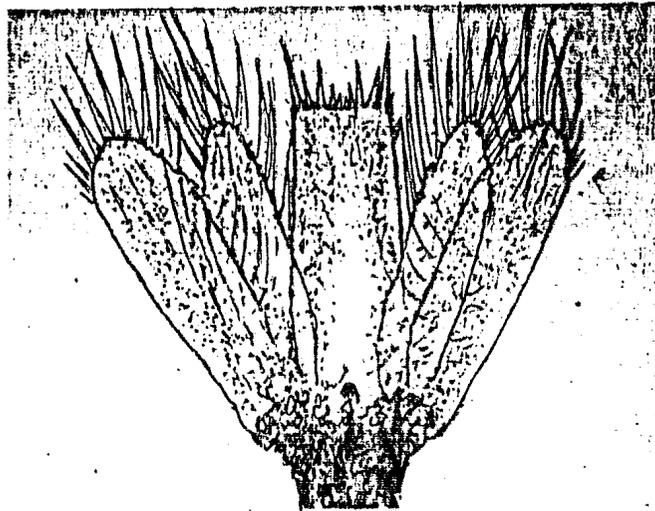
2º estadio



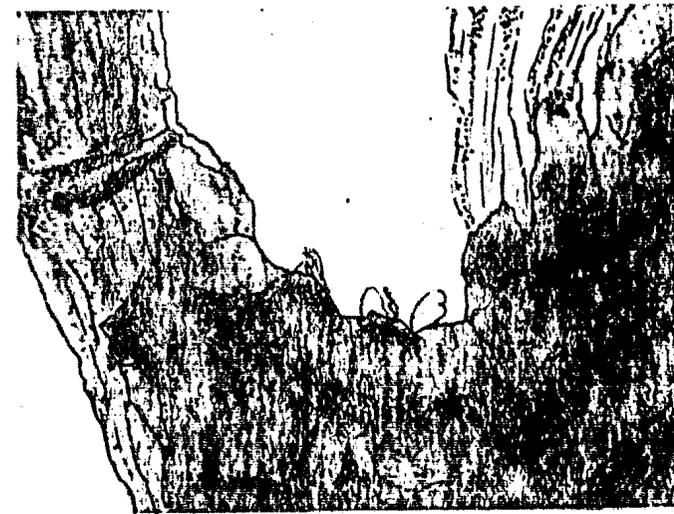
3º estadio



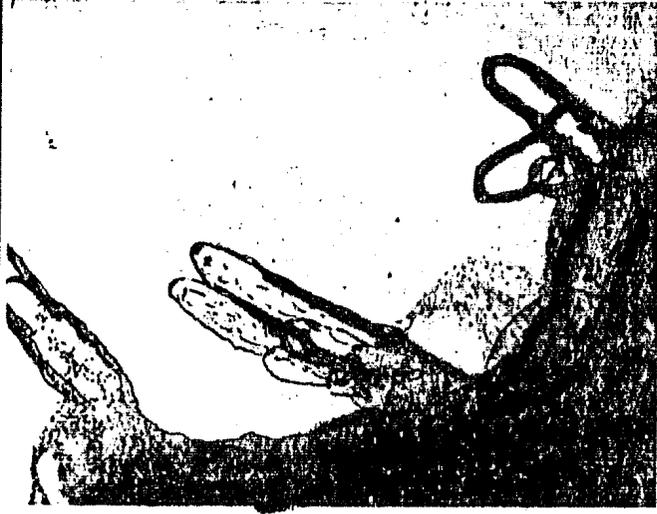
4º estadio



5º estadio



6º estadio



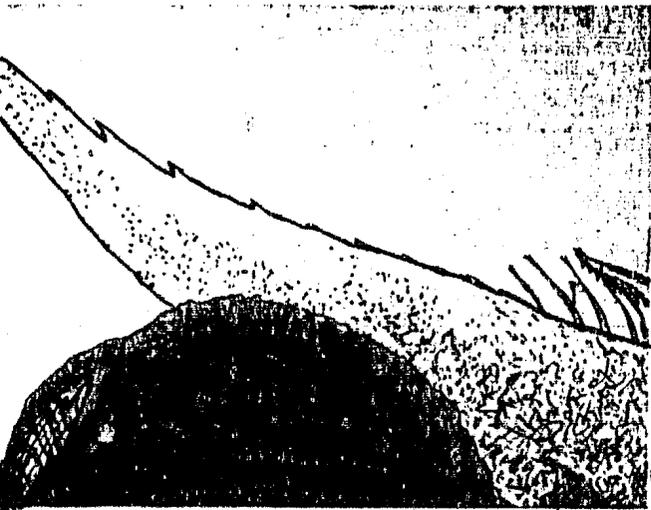
7º estadio



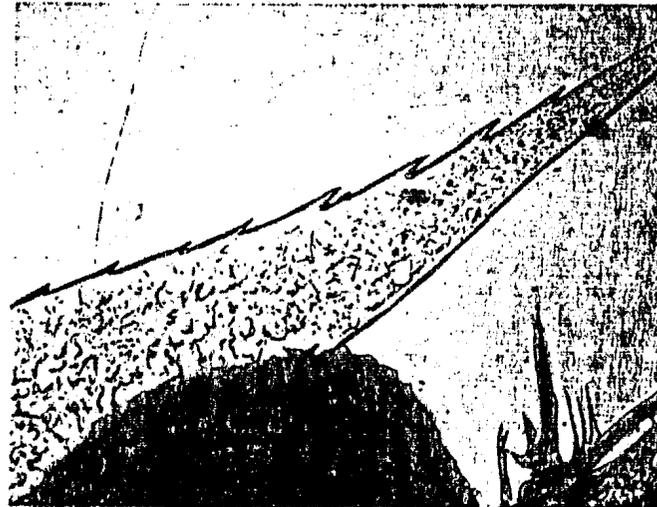
8º estadio



9º estadio



10º estadio



11º estadio



Postlarva

### 5.4.3 Control de Parásitos y Enfermedades

Para ejercer un control de parásitos y enfermedades durante un cultivo, se deben vigilar muy de cerca, cada una de las etapas del cultivo, pudiendo detectar estos problemas en sus inicios, cuando aún son fáciles de controlar (Chandramohan et al., 1980).

Una vez detectado el problema, se debe seguir el siguiente procesamiento, para diagnosticar la causa.

a) Los langostinos moribundos o con problemas, deben colectarse y confinarse por separado.

b) Los organismos afectados, deben examinarse vivos, tanto como sea posible.

c) De otra forma, se deben fijar en formalina al 10% (salina en caso de estadios larvarios), o en líquido de Bovin para análisis histológicos, o mantenerse en hielo para investigaciones microbiológicas. (Delves-Broughton y Poupard, 1976).

d) Para determinar la sintomatología a grosso modo, se debe examinar a los organismos, bajo el microscopio estereoscópico, no sin antes darles muerte en agua con hielo.

e) Luego de observar la sintomatología general y aún sin teñir, se deben hacer frotis de exoesqueleto, músculos, branquias, tripas, hepatopancreas y hemolinfa; procurando a la hora de tomar el frotis, no contaminar el asa con otro órgano.

f) Para mayor facilidad de diagnosis, debe teñirse el frotis de los tejidos antes mencionados.

g) Los medios que pueden utilizarse para la rutina de aislamiento de bacterias, son por lo regular, nutrientes de agar y extracto de levadura agar paptona; suplementando estos medios con 2% Norweigan harina de camarón, sólo cuando el caso lo amerite.

h) Para el aislamiento de microorganismos, la muestra debe obtenerse directamente de las lesiones o de las porciones del caparazón afectado, extirpando asépticamente, utilizando un soporte semiblando como el corcho, para facilitar la acción; y mezclando en apropiado medio líquido. El aislamiento también se puede realizar obteniendo de las branquias hemolinfa, músculo

abdominal y hepatopancreas, utilizando técnicas convencionales.

i) Una vez que se tienen las colonias de bacterias aisladas se pueden utilizar discos antibiogramas; que son círculos de papel filtroempapados en varios antibióticos; los que se ponen sobre el agar cercano a las colonias de bacterias para ver cual de todos es más efectivo y aplicar posteriormente este antibiótico a la dieta de los langostinos, para los casos en que se tenga inherencia en la fabricación de la dieta.

j) Como M. rosenbergii los síntomas patológicos frecuentes de encontrar se localizan en la epidermis o en la dermis; lugares donde, con el manipuleo y ya en presencia del aire, puede verse contaminado con otras bacterias ajenas, que normalmente hay en nuestras manos o en el ambiente, por ello se debe esterilizarse la superficie de la concha con una solución de hipoclorito de sodio al 10% (12 000 ppm aprox. de cloro disponible) durante 30 segundos.

k) La identificación debe realizarse por sus propiedades morfológicas y bioquímicas; utilizando métodos como el descrito por Bullock (1971) en el caso de bacterias y para el caso de hongos por análisis microscópico de sus estructuras esporales.

l) Las técnicas histopatológicas a seguir indican que los organismos o fragmentos de éstos deben ser embebidos en cera, cortados por microtomo a 3 micras de espesor y tñir con hematoxilina y eosina. Otras tinciones menos rutinarias pueden hacerse, como: Gram Humbertone, Acido de Schiff, tinción triple de Mallory o tinción argente de Grucott. La descripción de estas tinciones pueden encontrarse en Disbrey y Rack (1970).

m) Pruebas de infectabilidad por vacunas que hagan veraces los postulados de Koch, deben de realizarse repetidas veces y a diferentes concentraciones, ratificando el origen de la enfermedad. Para ello, los microorganismos sospechosos cultivados en apropiado medio de cultivo, lavados en solución Ringer por centrifugaciones repetidas y una apropiada inoculación inyectada entre los tergitos tercero y cuarto.

n) Una buena medida en el control de epizotias, es la supresión de alimento y la limpieza de los estanques, así como un recambio de agua, sobre todo en los primeros momentos, cuando no se ha determinado el origen de la epizotia.

o) Otra buena medida es, cotejar el registro de parámetros físicoquímicos y los de la dinámica de población del cultivo, con las características macromorfológicas de la patología. Deben revisarse también las condiciones de la dieta que se esté aplicando, sobre todo, en los casos en que esté almacenada o investigarse la fuente de abastecimiento del alimento. Muchas veces se localizan así, fallas graves de procesamiento, almacenaje o utilización de recursos de mala calidad, en la composición de la dieta.

Con todos estos datos, es más fácil llegar a las causas y controlar la epizotia.

#### Medidas de Control

Una vez determinado el causante de la enfermedad, se puede proceder a su control.

Para el caso de Bacterias Filamentosas, el uso de antibióticos y sulfatocúprico fueron parcialmente exitosos (Solangi et al., 1979; Linhtner y Suplee, 1976). La reducción de la cantidad de población en el estanque y la utilización neutralizada de los nutrientes, excedentes en el estanque, aumentando un organismo más en la cadena trófica del estanque; por medio de un organismo competitivo de las bacterias filtradoras (como ejemplo: Chlorella sp.) puede ser muy útil (Fujimura y Okamoto, 1970).

Para protozoarios como Epistylis, Zoothamnium y Cothurnia spp., está indicada la aplicación de químicos tóxicos selectivos como formalina, cloruro de sodio, bisulfato de quinina, quinacrine clorhídrico sulfato cúprico (Fisher, 1977; Schnick et al., 1979; Roeger et al., 1979; Fujimura, 1966).

Para el control de algas epibiontes, con restringir en algún grado la intensidad de la luz, se elimina el problema (Johnson, 1980).

En el caso de Manchas Negras por la proliferación de Benedickea sp. como de Aeromonas y Pseudomonas spp., fueron tratadas exitosamente con furacin, como un agente quimioterapéutico en el tratamiento de enfermedades de langostinos (Delves-Broughton y Poupard, 1976). Aunque para este tipo de afecciones, posteriores a lesiones físicas en el caparazón, si no se aumenta el cuidado en el manejo de los animales, resultará inútil el control profiláctico; y la reincidencia no se hará esperar. Dis-

minuir la densidad de población, es también una buena medida que evita las agresiones interpoblaciones.

Cuando se atiende el caso de Nódulos negros, cuyo agente causante no se conoce y del cual se sospecha que pueda ser una bacteria (op. cit.), el tratamiento recomendado es la aplicación constante de furacin al 0.09 mg/l, hasta la desaparición de la afección.

El síndrome blanco; padecimiento del que poco se sabe, se sospecha que su causante pueda ser una larva tramátoda (op. cit.), o que sea una reacción fisiológica inducida por cambios bruscos en la temperatura, salinidad, pH, CO<sub>2</sub>, anoxia, etc. (Venkataramaiah, 1971). Su tratamiento puede ser el empleo de cualquier sustancia quijioterapéutica común, con la precaución de no someter a los organismos a situaciones de alteración y tensión, por cambios bruscos en su medio ambiente.

Para la coloración rojiza reportada en M. rosenbergii no se conoce ni causa, ni tratamiento, pero si las sospechas de Johnson (1980) son ciertas, y esta afección tiene que ver con los metabolitos nitrogenados de desecho, con recambios periódicos de agua, y un sifoneo adecuado, se pueden evitar.

Tratamientos químicos para Macrobrachium se han desarrollado menos que en otros cultivos de crustáceos (Sehnick et al., 1979), pero muchos tratamientos tienen aplicación universal. La disposición y aplicación de químicos para fines de acuicultura, por los efectos extendidos que ocasiona, debe de estar sujeto a regulaciones gubernamentales (Johnson, 1980). Con frecuencia la aplicación de químicos meramente sirve, como un detrimento adicional del cultivo.

Quizás el gran desconocimiento acerca de las causas que originan las afecciones o de las sustancias químicas utilizadas promiscuamente, sin recordar su calidad de toxina para la misma población en cultivo, sean los motivos por los que los microbios tengan ventaja sobre los nutrientes acumulados.

Las alteraciones en la salinidad, se han notado como útil contra fungosis (Dugan et al., 1975; Goodwin y Hanson, 1975) y también para hidrozooarios (Chao y Liao, 1977); y puede ser efectivo en algunos casos contra protozoarios.

### Medidas Sanitarias Preventivas

El manipuleo de la densidad de población y los pretratamientos de agua con antibacterianos y otros agentes químicos, se utilizan frecuentemente como medidas preventivas en el criadero; pero aún su efectividad no ha sido evaluada en los niveles de producción.

La limpieza y el recambio de agua son prácticas importantes en un criadero, que acrecentan la calidad de agua y desalientan a los epibiontes que se desarrollan en los residuos del fondo (Dugan *et al.*, 1975; Johnson, 1978; Fujimura y Okamoto, 1970). Los epibiontes han sido controlados, sifoneando las exuvias y las Artemias spp muertas, como prácticas sanitarias, dentro de la metodología de manejo (Nudrjana *et al.*, 1977).

El uso de recambios de agua, durante los períodos de acelerada descomposición vegetal, no solo asegura adecuados niveles de oxígeno, sino la sobrevivencia y el crecimiento óptimo de los langostinos.

El tratamiento químico para retardar el desarrollo de las algas no ha tenido buenos resultados en la mayoría de los casos, demasiada luz, de cualquier modo, puede causar depresiones e inestabilidad a los langostinos (Fujimura y Okamoto, 1970; Ling, 1979) y en compañía de una dieta, puede ser responsable de muchos cromatóforos anormales, en cultivos de larvas o posteriormente en transportes.

El incremento en el valor alimenticio, como una técnica de control de enfermedades, es una práctica que espera una mayor y más completa investigación; sin embargo, la aplicación de un complemento nutricional, ha influenciado la sobrevivencia de *M. rosenbergii* (Murai y Andrews, 1978). Aunque son escasos los estudios sobre enfermedades por avitaminosis, o por razones nutricionales (New 1976).

La filtración del agua, por los medios mecánicos, es usada para prevenir la introducción de organismos bióticos, tales como hidrozoarios, peces o microbios y sustancias abióticas.

Una medida preventiva, del buen aprovechamiento de los nutrientes y, por lo tanto, medida de prevención del desarrollo de enfermedades en el cultivo, es la introducción de especies de acompañamiento, tales como plantas (Cohen *et al.*, 1976; Fujimura, 1966), moluscos o peces (Johnson, 1980).

#### 5.4.4 Control de la Depredación y de la Competencia

Para evitar competencia por hidrozooarios, se puede controlar bajando el nivel del agua, o agregando cloruro de sodio en el estanque 30 ppm; durante 5 min. repetidas veces, con recambios de agua, alternados (Johnson 1980). Otro método sería la aplicación de formalina 250 mg/l durante una hora (Sandifer et al., 1974), o con 100 mg/l de nigrosin y concentraciones de agua salada (Chao y Liao, 1977).

En el control de insectos y larvas de insectos pulmonados; éstos pueden ser removidos, con un tratamiento repetido del uso de productos petroquímicos, como: combustible diesel y aceite de motor mezclados al 20:1; vertido sobre la superficie del agua (Johnson, 1980).

Para el control de larvas de Odonata, es necesario una mayor investigación, por el hecho de que estas larvas no son pulmonadas.

Los pájaros son difíciles de repeler o controlar, pero las redes son de gran ayuda, cuando sobrevuelan pequeños estanques (New y Singholka, 1980).

### 5.5 MANIPULACION DE LA POBLACION

Durante diferentes estadios del proceso de producción, se requiere del manipuleo de la población, durante el cual se perturba la tranquilidad de los organismos y si para ello se es torpe o se prolonga el manipuleo se puede llegar a lesionarlos.

De la habilidad y cuidado con que se haga, dependerá la mortalidad, la sobrevivencia, el crecimiento, y en resumidas cuentas, el éxito del cultivo.

#### 5.5.1 Cría Artificial

Para los propósitos de criadero las hembras ovadas pueden ser obtenidas de los ríos, de los estantes de engorda o de los grupos seleccionados como pies de cría. Si M. rosenberqii no es originario del continente en donde se le desea criar, las hembras ovadas pueden ser importadas, pero para trasladarlas se debe recortar la parte acuda del rostrum, para que las bolsas en las que se introducen no sean picadas.

Desde un punto de vista más higiénico, es preferible importar postlarvas libres de enfermedades en vez de hembras ovíferas. El permiso y la asesoría para ello se encuentran en las

## Delegaciones de Pesca y de Industria y Comercio.

Bajo condiciones naturales existen picos de incidencias en la actividad de crianza, normalmente asociados con la estación de lluvias, pero las hembras de los estanques de engorda se encuentran siempre disponibles en cualquier estanque que contenga adultos.

### 5.5.2 Natalidad y Reclutamiento

Para proveer a los criaderos se debe contar con su propia producción de hembras ovíferas o mantener un estanque específico con un grupo para crianza o pie de cría.

Las hembras ovíferas deben ser cuidadosamente seleccionadas, utilizando aquellos animales que obviamente están sanos y activos, que tienen una buena pigmentación y cargan una masa de huevos grandes. Para orientarse con respecto al número de huevos, las hembras de gran tamaño llevan mucho más huevos; aunque frecuentemente se utiliza una áspera guía que presupone que la producción de 1,000 larvas provienen de cada gramo de hembra ovífera.

Las hembras ovíferas de 10 a 12 cm. (rostrum al telson) normalmente cargan alrededor de 10,000 a 300,000 huevos cada una. A partir del momento en que existen pérdidas de huevos a través de daños físicos y consumo de los adultos durante el transporte de las hembras, y otros huevos no llegan a eclosionar, se recomienda que se introduzcan tres hembras ovíferas de esta talla para sembrar cada metro cúbico por volumen de agua en tanque larval. Obteniendo después de la eclosión de los huevos un ramo de siembra larval de alrededor de 30 a 50 larvas por l. Al fin de cuentas, el factor que verdaderamente interesa es el número de postlarvas producidas por estanque, no el número de larvas sembradas. Por tanto, ningún esfuerzo por estimar el número de siembra de huevos es necesario.

Resulta esencial obtener todos los animales de la misma madurez sexual. Seleccionando hembras con huevos de apariencia gris oscuro y no de color naranja. De esta forma se efectuará en dos o tres días, asegurando así que el tanque larval contenga larvas de la misma edad (de 1-3 días), esto reducirá el canibalismo y facilitará las operaciones de alimentación.

Por lo regular las hembras ovadas no se alimentan durante un período de dos a tres días anteriores a la eclosión de los huevos.

Es mejor que los huevos eclosionen en aguas salobres que en dulces. Algunos criaderos permiten que los huevos eclosionen en agua dulce para simplificar la operación elevando la salinidad después de la eclosión. En otros lugares, las hembras son puestas en aguas salobres a 5 ppm de salinidad. En estos casos las hembras deben soportar el cambio inmediato de la transferencia a una mayor salinidad y pueden ser colocadas en un tanque larval después de haberlas desinfectado, a que se queden en algunas condiciones de salinidad que el cultivo de larvas (12 ppm).

La eclosión de los huevos, ocurre predominantemente en las noches y se puede observar por la presencia de las larvas en el tanque y la ausencia de huevos en los abdómenes de las hembras.

Durante la eclosión de los huevos se retiran las extenuadas hembras de los tanques con una ordinaria red de cuchara.

#### Rangos de Crecimiento y Metamorfosis

En la práctica no es necesario ni factible monitorear el proceso de las larvas por examen microscópico. Sin embargo, una clave de los diversos estadios larvarios se expone en el apéndice 5, para aquellos que deseen identificarlos. El operador del criadero se vuelve hábil en estimar cuando las larvas se están alimentando y creciendo bien por simple exámen visual, utilizando una pizarra blanca (Fig. 57b) y observando la conducta de las larvas; las que nadan en enjambre, cerca de la superficie del agua, especialmente en los primeros diez días posteriores a la eclosión, se alimentan activamente, tienen una pigmentación roja parduzca y no se puede observar el canibalismo. Las larvas que no están sanas se acumulan en el fondo del estanque y frecuentemente tienen un color azuloso. Cuando el consumo de alimento decae, los problemas ya son severos.

Las larvas sanas nadan primeramente con la cola, manteniendo la cabeza hacia abajo y su parte ventral hacia arriba.

El tiempo que toma una partida de larvas para llegar a la metamorfosis, varía de acuerdo a la alimentación y a las condiciones medioambientales, particularmente a la temperatura, las primeras larvas que sufren metamorfosis se observan por el décimo octavo día. La mayoría de las larvas deben haber metamorfoseado a postlarvas durante los días 25 a 28 (posteclosión).

Una vez que las larvas (del 90-95%) han metamorfoseado a postlarvas, deben ser cosechadas del tanque larval y transferidas a los tanques de mantenimiento. A partir de este momento el agua salobre ya no se necesita y las postlarvas pueden mantenerse sólo en agua dulce.

### 5.5.3 Cosecha

Si bien las postlarvas pueden resistir el impacto fisiológico de la transferencia repentina de agua salobre a agua dulce, no es normal recomendar que se les coseche de los estanques de agua salobres y que se les transfiera directamente a los tanques de mantenimiento que contengan agua dulce. En la práctica los animales deben adaptarse al agua dulce en el tanque larval. Una vez que la mayoría de las larvas han metamorfoseado (al menos alrededor del 28º día) los tanques deben ser drenados de un dren que se voltea hacia abajo a un nivel de 35 cm y lentamente se deja correr el agua dulce, durante un período de dos a tres horas. En ese momento, las postlarvas pueden ser capturadas y transferidas, o también se puede volver a llenar el tanque con agua dulce, si es que se pretende dejar los animales en ésta. Si lo último es lo que se hace, las postlarvas deben permanecer sólo en el tanque larval por unos cuantos días más, con frecuentes recambios de agua antes de ser transferidas a los grandes tanques de mantenimiento para postlarvas, o a la biomasa se incrementará excesivamente y la calidad del agua se deteriorará, empezando a existir canibalismo.

Las postlarvas pueden ser capturadas en los tanques larvales por una reducción del nivel de agua y utilizando redes sumergibles. Esto se facilita al cubrir la mayoría del tanque y permitirles a las postlarvas que se concentren en el agua iluminada. Las postlarvas remanentes pueden ser obtenidas del tanque al quitar el calcetín del filtro y dejar correr el agua al exterior, donde éstas son recibidas por una red cuando se voltea el dren completamente hacia abajo. Mucho cuidado se debe tener para que los animales no empiecen a vararse o que los niveles de oxígeno se agoten durante este procedimiento.

Para propósitos de registro es necesario estimar la densidad de población en las postlarvas y el número de postlarvas obtenidas de cada ciclo. El que debe ser alrededor de 100,000 a 200,000 postlarvas por cada tanque de 10 m<sup>3</sup>.

### Cosechas en Estanques de Engorda

Para cosechar los juveniles de talla comercial se debe cuidar primeramente que el crecimiento de éstos no llegue a ser excesivo, por lo poco rentable. La profundidad del estanque debe mantenerse en un promedio de 0.9 m y no deben existir áreas someras, o plantas acuáticas que tengan muchas raíces y que puedan crecer excesivamente sobre el fondo del estanque, lo cual no es recomendable desde el punto de vista de la cosecha.

Debe procurarse un crecimiento significativo del fitoplankton, para reducir la penetración de la luz al fondo del estanque por la reducción de volúmen de agua que necesariamente se efectúa durante la cosecha.

La red de cosecha no debe tensarse y debe mantenerse su parte interior lo más pegado a la superficie del estanque, de tal forma que vaya arrastrándose durante las maniobras de cosecha.

#### 5.5.4 Traslado y Siembra

Las postlarvas pueden ser transferidas a otros criaderos o a los tanques de mantenimiento de postlarvas, los que contienen agua dulce pre-aireada. Los contenedores de traslado no deben ser sobrecargados con postlarvas ni dejarlos mucho tiempo antes de que éstos sean transferidos porque se agota el oxígeno. La aireación y el empaquetado no deben ser necesarias a mano que los tanques de mantenimiento de postlarvas se encuentren en otro sitio, o que se vendan éstas para iniciar un cultivo de engorda en una granja de estanque. De otra forma las postlarvas pueden trasladarse sencillamente en cubetas de agua cuando los tanques de mantenimiento se encuentran cerca.

Los tanques transportadores con aireación y refrigeración, son ideales en la transportación desde los criaderos de mantenimiento hasta donde se encuentran las granjas para engorda, pero ellos son difíciles de conseguir.

Para distancias de más de una hora de transporte a los sitios de donde se encuentra la estanquería, los botes de basura con aireación, pueden ser utilizados como transporte. Un bote de basura de 100 litros de capacidad, conteniendo sólo 40 lt de agua, podría sostener 30,000 postlarvas. Se deben insertar en los botes unas pantallas para protegerlos del excesivo movimiento del agua en los mismos.

Para distancias más lejanas, las mismas técnicas utilizadas en la transportación de peces de acuario pueden ser utilizadas, llamada transportación en contenedores de bolsas de plástico, introduciendo  $1/3$  de agua y  $2/3$  de aire u oxígeno (Fig.58). Una clase de transportación de 125-250 postlarvas por litro es práctico. Una bolsa de 45 x 80 cm puede sostener 8 lt. de agua, en los cuales puede haber 1000 ó 2000 postlarvas. Los contenedores plásticos deben ser redondeados en sus puntas, con bandas de hule o ligas, para prevenir que los animales queden atrapados en estas esquinas. La parte de arriba de las bolsas es torcida, doblada encima, y sellada ajustadamente con ligas o bandas de hule, después de que las bolsas han sido infladas con aire u oxígeno.

Estas bolsas infladas pueden ser utilizadas para transportar postlarvas a muy grandes distancias (arriba de 16 hs. de viaje por carretera). Cuando las larvas se insertan o se meten en cajas aisladas de espuma de espiroleno, pueden embarcarse por aire más efectivamente. Cuando son encerradas en cajas no aisladas, se puede utilizar la noche (por lo frío) para viajar digamos por tren.

Para viajes largos durante días cálidos, las bolsas de plástico pueden ser apiladas en anaqueles de una caja de transporte de fabricación casera; montado en una camioneta.

La caja de transporte (Fig.59) es aislada y los botes de basura pueden ser rellenos con hielo manteniendo la temperatura baja. La temperatura dentro de la caja es mantenida estable, a través del uso de ventiladores que operan con batería. Una buena sobrevivencia en el transporte puede ser alcanzada de esta manera.

Además de reducir la actividad metabólica durante el transporte con la temperatura baja, es importante utilizar agua de los tanques de mantenimiento, para llenar las bolsas de plástico en las que se trasladarán las postlarvas.

Si las postlarvas son puestas en agua nueva para su transporte, muchas de ellas podrían mudar durante el viaje, con pérdidas consecuentes debido al canibalismo. Algunos criaderos sin embargo, agregan un poco de agua salobre a las bolsas de transporte, argumentando que el índice de sobrevivencia es mejor en agua salobre que en agua dulce.

Para facilitar la siembra en los estanques es normal que se estandarice u homogeneice el número de langostinos de cada bolsa transportadora. Por esto, es necesario estimar la cantidad de postlarvas tan exactamente como sea posible, cuando las bolsas son llenadas. La minuciosidad es impráctica y el valor de exactitud debe ser sobrepesado con las pérdidas de postlarvas que se tienen, causadas por el excesivo manejo. Sin embargo, la estimación debe ser razonablemente precisa debido a que a partir de ello se determinará la densidad de siembra en el estanque y los rangos de alimentación aplicados a las larvas en su recepción.

Los índices de sobrevivencia de larvas de siete días de edad (después de la metamorfosis) durante el embarque son mucho mayores que de un día de edad. No es recomendable que se embarquen postlarvas de una amplia diferencia de edades, debido a que el método de cultivo larval par las postlarvas de diferentes edades, variará mucho día con día.

#### Transporte de Hembras Ovíferas:

Si se requiere transportar hembras ovíferas a grandes distancias, se deberá hacer en la misma forma que los langostinos juveniles, utilizando pequeñas bolsas que contengan a un sólo animal y procurando hacer el transporte en la obscuridad, esto reducirá pérdidas de huevo. Gran cuidado se debe tomar al capturarlas, manejarlas y transportar las hembras ovíferas para que se minimice la pérdida y el daño a los huevos.

Al llegar al criadero, las hembras ovíferas deben ser desinfectadas y puestas en un contenedor de agua dulce aireada, que contenga 0.2 a 0.5 ppm de cobre, de 15 a 20 ppm de formalina durante 30 min; como un procedimiento de garantía. Después de esto las hembras se pasan a los tanques larvales. Las hembras pueden ser alimentadas con el mismo alimento de las postlarvas.

#### 5.5.5 Resiembra

Las postlarvas pueden ser sembradas en el estanque tan pronto como haya sido llenado de agua.

Las postlarvas, que por lo general tienen una edad de una a cuatro semanas después de la metamorfosis, son utilizadas para la resiembra de los estanques, donde ellos permanecerán hasta su cosecha.

Al llegar las postlarvas hasta los bordos de los estanques se debe tener el cuidado de aclimatar las postlarvas a la temperatura de los estanques, dejando flotar las bolsas de transportación en los estanques, durante quince minutos. (Fig.60 ) antes de vaciarlas dentro del agua del estanque (Fig.61). Es obvio que existe (Server et al., 1982) una diferencia significativa entre el pH del agua en la cual las postlarvas han sido almacenadas y transportadas y el pH del estanque; esto puede causar mortalidades severas, de la misma manera que los choques térmicos o alteraciones térmicas. El pH del agua para la siembra debe ser checado antes de que sean vaciadas las postlarvas que han sido transportadas y éstas deben ser aclimatadas al nuevo pH, durante un período de un día en los tanques de mantenimiento para el criadero o crianza.

Las clases de siembra utilizadas dependen de la talla del mercado deseada y del manejo de la estanquería, particularmente de los procedimientos de cosecha. En Tailandia donde la talla comercial para el mercado es de 70 grs (con todo y cabeza) se recomienda el rango de siembra de 5 postlarvas por  $m^2$ , esto es, 50,000 postlarvas/ha. Las postlarvas utilizadas tienen arriba de un mes de edad (después de la metamorfosis). Donde se utilizan los subtemas del cultivo con métodos "continuos" se recomiendan mayores densidades de siembra, entre 16 y 22 larvas/ $m^2$  (160,000 y 220,000/ha) por año (New & Singholka, 1982). Por lo común las postlarvas son empacadas de 1000 a 2000 en cada bolsa.

## 6. COMENTARIOS

Como resultado de esta investigación documental fue posible comprobar que Macrobrachium rosenbergii, es una especie de langostino que reúne algunas características que hacen preferible su cultivo por sobre el de otras especies del mismo género, razón por la cual ha sido llevada a distintas regiones del mundo con características climatológicas semejantes al de su entorno ecológico original.

La principal característica que coloca a esta especie por encima de otras nativas de nuestro país, son las facilidades que presenta para su explotación y cultivo, las cuales se mencionan a continuación:

- a) Conducta territorialista poco agresiva que permite agruparlos en poblaciones de alta densidad, en comparación con las nativas que muestran conductas muy agresivas.
- b) Gran capacidad de adaptación a otros sistemas ecológicos distintos a su medio ambiente natural, como algunas regiones de los Estados Unidos, Israel, Colombia, Puerto Rico, Honduras Tahití y México.
- c) Gran resistencia a las enfermedades y al constante manipuleo que le permite desarrollarse en una gran variedad de sistemas acuícolas situación que no presenta M. carcinus, M. americanum ni M. tenellum, etc.

Sin embargo, a pesar de estas ventajas y de otras ya descritas, el cultivo de M. rosenbergii no ha tenido el éxito esperado en algunos proyectos realizados en nuestro país, con grandes inversiones de capital.

Este hecho, en mi opinión, se explica en función de graves deficiencias en la planeación y ejecución de los proyectos nacionales, descritas enseguida:

1. Falta de mano de obra especializada y de capacitación adecuada que propician el fracaso de muchas de las empresas de cultivo de langostino.
2. Falta de proyectos de cultivo, congruentes y apropiados, que contemplen estudios de mercado, eficientes vías de comunicación, adecuado abastecimiento de agua, diseño de instalaciones que faciliten su operación, etc.

3. Carencia de una legislación que reglamente diversos aspectos de su cultivo, explotación y comercialización y que imprima a esta actividad un carácter racional y respetable.

La problemática antes descrita respecto del cultivo de M. rosenbergii en particular, se presenta en la mayoría de las especies acuícolas cultivadas en México.

Después de analizar diversas investigaciones realizadas sobre esta especie, he llegado a la conclusión de que las técnicas de estudio de cultivo utilizadas en ellas pueden aplicarse exitosamente en el desarrollo de las especies autóctonas de langostino. De esta manera, será posible aumentar los conocimientos sobre su ciclo de vida, abatir los actuales índices de mortalidad e incrementar sus niveles de productividad.

Ha sido mi deseo que este trabajo constituya un aliciente para que otros investigadores, interesados en diversas especies de langostino de gran potencialidad alimentaria, contribuyan también a desarrollar una tecnología propia y adecuada a las características de nuestro país.

## L I T E R A T U R A   C I T A D A

- ANONIMO. 1979. Macrobrachium rosenbergii culture in Polynesia: pH control in experimental pond waters by phytoplankton limitation with analgicide. Proc. World Maricult. Soc., 10:392-402.
- ANDREWS, J.W., Sick, L.V. y Baptist, G.J., 1972. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. Aquaculture, 1:341-347.
- ANDREWS, J.W. y Sick, L.V. 1972. Studies on the nutritional requirements of penaeid shrimp. Proc. World Maricult. Soc., 3: 403-414.
- AQUACOP. 1977. Macrobrachium rosenbergii culture in Polynesia: progress indeveloping a mass intensive larval rearing technique in clear water. Proc. Worl Maricul. Soc., 8:311-26.
- AQUACOP. 1979 a Macrobrachium rosenbergii culture in Polynesia: pH control in experinental pond waters by. phytoplankton limitation with an algicide. Proc. World Maricult Soc., 10:392-402.
- AVAULT, J.W., Jr. ed. 1979. Publ: World Mariculture Soc., Baton Rouge, LA (USA), Report No. 899.
- AVAULT, J.W. Jr. 1980. ed. Publ: World Mariculture Soc., Baton Rouge, LA (USA), Report No.: 500-528.
- BALAZS, G.H., Ross, E. y Brookd, D.C., 1973. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. Aquaculture, 2:369-377.
- BALAZS, G. H. Olbrich, S.E. y Tumbleson, M.E. 1974 a Serum constituents of the Malaysian prawn (Macrobrachium rosenbergii) and pink shrimp (Penaeus marginatus). Aquaculture, 3:147-157.
- BALAZS, G.H., Ross, E., Brooks, C.C. y Fujimura, T., 1974 b. Effect of protein source and level on growth of the captive fresh water prawn, Macrobrachium rosenbergii. Proc. World Maricult. Soc., 5:1-14.
- BALAZS, G.H. y E. Ross, 1976. Effect of protein source and level on growth and performance of captive 1976 fresh-water prawn, Macrobrachium rosenbergii. Aquaculture, 7: 299-313.

BARNES, A., 1982. (Research discussion Session held during Giant Prawn 1980, Bangkok, Thailand, June 15-21, 1980). In Giant prawn farming, edited by M.B. New. Amsterdam, Elsvier. p.98 - 101.

BATE, C. 1868. Proc. zool. Soc. Lond. 363p.

BAUMANN, P., Bumann, L. and Mandel, M. 1971. Taxonomy of marine bacteria: the genus Beneckea. J. Bacteriol., 107 (J): 268-264 .

BINFORD, R. 1913. The germ-cells and the process of fertilization in the crab, Menippe mercenaria. J. Morphol. 24:147-204.

BROAD, 1957 b. The relationship between diet and larval development of Palaemonetes. Biol. Bull. 112 (2): 162-170.

BUCK, D.H.; R.J. Baur; S.R. Malechay D.R.. 1979. Polyculture of Macrobrachium rosenbergii and Chinese carps in ponds enriched with swine manure. Paper presented at the 10th Annual Meeting of the World Mariculture Society. Honolulu, Hawaii. 36 p.

CAMPLL, K.C., 1973 a. Culture of acuatic animals U.K. Parent, 1,304,513. Method of feeding chitinous meal to crustacea. U.S. Patent, 3:733-204.

CHANDRAMOHAN, D.; Lakshmanaperumalsamy, P.; Dhevendaran, K.. 1980. Prawn Disease. En Sea Food Export J. 12 (7): 9-19.

CONDEY 1972 R.E. Gosselink J.G. y Bennett H.S. 1972 Comparison of the assimilation of different diets by Penaeus setiferus and P.aztecus Fish Bull. 70:1281-1292

COSTLOW, J.D., JR., C.G. Bookhaut y Monroe. R. 1960 The effect of salinity and temperature on larval development. Biol. Bull., 188(2): 183-202

COWEY E.B. y Corner, E.D.S. 1963. Amino acids and some other nitrogenous compounds in Calanus finmarchicus. J. Mar. Biol. Assoc. U.k., 43:485-493

COWEY C.B. y Forster, J.R.M., 1971. The essential amino acid requirements of the prawn Palaemon serratus. The growth of prawns on diets containing proteins of different amino acid compositions. Mar. Biol., 10:77-81

DELVES-Broughton, J.P. y C.W. Poupard 1976. Disease of prawns in recirculation systems in the United Kingdom. *Aquaculture* 7:201-217

DE MAN. 1879. Notes Leyden Mus. vol. 1,167p.

DESHIMARU, O. y Shigueno, K. 1972. Introduction to the artificial diet for prawn Penaeus japonicus. *Aquaculture*, 1:115-133

DESHIMARU, O. y Kuroki, K..1974 b. Studies on a purified diet for prawn-I: Basal composition of diet. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, 40:413-419

DESHIMARU, O y Kuroki, K..1974 b. Studies on a purified diet for prawn-II: Optimum contents of cholesterol and glucosamine in the diet. *Bull Jap. Soc. Sci. Fish*, 40:421-424

DESHIMARU, O. y Kuroki, K..1975 A. Studies on a purified diet for prawns-IV: Evaluation of protein, free aminoacids and their mixture as nitrogen source. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, 41:101-103.

DESHIMARU, O. y Kuroki, K..1975 b. Studies on a purified diet for prawn-V: Evaluation of casein hidrolizates as a nitrogen source. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, 41:301-304.

DISBREY, R.B. y Rack, J.H..1970. *Histological Laboratory Methods*. E. y S. Livingstone, Edinburgh, London. 414 p.

DOBKING, S.; Bailey, D.J..1979. Growth rates of Macrobrachium rosenbergii in South Florida 2. Growth of intraspecific hybrids. Presentado en Annu Meet World Mariculture Society, Hawaii, Ene 22-26, 1979. p. 571-574

DUGAN, Ch. C.R.W. Haggod y T.A. Frakes.1975. Development of Apawning and Mass Larval Rearing Techniques for Brackish Freshwater Shrimps of the Genus Macrobrachium (decapoda, Palaemonidae). *Florida Marine Research Publ. Núm.* 12: 1-28.

DOBKIN, S.; J. Van Montfrans, D.H. Holland.1974. Selective Breeding of the Fresh and Brackish Water Shrimp Macrobrachium acanthurus. *Now. Sci.* 7 :9-13

FARMANFARMAIAN, A. y Lauterio T. 1979. Amino Acid supplementation of feed pellets of the giant shrimp Macrobrachium rosenbergii. Roc. Annu. Meet. world. Maric. Soc. p. 674-688.

FASTEN, N. 1924. Comparative stages in the spermatogenesis of various cancer crabs. J. Morphol. 39:47-62.

FISHER, L.R., Kon, S.K. y Thompson, S.Y.. 1957. Vitamin and carotenoids in certain invertebrates-VI: Crustacea: Penaeidea. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 36:501-507.

FISHER, C.R. 1960. Vitamins. In: T.H. Waterman (Editor). Physiology of crustacea, Academic Press, New York N.Y. 1:259-284.

FISHER, W.S. 1977. Epibiotic microbial infestations of cultured crustaceans. Procc. of the 8th annual meeting World Mariculture Society. 8:673-674

FORSTER, J.R.M. y Gabbott, P.A. 1971. The assimilation of nutrients from compounded diets by the prawns Palaemon serratus y Pandalus Platyceros. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 51:943-961.

FORSTER, J.R.M. y J.F. Wickins.. 1972. Prawn culture in the United Kingdom its status and potential. Lab. Leaflet. Minist. Agric. Fish. Food G.B. (New Ser.), 27 :32-57.

FORSTER, J.R.M. y Berd, T.W.. 1973. Growth experiments with the prawn Plaeomon serratus fed with fresh and compounded foods. Fish. Invest. Ser. II, 27 (7): 16.

FRANKENBERG, D y Smith, K.L.. 1967. Coprophagy in marine animals Limnol. Oceanog. 12:433-450.

FUJIMURA, T., 1966. Notes on the development of a practical mass culturing techniques of the giant prawn Macrobrachium rosenbergii IPFC/C66/WP 47. FAO. Regional of for Asia and the far East. 12th Session, Honolulu, Hawaii, USA. 3p.

FUJIMURA, T. y C. Okamoto. 1970. Notes on progress in developing a mass culturing Technique for Macrobrachium rosenbergii in Hawaii. FAO Reg. Of. for Asia and Far East. IPFC. 14th Session. p.1-18.

FUJIMURA, T.. 1974. Development of a Prawn Culture Industry in Hawaii. Job Completion Report: July 1, 1969 to June 30, 1972. U.S. Dept. Comm. NOAA. NMFS. 1-30 p.

GALTSOFF, P.S. . 1957. General methods of collecting, maintaining and rearing marine invertebrates in the laboratory. En J.G. Needham, F.E. Lutz, P.S. Welch and P.S. Galtsoff (editores), Culture methods for invertebrate animals. Dover Publications, New York. N.Y.:5-40

GATES, B.J. y Travis, J.. 1973. Purification and characterization of carboxypeptidases A and B from the white shrimp (Penaeus setiferus) Biochemistry, 12:1867-1874.

GEORGE, M.J.. 1969. Genes Macrobrachium Bate 1868 Central Mar. Fish. Res. Ins. Bull. 14:179-204

GOODWIN, H.L. y J.A. Hanson 1975. The aquaculture of freshwater prawns (Macrobrachium species). Waimanalo. Hawaii, The Oceanic Institute. 96 p.

GUARY, J.E.; Kayana, M.Y. Murakani, Y. 1974. Lipids class distribution and fatty acid composition of prawn, Penaeus japonicus. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 40:1027-1032

GUARY, J.C. Kayana, M.Y. Murakani, Y. 1975. Variations saisonnieres de la composition en acides grass chez Penaeus japonicus. Mar, Biol. , 29:335-341

GUNTHER, G. y Venkataramiah, A. 1975. Aquatic animal food composition US-Patent. 3:889-1007.

HALL, J.T. 1979. Ectoparasites of the freshwater shrimp, Macrobrachium rosenbergii in culture facilities at Homestead Florida. Proceeding of the 2nd biennial Crustacean. p. 214-219.

HEALTH Workshop, Galveston, Texas. April 20-22, 1977. Texas A y M University Sea Grant Publication p. 79 - 114.

HEDGECOCK, D. et al...1978. Development characterization of genetic stocks and their hybrids in Macrobrachium rosenbergii-IV Genetic divergence and Biogeographic of natural populations of natural populations.

HOLTHUIS, L.B..1950. The Decapoda of the Sibolga Expedition, Part. X . Sibolga Exped. Monogr. 39 a 9:1-268

HOOD, M.A. y Meyers A.P. 1973. Microbial aspects of penaeid shrimp digestion. Proc. Gulf Carib . Fish. Inst. 26:81-42.

HYSMITH, B.T.; Boot, J.R.; Cook, H.L. y Mies, W.L..1972. A study of the effects of feeding synthetic diets to brown shrimps (Penaeus aztecus) Proc. World Maricult. Soc., 3:365-368

JAMANDRE, T.J..1977. Pumps for brackishwater aquaculture. En Joint SCSP/SEAFDEC Workshop on Aquaculture Engineering. Technical report. Manila, Philippines, South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme. (SCS/GEN/77/15) 2:393-422.

JOHN, M.C..1957 Bionomics and Life history of Macrobrachium rosenbergii (De Man) Bull. Central Research Inst; Univ. Kerala Ser. C (Nat. Sci), 5 (I): 93-102.

JOSEPH, J.D. y Meyers, S.P..1975. Lipid fatty acid composition of shrimp meals and crustacean diets. Feed stuffs, 47 (35) 11-14

JOHNSON. D.S..1960 Sub-specific and infra-specific variation in some freshwater prawns of the Indo Pacific region p. 259-267.

JOHNSON, S.K..1977. Ther commercial fishfarm and Aquaculture News 3 (2) : 3 .

JOHNSON, S.K..1977. Crawfish and Freshwater shrimp diseases College Station, Texas, Texas A y M. University. 605p.

JOHNSON, S.K..1978. Some disease problems in crawfish and freshwater shrimp culture. Texas A M. University extension Fish disease diagnostic laboratory Publication FDDC-S-11:5.

JOHNSON, S.K. 1980. Diseases of Macrobrachium. Giant Prawn, June, Fish. Res. Lab. 6:17-23

KANAZAWA, D.; Tanaka, N.; Teshima, S. y Kashiwada, K.. 1971 a. Nutritional requirements of prawn-II Requirement for sterols. Bul. Jap. Soc. Sci. Fish. 37:211-215.

KAYAMA, M. e. al.. 1980. Essential Fatty Acid in the Diet of Prawn III, Lipid Metabolism and Fatty Acid Compositon, Bull. Japp. Soc. Fish. 46 (4) : 483-488.

KITABAYASHI, K. ; Kurata, H.: Shudo, K.; Nakamura, K. e Ishikawa, S.. 1971 a. Studies on for mula feed for Kuruma prawn-I: On the relationship of glucosamin, phosphorus and calcium. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab. 65:91-107

KITABAYASHI, K.; Shudo, K.; Nakamura, K. e Ishikawa, S.. 1971 b. Studies on formula feed for Kumura prawn-II: On the utilization values of glucose. Bull. Tokai. Reg. Fish Res. Lab. 65:109-118.

KITAYAMA, T.; Hirata, K. y Chichester, C.O.. 1971. The biosynthesis of astaxanthin-IV: The carotenoids in the prawn, Penaeus japonicus (Part I). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 37:614-620.

KOLTZOFF, N.K.. 1906. Studien uber die gestalt der zelle. I. Untersuchungen uber die spermien du Decapoden. Arch. Mikro. Anat. 67:364-572.

KOOIMAN, P.. 1964. Occurrences of carbohidrates indigestive juice in hepatopancreas of Astacus fluviatilis and Homarus vulgaris. J. Cell. Comp. Phisiol: 63:197-201.

LABBE, A.. 1904. La maturación des spermatides et la constitution de spermatozoides chez les Crustaces Decapodes. Arch. Zool. Exp. Gen. 40. Series 2:1-14

LINDENFELSER, M.E.J.. 1976. External Morphology and Variation in Macrobrachium rosembergii de Man. Mimeo. Dept. of Zool; Univ. Hawaii: 10 p.

LIGHTNER, D.V. y V.C. Supplee.. 1976. A Possible chemical control method for filamentous gill disease. Proceedings of the 7th annual meeting world Mariculture Society, 7: 473-451.

LING, S.W. y A.B.D. Merican. 1961. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of Macrobrachium rosenbergii (De Man). Proc. Indo-Pac. Fish. Conference 9 (2):55-61

LING, S.W.. 1962. Studies on the rearing of larvae and juveniles and culturing of adults of Macrobrachium rosenbergii (De Man). Indo- Pacif. Fish. Counc., Curr. Affairs Bull, 35:1-11

LING, S.W.. 1969. The General Biology and Development of Macrobrachium rosenbergii (De Man). FAO Fish. Rept. 3 (57): 589-606.

LU, C.S.. 1976. Studies of the testicular tissue and spermatogenesis in the brown shrimp Penaeus aztecus (Decapoda) Ph. D. Dissertation Univ. Houston Texas. 170 p.

LYNN, J.W. y Clark, W.H. Jr.. 1983. The fine structure of the fresh water prawn Macrobrachium rosenbergii. Biol. Bull. (Woods hole) 164 (3):459-470

LYNN, J.W. y Clark W.H. Jr.. 1983. The fine structure of the mature sperms of the freshwater prawn. Macrobrachium rosenbergii. Biol. Bull. 164 p.

MALECHA, S.R.. 1977. Genetics and Selective Breeding of Macrobrachium rosenbergii. En Hanson, J.A. and H.L. Goodwin, eds. Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson & Ross, PA. p.328-355.

MALECHA, S.R.. 1978. Aquaculture of the fresh water prawn Macrobrachium rosenbergii. in Hawaii: History present Status and application other areas. Paper presented at Brazilian Aquaculture conference. Recife Brazil July, 1978. 38 p.

MELECHA, S.R. Buck, D.H. Baur, R.J. y Onizuka, D.R.. 1981 Plyculture of the fresh water prawn Macrobrachium rosenbergii, Chinese and common carps in bonds enriched with swine manure. Aquaculture, 25(2,3):101-116)

MENASVETA, P.. 1982. Effect of ozone treatment on the survival of prawn larvae (Macrobrachium rosenbergii) reared in a closed-recirculating water system. In Giant prawns farming, edited by M.B. New. Amsterdam, Elsevier: p. 295-302.

- MINAMIZAWA , A. y Morizane, T.. 1970. Report on study about cultivation technique for fresh water shrimp. Ehime Prefecture Fish. Lab. Japan Bur. Comm. Fish. U.S. Dept. Interior: 55 p.
- MOAV, R. y Wohlfarth, G..1974. Modification through Competition of genetic differences in yield capacity in carp. *Heredity*. 33:181-202.
- MOAV, R. y Wohlfarth, G.. 1976. Two-way selection for growth rate in the common carp (Cyprinus carpio) *Genetics*, 82:83-101.
- NAMMALWAR, P. y Thangaraj, T. 1980. Problems of Diseases on Marine Fish and Prawn Farming in India. *Sea Food Export J.*, 12 (12): 9-12
- NEW, M.B.. 1976. A review of dietary studies with shrimp and Prawns. *Aquaculture*, 9:101-144.
- NEW, M.B.. 1980. A bibliography of shrimp and prawn nutrition. *Aquaculture*, 21:101-128.
- NEW, M.B.. 1982. Giant prawn farming. Amsterdam Elsevier. 532 p.
- NEW, M.B.. y S. Singholka..1982. Freshwater Prawn Farming a Manual for the Culture of Macrobrachium rosenbergii. FAO, Fish. Tech. Paper No. 225:1-14.
- NURDJANA, M. L. B.. 1977. Martosudarmo y B. Tiensongrusmee. Observations on disease affecting cultured shrimp in Jepara, Indonesia. *Bulletin Brackishwater Aquaculture Development Center*, 3:204-212.
- OVERSTREET R.M..1973. Parasites of some penaeid shrimps with emphasis on reared hosts. *Aquaculture*, 2:105-140.
- PEEBLES, B.. 1978. Molting and mortality in Macrobrachium rosenbergii. *Proc. IX World Mari. Soc.* 9:29-46.
- PONNUCHAMY, R., Shakintala, K. Reddy, S. R..1981. Preliminary Investigation on the utilization of tubificed worms by post-larvae of Macrobrachium rosenbergii (De Man). *Hydrobiologia*, 76 (1-2), 65-67.

POPPER, D. M. y R. Davidson. 1982. An experiment in rearing freshwater prawns in brackish water. En Giant prawn farming, editing by M.B. New. Amsterdam, Elsevier 173 p.

PROVASOLI, L. y D'agostino, A. 1969. Development of artificial media for Artemia salina. Biol. Bull, 136:434-453.

RAJYALAKSHMI, T. Ranadhir, M. 1969. The commercial prawn Macrobrachium malconsonii of the river Godovani. Food Agr. Organ 3(57): 903-921.

RAMAN, K. 1964. On the location of a nursery ground of the giant prawn Macrobrachium rosenbergii (De Man). Current Sci. 33 (I): 27-28.

RAMAN, K. 1967. Observation on the fishery and biology of the giant freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (De Man) Proc. Symp. Crust. Parte II:649-669.

RAO, R. M. 1965. Breeding behaviour in Macrobrachium rosenbergii (De Man). Fish. Technol. (India) 2, (1):19-25.

Rao, R.M., 1967. Studies on the Biology of Macrobrachium rosenbergii (De Man) of the ttoughly Estuary with notes on its fishery. Proc. Natl. Inst. Sci. India, 33B (5,6):252-279.

REGNAULT, M., Campillo, A. y Luquit, P., 1975. Cruissance des crevettes Crangon crangon et Palaemon serratus soumises aun régime artificiel: influence du mode de presentation at du mode de sechage de l'aliment. Cah. Biol. Mar, XVI:1-20.

RETZIUS, G., 1909. Die spermien der Crustaceen. Biol. Untersuchungen 14:1-54.

ROEDGE, M. A., W.P. Rutledge y W. C. Guest., 1979. Chemical controlf of Zoothamnium sp. on larval Macrobrachium acanthurus: 245-299. Proceedings of the Second Biennial Crustacean Health Workshop. Galveston, Texas. April 20-22, 1977. Texas, A & M University Sea Grant Publication p79-114

SANDIFER, P.A. y Smith T. I. J., 1974. Decapod mariculture in closed recirculating systems. Annual report: 1973-74 Coastal Plains Regional Commission, Washington, D.C. 16p.

SANDIFER, P.A. y Smith, T.I.J., 1975. Effects of population density on growth and survival of Macrobrachium rosenbergii reared in recirculating water management systems. Proc. World Maricult Soc., 6:43-53.

SANDIFER, P. A. y Joseph, J.D..1976. Growth responses and fatty acid composition of juvenile prawns (Macrobrachium rosenbergii) fed a prepared ration augmented with shrimp head oil. *Aquaculture*, 8:129-138.

SANDIFER, P.A. y S.W. Lynn.1981. Artificial insemination in caridean shrimp. *Advances in Invertebrate Reproduction*, p. 271-288.

SARVER, D.; Malecha, S.; Onizuka, D.. 1979. Development and characterization of genetic stocks and their hybrids in Macrobrachium rosenbergii. En 10 Annu. Meet. World Mariculture Society Honolulu, Hawaii, Ene. 22-26, ed. Avault, J.W., Jr. 18 p.

SARVER, F.; S. Malecha y D. Onizuka..1982. Possible sources of variability in stocking mortality in pond farming, ed. by M. B. New. Amsterdam. Elsevier. p. 99-113.

SCHEER, B. T.; Schwabe, C. W. y Scheer, M. A. R..1952. Tissue oxidations in crustaceans. *Physiol. Comp. Oecol.*, 2:327-338.

SCHNICK, R. A.; F.P. Meyer.; L.L. Marking y T.D. Bills.1979. Candidate chemicals for crustacean culture. 245-294. Proceedings at the 2nd. biennial crustacean Health Workshop. Galveston, Texas, April 20-22. 1977. Texas A & M University Sea Grant Publication p79-114.

SHEWBART, K. L.; Mies, W. L. y Ludwig, P.D..1973. Nutritional requirements of the brown shrimp, Penaeus aztecus U.S. Dep. Com. Rep. No. COM-73-11794. NOAA, office at Sea Grant, Rockville, Md:52 p.

SHIROTA, A..1975. Fresh Marine Organism as Living Feed for fisheries. 367 p.

SICK, L.V. y Baptist, G..1973. Effects of selected physical and nutritional factors on rates of pelleted diet ingestion by postlarval penaeid shrimp. *J. Elishe Metchell Sci. Soc.* 89:161-165.

SICK, L.V. y Andrews, J.W. 1973. The effect of selected dietary lipids, carbohydrates and proteins on the growth, survival and body composition of Penaeus duerarium. *Proc. World Maricult. Soc.* 4:263-276.

SICK, L. V. y H. Beaty..1974 a. Culture techniques and nutrition studies for larval stages of the giant prawn Macrobrachium rosenbergii. NOAA-Sea Grant Publ. Tech, Rept. Ser. No. 74:5-30.

SICK, L. V. y Harris, J..1974 b. A comparative study in formula food Technology and application for Penaeid and Macrobrachium larval and juvenile shrimp. 58 p.

SICK, L. V. y Beaty, H..1975. Development of formula foods designed for Macrobrachium rosenbergii larval and juvenile shrimp Proc. World. Mancult. Soc., 6:30.

SINDERMAN, C.J..1977. Freshwater shrimp diseases. General. In Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture, edited by C.J. Sidnermann. Dev. Aquacult. Fish. Sci, 6:78-95 .

SINGHOLKA, S.. 1978 Observations on the design, construction and management of small-scale or backyard hatcheries for Macrobrachium rosenbergii in Thailand. UNDP/FAO Programme for the Expansion of Freshwater Prawn Farming Working Paper. Rome, FAO, THA/75/008/78/WP/1

SINGHOLKA, S. y C. Sukapunt. 1982. Use of a simple recirculation system for larval culture of Macrobrachium rosenbergii In: Grant Prawn Farming, Ed. by N. B. New Amsterdam. Elsevier p. 291-293.

SIVALINGAM, S.. 1974. Aguide to construction of fish ponds. Fed Fish. Occas. Pap. Fed. Dep. Fish Niger, 20 :64.

SMITH, T.I.J.; P.A. Sandifer y W.C. Trimble..1976. Pond culture of Malaysian prawn, Macrobrachium rosenbergii (De Man), in South Carolina 1974-1975. Proc. VIII World Man. Soc. p. 625-645.

SMITH, T.I.J., P.A. Sandifer y W.E. Jenkins..1982. Growth and survival of prawns, Macrobrachium rosenbergii, pond reared at different salinities In: Giant prawn farming, ed. by M.B. New. Amsterdam, Elsevier p.191-202

SPOTTE, S.. 1970. Fish and invertebrate culture: water management in closed systems. New York, Wiley-Interscience. 145 p.

SOLANGI M. A.; R.M. Overstreet, y A.L. Gannam..1979. A filamentous bacterium on the brine shrimp and its control. Gulf Research Reports. 6:275-281.

SUHARTO, Y.H., A. Ismail y A. Poernomo..1982. Breeding technique of Macrobrachium rosenbergii in conical fibre glass tanks, In: giant prawn farming, edited by M.B. New Amsterdam, Elsevier. 115-122 p.

- SUZUKI, H..1970. Taxonomic review of four Aplpheid shrimps belonging to the genus Athanus with reference to their sexual phenomena. Sci. Rep. of the Yokahama Natl Univ. Sect. II (17):1-38.
- SZE, C.P..1973. The biochemical composition of juveniles of Macrobrachium rosenbergii Malays. Agric. J., 49:8-10.
- TALBOT, P. y R.G. Summers..1978.The structure of the sperm from Panulins the spiny lobster with special regard to the acrosome. J. Ultrastruct. Res. 65:341-351.
- TEMPLEMAN, W..1936.The influence of temperature salinity, light anda food conditiones on the survival and growth of the larval of the lobster (homarus americanus). J. Biol. Bd. Canada, 2(5): 485-497.
- TOMA, R.B. y Meyers, S. P. 1975. Isolation and chemical evaluation of protein from shrimp cannery effluent. Agric. Food Chen; 23: 632-635.
- TORRES,A.1973. Variations do pool des acides amises libres do muscle abdominal de Penaeus Kerathurus av. cours de cycle d'internue, et au cours do ieune. Camp. Biochen. Physiol. B. 45:1-12.
- TUNSUTAPANICH, A., 1980, The use of rock salt, sea salt, rock salt brine, and salt stock solution for larval culture of Macrobrachium rosenbergii. UNDP/FAO Program for the Expansion of Fresh water Prawn Farming Working Paper. Rome, FAO, THA/75/008-08/WP/18.
- UNESTAM, T y Weiss, D.W..1970. The host-parasite relation ship between freshwater crayfish and the cray fish disease fungus, Aphanomyces astaci: Responces to infection by a susceptible and a resistant species J. Gen Microbiol. 60:77-90
- UNO, Y. y K.Ch. Soo..1969. Larval development of Macrobrachium rosenbergii (De Man) reared in the laboratory. J. Tokyo Univ. Fish, 55 (2): 179-190.
- VAZQUEZ, L.G. y A. F. Villalobos..1977. Arthropoda I yII. UNAM. Mex. 2:164-395.
- VENKATARAMAIAH, A.. 1971. Spontaineous necrosis in shrimp. FAO Aquacult Bull, 3(3):11.

- VONK, H.J..1960. Digestion and metabolism. In: T.H. Waterman (Editor), Phystology of crustacea, Volume, I, Academic Pres, NY.p291-316.
- WATANABE, W. V..1975. Identification of the essential amino-acids of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. Thesis University of Hawaii, Honolulu 1-26.
- WEAR, R.G. 1979. The future of crustacean. Catch 79, 6 (10): 32-34.
- WHEATON, F.W., 1977. Acuacultural engineering. New York, Wiley. Interscience, 708 p.
- WICKINS, J. F.. 1976. Prawn Biology and Culture. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., vol. 14:435-507.
- WICKINS, J. F. y Beard, T. W.. 1978. Ministry of Agriculture Fisheries and Food Prawn Culture Research. Lab. Leaflet. Res. (G.B.) No. 42 :43 p.
- WULFF, R. E..1982. The esperience of a freshwater prawn farm in Honduras, Central América. In giant prawn farming, edited by M. B. New. Amsterdam, Elsevier, 445-448 p.
- YAMAGUCHI, R.. 1978. Ozone Tretment in a closed culture system for Macrobrachium rosenbergii M. S. Thesis. Texas A.& M. University 18 p.
- ZEIN-ELDIN, Z. P. y Meyers, S. P.. 1973. A general consideration of problems in shrimp nutrition. Proc. World Maricult. Soc. 4: 229-317.