

Universidad Autónoma Agraria

“Antonio Narro”

División de Ciencia Animal



**Comportamiento y Sistemas de Producción
de Langostino (*Macrobrachium sp.*)**

Por:

Luis Ángel López Martínez.

Monografía.

Presentada Como Requisito Parcial

Para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero, 2004

Universidad Autónoma Agraria

“Antonio Narro”

División de Ciencia Animal.

Comportamiento y Sistemas de Producción

de Langostino(*Macrobrachium sp.*)

MONOGRAFÍA.

Presentada por:

LUIS ANGEL LOPEZ MARTINEZ.

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial

para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

Q.F.B. Laura E. Padilla González.

Presidente.

Biol. Ma. Eliazar Bañuelos Covarrubias.

Maltos.

Sinodal

M.V.Z. José A. Gallardo

Sinodal

M. C. RAMON GARCIA CASTILLO

Coordinador de la División de Ciencia Animal.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero, 2004.

DEDICATORIAS

A DIOS,

Gracias Señor Porque se existes y
siempre estas junto a mí,
Porque cuanto soy,
Cuanto puedo y
Cuanto recibo
es regalo tuyo.

A mis padres

Rosendo López Mar.

Florencia Martínez Hernández.

Gracias a cada uno de ustedes por darme la Vida y
guiarme por un buen camino; No tengo mas palabras
para agradecerles, simplemente gracias papá,
gracias mamá, Que dios los cuide y
los bendiga por siempre.

A mis hermanos (as)

Fortino Francisca

Alfredo Salomé

Pedro Julia

Gracias por su apoyo y estimulo a seguir siempre adelante
en todo momento; contribuyendo en mi superación,

estoy orgulloso de cada uno de ustedes. Cada uno
somos el ingrediente único, para formar
una hermosa familia.

AGRADECIMIENTOS.

A la Q.F.B. Laura E. Padilla González, por darme la oportunidad de realizar este trabajo, y lo mas importante por la confianza y el apoyo que me brindo.

A la Biol. Ma. Eliazar Bañuelos Covarrubias, por su valiosa colaboración en este trabajo, por su apoyo brindado mediante su experiencia y conocimiento.

Al M.V.Z. José A. Gallardo Maltos, por haber hecho posible este trabajo, por su gran participación durante la revisión y por el apoyo brindado.

A mi Alma Mater: Por haberme dado la oportunidad de terminar mis estudios profesionales; orgullosamente llevare su nombre muy en alto.

A mis maestros: Que siempre tuvieron la paciencia y la vocación para guiarnos a todos los que hemos decidido tomar la profesión más noble.

A la Srita. Obdulia González Hernández, que fue fundamental en la culminación de mi carrera y en la elaboración de este trabajo.

Y a todos los que de alguna manera u otra, me apoyaron durante mi estancia en la Universidad.

INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
I) INTRODUCCIÓN	1
II) ANTECEDENTES	3
Objetivo.....	4
Justificación	4
III) REVISIÓN DE LITERATURA	5
Factores importantes a considerar para la selección del lugar de cultivo	5
Materiales y equipo básico para el cultivo básico integral del langostino	8
Generalidades	11
Taxonomía.....	12
Morfología	16
Reproducción y desarrollo	21
Técnicas para la reproducción	32
Manejo del cultivo	33
Cultivo de juveniles y adultos	47
Cosecha	54
Post-cosecha	56
Sistemas de cultivo	57
Estanques	58
Nutrición y alimentación	73
Formulación y evaluación de los alimentos	80
Enfermedades	82
IV) CONCLUSIONES	95
V) RECOMENDACIONES	96

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro No. 1 Comparación de Cinco especies de <i>macrobrachium</i> con mayor Importancia económica en México	15
Cuadro No. 2 Secuencia de operaciones para el cultivo Larvario usando el Sistema de agua Clara	37
Cuadro No. 3 Tipo de alimento en proporción a la edad de larvas	39
Cuadro No. 4 Programa de actividades durante la engorda del langostino	51
Cuadro No. 5 Problemas que se resuelven con el recambio de agua y sus efectos	64
Cuadro No. 6 Horarios propuestos para la toma de parámetros ambientales	66
Cuadro No. 7 Fertilizantes Fosforados utilizados en Sinaloa	69
Cuadro No. 8 Aplicación de Urea y Nitrato (kg. / ha) en forma rutinaria en el estado de Sinaloa	70
Cuadro No. 9 Compuestos Fosforados Utilizados de manera rutinaria en el Estado de Sinaloa	70
Cuadro No. 10 Rango de aminoácidos	74
Cuadro No. 11 Premezclas de vitaminas y Minerales Utilizados en alimentos Balanceados para langostinos en Hawii	76
Cuadro No. 12 Tipos de desinfectantes	92

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1: Morfología externa del <i>Macrobrachium</i>	18
Figura No. 2: Organización interna de un crustáceo decápodo macruro	20
Figura No. 3: Esquema de la branquia de un decápodo macruro en corte transversal	21
Figura No. 4: Ciclo de vida del <i>Macrobrachium</i>	28
Figura No. 5: Habitación del langostino	29
Figura No. 6: Desove del langostino	35
Figura No. 7: Disco de Secchi	72

D) INTRODUCCIÓN

La acuicultura comercial, se define como el arte de cultivar organismos acuáticos, vegetales o animales, totalmente o parcialmente relacionados al agua por su ciclo de vida, con la aplicación de métodos y técnicas totalmente controladas por el hombre. El proceso productivo involucra la selección de los organismos reproductores para obtención de "Semilla" (de procedencia silvestre o de producción), pasando por el control de su crecimiento a través de todas o algunas de las fases del cultivo (reproducción, re-cría o pre engorde y engorde) hasta lograr la talla adecuada (según el organismo cultivado) y su comercialización, en función de un estudio previo sobre la demanda existente en un mercado determinado (Anónimo, 2000).

La actividad presenta ventajas significativas respecto de la pesca tradicional: se procede a una producción en forma controlada, obteniéndose productos de calidad también controlada, con posibles cosechas parciales y llegada continua a un mercado seleccionado; lográndose un aprovechamiento sustentable y económicamente apto para el productor en casos en que el mismo haya planificado bien su anteproyecto. La cría de peces y otras especies marinas no es algo nuevo. Los romanos criaban ostras y por más de 3 000 años los chinos han «cultivado» peces en estanques, tal como se sigue haciendo en Tailandia, China, Malasia y Filipinas para el autoconsumo campesino. Más de la mitad de la producción de acuicultura corresponde a sistemas de agua dulce. En general incluye peces, crustáceos, moluscos y plantas (algas y otras especies vegetales marinas) (Anónimo, 2000). Los langostinos (crustáceos) son organismos que han sido capturados por el hombre desde hace muchos siglos, sin embargo, es difícil hablar de una pesquería, pues generalmente es una

actividad complementaria y realizada por campesinos en forma artesanal. Esta actividad es estacional, generalmente asociada a la época de lluvias, y los organismos capturados se consumen localmente o tienen una distribución limitada. Por otra parte, la presión de pesca va en aumento, la disponibilidad de áreas para la producción natural disminuye y la contaminación restringe las posibilidades de las poblaciones naturales. Estos factores, mas la gran aceptación de los crustáceos en general, ha propiciado que el hombre estudie como poder cultivarlos y de esa manera contar con una fuente constante y predecible de organismos. Con respecto a la actividad pesquera del langostino; en México se conocen varias especies en el Océano Pacífico, a las que se da el nombre común de "langostino" o "cauque" (*Macrobrachium americanum*) se encuentran en los ríos y lagunas litorales a todo lo largo de la costa occidental, desde Baja California hasta Chiapas; son muy abundantes en Nayarit, Michoacán y Guerrero. En el Golfo de México existen 3 especies a las que se les llama langostinos", "cauque" o "acamaya y "langostinos del Caribe" y son *Macrobrachium carcinus*, *Macrobrachium tenellum* y el *Macrobrachium acanthurus* llamado también "camarón prieto" o "manos de carrizo" (Holtschmit, 1990).

Las razones de este amplio el interés en el cultivo del langostino son múltiples. Además de su delicado sabor; su gran tamaño (la longitud de cuerpo de los individuos de talla comercial varía de 20 a 30cm), es omnívoro y puede vivir y desarrollarse lo mismo en medios de agua dulce que salobre. Siendo altamente estimado como alimento; su demanda en el mercado no puede satisfacerse fácilmente con la producción natural, que es bastante limitada.

II) ANTECEDENTES

El cultivo controlado de larvas es muy reciente y se puede considerar al Dr. Shaowen Ling como el padre del cultivo de langostino. Durante su desempeño en el instituto de investigaciones Pesqueras de Malasia en Penang, empezó a trabajar en 1959 con el langostino *Macrobrachium rosenbergii*, conocido localmente como “*Udang Galah*”, y un par de años después publico sus resultados, incluyendo la descripción de los diferentes estadios larvales (Holtschmit, 1990).

Los cultivos intensivos se iniciaron en 1965 cuando el Dr. Takujii Fujimura, en esa época Director del departamento de biología acuática del centro de investigaciones pesqueras Anuenue, en Hawaii, importo 36 langostinos malayos. A partir de entonces no solo han mejorado los cultivos larvarios sino que se establecieron las bases para el cultivo comercial de langostino en condiciones controladas.

En México, a partir de la década de 1970 iniciaron los trabajos tendientes a implantar la tecnología para el langosticultivo, desarrollándose primero con algunas especies nativas. En 1973 se iniciaron trabajos con *M. Rosenbergii*, el cual se introdujo por primera vez al país procedente de la India, en Cacalotan Municipio del Rosario Sinaloa (Holthuis, 1980)

En 1978 el Departamento de Pesca hoy CONAPESCA de la SAGARPA, inicio la construcción de los Centros Acuícolas El Real en el Estado de Veracruz, el Carrizal en el Estado de Guerrero y Chametla en el estado de Sinaloa cuyo objetivo ha sido la producción de post-larvas de langostino asiático mediante la técnica del “agua verde” (Holtschmit, 1990).

OBJETIVO

- Proporcionar la información completa sobre los diferentes tipos del género de *Macrobrachium* y dar a conocer los aspectos más importantes de la biología del langostino y sobre todo las técnicas empleadas para su cultivo.

JUSTIFICACIÓN

- México se encuentra en una posición ideal para los cultivos de estos organismos, ya que cuenta con dos litorales muy extensos, muchos ríos, la temperatura ideal y en general las condiciones propicias para que esta actividad resulte exitosa.

III) REVISIÓN DE LITERATURA

FACTORES IMPORTANTES A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DEL LUGAR DE CULTIVO

En cualquier tipo de explotación, ya sea ganadera, agrícola, acuícola, etc; es de suma importancia el conocer los factores climáticos, edáficos, meteorológicos y biológicos, para la selección del cultivo. Ya que estos influyen directamente en el éxito que se espera del proyecto. Holschmit (1990) menciona que los factores importantes que deben considerarse en la selección del lugar del cultivo del langostino, son las siguientes.

Hidrografía

- ✓ Disponibilidad de agua de mar de buena calidad.
- ✓ Disponibilidad de agua dulce de buena calidad.
- ✓ Consideración de probables inundaciones estacionales.
- ✓ Observación de la turbidez del agua (debe ser clara).
- ✓ Variaciones estacionales en temperatura y salinidad del agua.
- ✓ Determinación de probables sitios para la instalación de los sistemas de agua.

Topografía

- ✓ Disponibilidad de tierras.
- ✓ Desnivel no superior al 2 % para la construcción de estanques
- ✓ Composición del suelo (para propósito de construcción).
- ✓ En caso de no haber tierra adecuada en el lugar, determinar los lugares mas cercanos donde se encuentren.
- ✓ Drenajes del lugar (el lugar debe estar bien drenado).

- ✓ Elevación de las áreas circundantes (para flujos de gravedad, construcción de tanques de almacenamiento de agua, etc.).

Contaminación

- ✓ Deben examinarse, tanto históricamente como proyectadas al futuro posibles fuentes de contaminación.
 - a) Contaminantes de la tierra, agua y aire.
 - b) Contaminantes industriales.
 - c) Desechos agrícolas.
 - d) Desechos acuicultura les.
 - e) Desechos municipales.

Meteorología

- ✓ Vientos dominantes.
- ✓ Temperatura del aire.
- ✓ Promedio de lluvias mensuales.
- ✓ Incidencia de tormentas.
- ✓ Radiación solar.
- ✓ Razones de evaporación.

Biología

- ✓ Examen e identificación de las especies nativas de fitoplancton y zooplancton.
- ✓ Pruebas de la calidad del agua utilizando bioensayos con *Tetraselmis sp.* o alguna otra especie.
- ✓ Fuentes de reproductores.

Servicios comunitarios

- ✓ Ciudad mas cercana.
- ✓ Disponibilidad de alojamiento.

- ✓ Tiendas o mercados.
- ✓ Protección o seguridad.
- ✓ Recursos culturales para entretenimiento.
- ✓ Escuelas.
- ✓ Servicios médicos.

Mano de obra

- ✓ Disponibilidad de mano de obra
- ✓ Proximidad de mano de obra.
- ✓ Mano de obra calificada y no calificada.

Infraestructura

- ✓ Accesibilidad al lugar.
- ✓ Caminos pavimentados o terrecería.
- ✓ Ferrocarriles.
- ✓ Aeropuertos.
- ✓ Transportación marítima.
- ✓ Costos de envío.

Materiales y métodos

- ✓ Materia prima.
 - a) Combustibles.
 - b) Hielo.
 - c) Concreto.
 - d) Madera
 - e) Fierro para construcción.
 - f) Fibra de vidrio y plásticos.

✓ Servicios

- a) Contratistas
- b) Plomeros.
- c) Electricistas.
- d) Carpinteros.
- e) Mecánicos.
- f) Perforadores de pozos de agua

MATERIALES Y EQUIPO BASICO PARA EL CULTIVO INTEGRAL DE LANGOSTINO.

Ya seleccionado el lugar donde se realizara el cultivo, es importante hacerse de el equipo necesario para el funcionamiento del cultivo. De acuerdo a Holtschmit (1990) es el siguiente.

Para el laboratorio de producción de larvas (agua clara).

- Tanques de almacenamiento de agua dulce y salada.
- Tanques de mezclado para tener salinidad adecuada.
- Tanques de cultivo equipados con filtro y aireación.
- Tanques para baño profiláctico de hembras y desove.
- Tanques para incubación de Artemia.
- Bomba para agua dulce y salada.
- Filtro de arena a presión.
- Filtros de cartucho de 25 y 1 micra.

- Sopladores para aireación.
- Refrigerador.
- Balanza granataria con exactitud de 0.5grs.
- Microscopio compuesto y portaobjetos.
- Salinometro.
- Termómetros 0 – 150 °C.
- Tamices de 300 y 500 micras de acero inoxidable.
- Calentadores de inmersión para tanques de cultivo.
- Equipo para elaborar alimento (licuadora, molino).
- Redes de mano de malla fina y malla mosquitero.
- Pipetas graduadas de 10 ml.
- Probeta de nalgene de 250 ml.
- Vasos de precipitado de nalgene de 50 , 150 y 400ml.
- Cubetas de 20 lt marcados cada 5 lt.
- Estuche para análisis de agua: pH, dureza, alcalinidad, amonia, y nitritos.
- Reactivos varios: acido muriático, solución de cloro, formol, solución de cobre (cutrine - plus).
- Quistes de Artemia.

Para crianza y engorda (Tipo lote)

- Tanques para crianza de aproximadamente 200 m² con techo tipo invernadero o únicamente cercados con malla fina.
- Estanques de engorda (aproximadamente 0.5 ha)

- Estación de bombeo, con bombas de flujo axial o derivación de un río o manantial.
- Marcos con malla de 400 micras (para la entrada de agua de los estanques de crianza)
- Marcos con malla de 1, 000 micras (para la salida de agua).
- Marco con malla tipo mosquitero para vaciar los juveniles en estanques de engorda.
- Bascula de 0 - 50 Kg.
- Cajas de cosecha para ponerlas a la salida de los estanques y colectar allí a los organismos.
- Chinchorro con luz de malla de 2.5 cm.
- Atarraya para muestreos.
- Equipo para monitoreo:
 - a) Oxímetro
 - b) Termómetro
 - c) Estuche para análisis de agua: dureza, alcalinidad, pH, amonía y nitritos.
 - d) Disco de secchi.
 - e) Regla para medir los organismos
- Equipo para recortar la vegetación de las orillas.

GENERALIDADES

Existen en el país 10 especies de langostino del genero *Macrobrachium*, de las cuales, cinco de ellas son consideradas de importancia comercial. Unas habitan principalmente en la zona cerca al Golfo de México, otras del Océano Pacifico y una especie exótica, que es introducida de Malasia, se encuentra en varias zonas de México.

Distribución de especies langostino, de importancia comercial.

Golfo de México: *Macrobrachium carcinus* (Nombre común: Pigua, hábitat: ríos arenosos y Gravosos). *Macrobrachium acanthurus* (Nombre común: Manos de carrizo, Chacal, Chacalín)

Océano Pacifico: *Macrobrachium americanum* (habitat: ríos arenosos, gravosos)
Macrobrachium tenellum

Especie exótica: *Macrobrachium rosenbergii* (Nombre común: Langostino Malayo)

Las especies antes mencionadas presentan la característica biológica de desarrollar necesariamente parte de su ciclo de vida en aguas salobres (salinidad de 12 a 18 ppm), este es la etapa larvaria. La etapa de crecimiento, de juvenil a adulto la desarrollan en aguas dulces. La única especie que desarrolla su ciclo de vida completo en agua dulce es *Macrobrachium amazonicus* y esta no se encuentra en México. A nivel nacional, los primeros intentos de cultivo se llevaron a cabo en el estado de Sinaloa, deduciendo su desarrollo ocurre a una temperatura por arriba de los 20 °C, siendo optimas las de 28.5 a 30 °C. a temperaturas de 19 °C los organismos de la especie *Macrobrachium rosenbergii* dejan de alimentarse y a los 14 °C ya empiezan a morir. Son organismos muy exigentes

respecto a las temperaturas altas, pero un incremento por arriba de los 33 °C también les daña considerablemente (Avendaño, 1994).

Taxonomia

El agrupar a los organismos en base a características similares facilita su estudio ya que se ven las relaciones entre ellos, sus afinidades y sus diferencias y desde el punto de vista práctico permite hasta cierto punto hacer extrapolaciones y asumir que lo que es válido para una especie podría serlo para otras similares. Por ejemplo si se conoce que muchos langostinos necesitan de agua salobre para su desarrollo y queremos cultivar una especie de langostino diferente, es lógico asumir que tendremos que utilizar también agua salobre. La clasificación taxonómica del langostino (*macrobrachium*), es la siguiente: (Bowman y Abele, 1982).

Clase: *Crustacea*

Subclase: **Eumalacostraca**

Superorden: *Eucarida*

Orden: *Decapoda*

Suborden: *Pleocyemata*

Infraorden: *Caridea*

Súper familia: *Palaemonoidea*

Familia: *Palaemonidae*

Subfamilia: *Palaemoninae*

Genero: *Macrobrachium*

La taxonomía de los crustáceos (nombre que deriva de organismos con exoesqueleto duro y que agrupa desde pequeños organismos planctónicos hasta las langostas, camarones y cangrejos) no es la excepción y se pueden encontrar muchas clasificaciones diferentes. La familia Palaemonidae es una familia grande y diversa y consistente de por lo menos 50 géneros y 450 especies repartidas en cuatro subfamilias.

De acuerdo a Holthuis, (1980) al genero *Macrobrachium* se le puede encontrar en lugares tropicales y muchos subtropicales. Casi todas sus especies pasan parte de su vida en agua dulce, en algunos, los juveniles se encuentran en aguas salobres o marinas. Muchas de las especies son grandes y usadas como alimento por el hombre. Son comunes los casos de sinonimia en el genero y se deben principalmente a los siguientes factores:

- Solamente se tienen pocos caracteres para la identificación, pues son organismos muy similares y presentan muy pocas y pequeñas diferencias que a veces son difíciles de definir. Los mejores caracteres para la identificación son la forma del rostrum y la de los segundos pereiópodos.
- Algunos caracteres varían mucho dentro de la misma especie, especialmente durante el crecimiento.
- Las hembras difieren bastante los machos, especialmente en la forma del segundo pereiópodo, pareciendo organismos jóvenes.
- Los organismos pueden llegar a estar sexualmente maduros aunque las partes del cuerpo no están bien desarrolladas.

Importancia económica

Las especies mas importantes desde el punto de vista comercial, y por lo tanto las posibles para cultivo; son las que posteriormente se describen. Y en el **cuadro No. 1** se aprecian las diferencias que existen entre cada una de las especies.

Macrobrachium acanthurus (Wiegman, 1836): Conocido como langostino, mano de carrizo, acamaya, camarón de río, camarón prieto. Se distribuye desde Carolina del Norte (E.U.) hasta el Brasil. Se le encuentra en aguas dulces o salobres, generalmente en fondos lodosos. Los tamaños totales máximos reportados son 166 mm para los machos y 110 mm para las hembras.

Macrobrachium americanum (Bate, 1868): Se le conoce como langostino, camarón de agua dulce, cauque, acamaya. Se distribuye de Baja California hasta el norte del Perú incluyendo las Islas Galápagos y Cocos. Se encuentra en agua dulce, pero sus larvas requieren de agua salobre fondos rocosos. Tamaño máximo total para los machos 250 mm y para las hembras 193mm.

Macrobrachium carcinus (Linnaeus, 1758): Se le conoce como langostino, camarón de agua dulce, cauque, chacal o acamaya. Se distribuye desde Florida hasta el Brasil. Es de habitat rocoso y fondo arenoso, de agua dulce y pasa parte de su desarrollo en aguas salobres. Es muy similar a *M. americanun* y también de los mas grandes; los machos de 230 mm. y las hembras 170 mm.

Macrobrachium tenellum (Smith, 1871): Conocido como chacal, langostino, molla, camarón de rió. Se distribuye desde Baja California y Sonora hasta el norte del Perú. De aguas dulces, aunque algunas veces de aguas salobres. Sobre fondos rocosos, arenosos y lodosos. Su longitud máxima en machos es de 150 mm.

***Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879):** Esta especie es originaria de la región del Indo Pacífico, ha sido importada por muchos países, incluyendo a México, debido a sus características que lo hace ideal para el cultivo. Es menos agresivo que otros langostinos, de rápido crecimiento, gran adaptabilidad y resistencia de manejo; virtudes que lo hacen competir ventajosamente con muchas especies locales. Este langostino malayo se encuentra en aguas dulces y salobres y excepcionalmente en aguas marinas. Llega a ser muy grande, el tamaño máximo total para el macho es de 320 mm y 250 mm para la hembra.

MORFOLOGÍA

Morfología externa

Según Holtschmit, (1990) el cuerpo es comprimido, generalmente robusto, aunque en algunas especies son muy delgados. El rostro está bien desarrollado comprimido y dentado, entre los dientes se encuentran presentes unos pelos transparentes. Presentan antenas y espinas hepáticas, la espina antenal se encuentra debajo de la órbita ocular, la espina hepática ligeramente debajo de la antenal. Un canal branquiostergal corre del margen anterior del caparazón en línea recta a la espina hepática.

El abdomen generalmente es pequeño, la pleura de los 3 primeros segmentos son generalmente redondas, las del cuarto y quinto son angostas y cónicas hacia el ápice, la pleura del sexto segmento es muy pequeña y triangular terminando en pico sobre la articulación con el telson. El telson es alargado, triangular y posteriormente angosto, con dos pares de espinas en la parte dorsal al margen posterior del telson que siempre termina en punta. Los ojos generalmente están bien desarrollados, la cornea es globular siendo más ancha y pigmentada que el pedúnculo, un ocelo siempre está presente.

De acuerdo a Holtschmit, (1990) El pedúnculo antenular consiste en tres segmentos; el basal, que es mas ancho; en la parte proximal de margen exterior se sustenta un delgado escafocerito. El segundo y tercer segmento son mas cortos y angostos, y son casi de la misma longitud y anchura.

La antena tiene el escafocerito bien desarrollado y la longitud es dos a tres veces el ancho, el margen exterior termina en un fuerte diente final. La mandíbula es endida, las estructuras incisivas terminan en 3 largos dientes sin punta, el proceso molar esta provisto de protuberancias en la parte distal , una triple unión de palos esta presente. La maxila termina en muchas espinas móviles, el palpo es simple y bien desarrollado. Todos los maxilipedos están provistos de exopodos bien desarrollados, los exopodos sostienen un distinto pero muy amplio lóbulo, el epipodo es bilobulado y lóbulo superior termina en un punto bastante agudo. El segundo maxilipodo es mas pediforme, el exopodo es mas largo que el endopodo, el epipodo sostiene un bien desarrollado podobranquio. El tercer maxilipodo es delgado y generalmente se extiende cerca de la ultima unión mas allá del pedúnculo, el exopodo esta bien desarrollado con epipodo presente, además una arto branquia como una pleurobranquia están fijos en la base del maxilipodo (Holtschmit, 1988).

La formula branquial es similar a la de los otros palemonidos. Los primeros pereiópodos son delgados, la quela tiene el alma casi tan cerca como los dedos. El mero es algo mas corto que el carpo.

El primer pleopodo tiene el endopodo mucho mas pequeño que el exopodo, siendo aun mas pequeño en las hembras. Los demás pleopodos, tienen los endopodos y exopodos casi de la misma talla. Los uropodos son ovalados, el exopodo tiene el margen externo ligeramente convexo y terminado en un diente que sostiene una espina móvil, el endopodo es ovalado e inerme; ver **(Figura No. 1)**, (Holtschmit, 1990).

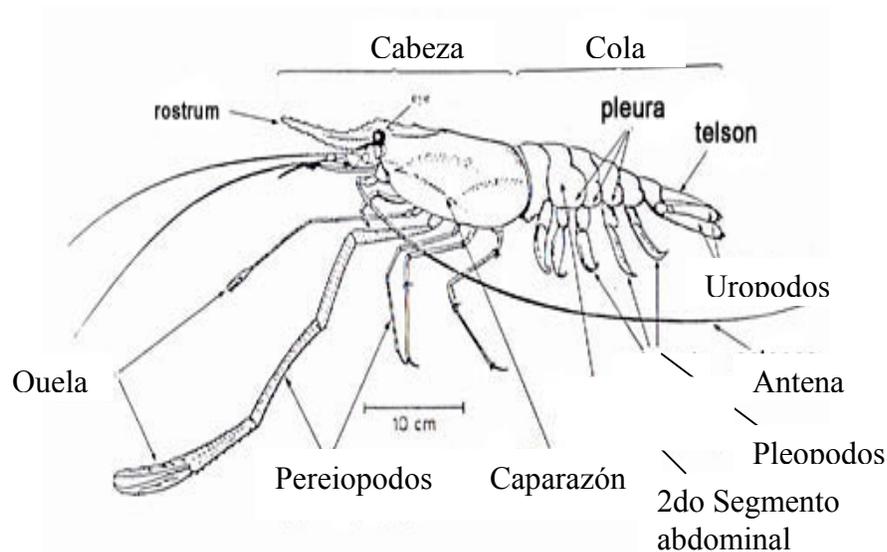


Fig. No. 1) Morfología externa del *Macrobrachium*.

Fuente: (Singholka, 1993).

Para el común de la gente los langostinos son bastante parecidos a los camarones, pero hay dos cosas que los distinguen a simple vista: los langostinos tienen primero y segundo par de pereopodos con quelas o pinzas, el segundo de ellos muy desarrollado, mientras los camarones tienen los primeros tres quelados todos aproximadamente del mismo tamaño y pequeños; la pleura del segundo segmento abdominal de los Carideos (langostinos) se sobrepone al primero y tercero, en camarones el primero cubre el segundo, este al tercero, etc.

Un aspecto básico para los cultivos es la identificación de sexos, en el caso de los langostinos existe dimorfismo sexual y es fácil distinguir a los machos de las hembras, principalmente por el tamaño y por las quelas, siendo en ambos casos los machos de mayor tamaño. Sin embargo, es frecuente que los machos pierdan las quelas y entonces es difícil distinguirlos. En estos casos la identificación se hace revisando el segundo par de pleopodos, en los machos, además del apéndice interno se tiene el apéndice masculino. Este

esta situado en el basipodito del pleopodo, sobre el inicio del endopodito y borde interno del apéndice interno. Es un segmento pequeño que mide alrededor de un tercio de la longitud del endopodito, su extremo distal está aplanado y cubierto por pequeñas espinulas en forma de ganchitos. Los juveniles o machos inmaduros se pueden reconocer por una protuberancia central en el esternito del primer somite abdominal (Holtzman, 1990)

Morfología interna

Aparato digestivo.- Esta formado por un tubo que recorre libremente la cavidad del cuerpo en toda su longitud, tiene tres regiones distintas, la anterior o stomodeum, la media o mesenteron, y la posterior o proctodeum. El stomodeum comprende una faringe, el esófago y la molleja o estomago masticador. El mesenteron generalmente es corto; presenta glándulas digestivas. En esta porción se efectúa la digestión y la absorción de los alimentos. El proctodeum es relativamente largo (Blasco, 1991).

Aparato circulatorio.- **En la figura No. 2** se aprecia como el aparato circulatorio es abierto y consta de un vaso dorsal o corazón; se pueden considerar en este vaso dos porciones, de las cuales la posterior es contráctil y la porción anterior llamada aorta, que es el conducto por donde la sangre sale impulsada hacia la cavidad del cuerpo. Además en la parte contráctil del corazón se encuentran pequeños orificios llamados ostiolas, los cuales comunican la cavidad del corazón con otra cavidad muy basta que la rodea a la altura de las ostiolas y que se llama seno pericardio.

La circulación se hace de atrás hacia delante y la sangre regresa al corazón por las ostiolas. Los sistemas arterial y venoso están bien desarrollados.

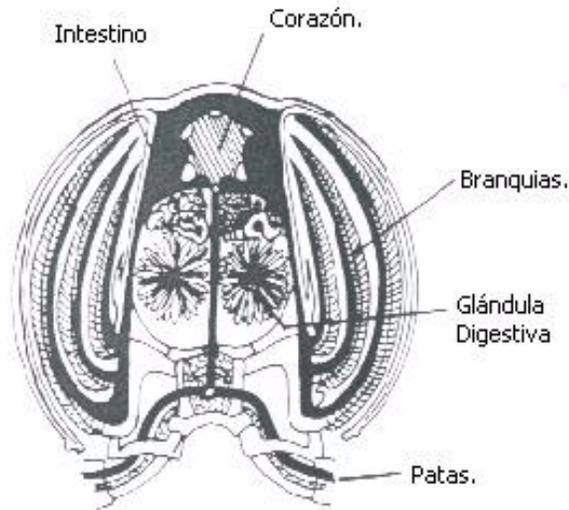


Figura No. 2: Organización interna de crustáceo decápodo macruro. Corte transversal a nivel del cefalotórax. Fuente: (Blasco, 1991).

Aparato respiratorio.- La respiración se realiza a través de las branquias; las branquias están situadas en ambos lados del cuerpo, por donde circula el agua desde atrás y sale por la cabeza. En general tienen de 6 a 20 pares de branquias, como se muestra en la **figura No. 3**. Los crustáceos causan muy fácilmente los cambios en la concentración de oxígeno en el agua. Esto hace que la cantidad de oxígeno disuelto sea una variable importante a la capacidad de retención de agua dentro de las cámaras branquiales, conservando así suficiente humedad dentro como para mantener la estructura de sus branquias intactas. Una vez fuera del agua el crustáceo puede reoxigenar el agua capturada moviendo las branquias, permitiéndoles este mecanismo una supervivencia en cuestiones de sequía de varios días. Este fenómeno se aprovecha en el almacenamiento, transporte y desinfección de estos animales (Blasco, 1991).

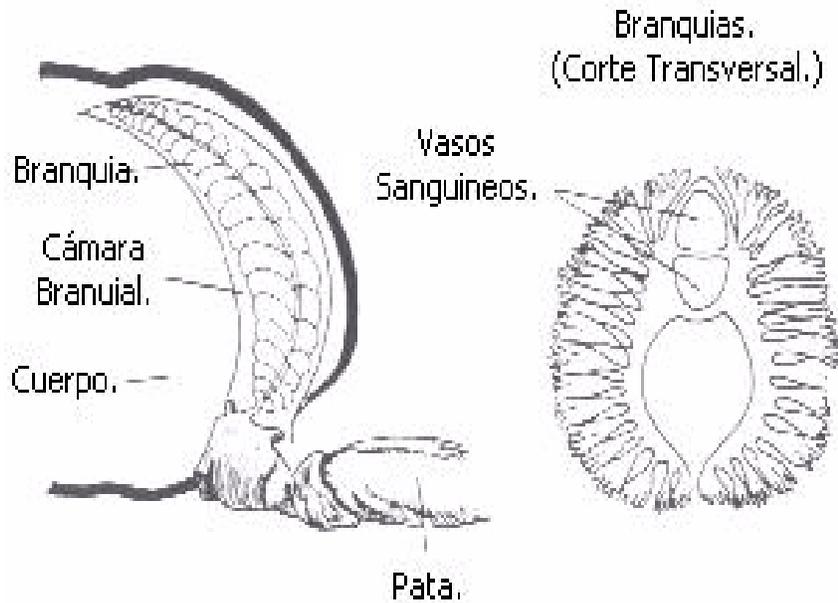


Figura No. 3: Esquema de la branquia de un decápodo macruro en corte transversal.

Fuente: (Blasco, 1991)

Sistema nervioso.- Es de tipo ganglionar y está formado por una masa dorsal anterior llamada cerebro o ganglio supraesofágico, una masa ventral o ganglio subesofágico y una cadena doble de ganglios con un par de estos para cada segmento del cuerpo.

REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Las gónadas, localizadas en la región dorsal del cefalotórax se comunican al exterior por los oviductos que desembocan en la base del tercer par de pereiópodos en las hembras, o por los vasos deferentes ensanchados en su parte terminal formando una ampolla seminal, que se abre en la base del quinto par de pereiópodos en los machos. Una hembra sexualmente madura se distingue de una que no lo está por la coloración de las gónadas que son fácilmente visibles en algunas especies de caparazón translúcido, como por ejemplo *M. Rosenbergii*, en donde son de color naranja, en otros casos como *M. americanum* o *M. carcinus* son verdes y más difíciles de ver porque su caparazón es oscuro. Por otra parte las

pleuras son mas grandes y se tiene una gran estación en los pleopodos, lo que va a contribuir mas adelante a la fijación de los huevecillos. Una hembra madura tiene además unos penachos de setas en la base del tercero, cuatro y quinto par de pereopodos, que le servirán como conductos para pasar los huevos al abdomen (Holtschmit, 1990).

El macho sexualmente maduro esta casi siempre listo para el apareamiento, mientras que la hembra solo lo esta dispuesta después de la muda de reproducción. Cuando la hembra muda se libera una ferhormona que comunica su estado y atrae a los machos en estadio de ínter muda. El macho dominante rodea con sus quelas a la hembra y la protege hasta el apareamiento. La copula se realiza entre tres y ocho horas después del cambio de caparazón o ecdysis y dura solo unos pocos segundos. Para esto el macho sujeta a la hembra con los pereiópodos y la voltea de modo que queda vientre con vientre y un ángulo aproximado de 45°. Inmediatamente después de la copula los espermatoforos aparecen como dos cordones gelatinosos, pegajosos, son transferidos al vientre de la hembra por el primero y segundo par de pleopodos, a los pocos minutos estos cordones se hidratan expandiéndose y perdiendo su adhesividad excepto en la porción donde se pega al cuerpo (Saronjini *et al*, 1984).

Se han logrado hacer inseminaciones artificiales, ya sea extrayendo quirúrgicamente la vesícula seminal o por medio de pequeños shocks eléctricos, habiendo logrado fecundación y desarrollo normal de larvas.

Después del apareamiento, la hembra permanece varias horas limpiándose y usa para ello los quelipedos del primer par de pereiópodos, que tienen setas duras como cepillo y agitando fuertemente los pleopodos por pereiópodos intermitentes (Sandifer y Smith, 1979).

El desove ocurre típicamente dentro de las siguientes 24 horas, aunque en casos excepcionales se ha observado que puede ocurrir hasta siete días después del apareamiento. La hembra muestra un comportamiento muy singular consistente en ponerse lo mas vertical posible extendiendo para ello los pereiópodos, manteniendo el abdomen rígido y bamboleándose de un lado a otro. Con esto asegura que los huevecillos vayan llenando homogéneamente la cámara de incubación (Holtschmit, 1990).

No se ha podido observar realmente el contacto entre espermatozoides y óvulos por la posición de los apéndices de la hembra pero las evidencias que se tienen suponen que la hembra rasga primeramente la cutícula de los espermatozoides con sus quelas pequeñas y los óvulos van saliendo en un chorro continuo a través de los tubulos formados por los penachos de setas de los pereiópodos posteriores. Esta operación es facilitada por una sustancia lubricante segregada por los oviductos. Al pasar por los esternitos torácicos los óvulos se encuentran al espermatozoides y son fertilizados (Holtschmit, 1990).

El mecanismo por el cual se liberan los espermatozoides de esa matriz gelatinosa no se conoce pero se cree que junto con la sustancia lubricante de los oviductos, es segregada una hormona específica que contribuye, junto con los movimientos de las coxas de los pereiópodos, a que exista un contacto continuo entre óvulos y espermatozoides. Esto es importante ya que los espermatozoides, de forma similar a tachuelas, son inmóviles. Probablemente la presencia de esta hormona específica es lo que ha hecho falta para que se puedan dar cruces ínter específicas en los intentos de inseminaciones artificiales, ya que aparentemente se tienen un desove normal pero no hay fecundación (Kuris *et al.*, 1982).

Los huevos van pasando a la cámara de incubación formada por los esternitos, las pleuras y en su parte inferior por los pleopodos y se van adhiriendo a otros huevos; a las paredes y principalmente a las setas de los pleopodos por una sustancia adhesiva que

algunos autores dicen es producida por glándulas tegumentarias de los pleopodos. Debido a su baja tensión superficial este cemento fluye alrededor de los huevos pero al ir girando van formando hebras que al endurecerse los sujetan. Una hembra puede desovar aunque no haya sido fecundada pero en este caso los huevos se desprenden a los 2 o 3 días.

Al cabo de unos 25 minutos el desove termina, la hembra se examina con los primeros pereiópodos y los huevos que no están bien sujetos así como toda materia extraña es removida.

El número de huevecillos está en función de la especie y del tamaño de la hembra. Las especies de langostino se pueden agrupar en tres niveles de acuerdo a su fecundidad: un grupo de alta fecundidad que incluye a *M. carcinus* y *M. americanum* con promedio de 210, 000 y 150, 000 huevos, respectivamente, otro nivel de fecundidad media representado por *M. rosenbergii* con un promedio de 25, 500 huevos y otro nivel de fecundidad media baja en donde se considera a *M. tenellum* y *M. acanthurus*, respectivamente, con 4, 650 y 3, 500 huevos en promedio.

De acuerdo New y Singholka (1993) asume que el número de larvas de *M. rosenbergii* está en función del peso de la hembra y que se tienen 1000 larvas por gramo de hembra.

El periodo de incubación varía de acuerdo a la especie y en relación directa a la temperatura, de modo que se puede predecir con mucha exactitud la eclosión si conocemos la temperatura.

Durante el periodo de incubación la hembra vive normalmente salvo que examina y limpia su abdomen con mayor frecuencia y agita más frecuentemente los pleopodos. Si las condiciones fueron estables y adecuadas durante la incubación, todas las larvas eclosionan

en pocas horas, en caso contrario la eclosión puede demorarse hasta mas de un día (Holtschmit, 1990).

Después de un tiempo variable, según la especie, la hembra vuelve a mudar, y si las condiciones de temperatura y foto período se mantienen como en primavera o verano se puede tener entre 3 y 4 o hasta mas de 10 desoves en un año.

El numero de subestadios de zoea por el que atraviesan las larvas varia con la especie y aparentemente con el autor ya que al principio cada muda representa un nuevo subestadio pero después puede haber varias mudas para cada uno y las características morfológicas van cambiando paulatinamente lo que da lugar a confusiones. Para *M. rosenbergii* se han reportado desde 8 hasta 11 subestadios (Holtschmit, 1990).

Estas larvas se distinguen por sus apéndices torácicos birrameos que les ayuda a respirar, pues no tienen todavía branquias, y a crear una corriente de agua para atraer al alimento así como para nadar. Se mueven generalmente con la cabeza hacia abajo y nadando hacia atrás manteniéndose suspendidas en la columna de agua. Al completar su desarrollo larval sufren una metamorfosis que las convierte en postlarvas, estas se distinguen fácilmente porque nadan usando los pleopodos en la forma normal de los adultos, hacia delante y con la parte dorsal hacia arriba, porque han perdido los exopoditos de los pereiópodos respirando ahora si con las branquias, y por la coloración que es mas uniforme en todo el cuerpo. Estas postlarvas de aproximadamente 1 cm. son también muy eurihalinas y tienen que serlo, ya que es cuando empiezan a remontar los ríos para vivir como los adultos (Holtschmit, 1990). Un aspecto interesante y que llama la atención a los que cultivan larvas es que el desarrollo es muy desigual y normalmente en las etapas finales se pueden tener mas de 4 subestadios simultáneamente. Esta tendencia continua y puede

haber mas de 15 o 20 días entre la primera aparición de postlarva y la ultima (Ra'anan y Cohen, 1984).

Desarrollo embrionario.

Después de aproximadamente 2 horas de fertilización del huevo, la zona estelar del protoplasma que contienen el núcleo se hace aparente en el centro del huevo y es claramente visible después de una hora. La primera división nuclear comienza después de 4 horas y se completa en una. La segunda división nuclear comienza a las 6 horas y termina a las 7: 30. las divisiones siguientes se llevan a cabo a intervalos de 1 a 1.5 horas y la segmentación se completa en aproximadamente 24 hrs.

La primera y la segunda divisiones nucleares se completan sin una división correspondiente de la célula. Cuatro marcas de segmentación aparecen cuando la tercera división nuclear casi termina, comienzan desde cuatro puntos equidistantes sobre la superficie y se extienden rápidamente casi en ángulos rectos formando cuatro cuadrantes o blastómeros , cuyos ápices se unen por un surco medio cada uno de los 4 cuadrantes contienen dos núcleo, la cuarta división nuclear es hoblastica (SEPESCA, 1988).

La quinta división nuclear, así como las subsecuentes, son superficiales. Los estadios avanzados de la segmentación muestran marcas hexagonales sobre la superficie. Los núcleos de los estadios tempranos de la segmentación se localizan en la parte más profunda del huevo. Comenzando desde el estadio de 8 blastómeros, tienden aparecer más cerca de la superficie y en los estadios más avanzados alcanzan la superficie como en otros decápodos (SEPESCA, 1988).

Ciclo de vida

Los langostinos eclosionan del huevo como una larva pequeña y frágil en un estadio conocido como zoea, diferente al adulto en que es planctónica y se mueve activamente en la columna de agua gracias a sus apéndices torácicos. Pasa por una serie de subestadios larvales hasta que cambian por una metamorfosis a la apariencia y comportamiento del adulto, a este estadio se le llama juvenil. Se le conoce esta etapa también como post larva y a los pequeños langostinos juveniles, solo después de haber pasado por varias mudas. Estos juveniles al crecer y mudar muchas veces, llegan al estado adulto y así se completa el ciclo; ver **Figura No. 4** (Singholka, 1993).

La figura se muestra:

- (1). Huevo
- (2). Larva
- (3). Post-larva o juvenil
- (4). Adulto

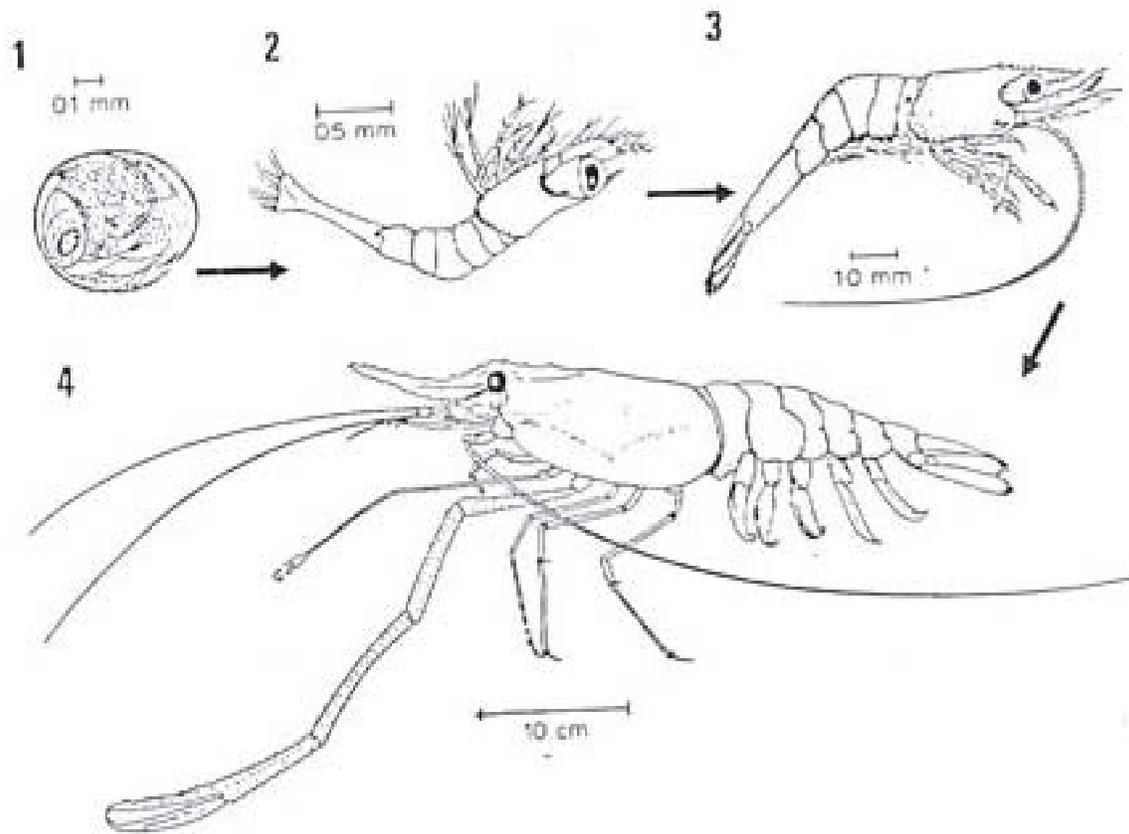


Fig. No. 4: Ciclo de vida del *Macrobrachium*
 Fuente: (Singholka, 1993).

Los langostinos: su vida y su medio

Según Holtschmit, (1990) los langostinos viven en agua dulces o salobres, pudiendo encontrarse en ríos, lagunas e incluso en esteros siempre y cuando la temperatura del agua oscile entre los 15 a 35° C (dependiendo de la especie), sea de pH casi neutro, exista una cantidad de oxígeno disuelto superior a 2.5 ppm (partes por millón) y no sean aguas muy duras o saladas. Viven encuevadas entre las piedras o raíces sumergidas de los árboles, en agujeros excavados en el lodo o en general en lugares protegidos, como se aprecia en la **figura No. 5**. Son de hábitos nocturnos por lo que en las noches, salen a buscar su alimento que por ser omnívoros, pueden ser muy variado: plantas, raíces, pequeños peces, moluscos,

gusanos, otros crustáceos e inclusive algunos como el *M. Americanum* pueden salir del agua para capturar algo que se encuentre cerca de la orilla.



Fig. 5: Habitación del langostino.

Fuente: Anónimo, 2003 (1)

Detectan el alimento principalmente por el olfato moviendo las antenas continuamente para de esta forma ir orientando su movimiento de acuerdo a la información diferencial que recibe en cada una; ya cerca del alimento, el tacto y el “gusto” juegan un papel importante pues si no se tiene la textura o el sabor apropiado el objeto es rechazado, en caso contrario, de las quelas se lo pasan a los maxilípedos que los sujetan firmemente y empiezan a desgarrarlo con las mandíbulas (Holtschmit, 1990).

Comportamiento

En general los crustáceos decápodos son muy agresivos y presentan una gran territorialidad, razón por la cual el cultivo de muchas especies es un problema ya que es difícil mantener muchos organismos en espacios reducidos.

Generalmente la dominancia implica cierta jerarquía donde los organismos mas grandes tienen preferencia sobre el alimento, refugio o pareja sexual. Lo mas importante en determinar la jerarquía es el tamaño y principalmente el de las segundas quelas (Peebles, 1979)

El aspecto práctico más relevante de la territorialidad es que aunado a las interacciones sociales va un efecto de inhibición de crecimiento que se acentúa cuando es mayor la densidad de población. , organismos de la misma edad muestran un crecimiento muy desigual, a esto le llaman “efecto toro” (Fujimura y Okamoto, 1979).

La relación de machos y hembras dentro de la población de langostinos es de 1:1, pero mientras las hembras muestran un tamaño intermedio muy uniforme, los machos se dividen en tres morfotipos diferentes; los de quelas grandes azules, que son de mayor tamaño, dominantes y muy territoriales; los de quelas naranjas, que son poco menores, agresivos y subdominantes y los machos enanos de quelas claras y pequeñas, siempre moviéndose y sumisos (Kuris *et al.*, 1987).

La proporción en la que se presentan estos tres morfotipos es muy constante, aun en donde los machos son capaces de transformarse siguiendo un orden irreversible de claras a naranjas y de naranjas a azules, efecto más notable cuando los machos grandes son removidos de la población. Se cree que la desigualdad de tamaños en *M. Rosenbergii* va ocurriendo al ir compitiendo por el alimento, de modo que los que comen más crecen más y el efecto se va acrecentando, sin embargo, se ha observado que los primeros que llegan al alimento son los machos enanos. Salmeron (1985) sugiere que el efecto de enanismo puede deberse a la liberación de una ferhormona por parte de los organismos, y cuando hay muchos o algunos dominantes hay una elevada concentración de esta sustancia inhibidora. Se ha tratado de evitar el enanismo y forzar a la población a un crecimiento más acelerado utilizando la técnica de ablación peduncular (extirpación del pedúnculo ocular desde su base, con el fin de remover un grupo de células neurosecretoras que producen una sustancia inhibidora de la muda, la hipótesis sería: más mudas – más crecimiento).

Según Holschmit (1990). Un aspecto relacionado es que de los tres morfotipos, solo los de quelas naranja y los enanos son capaces de reproducirse aunque con estrategias diferentes. Los machos dominantes se aparean con la mayoría de las hembras y las protegen. Los machos chicos pueden aparearse sin necesidad de voltar a la hembra y lo hacen rápidamente aun en el caso de que un macho dominante la este protegiendo. Una de las ventajas de los machos dominantes es que aseguran a sus hembras, pero el costo es alto: ya que gastan energía en crecer mucho, hacen quelas grandes, defienden su territorio y poseen una habilidad reducida para regenerar apéndices perdidos por mudar poco y, en general, una vida mas corta. Los machos enanos, por otra parte, gastan menos energía en crecer y aunque son menos atractivos a las hembras y tienen una menor probabilidad de fertilizarlas, poseen la ventaja de que se adaptan mejor al medio y además la opción de llegar a ser organismos dominantes. Seguramente desde el punto de vista de la selección natural una cosa balancea a la otra. Los machos de quelas naranja sacrifican la reproducción por un rápido crecimiento y se caracterizan por tener un hepatopaneas grande y un sistema reproductor poco desarrollado (aunque viable). Entonces, al inicio hay organismos dominantes de quelas azules que se reproducen pero ya no crecen y al poco tiempo mueren (o los matan), los de quelas naranja por su rápido crecimiento rebasan a los dominantes y se convierten a su vez en quelas azules dejando de crecer. En forma paralela, los machos enanos ocupan el lugar de las quelas naranja, dejan de aparearse y empiezan a crecer rápidamente (Kuris *et al*, 1987).

TÉCNICAS PARA LA REPRODUCCIÓN

De acuerdo a la SEPESCA (1988); La madurez sexual se alcanza a partir de 4° a 5° mes en hembras y machos; las hembras maduras, únicamente pueden aparearse después de haber mudado, mientras que los machos pueden hacerlo en cualquier momento. La

reproducción se lleva a cabo todo el año, y esta en función de la temperatura, cesando si la época invernal esta bien delimitada o prolongándose durante todo el año con un máximo en verano, si las temperaturas se mantienen mas o menos estables.

Relación de sexos.

La proporción de sexos para esta especie, esta determinada en función a la capacidad reproductiva, en machos y hembras, determinando que por cada macho adulto, se requieren de dos hembras adultas (SEPESCA, 1988).

Manejo de hembras ovadas.

El manejo, captura y traslado de las hembras ovadas debe ser extremadamente cuidadoso, evitando el contacto de estos con objetos sucios, así como movimientos bruscos. Para la captura se recomienda usar chinchorros, atarrayas, redes de cuchara, cubetas, tinas y demás materiales de apoyo limpios.

Una vez colectadas las hembras ovadas y separadas en tinas o artefactos amplios con suficiente volumen para albergarlos por un tiempo corto de 5 – 10 min. se procederá a separar a las hembras con una masa abundante de huevos, homogeneidad en el desarrollo embrionario, regresando al estanque de reproductores aquellos que no cumplan con estas condiciones. Para el transporte las hembras ovadas seleccionadas estas se colocan en un artefacto o transportador de fibra de vidrio, este debe contener agua dulce, limpia y oxigenada con una temperatura similar a la del estanque rustico y a la de las piletas de eclosión donde van a depositarse. La densidad de manejo en el transporte debe de cuidarse para evitar perdida de hembras o cierta masa de huevos (Saronjini *et al*, 1984).

Se recomienda utilizar transportadores con tapas anchas para facilitar su extracción y su colación en las piletas de eclosión.

Fecundidad

La reproducción ocurre todo el año. Las hembras llevan los huevos colgados entre los pleópodos hasta el momento de la eclosión. Aunque por carencia de una óptica adecuada no se ha podido estimar con exactitud la fecundidad de la especie (Holtzman, 1990).

MANEJO DEL CULTIVO

Mantenimiento de reproductores hasta eclosión

Según Holtzman, (1990) En condiciones naturales existen picos de reproducción, generalmente en primavera y verano, pero si se mantienen organismos a 25 – 30°C todo el año, es posible tener hembras gravidas en cualquier época. Se han tenido desoves hasta 18°C manteniendo un fotoperiodo de 13 horas de luz.

Es recomendable tener tanques para reproductores y obtener los organismos mas grandes de los estanques que hayan sido sembrados una sola vez, de esta forma al seleccionar las hembras grandes estaremos propiciando organismos genéticamente mejores desde el punto de vista del crecimiento.

Para el cultivo deben revisarse las hembras gravidas y escoger las mejores. Cuando se requiere de varias hembras debido al tamaño del tanque de cultivo, es necesario que estén en el mismo estadio de incubación para que las larvas tengan la misma edad (no mas de 3 dias de diferencia), las larvas deben eclosionar el mismo día, esto se hace para reducir el canibalismo y facilitar los cálculos de alimentación. En caso de no tener suficientes hembras en el mismo estadio de incubación, se pueden mantener a diferentes temperaturas para sincronizarlas.

Al estar en el cuarto de cultivo, las hembras deben desinfectarse en agua bien aireada que contenga 0.2 – 0.5 ppm de cobre o 15 a 20 ppm de formalina por 30 minutos como medida profiláctica. Posteriormente se pasan al tanque de cultivo directamente o se ponen en tanques de desove con agua salobre a 5 ppm, aunque algunos las ponen a 12 ppm, que es la salinidad de cultivo, asegurando que se logra una mejor eclosión.

La eclosión es generalmente nocturna y las hembras deben de sacarse del estanque al finalizar la eclosión o al día siguiente en la mañana.

Desove de langostino (Producción de larva)

Las hembras que ya están listas para el desove se detectan observando el color de la hueva; las que presentan hueva de color café son las que ya están maduras y a los dos días desovan; puede apreciarse en la **figura No. 6**. El color café es dado por la presencia de ojos. Se ha observado que las hembras de tallas mayores son las mas convenientes en utilizar debido al mayor numero de huevecillos que desovan y a que sus larvas son mas precoces en su metamorfosis (SEDESOL, 1993).

Una hembra promedio produce alrededor de 50, 000 larvas, las cuales son casi inmediatamente transferidas a un tanque de cría. El fondo del tanque de larva se inclina estrechamente a un hoyo colector final. Las larvas son capturadas para transferirlas oscureciendo todo, salvo una iluminada del acuario de desove.



Fig. 6: Desove del langostino.
Fuente: Anónimo, 2003 (2).

Las larvas son atraídas a la esquina eliminada, donde muchas de ellas pueden ser capturadas sumergiendo una taza y extrayéndolas. Las que restaron son sifoneadas dentro del tanque de cría (Avendaño, 1994).

Las larvas son sumamente exigentes con respecto a la calidad del agua, pero cada esfuerzo es hecho para maximizar el crecimiento y al sobrevivencia proporcionando las más cercanas y óptimas condiciones: **(Salinidad 12-14%, Temperatura 26-28 °C, PH 7.0 – 8.0).**

Cambios súbitos en estos parámetros medioambientales serán evitados escrupulosamente. Si la salinidad del agua en el tanque de crías es menos de 12%, en el tanque de desove es inicialmente llenado amenos de su capacidad con agua de desove es inicialmente llenado a menos de su capacidad con agua de la misma salinidad que la del tanque de cría. Un ajuste gradual ascendente de salinidad es hecho sifoneando lentamente una predeterminada cantidad de agua salina dentro del tanque. Un aereador y un agitador

son usados para mantener la concentración de oxígeno disuelto cerca de la saturación (SEDESOL, 1993).

Métodos de larvicultivo

Según Avendaño, (1994) existen tres métodos para el cultivo de larvas de langostino, los cuales se mencionan a continuación:

- a. Método de agua verde: Consiste en la introducción de 30 post-larvas de langostino por cada litro de agua enriquecida con microalgas. Este método es relativamente fácil de operarlo, pero es poco productivo.
- b. Método abierto de agua clara: **ver cuadro No. 2** Se maneja densidades mayores, alrededor de 30 – 50 larvas / litro de agua. Se realizan recambios de agua salobre forzosos y se practica en las zonas aledañas a la costa debido a la fácil disponibilidad de agua salobre. Este método es muy eficiente y recomendable aunque también es delicado. La alimentación se realiza con Artemia salina.
- c. Método cerrado de agua clara: Es muy similar al anterior con la diferencia de que el agua salobre que se utiliza es reciclable previo tratamiento con filtros mecánicos. Este método es recomendable únicamente para los laboratorios situados en zonas interiores, que están lejanos de las costeras debido a la escasa disponibilidad de agua salobre.

Estadios larvarios

Las larvas presentan once estadios larvarios durante 35 días de desarrollo. A continuación se presentan las características principales de cada estadio (Avendaño, 1994).

1° Ojos sésiles

- 2° Ojos pedunculados
- 3° Telson en forma triangular
- 4° Aparecen los uropodos
- 5° El telson se angosta y se alarga
- 6° Aparecen los pleopodos y la capacidad de desplazamiento
- 7° Los pleopodos se ramifican en dos
- 8° Aparecen las vellosidades en los pleopodos y la capacidad de alimentarse
- 9° Los pleopodos aumentan su tamaño
- 10° Aparición de dos a tres dientes en el rostro
- 11° La región dorsal y anterior del dorso se llena de dientes.

Desarrollo larvario.

Estadios de zoea y mysis.

La larva de langostino inicia su alimentación desde el momento del nacimiento. Para esto, se utiliza nauplio de Artemia salina a razón de 20 gr. / día de Artemia por cada 50, 000 larvas de langostino. La tasa de alimentación se incrementa diariamente hasta 90 gr/día al terminar el desarrollo larvario en el día 30 y pasan a postlarvas. En el mismo tanque de larvas de langostino pueden permanecer Artemias para evitar el canibalismo entre el mismo langostino y así ahorrar un poco en el huevo de Artemia, además las larvas pueden alimentarse con macerados de huevo de lisa, así como alimento balanceado producido en el laboratorio.

El tamaño de la partícula de alimento artificial proporcionando a las larvas del langostino es como se ve en el **Cuadro No. 3** (SEDESOL, 1993).

Cuadro No. 3: Tipo de alimento en proporción a la edad de larvas.

Edad de larvas (días)	Tamaño de partículas de alimento (mm)
1 – 4	0. 4
5 – 10	0. 5
11 – 20	0. 9
mayor de 20	1. 4

Fuente: (SEDESOL, 1993).

La carne de pescado o el macerado de huevecillos puede proporcionarse separadamente. La larva de *M. Rosenbergi* puede también alimentarse con fitoplancton, los alimentos balanceados (preparados) son proporcionados a una tasa aproximada de 30% del peso total de la larva por día. Por conveniencia, para la alimentación, la mayoría de los tanques de cría pueden ser oscurecidos al tiempo de alimentarlos para concentrar las larvas en un solo lugar (SEDESOL, 1993).

El alimento es extendido suavemente en la superficie del agua con un cuentagotas. Esto debe ser hecho lo suficientemente lento que permita que cada larva tenga oportunidad de alimentarse. Si muchas de las larvas parecen estar acarreando partículas alimenticias, ellas están siendo correctamente alimentadas. El uso de alimento balanceado requiere que sea puesta gran atención a la limpieza. Partículas de alimento no ingerido y materia fecal son sifoneadas fuera 2 veces al día. Cada 10 días o más cambio parcial de agua es aconsejable. Esto es hecho oscureciendo parte del tanque y sifoneando desde esa porción.

Una de las principales causas de mortalidad en larvas es la sobrealimentación o la falta de limpieza, que pueden ocasionar infecciones fúngicas incurables que se manifiestan propiamente como pequeñas manchas blancas en las colas y en las bases de los apéndices

de la larva. La larva infectada debe ser removida y destruida. Si un gran porcentaje de cualquier hornada esta infectada, es mejor sacrificar a todas (Singholka, 1993).

Condiciones ambientales para larvas.

Salinidad.

Se recomienda que se mantenga una salinidad de 12 % hasta la metamorfosis. No es esencial la exactitud absoluta y basta una gama de +/- 2% aunque no es perjudicial una pequeña variación de la salinidad, hay que evitar las variaciones repentinas que pueden ocurrir al cambiar el agua. La manera mas fácil de comprobar la salinidad es con un refractómetro de mano. Resulta esencial tener a disposición agua suficiente al 12 % y en las mismas condiciones ambientales que las del estanque de larvas para cambiarla cuando haga falta (Holtschmit, 1990).

Temperatura.

Las larvas crecen mas rápidamente y mudan antes cuando mayor es la temperatura. La optima esta entre 26° y 31°. A menos de 24° - 26°C las larvas no crecen bien y se tardan mas en llegar a la metamorfosis. De igual manera la temperatura por encima de 33° son letales. Hay que evitar cambios repentinos de la temperatura del agua, aunque solo sean de 1 °C, porque causan estrés y mortalidad (Holtschmit, 1990).

Oxigeno disuelto.

El Oxigeno del agua donde se crían las larvas deberán mantenerse lo mas próximo posible a la saturación. El sistema de aireación solo debe pararse por breves momentos. Inmediatamente después de toda operación que obligue a interrumpir la circulación del aire es esencial comprobar que el aire circule de nuevo. No es esencial medir el oxigeno disuelto en el agua de las larvas, pero es preferible hacerlo si se dispone de un medidor

portátil. Sabiendo que hay poco oxígeno podría cambiarse el agua antes de que las larvas empiecen a sentir el efecto (New y Singholka, 1993).

Calidad General del Agua.

La calidad química del agua utilizada para la cría de larvas sufre muchos cambios invisibles, debido principalmente a los residuos metabólicos producidos por las propias larvas y a la degradación de los alimentos no consumidos. Los cambios más perjudiciales para las larvas son el aumento del contenido de amoníaco no hidrolizado, que se presentan especialmente con pH alto y de nitritos. Existen procedimientos como la recirculación y la filtración que permiten reducir el consumo de agua y mantener agua de buena calidad para las larvas (Holtschmit, 1990).

Luz.

La exposición directa de la luz del sol parece perjudicial a las larvas, especialmente en el sistema de cría en agua clara. Pero es esencial que en el estanque de larvas haya luz, que debe ser solar o tener el mismo espectro (Holtschmit, 1990).

Higiene

Según New y Singholka, (1993) cada estanque deberá tener sus propias redes, sifones, filtros de repuesto, etc. El agua nunca deberá pasar de un estanque de larvas a otro que esta puede ser portadora de enfermedades. Los estanques o tanques de larvas deberán vaciarse solo por gravedad o con sifones. En algunos criaderos se consideran una excelente norma higiénica esterilizar todo el equipo en una solución de permanganato potásico a pH 3 entre cada ciclo vital. Entre los ciclos de cría los tanques deberán desinfectarse. La desinfección puede realizarse de diferentes maneras.

- Raspar el tanque, rociarlo con una solución de formalina de 250 ppm, exponerlo a la luz del sol durante un día, aclarar y volver a usar.

- Raspar el tanque, tratarlo con 1.5 ppm de cloro por un día, aclarar, dejar secar al sol durante un día y aclarar de nuevo.

Estudio de post-larva

Cuando las larvas están listas para la metamorfosis a post-larva, a los 30 días, se colocan mallas de plástico y se acomodan en el fondo del tanque de cría para asegurar y proteger a los juveniles recién mudados, para prevenir el canibalismo. Cuando el 90 % de las larvas han sufrido metamorfosis, el resto que han tenido lento crecimiento son transferidos a otro tanque para completar su crianza. Los juveniles metamorfoseados deben ser enseguida aclimatados al agua dulce. Esto se lleva a cabo en el curso de 3 a 8 hr. Mediante el reemplazo gradual del agua salina en el tanque de cría de larvas (Holtzman, 1990).

Los juveniles pueden ser criados en los mismos tanques usados para las larvas, pero es mejor asegurar más compartimentos de espacio en la forma de largos tanques de concreto o tanques de arena con paredes de ladrillo con cemento. Estas facilidades varían en áreas de superficie desde 90m² y en profundidades de 15 cm. hasta 1 m. y son abundantemente abastecidos con conchas para los langostinos juveniles. En edición a la aeración, es deseable mantener un delgado flujo de agua a través del tanque o estanque. Las tasas de carga para juveniles varían desde 2 hasta 10 por m².

Los langostinos juveniles son metódicos en sus hábitos de alimentación, pero el crecimiento es maximizado y el canibalismo minimizado alimentado con materia animal fresca tan frecuente como sea económicamente factible. Pescado fresco, moluscos y gusanos de tierra cortando en piezas de acuerdo al tamaño de los juveniles son el principal

alimento, aun cuando cualquier gusano acuático vivo y larva “chironomid” son usados cuando estén disponibles (SEDESOL, 1993).

Alimentación suplementaria incluye materia seca animal suavizada en agua fresca por 1/2hr. antes de usarse; y piezas de granos, chicharos, frijoles y suaves plantas acuáticas. El alimento es proporcionado cuatro veces al día; tres alimentos en el día y uno por la noche.. para evitar canibalismo la cantidad de alimento debe ser en exceso de lo que el langostino puede consumir. En cuanto sea posible toda la comida no ingerida debe ser sifoneada después de cada alimento.

El langostino juvenil *M. rosenbergii* es sujeto de las mismas enfermedades que las larvas. Como una medida preventiva los estanques de cría juveniles son completamente secados, drenados y desinfectados antes y después de cada uso. El tratamiento de las enfermedades es el mismo que el descrito para las larvas.

Con buen manejo los juveniles deben crecer hasta 2 – 3 cm. en el lapso de 30 días, con una tasa de sobrevivencia de cerca del 50% cuando alcanzan cerca de 4 cm. de largo, los jóvenes langostinos estan listos para pasarlos a los estanques de producción (Holtschmit, 1990)

Metamorfosis a post-larva

El tiempo que tardan las larvas en llegar a post-larvas varia de acuerdo a las condiciones ambientales, particularmente temperatura, calidad de agua y alimentación. En condiciones optimas las primeras postlarvas deben de observarse alrededor del día 20 y la mayoría entre los 28 a 35 días. En general no es redituable esperar a que todas las larvas pasen a postlarvas y en la practica cuando el 90% hayan tenido la metamorfosis deben cambiarse a los tanques de postlarvas que tienen menor salinidad.

Aunque las postlarvas son muy resistentes y pueden soportar el cambio brusco de 12 a 0 % de salinidad, es bueno que el paso sea gradual, ya sea vaciando parte del tanque del cultivo y rellenándolo con agua dulce, o pasando las larvas a tanques con salinidad intermedia. Es recomendable también ir separando las postlarvas, ya que de esta forma se evita mucha mortalidad por canibalismo. Generalmente los métodos empleados se basan en el comportamiento de las postlarvas que las hace moverse en contra de las corrientes de agua. Uno de los métodos es el descrito por Smith y Hopkins (1977), en el que se requiere construir un aparato con cilindros concéntricos y un sistema de recirculación de agua no complicada; otro sistema que se usa es; Al tanque de postlarvas, construido en triplay y de forma rectangular, se le pone una malla de mosquitero cubierta con una malla de 500 micras en el extremo donde va el drenaje y una placa móvil un poco mas adelante. Se coloca una bombita sumergible en el lado del desagüe con la descarga en el lado opuesto del tanque. Controlando la abertura con una placa móvil, se crea una corriente de agua de tal manera que pueden pasar las postlarvas pero no las larvas, separándose en pocos minutos. Se sacan las larvas, se quita la bombita y se empiezan a circular agua dulce, bajando de esta forma la salinidad poco a poco (Holtschmit, 1990).

Para contar las postlarvas es determinar la cantidad por peso, esto se hace pesando todas las postlarvas en una red previamente tarada, se toma una muestra, se pesa y se cuentan los organismos presentes. Otra forma de realizar el conteo (es mas costosa), pero tiene la ventaja de que no daña a los organismos y es mas exacta, es utilizando contadores optoelectronicos, que van contando los organismos de uno por uno al ir pasando por un canal estrecho de agua (West y Thompson, 1985).

Mantenimiento de post-larvas

Las post-larvas se pueden empacar para venderse, mandarlas a los estanques de engorda o lo mas comun que es mantenerlas en estanque de crianza por 1 o 2 meses para que los organismos alcancen de 2 a 3 cm antes de introducirlos a los estanques de engorda. Esto se hace principalmente cuando la temporada de crecimiento es corta o para evitar mucha predación en post-larvas. En cualquier caso es bueno tener tanques de concreto o con forro de plástico con una capacidad aproximada a 50m³ para mantener a los langostinos. Se deben tener cambios de agua equivalentes al 200% por semana y mantener una buena aireación (Holtzman, 1990).

Las densidades de organismos que se pueden tener depende del tiempo que vayan a permanecer en el lugar: 5, 000 PL m² por una semana; 1, 000 a 2, 000 por un mes y alrededor de 500/ m² por dos meses. Estas indicaciones son un poco ambiguas, ya que no se establece adecuadamente la densidad de siembra con el tamaño de los organismos.

La alimentación de post-larvas se puede decir que generalmente se usa el mismo alimento que se va a dar en los estanques de engorda, aunque como todavía pasan gran parte del tiempo nadando es bueno darles algún alimento flotante que permanezca en la columna de agua, se puede utilizar una dieta flotante para bagre e incluso en algunos lugares han usado hasta un alimento expandido para perros.

Transporte de post-larvas y juveniles

Según Holtzman, (1990) Lo ideal es utilizar tanques aislados térmicamente y bien aireados como los que se usan para transporte de peces. En general no exceden de 15 juveniles /L si el transporte va a ser de varias horas. En caso de no tener transportadores se pueden utilizar recipientes plásticos de los empleados para la basura, de 100lts. Se les ponen unos separadores para evitar el movimiento excesivo del agua y aireación. Se llenan

con 40 lts de agua y se dice que se pueden transportar hasta unas 30, 000 larvas por un tiempo aproximado de una hora.

Para distancias mayores o por tiempo de transporte de hasta unas 20 horas, se pueden usar bolsas de polietileno 45 X 80 cms con 8 litros de agua. Cada bolsa puede llevar entre 1, 000 a 2, 000 post-larvas. Las esquinas deben de redondearse utilizando ligas para que no queden larvas atrapadas en el dobléz, se burbujea un poco con oxígeno puro y la bolsa se llena con oxígeno antes de cerrarse. Se debe tener la precaución de no inflarlas mucho, y mas si el transportador es aéreo porque pueden reventar con los cambios de presión. Para evitar fugas, estas bolsas se ponen dentro de otras similares y se pueden meter dentro de cajas de poliestro, o hielo seco si la temperatura es elevada o se van a enviar por avión (Holtzman, 1990).

Es recomendable llenar las bolsas con la misma agua en donde estaban los organismos, pues si se ponen en agua limpia esto hace que mueran mas y habrá mayor mortalidad por canibalismo.

CULTIVO DE JUVENILES Y ADULTOS

La fase final en la producción del camarón de agua dulce (langostino) es el engorde de juveniles hasta adultos, para luego comercializar el producto (Neumann, 2001).

Selección del lugar y designación del estanque.

Los estanques utilizados para la cría de langostinos tienen muchas similitudes con las usadas para el cultivo de peces. Un buen abastecimiento de agua dulce es importante, además de que el terreno debe tener excelente impermeabilidad. El agua proveniente de pozos es de calidad aceptable para la crianza (Holtzman, 1990).

La proveniente de ríos, arroyos y depósitos puede ser usada, pero tiene una alta variabilidad en su calidad. Los estanques deben estar situados en áreas que no se inundan periódicamente.

Antes de construir los estanques para la producción de langostinos, es necesario asegurarse de que la tierra no tenga presencia de residuos pesticidas.

Los langostinos son sensibles a muchos de los pesticidas usados para la preparación de la tierra para siembra (Holtschmit, 1990).

Según Avendaño (1994) el área de los estanques de engorda varía de 0.2 a 1.6 hectáreas; los más recomendados son los de forma rectangular, con un ancho de 50 metros. El ancho especificado permitirá una mejor colecta, con redes de arrastre utilizadas en este tipo de cultivo.

El estanque deberá tener como mínimo 75cm. de profundidad y un máximo de 1.2 metros; los estanques con menor profundidad se calientan y permiten el crecimiento de plantas acuáticas en el fondo. Los bordes de los estanques jamás deben ser verticales, independientemente de las condiciones del suelo. Deben procurarse la filtración del agua en la toma de los estanques; para ello, basta un filtro grueso que excluya especialmente a los ejemplares mayores de especies ajenas al cultivo (Neumann, 2001).

Idealmente, el agua debe distribuirse por tubos o canales que impidan el contacto del agua que sale con la que ingresa al sistema de cultivo. La entrada de agua al estanque se regula a través de válvulas, presas, compuertas u otros que permitan la mantención de un volumen conocido.

Es recomendable vaciar los estanques por efecto de la gravedad; sin embargo, es necesario utilizar algún sistema que controle esta salida (sistemas de monje o compuertas).

Estas estructuras permiten a los encargados regular fácilmente la profundidad del agua y la velocidad de vaciado; además, cuentan con filtros que impiden la pérdida de ejemplares. Cuando el vaciado por gravedad no es posible debido a las características del lugar, la única forma de vaciar o controlar su caudal es por bombeo.

Por otro lado, los estanques o piscinas de engorde deben tener un sistema de aireación permanente, con el fin de mantener la concentración de oxígeno óptima para los organismos en el cultivo (Avendaño, 1994).

Densidad

La densidad de siembra para los estanques de guardería van de 70 a 150 org/m² y en los estanques propiamente de engorda la densidad óptima promedio es de 5 org/m².

La densidad óptima de cultivo para engorda es de 5 org/m². Si se respeta la densidad y hay un buen manejo no habrá canibalismo (Avendaño, 1994).

Siembra de juveniles

Los juveniles de 1 a 4 semanas que son llevados a los estanques, deben aclimatarse gradualmente a las condiciones de los mismos. Los factores más importantes son la temperatura y el pH, por lo que deben de compararse antes de realizar la siembra. Si las diferencias son pequeñas (menos de 2 °C y una unidad de pH), se puede vaciar la mitad del agua donde van los organismos y se añade agua del estanque. Se dejan unos 15 a 30 minutos y se liberan. Si las diferencias tienen un rango mayor, la aclimatación debe durar varias horas. Para liberar los juveniles, se recomienda vaciar las bolsas o el transportador sobre una malla de plástico tipo mosquetero, ligeramente sumergida en el estanque, de esta forma los organismos muertos o maltratados quedaran sobre la malla y el resto nadaran

fuera de ella, así se podrá estimar el número de organismos que se sembraron (Holtschmit, 1990).

Adicionalmente, es recomendable poner unos 50 a 100 organismos en cajas flotantes de malla dentro del estanque. Se le da de comer y se revisan diariamente por 2 a 3 días. De esta forma se podrá estimar más acertadamente el número de organismos en el estanque, al descontar la proporción que murió por causa del manejo (Ling, 1969).

Alimentación

Aunque se puede tener crecimiento de los langostinos en estanques solamente a base de la productividad natural, en operaciones comerciales se requiere de alimento suplementario. Los tipos de alimento varían mucho: productos animales y vegetales frescos, combinaciones o mezclas preparadas en los sitios de cultivo o dietas formuladas. Ling (1969) recomienda que los productos vegetales no deben de sobrepasar el 25% de la dieta porque el crecimiento disminuye. En general los alimentos frescos representan más un problema que las dietas mezcladas o formuladas, ya que además del manejo contaminan fácilmente el agua.

Respecto a la cantidad de alimento no se puede dar una regla exacta, ya que depende del número de los organismos, de su tamaño, de la productividad del estanque y del alimento, por lo tanto, lo mejor es alimentar de acuerdo a la demanda, que se puede determinar observando la cantidad del alimento dejado de la última aplicación. Para facilitar esto, es bueno dar el alimento en ciertos sitios específicos o en la periferia del estanque (Holtschmit, 1990).

Se recomienda como base dar 6.25 kg/ha/día si se tienen 5 organismos/ m² y si se trata de un alimento formulado. Esto es mucho más de lo necesario para la alimentación de

los juveniles, pero sirve como fertilizante y aumenta la productividad. Ya establecida la densidad de fitoplancton la cantidad de alimento depende del consumo de los langostinos y se va incrementando de esos 6.25 kg/ha/día iniciales hasta unos 37.5/ha/día si se espera una producción de 1, 250 a 1, 500 kg/ha a los 6 a 8 meses. A parte de la alimentación que es primordial, se deben realizar una serie de actividades durante la engorda del langostino; ver **cuadro No. 4** (Holtzman, 1990).

Control de depredadores

Los depredadores de langostinos incluyen peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos y para post-larvas pequeñas también larvas de libélula. Los peces depredadores se pueden controlar por erradicación al llenado y envenenando los charcos de agua que quedan antes de llenarlos (con hipoclorito). Ya que una vez que se tienen peces depredadores adultos, es muy difícil eliminarlos sin vaciar el estanque. Las aves que tienen a caminar por la orillas se pueden evitar poniendo un monofilamento de nylon a lo largo de la orilla y a unos 15 cm del suelo. Las aves buceadoras son más difíciles de eliminar pero se sabe que no son tan perjudiciales como las aves que caminan en las orillas, pero estas se pueden controlar hasta cierto límite, usando perros. Las tortugas y culebras solo ocasionalmente representan problema.

Cuadro No. 4: Programa de actividades durante la engorda del langostino.

<i>Diariamente</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dar alimento en la mañana y por la tarde, o solamente una vez durante la tarde. • En épocas calurosas y calmadas medir oxígeno disuelto, al amanecer y al anochecer para pronosticar situaciones peligrosas. • Observar presencia de depredadores y tratar de eliminarlos • Cerciorarse de que el flujo de agua es el correcto en caso de meter flujo continuo o cambiar parte del agua según programa preestablecido.
<i>Semanalmente</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tratar de establecer si la cantidad de alimento es la adecuada, fijándose en el alimento sobrante de la última aplicación . • Tomar datos fisicoquímicos del agua: temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, color y pH. • Aplicar fertilizante si es necesario.
<i>Mensualmente</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Recortar hierba de las orillas . • Revisar bordos y repararlos si es necesario. • Hacer muestreo de organismos con atarraya o chichorro. Determinar su tamaño y apariencia general. Tratar de estimar la biomasa, asumiendo una mortalidad preestablecida. • Tomar muestras de agua y determinar dureza total y alcalinidad.

(Holtschmit, 1990).

Dentro de los anfibios, los más dañinos son los sapos y ranas. Las ranas se pueden capturar con luces y redes o disparándoles. El principal depredador dentro de los mamíferos, además del hombre es el tlacuache, pero no se cree que represente mucho problema (Sandifer *et al.*, 1983).

Sistemas de cultivo y producción

De acuerdo a Holtschmit (1990). En la actualidad existen tres formas básicas de manejar el cultivo, el cultivo tipo “lote”, el cultivo continuo y el cultivo en etapas.

Cultivo tipo “lote”

En el cultivo tipo “lote” se siembra el estanque una sola vez, se deja que los organismos crezcan hasta tamaño comercial y posteriormente se vacía debido principalmente a bajas temperaturas. En Tailandia y en otros lugares a los 5 meses se inicia con cosechas parciales mensuales usando redes y a los 8 meses se vacía el estanque y se cosecha el resto. Este sistema de cultivo no se utiliza en lugares tropicales donde las condiciones son favorables todo el año, ya que la gran variación en el tamaño de los organismos baja el precio del producto (el precio esta en función al tamaño) y se prefiere dejar que los organismos chicos crezcan mas (Holtschmit, 1990).

Para lograr un crecimiento bueno la cantidad de organismos que se siembra es baja, alrededor de 5 org/m^2 , de esta manera se evita en parte el efecto de inhibición de crecimiento observado a altas densidades de población. Algunos acuicultores siembran hasta $20 \text{ organismos/m}^2$ y aunque la producción es mayor (no proporcionalmente) el tamaño medio de los organismos es menor. Aquí la decisión será de carácter económico (Holtschmit, 1990).

Cultivo continuo

El cultivo tradicional en Hawai otros lugares tropicales es el cultivo continuo, que consiste en sembrar el estanque a densidades mayores (entre 16 a 22 organismos/ m^2 /año repartidos entre 2 o hasta 6 siembras al año) y después de 5 a 7 meses, dependiendo de la temperatura, el crecimiento o condiciones del mercado se empieza a cosechar. Con este

sistema los estanques nunca o casi nunca se vacían y los organismos que alcanzan el tamaño comercial , se sacan con chinchorros una o dos veces al mes, rastreando cada vez una parte diferente del estanque para no alterar mucho el fondo. El tamaño de malla mas popular los chinchorros es de 2 pulgadas (Holtzman, 1990).

La idea básica de este sistema es cosechar los organismos mas grandes y dejar los pequeños. Según estudios hechos en Hawai demostró que las cosechas eran excelentes en los primeros dos años y que posteriormente las cosechas disminuían. Esto puede deberse a que quedan en el estanque poblaciones de organismos viejos pero pequeños. De lo anterior se deduce que el sistema de siembras y cosechas continuas debe de confinarse a un par de años y posteriormente vaciar los estanques totalmente antes de iniciar un nuevo ciclo (Malecha, 1983).

Cultivo en etapas

De acuerdo a Holtzman (1990). El cultivo en etapas seria similar a los sistemas que han sido efectivos para peces. Pueden ser dos fases (crianza y engorda) o pueden ser tres o cuatro fases (crianza, engorda I, engorda II, y engorda III), los animales en estos casos son cosechados vaciando los estanques y pasándolos a la siguiente etapa.

Uno de los propósitos de este sistema es llevar un inventario mas preciso de los organismos, de modo que se puede hacer predicciones económicas. Además esto hace mas exacto los cálculos acerca de la cantidad de alimento a emplear. La mortalidad provocada por la transferencia de los organismos parece no ser un problema si se hace rápidamente y cuidando que no haya un estrés térmico o por anoxia, ya que los langostinos están acostumbrados a estos movimientos de agua en su medio natural. La ultima etapa de crecimiento se cosecha usando los mismos métodos tradicionales, cosechando y separando los organismos grandes. Sin embargo los estanques pueden vaciarse, inventariarse y

cosecharse en cualquier tiempo. Aparentemente este método será el mas popular en los lugares donde se pueden tener langostinos en crecimiento todo el año.

COSECHA

El propósito de esta etapa consiste en garantizar la más alta recuperación de la biomasa, con un excelente manejo que permita entregar el langostino con una alta calidad, ya que de ello depende el valor del producto. La operación de cosecha varia dependiendo del sistema de cultivo utilizado y se puede decir que hay dos formas básicas de realizarlo: vaciando el estanque o haciendo cosechas parciales usando redes.

En los sistemas de cultivo tipo “lote” en áreas semitropicales, la cosecha debe iniciarse cuando la temperatura llegue a los 20°C en el otoño y debe de completarse antes de que la temperatura baje a 16°C. Típicamente el nivel del agua se baja hasta mas de la mitad el día anterior de la cosecha y durante esa noche el flujo se reduce. A la mañana siguiente, se vacía el resto del agua y los langostinos se empiezan a concentrar en la pila de cosecha. Los organismos que se vean fuera del agua hay que echarlos a ella. Si el fondo es lodoso, hay que evitar caminar sobre el si esta cubierto de agua, ya que esto provoca que los hondadas sirvan de refugio y posteriormente es necesario sacar de los agujeros a los langostinos (Holtschmit, 1990).

Es muy importante que los organismos no mueran antes de ser cosechados ya que si esto ocurre quedan entre el lodo y no se pueden ver, esta mortalidad puede ocurrir por hipoxia o estrés por insolación y altas temperaturas al haber ya muy poco agua. Una técnica que da buenos resultados es estar bombeando agua del drenaje del estanque hacia dentro del mismo, esta corriente de agua ayuda a concentrar mas a los organismos y “lava” a los que están atrapados entre el lodo.

Para sacar los langostinos de la pila de cosecha se pueden utilizar redes de cuchara o un sistema de bombeo que descarga directamente a los organismos sobre los tanques de los camiones (Wull, 1982).

Para las cosechas parciales el único sistema empleado es usado chinchorros. Estos están contruidos con monofilamento de nylon de 1.5 ó 2 pulgadas de luz de malla, con relinga superior de polipropileno y relinga inferior de nylon. En general llevan bastante plomo para asegurar que la red vaya bien pegada al fondo. Esta red esta diseñada para capturar organismos de mas de 30 gr. (Malecha, 1983).

La operación de pesca es bastante tardada, requiere de mucha mano de obra. En promedio se necesita de 4 personas y un tiempo superior a una hora para cosechar un estanque de media hectárea. Un sistema que ha funcionado un poco mejor es jalar la red con tractores; en este caso la red llega de lado a lado del estanque y los tractores la van jalando de la parte menos profunda hacia la parte profunda. Esto, sin embargo, no evita el que se tenga que estar sacando y desenredando a los langostinos del paño lo que es una maniobra que lleva tiempo. Para asegurar que la red no quede sobrecargada se usan dos redes, una la jalan del centro hacia la orilla y la otra del centro hacia el lado opuesto (Wull, 1982).

Una vez finalizada la cosecha es importante colocar a los animales en una situación adecuada para tener un producto de alta calidad. En algunos sitios los organismos cosechados se ponen en camiones con tanque de agua y aireación y son llevados vivos a la planta procesadora o al mercado. Lo mas común es matarlos inmediatamente después de la cosecha. La forma ideal es primero lavar a los langostinos para quitarles el lodo y posteriormente sumergirlos en agua con hielo. De ahí se pueden congelar y vender o bien procesarlos (Holtschmit, 1990).

POST-COSECHA.

Esta es la última etapa del ciclo de cultivo y tiene dos propósitos básicos, culminar bien el ciclo de cultivo y enlazar el ciclo que termina con el que sigue. Para ello se busca cumplir con cuatro actividades fundamentales: el seguimiento post-cosecha del producto, la limpieza del estanque, la sistematización de la experiencia del ciclo que termina y la planeación estratégica del siguiente ciclo (Wicki, 1996).

TIPOS DE CULTIVO

Según Wicki, (1996) El camarón o langostino de agua dulce puede ser producido de acuerdo a diferentes modalidades de cultivo, los que se diferenciarán entre sí por la cantidad de producción final obtenido por hectárea y de acuerdo a la inversión inicial requerida.

Cultivo extensivo:

Se realiza en estanques, embalsados y canales de riego. No se efectúan aportes de alimento ración externo, siendo la producción obtenida en estos casos escasa; oscilando entre los 200 a 400 Kg/ha/ciclo de cultivo. Generalmente, estos cultivos no son económicamente rentables; por lo que solo se realizan en caso de una acuicultura, de subsistencia o de tipo familiar (Wicki, 1996).

Cultivo semi - intensivo:

Se realiza en estanques excavados en tierra, los que cuentan con entrada y salida independiente de agua, permitiendo de esta manera el vaciado total. Estos estanques son tratados con fertilizantes de tipo orgánico e inorgánico; aumentándose así, su capacidad en productividad natural. Se ofrece además una dieta balanceada, de acuerdo al tamaño y peso

de los animales en cultivo; lográndose producciones que alcanzan entre los 800 y 1500 Kg/ha/ciclo de cultivo.

Este tipo de manejo de la producción, esta ampliamente difundido a nivel mundial, habiendo sido probada su tecnología y su rentabilidad. Por estos motivos, este sistema es el que se ha tomado como tipo y el que se ha desarrollado en este estudio (Wicki, 1996).

Cultivo intensivo:

Se trata de una modalidad de tipo experimental para este crustáceo, siendo manejada en *estanques* tipo raceways o en tanques circulares de alto recambio de agua y alta densidad de siembra en el cultivo. Si bien las producciones obtenidas pueden aumentarse hasta por encima de las 2000Kg/ha / ciclo de cultivo, no son de utilización comercial estándar y su costo es alto (Holtzman, 1990).

ESTANQUES

Tamaño de los estanques.

El tamaño de los estanques debe estar en función a las dimensiones que se tengan establecidas para la construcción de la granja, así como el grado de tecnología que se pretenda aplicar y el manejo de la misma, de esta manera tendremos una mejor idea de cuanto terreno se destinará a la construcción de los mismos. La experiencia con estanques grandes que van de las 40 a las 150 hectáreas indican que tienen ventajas y desventajas sobre los estanques pequeños. Los estanques grandes requieren de menos capital de inversión, pues se trabajan en densidades más moderadas, además son más estables en su productividad porque tienen un mayor grado de mezcla, tienen una menor demanda tecnológica, una menor carga financiera al término del ciclo, mayor valor de producto por mejores tallas de cosecha, tasas de crecimiento y sobrevivencias más elevadas. Las

desventajas son: se sub-utiliza la superficie con respecto al potencial de producción por hectárea, tienen problemas de siembra cuando hay desbasta de semilla, se requiere poner corrales de pre-cría cuando son muy grandes y la cosecha resulta más complicada (BANCOMEXT, 1999)

Orientación de los Estanques.

La orientación de los estanques con respecto al viento es el tema de mayor importancia cuando se hace el diseño de la granja. Debe considerarse que la orientación y construcción de los mismos depende de factores como el topográfico y el económico. Existen dos criterios en diferentes al respecto, el primero se fundamenta en la orientación ideal y la segunda en los costos de construcción. El primer criterio plantea que existen cuatro tipos de estanques con respecto a su orientación; el estanque de primera, en el que los vientos corren a favor de la compuerta de entrada, permitiendo que el agua superficial se distribuya más rápidamente; el estanque de segunda, en el que los vientos corren perpendicularmente al flujo de las compuertas; el estanque de tercera en el cual los vientos corren contra el flujo del agua que entra en la compuerta; y el estanque de cuarta en el cual los vientos corren oblicuos a la orientación del estanque generando en las esquinas zonas de sedimentación. Si bien este criterio debe tener un fundamento importante, debe considerarse que en muchas regiones de la costa los vientos cambian entre el día y la noche, una estación y otra, corriendo en direcciones opuestas (BANCOMEXT, 1999).

Profundidad de los estanques.

Los estanques pueden ser clasificados en tres tipos de acuerdo a su profundidad:

- a) Estanques someros cuya profundidad es menor a los 75 cm.
- b) Estanques de profundidad media entre 80 cm. y 1.10 metros.

c) Estanques profundos, con profundidades de 1.15 a 1.50 metros.

Por lo general los estanques profundos son más estables en cuanto a temperatura, salinidad, pH, oxígeno y productividad, en ellos los camarones pueden tener mayor periodo de actividad por día. Sin embargo este tipo de estanques tienen la posibilidad de estratificarse si no existe suficiente mezcla, si hay condiciones de hipersalinidad y la diferencia de temperaturas entre el día y la noche es muy grande. En los estanques someros por el contrario la temperatura tiende a ser más variable, la salinidad tiende a incrementarse más rápidamente, las variaciones de productividad son más grandes y puede presentar caídas de productividad y de oxígeno. Con baja productividad la actividad del camarón puede limitarse solo a las horas nocturnas. Tiene la ventaja de que la estratificación es menos probable y pueden tener un mayor grado de mezcla. La diferencia de comportamiento entre los estanques someros y los profundos se debe a la relación entre la superficie y la masa. Así mismo debe considerarse que la profundidad de los estanques es variable y que esa variabilidad está en función a los modelos operativos de la granja. Las variables que influyen en la profundidad del estanque son: el espesor de la lámina de agua sobre la cresta del vertedero, la duración del recambio, la limpieza de las mallas de entrada la limpieza de las mallas de salida (BANCOMEXT, 1999).

Preparación del estanque

Según Wicki (1996) Cuando los estanques van a utilizarse por primera vez, deben ser tratados con cal a razón de 100kg/ha., con el propósito de eliminar la acidez y la de poblaciones acuícolas ajenas al cultivo. Después de la aplicación y secado de la cal, se llenan los estanques de engorda y durante 24 horas se hace circular el agua.

Rara vez se fertilizan los estanques, ya que su régimen alimenticio ayuda a la proliferación de fitoplancton en el lugar. Se recomienda la implantación de plantas acuícolas en el fondo del estanque, especialmente las del género Elodea, que forman un substrato y refugio para los langostinos.

La superficie a utilizar puede incrementarse en el estanque con la colocación de redes suspendidas, flotadores o cualquier otro objeto que les permitirá reptar. Uno o dos días antes de introducir los juveniles, se debe revisar el estanque para prevenir la presencia de insectos acuáticos y larvas que puedan comerse a los juveniles.

Para controlar los insectos, se puede usar una mezcla de dos a uno con aceite automotriz y diesel a razón de 3.7 a 7.5 litros por cada cuatro kilómetros cuadrados. La película de aceite sobre el agua protegerá a los alevines contra los insectos voladores, siendo más efectiva su acción cuando se invierte en el estanque durante un día calmado. 24 horas antes de la siembra se debe revisar la temperatura y el pH del agua, ya que una diferencia en este podría ocasionar un efecto térmico de consecuencias fatales (Neumann 2001).

Renivelación del Estanque.

Esta práctica se realiza con la finalidad de dar mantenimiento a los fondos de los estanques, para que en las próximas cosechas el drenaje sea mejor. La nivelación se usa para mejorar pendientes, eliminar charcas, dar mantenimiento a los drenes y corregir las pendientes de los bordos (Rojas, 2003).

Recambio de agua

De acuerdo a Rojas (2003); El propósito de esta actividad consiste en mantener las condiciones ambientales del estanque en niveles de fluctuación que permitan un buen

crecimiento, una buena sobrevivencia y un buen estado de salud del camarón. El recambio depende de tres factores principales:

- La capacidad de recambio de la granja.
- Los requerimientos de recambio de los estanques.
- Las restricciones que imponen otros factores, como la fuente de abastecimiento de agua, problemas mecánicos, lluvias, variaciones ambientales desfavorables en la toma de agua, estado general de las mareas y otros.

*La capacidad de recambio diario de una granja se expresa como el porcentaje del volumen de la granja que es renovado cada día y se estima a través de la siguiente fórmula:

Capacidad de Bombeo (m³/ día)

$$\text{Capacidad de recambio (\%)} = \frac{\text{Capacidad de Bombeo (m}^3\text{/ día)}}{\text{Volumen de la Granja (m}^3\text{)}} * 100$$

Donde la **Capacidad de Bombeo** se estima de acuerdo al número de motores que pueden trabajar simultáneamente sin abatir el canal de llamada, el flujo de cada bomba en m³/segundo multiplicado por el tiempo en que la estación puede bombear agua de calidad aceptable durante el transcurso de 24 horas.

$$\text{Capacidad de Bombeo (m}^3\text{/día)} = (\text{Suma de flujo de cada bomba m}^3\text{/seg.})(\text{Tiempo de Bombeo (seg.)})$$

El volumen de agua de la granja en m³, se calcula a partir de la suma de los volúmenes en m³ de cada uno de los estanques que vallan a operar en los ciclos de cultivo, esto se calcula multiplicando la superficie total de la granja en m², por la profundidad promedio en metros lineales.

$$\text{Volumen de agua de la Granja (m}^3\text{)} = (\text{superficie total de la granja (m}^2\text{)}) (\text{profundidad promedio (m)})$$

Control del Recambio.

Monitoreo del Recambio Real.

El movimiento de las mareas, al estado de los equipos de bombeo y a los horarios de operación, el recambio estimado puede variar, para lo cual se requiere monitorear el recambio real, éste se calcula mediante una rutina de medición de la altura del agua en la entrada del estanque cada dos horas. De acuerdo a la experiencia de las granjas, se utilizan 14 criterios diferentes para el control del recambio, los cuales se describen a continuación: (Rojas, 2003).

- No recambiar durante el periodo de tiempo posterior a la siembra hasta que el crustáceo alcance una talla en la que el recambio no represente un riesgo.
- Renovar de las aguas de cultivo mediante una tasa de recambio fijo.
- Renovar la comunidad fitoplanctónica, ya sea por exceso de productividad, por falta de ella, por mala calidad de la microalga, fitoplancton no deseado, color opaco del mismo ó necesidad de renovación.
- Regular los niveles de oxígeno en el estanque.
- Combatir de manera preventiva la presencia de síntomas de enfermedades, manchas, ó indicios de mala salud.
- Diluir exceso de sales, cuando se registran salinidades superiores a las 45 ppm.
- Corregir niveles anormales de pH, mayores de 9 al atardecer e inferiores a 7.4 en el amanecer, indicativos de bajas de oxígeno y productividad.
- Mantener la turbidez en el intervalo fijado por la granja, en la mayor parte de los casos para reducir los valores de turbidez y mantener los discos de Secchi en valores mayores a 31 cm.

- Prevenir posibles problemas cuando la biomasa ha rebasado un nivel determinado.
- Desalojar aguas con exceso de compuestos nitrogenados y de azufre no deseados para el cultivo, principalmente en sistemas intensivos.
- Inducir la muda cuando se haya muy retrasada.
- Diluir la densidad de microalgas previo a la aplicación de fertilizantes.
- Motivar el consumo del alimento, cuando se observa inapetencia en los langostinos.
- Prevenir problemas cuando se observan espuma en el agua ó altos niveles de biomasa bacteriana.

*Algunos de los problemas que pueden resolverse con el recambio y sus efectos esperados se observan en el **cuadro No. 5**

Cuadro No. 5: Problemas que se resuelven con el recambio de agua y sus efectos.

Problema.	Efecto.
<ul style="list-style-type: none"> • Productividad DS < 30 cm. • pH >9 en agua. • Oxígeno < 3 ppm. • Salinidad > 45 ppm. • Mod. Con espuma Superficial. • Tóxicos (H₂s,NH₃) • Productividad > 50 cm. • Muda Retrasada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de microalgas. • Reducción de estrés. • Transferencia O₂. • Dilución de sales. • Lavado de materia orgánica. • Eliminación. • Mezcla. • Inducción de muda.

Fuente: (BANCOMEXT, 1999).

Parámetros Ambientales.

De acuerdo a BANCOMEXT (1999) Los parámetros ambientales fueron divididos en 4 grupos:

- a. Parámetros ambientales que permiten conocer la dinámica de los estanques y de las comunidades biológicas tales como: oxígeno, pH, turbidez, temperatura y salinidad.
- b. Parámetros relacionados con la materia orgánica y sus consecuencias, a los que se les debe dar seguimiento en conformidad con el incremento en las aportaciones de alimento balanceado a los estanques. Estos parámetros son: sólidos en suspensión (SS), materia orgánica particulada (MOP), materia orgánica disuelta (MOD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), y potencial redox (PR). La frecuencia de medición puede ser mensual y de manera obligatoria durante la etapa de pre – cosecha que es cuando se alcanza el máximo de biomasa y materia orgánica acumulada.
- c. Parámetros químicos relacionados con los nutrientes como: nitrógeno total, nitritos, nitratos, amonía ionizada, fracción amoniacal no ionizada, fósforo total, fósforo reactivo, ortofosfatos y silicatos. Estos deben medirse al menos una vez al ciclo en la etapa de precosecha, en la toma de agua y en la descarga del estanque.
- d. Parámetros químicos relacionados con la anaerobiosis en los fondos, relacionados principalmente con compuestos de azufre como son: sulfatos, sulfuros, ácido sulfhídrico ionizado, fracción gaseosa del ácido sulfhídrico. Estos deben ser medidos al menos una vez al ciclo en pre-cosecha.

Preparación de las Compuertas.

Se realiza con el fin de controlar de una manera adecuada el recambio de agua, el ingreso de organismos no deseables y las fugas del langostino (Rojas, 2003).

- La definición de los horarios de medición de parámetros ambientales se puede realizar tomando como criterio aproximado el propuesto en el **cuadro No. 6**.

Cuadro No. 6: Horarios propuestos para la toma de parámetros ambientales.

Parámetro.	Horario matutino.	Horario vespertino.
Oxígeno.	4 - 6 AM.	14 – 18 horas.
pH.	4 – 6 AM.	14 – 18 horas.
Temperatura.	4 – 6 AM.	14 – 18 horas.
Turbidez.		14 – 18 horas.
Salinidad.		14 – 18 horas.

Fuente: (BANCOMEXT, 1999).

Limpieza de Compuertas.

Esta actividad comienza raspando las paredes de las compuertas para quitar las incrustaciones de almejas, ostiones, macroalgas y otros. Una vez realizada la limpieza se prosigue a darles mantenimiento a las compuertas y a los bordos alrededor de ellas; posteriormente se realiza la limpieza total del área de la compuerta, de ser necesario se aplica un tratamiento de desinfección y por último se pintan las señalizaciones de los

niveles máximos de operación, así como el triángulo indicador de la profundidad (Rojas, 2003).

Fertilización de los estanques

Según SEPESCA (1987) Tanto en la agricultura como en la acuicultura el uso de los fertilizantes se necesita para incrementar los rendimientos de los cultivos. El uso de los fertilizantes en los estanques, es una de las formas de adicionar nutrientes al agua cuya acción contribuye al desarrollo y crecimiento de algas microscópicas (fitoplancton) que a su vez, sirven de alimento a los organismos planctófagos (animales que se alimentan de plancton) como los crustáceos; lográndose así incrementar la producción. La alimentación por medio de la fertilización puede ser con o sin alimento suplementario dependiendo de la intensidad del cultivo.

La aparición de fitoplancton hace que el agua se torne verde y ayuda a proporcionar sombra al fondo del estanque, previendo el crecimiento de hierbas nocivas para el cultivo.

Tipos de fertilizantes

Los fertilizantes pueden ser de dos tipos: orgánicos e inorgánicos. (SEPESCA, 1987)

Orgánicos

Los fertilizantes orgánicos se clasifican en fertilizantes de origen animal y origen vegetal. Dentro de los de origen animal se encuentran los estiércoles de cerdo, vacas, caballos, ovejas, gallinas, patos, etc. entre los de origen vegetal, hojas de plantas, hiervas no venenosas, pasto, etc.

Inorgánicos

Son compuestos a partir de sales purificadas. Los componentes químicos principales son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), y Potasio (K).

Ventajas de los fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos:

- El fertilizar el agua se da la proliferación de alimento natural.
- Los fertilizantes orgánicos ayudan a la formación de la estructura del suelo.
- Los fertilizantes inorgánicos contienen elementos nutritivos en forma inmediatamente asimilable.
- Los fertilizantes orgánicos son de fácil adquisición y / o a bajo costo (SEPESCA, 1987).

Desventajas de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos:

- Los fertilizantes orgánicos se necesitan grandes cantidades para proveer los nutrientes que contienen los fertilizantes inorgánicos.
- Los fertilizantes inorgánicos son caros.
- Los fertilizantes orgánicos durante el proceso de descomposición necesitan oxígeno, produciendo bajas del mismo en el estanque (SEPESCA, 1987).

En el **cuadro No. 7**, se hace mención sobre la cantidad de fertilizantes fosforados que pueden utilizarse.

Cuadro No. 7: Cantidad de Fertilizantes Fosforados utilizados en el Estado de Sinaloa (kg. / ha) al inicio de acuerdo al producto.

Nivel del Fertilizante.	Superfosfato triple. kg./ha por aplicación	Fosfato líquido. kg. /ha/ aplicación.	Fosfato monoamónico. kg./ha/aplicación.
Muy Alto.	25		
Alto.	8 – 10	3	5
Medio.	3 – 7.5	2	2
Bajo.	1 – 8	1	0.5
Muy Bajo.	menor a 1	menor a 1	menor a 0.5

Fuente: (BANCOMEXT, 1999).

Fertilización Rutinaria.

En general los fertilizantes utilizados durante las fertilizaciones de tipo rutinario son los mismos que se utilizan en la fertilización inicial, con la diferencia de que las cantidades de fertilizantes por hectárea se reducen. Los fertilizantes nitrogenados que se utilizan de manera rutinaria, se aplican en las siguientes cantidades en el estado de Sinaloa (BANCOMEXT, 1999).

En el **cuadro No. 8**, se menciona la cantidad de fertilizante ha utilizar en forma rutinaria. En este caso es la aplicación de Urea y Nitrato.

Cuadro No. 8: Aplicación de Urea y Nitrato (kg. / ha) en forma rutinaria en

el Estado de Sinaloa.

Nivel de fertilización.	Urea. kg. / ha por aplicación.	Nitrato. kg. /ha por aplicación.
Alto.	13 – 20	16 – 50
Medio.	10 – 12	7.5 – 15
Bajo.	5 - 9	5 - 7

Fuente: (BANCOMEXT, 1999).

Las cantidades de compuestos fosforados utilizados de manera rutinaria en el estado de Sinaloa, es como puede apreciarse en el **cuadro No. 9**. En este caso se ejemplifica con el Superfosfato, Fosfato Líquido y Fosfato Diamónico.

Cuadro No. 9: Compuestos Fosforados Utilizados de manera rutinaria en el Estado de Sinaloa (aplicaciones en kg. / ha)

Nivel de Fertilización.	Superfosfato. kg./ha/aplicación.	Fosfato Líquido. lts./ha/aplicación.	Fosfato diamónico. kg./ha/aplicación.
Alto.	6 – 10	3	2.5
Medio.	2.5 – 5	2	1 – 2
Bajo.	0.4 – 2.4	1	0.1

Fuente: (BANCOMEXT, 1999).

Formas de Aplicación del Fertilizante.

La fertilización inicial se aplica al agua que entra a los estanques por medio de un saco permeable que se fija en la entrada del agua, así los compuestos granulados se disuelven lentamente. La fertilización rutinaria, por lo general se aplica en forma de solución y se aplica alrededor del estanque, ó con una lancha en caso de que el estanque lo requiera (Rojas, 2003).

Bitácora estándar de fertilización.

La siguiente bitácora de fertilización estándar puede ser usada con cualquiera de los fertilizantes (SEPESCA, 1987).

- a. La primera aplicación debe realizarse anterior a la siembra.
- b. Hacer tres aplicaciones mas a intervalos de tres semanas; dependiendo del color del agua.
- c. Continuar las aplicaciones a intervalos mensuales o cuando el agua este lo suficiente ente clara y que el disco de secchi marque una visibilidad de una profundidad de 45 cm.
- d. Dejar de fertilizar un mes antes de la cosecha.

Hierbas nocivas del estanque

No es recomendable fertilizar cuando los estanques estan enyerbados ya que solo hará que crezcan mas rápido las hierbas. Las hierbas pueden ser controladas usando químicos o introduciendo carpa herbívora (SEPESCA, 1987).

Encalado

Existen estanques con aguas blandas o aguas ácidas las cuales pueden no responder a la fertilización. Si el agua no se torna verde después de 6 a 8 semanas después de haberse fertilizado se necesita que el agua se encale, lo cual incrementa la dureza y alcalinidad del agua, haciendo que se reduzca la acidez incrementando la efectividad de la fertilización.

Requerimientos de cal en kilogramos por hectárea de Carbonato de Calcio (valor neutralizante = 100 %) para incrementar la dureza total y la alcalinidad de un estanque a 20mg /l o más (SEPESCA, 1987).

Medición de la densidad de fitoplancton

Para determinar los intervalos de fertilización se propone el método del Disco de Secchi consiste en un disco sólido pintado de negro y blanco alternando los cuadrantes.

Para hacer la medición con el disco de Secchi, este se sumerge al estanque y cuando el disco desaparece de la vista es la visibilidad del agua; si la visibilidad es mayor de 45 cm es tiempo de fertilizar. Con una visibilidad menor a los 30 cm, no es conveniente fertilizar, ver **figura No. 7**. Cuando la visibilidad es menor de 15 cm puede ser causa de una disminución de oxígeno dentro del estanque. No es recomendable usar el método de visibilidad cuando el agua esta turbia (SEPESCA, 1987).

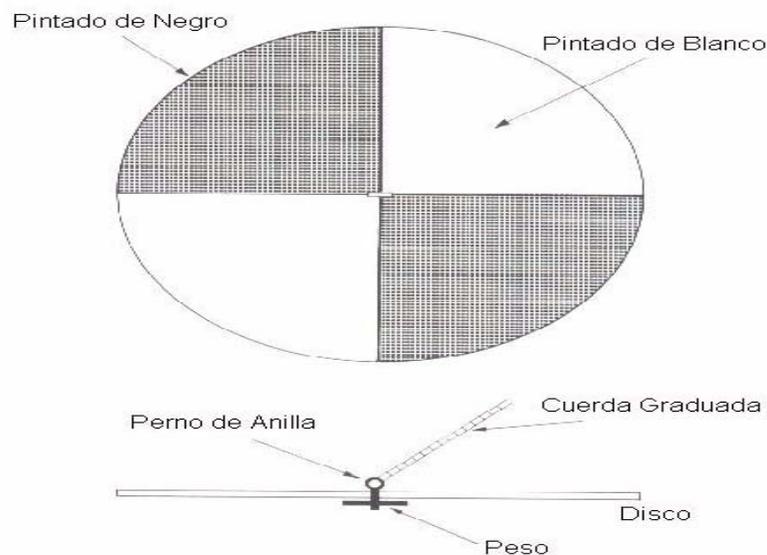


Fig. 7 : Disco de Secchi. Fuente: (New y Singholka, 1993).

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Generalidades

Es bien conocido que los seres vivos, desde la célula mas sencilla hasta el organismo mas complejo, requieren de cierta cantidad de energía para desarrollar

adecuadamente sus actividades. Esta energía la obtienen de los alimentos mediante los procesos metabólicos, de síntesis o anabolismo y degradación o catabolismo. El catabolismo y el anabolismo son dos procesos simultáneos e interdependientes, cada uno de ellos comprende la secuencia de reacciones enzimáticas mediante las cuales se degrada o se sintetiza el esqueleto de una biomolécula. El alimento provee al organismo de todos sus requerimientos no solamente para su mantenimiento, sino para su crecimiento. Por lo tanto, la composición del alimento juega un papel muy importante en la tasa de crecimiento, las partes más importantes del alimento desde un punto de vista energético son las proteínas, las grasas y los carbohidratos (SEPESCA, 1988).

Proteínas: Las proteínas son moléculas complejas, compuestas por cadenas polipeptídicas formadas por aminoácidos constituidos en forma elemental de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Forman la mayor porción orgánica del cuerpo de los organismos, además de que proporcionan los bloques de construcción para el crecimiento y reparación de tejidos. Las proteínas pueden servir como fuente de energía aproximadamente el 16 % de las proteínas son nitrógeno que no puede ser utilizado como recurso energético, por lo que la proteína no es una eficiente fuente de energía, son usadas para energía si los recursos son insuficientes (grasas y carbohidratos) (SEPESCA, 1988).

Aminoácidos esenciales: Los langostinos requieren de un grupo de aminoácidos esenciales en su organismo para desarrollarse y efectuar sus funciones, normalmente estos son: treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina, histidina, lisina, arginina, ver **cuadro No. 10.**

Cuadro No. 10: Rango de Aminoácidos.

Aminoácidos (g/100g de proteína)	
Treonina	4.8 – 6.0
Valina	3.1 – 5.5
Metionina	2.2 – 3.7
Isoleusina	4.9 – 6.8
Leusina	7.9 – 10.1
Fenilalanina	5.1 – 10.4
Histidina	2.7 – 4.9
Lisina	8.7 – 11.7
Arginina	9.7 – 11.5

Fuente: (SEPESCA, 1988).

Es muy importante proporcionar estos aminoácidos, porque los langostinos no los sintetizan. El valor de la proteína para el crecimiento esta regulado por su calidad, esto quiere decir que la mejor proteína es la que provee al animal exactamente de los requerimientos cuantitativos y cualitativos de los aminoácidos esenciales. En las dietas para langostino, la harina de pescado, calamar y otras proteínas de origen animal tienen valores de calidad mas altos que las proteínas de origen vegetal. Para equilibrar una dieta se usan varias fuentes de proteína que proporcionan un efecto complementario, donde una proteína con gran proporción de aminoácidos puede completar a otra proteína con baja proporción del mismo aminoácido (SEPESCA, 1988).

Carbohidratos: Los carbohidratos son los recursos de energía mas baratos; aunque los requerimientos para langostino no han sido bien determinados. Basándose en información

generada por los cultivos de camarones peneidos parece ser que los crustáceos, utilizan mas eficientemente los polisacáridos (almidones) que los azucares simples. Hay evidencia de que los juveniles de langostino aprovechan mejor la proteína cuando la relación grasa – carbohidrato es de 1: 3 a 1: 4. (SEPESCA, 1988).

Vitaminas: Las vitaminas son elementos esenciales en la dieta y son requeridas en pequeñas cantidades, actúan como catalizadores y funcionan como parte del sistema enzimático. Las vitaminas liposolubles son A, D, E y K y son capaces de ser almacenadas en el organismo y ser metabolizadas lentamente, de forma que la digestión excesiva y su acumulación puede dar lugar a manifestaciones de hipervitaminosis. Las vitaminas hidrosolubles son mucho mas metabolizables y son las que constituyen el llamado complejo B, además del ácido ascórbico.

El complejo B esta compuesto por una serie de vitaminas presentes en la levadura de cerveza y en el hígado de res; en el **cuadro No. 11**, se mencionan la cantidad de vitaminas utilizada en alimentos balanceados. (SEPESCA, 1988).

Cuadro No. 11: Premezclas de Vitaminas y Minerales Utilizados en Alimentos Balanceados para Langostinos en Hawii

Premezcla de Vitaminas		Premezcla de Minerales	
Ingrediente	Cantidad/kg	Ingrediente	Cantidad/kg
Vitamina A	5 5000.0 U.I.	Oxido de zinc	55.1 mg
Vitamina D	1 237.0 U.I	Sulfato y carbonato ferroso	59.5 mg
Vitamina E	4.1 U.I.	Oxido de manganeso	56.0 mg

Vitamina K	0.8 mg	Oxido de cobre	4.5 mg
Vitamina B2	3.3 mg	Yoduro de Hidro – etilendiamina	0.25 mg
Ácido pantoténico	4.9 mg	Sulfato de cobalto	0.50 mg
Cloruro de colina	67.1 mg	Selenito de sodio	0.10 mg
Vitamina B12	8.2 mg	Cloruro de sodio	2 646.0 mg
Ácido fólico	0.3 mg		

Fuente: (SEPESCA, 1988).

Minerales: Se llama mineral a cualquier sustancia inorgánica homogénea que forme parte de la corteza terrestre. En la célula los minerales suelen presentarse como sales o combinados con carbohidratos, proteínas y lípidos; estos iones son importantes para conservar la presión osmótica y el equilibrio ácido – base tanto en líquidos corporales como en las mismas células. La absorción y excreción de elementos inorgánicos de elementos inorgánicos a través de las branquias tienen no solo una función nutritiva sino también una función osmoreguladora; en el **cuadro No. 11**, se hace mención de la cantidad de minerales utilizados en alimentos balanceados.

Los juveniles sembrados en el estanque son capaces de procurarse su alimentación en forma natural dentro del estanque. Sin embargo, la explotación y producción comercial del langostino requiere de la adición de complementos alimenticios para lograr un excelente crecimiento y desarrolló. Los tipos de alimentación adicional pueden variar, ya que estos crustáceos tienen diferentes hábitos de alimentación. Los suplementos pueden ser hechos

con materias primas animales, vegetales o alimentos secos preparados, según las necesidades de cada granja (SEPESCA, 1988).

Se ha logrado reducir la contaminación del agua de los estanques con la fabricación de *pellets* que flotan, con lo que se hace eficiente su utilización. Los *pellets* flotantes, permiten que los langostinos tomen la ración individual necesaria, incrementándose las tasas de crecimiento de la especie y reduciéndose la contaminación. La tasa de alimentación no es posible generalizarla, ya que depende directamente del tamaño y número de organismos en el cultivo.

La alimentación se puede efectuar mediante la técnica de esparcir (al voleo) el alimento en el borde y partes periféricas del estanque. La ración se debe dividir en 2 partes, las cuales se suministran en la mañana y en la tarde. Regularmente se recomienda suministrar 6.25 kilogramos por hectárea al día. La cantidad de alimento a suministrar varía de un 100% del peso vivo/ día al inicio del engorde, hasta el 3% del peso vivo/ día los dos meses finales del proceso de engorde.(Neumann, 2001).

Digestibilidad del alimento

La digestión involucra la mecánica de descomposición, solubilización y absorción de los nutrientes. El perfil de los nutrientes de un ingrediente quizá parezca bueno, pero si ese nutriente no es digerido, absorbido o utilizado, no tiene valor para el animal. La digestibilidad de los nutrientes, dentro del alimento, es esencial en la evaluación de su calidad. El langostino puede digerir proteínas y grasas con mayor facilidad que los carbohidratos. En general los ingredientes marinos de proteína animal son mejor calidad que los de proteína vegetal (Neumann, 2001).

Producción de algas.

El objetivo es de producir alimentos para los primeros estadios de las larvas, y esta constituido por dos partes: cepas puras y cultivo masivo. Las especies de uso mas comun son el *Chaetocero* sp. y *Skeletonema* sp. como alimento base y para alimento de apoyo se producen *Isochirisis* sp. y *Tetraselmis* sp. El área de producción deberá incluir los recipientes para cultivo y oxigenación, con iluminación mínima de 65, 000 lumen /m² (lamparas fluorescentes cada 33 cm.) y temperaturas de 20 °C aproximadamente. Se recomiendan lamparas de tubo de gas ya que presentan baja temperatura y alta luminosidad. El área requiere pertenecer a un local o nave con baja temperatura y alta luminosidad. No se recomienda el uso de luz natural porque eleva las temperaturas. Otras características con las que deberá contar esta área son la asepsia del lugar y temperatura baja constante (New y Singholka, 1993).

Producción de artemia.

Las artemias son unos pequeños crustáceos muy utilizados en la alimentación de peces y langostinos, son muy apropiados tanto por su valor nutritivo como por su facilidad de producción. Es un animal cosmopolita que se encuentra tanto en zonas costeras como en aguas continentales siempre que estas sean saladas; efectivamente, en la naturaleza se desarrolla mejor en aguas hipersalinas (mas salinidad que la del agua de mar, unos 35 gr. por litro) en las que encuentra pocos competidores por el alimento y casi ningún depredador, en estas condiciones pueden desarrollarse sus poblaciones hasta alcanzar una densidad tal que literalmente tiñen el agua con su color (a veces rojo, rosado o incluso verdoso) (Saiz y Blanco, 1999).

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALIMENTOS

Las dietas son formuladas para cumplir con los requerimientos nutritivos establecidos para los langostinos. Como los requerimientos de algunas sustancias nutritivas no están bien definidas se debe formular en cantidades suficientes por si se presentan condiciones que puedan incrementar los requerimientos de estos nutrientes.

De acuerdo a la SEPESCA (1988):

a) Primero, se define la dieta en términos de los requerimientos generales.

- ✓ ¿Cuál es el tamaño o la edad de los langostinos que deben alimentarse?
- ✓ ¿Hay algún factor especial que debe tomarse en consideración?
- ✓ ¿Se usara dieta como una herramienta de manejo?
- ✓ Existen algunos requisitos especiales en las características físicas del alimento – pellets blandos o duros?

b) Determinar la composición general del alimento

- ✓ Contenido proteico
- ✓ Contenido de grasa
- ✓ Contenido de fibra
- ✓ Nivel de energía
- ✓ Potencia vitamínica

c) Los ingredientes que se usaran en el alimento se seleccionan mediante varios métodos.

- ✓ Algunos ingredientes se incluyen en el alimento a niveles prescritos para proporcionar factores de crecimiento y mejorar la textura de los pellets.

- ✓ Se seleccionan otros ingredientes para proporcionar las sustancias nutritivas básicas en proporciones tales que equilibren el contenido nutritivo del alimento.
 - ✓ Debe tomarse en consideración la economía, el costo de los ingredientes del alimento se compara con otros que podrían proporcionar los mismos nutrientes para obtener así el alimento más económico.
- d) El contenido de aminoácidos del alimento se equilibra por diferentes métodos para lograr cubrir los requerimientos mínimos.
- ✓ El porcentaje de los diferentes ingredientes se cambia para equilibrar los aminoácidos.
 - ✓ se sustituyen ingredientes del alimento por ingredientes de diferente contenido de aminoácidos.
 - ✓ Se agregan o sacan ingredientes del alimento y el porcentaje de los otros ingredientes se ajustan para equilibrar la dieta.
 - ✓ Se calculan el contenido vitamínico de la dieta básica. Se formula una premezcla de vitaminas para fortificar la dieta para que proporcione la potencia vitamínica necesaria.
 - ✓ Como no se han definido los requerimientos de minerales de langostino y este puede obtener minerales de su ambiente, es difícil determinar un equilibrio mineral para un alimento. Normalmente, se agrega un suplemento mineral al alimento para asegurar un suministro adecuado de minerales y elementos traza.
 - ✓ Las propiedades de fabricación y las características del alimento terminado son determinadas mediante la fabricación de una cantidad experimental.

ENFERMEDADES

Enfermedades infecciosas.

Las enfermedades siempre son un factor negativo, generalmente, se presentan acompañadas de una pobre calidad de agua de un manejo inapropiado del cultivo. Frecuentemente son la causa que determina el éxito o el fracaso de una operación de cultivo animal. A continuación se proporciona la información sobre las enfermedades más frecuentes en los langostinos, haciendo notar que en un cultivo bien manejado y con una calidad apropiada de agua, difícilmente se presentara cualquier tipo de infección que pueda causar algún problema (SEPESCA, 1988).

Nombre común: **Infección por ciliados**

Signos: Individuos con un redondel belloso en la superficie del cuerpo.

Causa: Protozoarios ciliados del genero *Epistilis sp* y *Zootaminium sp*

Método de diagnosis: Examinación microscópica.

Efectos en el huésped: Dificultan la alimentación, mala presentación, se asocian con altas mortalidades y se especula que impiden la muda completa.

Tratamiento: Ácido acético a 2.0 ppm con un minuto de inmersión o sulfato cúprico 0.5g/m³.

Medidas preventivas: Sulfato cúprico, 2 veces a la semana en las piletas de agua verde con buen manejo. Agua en buenas condiciones de higiene.

Estadio: Larva, juvenil y adulto.

Nombre común: **Necrosis bacterial**

Signos: Los apéndices afectados se tornan negros y se deforman, especialmente las antenas y los apéndices abdominales.

Causas: No es bien conocida pero se cree que las bacterias de los géneros *vibrio*, *Beneckea* y *Pseudomonas* son los agentes responsables de esta enfermedad.

Método de diagnosis: Examen microscópico

Efectos en el huésped: El ataque por las bacterias se puede localizar en uno o dos apéndices. Se asocia con altas mortalidades.

Tratamiento: Estreptomina: 2 MIU, 2g/m³ , Eritromicina: 0.65 ppm, Tetraciclina: 2-10 ppm

Medidas preventivas: Examen diario de las larvas. Manejo adecuado de la metodología del cultivo.

Estadio: Larvas

Nombre común: **Síndrome o enfermedad de la mancha negra o melanosis.**

Signos: Erosión progresiva del exoesqueleto, comenzando como una mancha ostra o lesión negra.

Causa: Desconocida, probablemente bacterias quitinolíticas del genero *Beneckea* sp u hongos.

Método de diagnosis: Cultivo en medio quitinoso.

Efectos en el huésped: La secuencia de eventos incluye: daño mecánico al exoesqueleto, ataque por bacterias quitinolíticas y finalmente invasión por hongos.

Tratamiento: Furanace

Medidas preventivas: Manejo cuidadoso de los animales control para reducir las agresiones entre ellos. No usar altas densidades y mantener buenas condiciones ambientales.

Estadio: Adultos

Nombre común: **Peste bacterial.**

Signos: Larvas que se sumergen por ser incapaces de mantenerse en la superficie al cerrar el sistema de aireación.

Causa: No bien conocida, se sabe que se debe al ataque de bacterias pero se desconoce las especies.

Método de diagnosis: Examen microscópico.

Efectos en el huésped: La bacteria provocan que se peguen unas setas con otras que luego se degeneran provocando cambios en las estructuras nadadoras, se asocia con altas mortalidades

Tratamiento: Baños de formalina a 200 ppm una hora. También se usa el mismo tratamiento que para la necrosis bacteriana.

Medidas preventivas: Se recomienda apropiada practica del cultivo.

Estadio: Larvas.

Nombre común: **Infección de bacterias filamentosas**

Signos: Crecimiento y desarrollo de filamentos en la superficie del cuerpo de los individuos infectados.

Causas: Bacterias filamentosas del genero Leucotrix sp.

Método de diagnosis: Examen microscópico

Efectos en el huésped: Se presenta en las branquias, pleópodos y uropodos de los organismos infectados, Se asocia con altas mortalidades, principalmente en cultivos intensivos.

Tratamiento: Furanace 1 ppm y cambios de agua constante.

Medidas preventivas: Cuidadosa limpieza de las piletas.

Estadio: Larvas y juveniles.

Enfermedades no infecciosas.

De acuerdo a SEPESCA (1988) las enfermedades no infecciosas son las siguientes:

Nombre comun: **Músculo opaco, cáncer solar síndrome blanco.**

Signos: Los músculos del cuerpo se tornan de color blanco opaco.

Causas: El medio ambiente, sobre todo penetración directa de luz solar y estrés fisiológico, alta salinidad, temperatura o amontonamiento.

Método de diagnosis: Observación directa.

Efectos del huésped: Opacidad progresiva de los músculos de cuerpo relacionada con altas mortalidades, es de condición reversible si se detecta a tiempo.

Tratamiento: Reducir el estrés, mejorándole los factores ambientales cuando aparezcan los primeros síntomas.

Medidas preventivas: Riguroso apego a las condiciones óptimas de cultivo con buena calidad de agua.

Estadio: Larvas y Postlarvas.

Nombre comun: **Enfermedad por despojos acumulados.**

Signos: Malformación de los apéndices, por acumulación de despojos en apéndices, ojos y rostro.

Causas: Se desconoce su origen, pero se relaciona con la nutrición o calidad de agua.

Método de diagnosis: Examen microscópico.

Efectos en el huésped: La enfermedades presenta en los últimos estadios larvarios e inmediatamente después de alcanzar la muda a postlarva. Causa malformación en los apéndices, ojos y rostro, algunos animales pueden desprender los despojos pero mueren después de lograda la muda, se asocia con altos índices de mortalidad.

Tratamiento: No se conoce, pero se ha notado una menor incidencia en el cultivo con el sistema de agua verde.

Medidas preventivas: Utilizar cultivos implementados con agua verde, que incrementan la sobre vivencia y acortan los periodos larvarios, por medio de la nutrición indirecta de las algas a través de la Artemia Salina.

Estadio: Adultos.

Nombre comun: **Hepatopáncreas saturado de grasa.**

Signos: Ausencia de tejidos normales del hepatopáncreas.

Causa: Desconocida, se sugiere que los pesticidas organofosforados son los agentes etiológicos de esta enfermedad.

Método de diagnosis: Examen microscópico del hepatopancreas.

Efectos en el huésped: Hepatopáncreas resistentes a procesos degenerativos normales, con aumento de ácidos grasos, principalmente ácido palmítico, provocando un metabolismo anormal de lípidos debido al bloqueo químico de la actividad normal de la lipasa en el hepatopáncreas. No a sido asociada a grandes pérdidas de langostinos.

Tratamiento: No aplicar alimentos con altos o bajos niveles organofosforados

Medidas preventivas: La misma que la anterior.

Estadio: Adultos.

Nombre comun: **Degeneración endocuticular.**

Signos: Envuelve las capas profundas de la endocutícula de forma irregular y de color naranja ambar decolorado.

Causa: No ha sido determinada.

Método de diagnosis: Examen microscópico.

Efectos en el huésped: No ha sido asociado a mortalidades

Tratamiento: No existe.

Medidas preventivas: No existe

Estadio: Adultos.

Nombre comun: **Enfermedad aguas duras.**

Signos: Deposito de placas de calcio en el cuerpo y apéndices de los langostinos que dificultan las mudas.

Causa: Aguas con dureza mayores de 200 ppm de CaCO_3

Método de diagnosis: Observación microscópica o visual.

Efectos en el huésped: Se forman moldes de cristal en la base de los apéndices y se extiende inmediatamente al cuerpo del animal, esta enfermedad se asocia con lento crecimiento e importantes mortalidades.

Tratamiento: Se han visto que tratamientos con HCL han mostrado buenos resultados en cultivo de pedidos en costa rica.

Medidas preventivas: No existen.

Estadio: Larvas, juveniles y adultos.

Parásitos metazoarios

Según Holtschmit (1990) los parásitos metazoarios son:

Trematodos: *Carneophallus chonanophallus*.

Parasitan a los langostinos, que sirven como huésped intermediario, se enquistan en el músculo abdominal de los langostinos, aparentemente con pocas consecuencias, se presentan frecuentemente en los meses húmedos.

Turbellaria.

Termocephalids sp.

Se reportan como ectocomensuales de crustáceos. Se caracterizan por tener 5 ó 6 tentáculos anteriores simples, solo par de ojos; una ventajosa posterior y usualmente dos pares de testículos (Holtzman, 1990).

Los *Temoncephalids* adultos se localizan principalmente en las branquias de *Macrobrachium*, pegando sus huevos en el exoesqueleto. Se alimentan de pequeños animales o algas en la superficie del huésped. Es considerado mas comensal que parásito. Cuando hay gran cantidad de estos animales, se supone que reduce el flujo de agua a través de las branquias, decreciendo la deficiencia respiratoria.

No se reportan métodos de control, pero la formalidad de 50 a 100 ppm puede ser efectivo.

Isópodos.

Bopyid isópodo.

Han sido reportados en langostinos silvestres, son parásitos muy relacionados con la talla del huésped. Se localizan en la parte media de la superficie de las branquias. Los langostinos infectados muestran abultamiento y decoloración en el área atacada, los crustáceos son los huéspedes definidos y los copepodos sirven como huéspedes intermediarios, notándose a simple vista (SEPESCA, 1988).

Los métodos de control se limita, a la remoción física del parásito para prevenir la extensión a nuevas áreas.

Corallanid isópodo.

Ha sido reportado como parásito en langostino silvestres. Atacan el cefalotórax y son claramente visibles a simple vista. El ciclo de vida y método de concentración son los mismos que para *Bopyrid isopodo*.

Otro parásito que afecta al langostino llamado comúnmente “pupa” (*Tricocoricea*) que cuando se presenta le da un aspecto desagradable al langostino.

El tratamiento para eliminarlo consiste en colocar diesel (en una dosis de 4 lts./ha) en una esquina del estanque de manera que la dirección del viento colabore para que se extienda una capa delgada de diesel a todo lo largo del estanque; de esta manera el parásito se asfixia y muere. El diesel no le causa daño alguno al langostino.

La *Tricocoricea* se da mas en estanques con poca profundidad o con mal manejo y con parámetros fluctuantes. (Avendaño, 1994).

Prevención de enfermedades.

Según Neumann (2001), debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a) Seleccionar un buen sitio

Evitar áreas cercanas a contaminación domestica, industrial y/o agrícola. Especialmente evitar áreas que fueron tratadas con pesticidas, herbicidas e insecticidas.

Evitar la proximidad con otras granjas

Evitar áreas con problemas de mareas

Asegurar suficiente abastecimiento de agua limpia.

b) Buen proyecto del estanque

Una reserva de agua con al menos 30% del volumen total.

Buen sistema de bombeo.

c) Buena preparación del estanque.

Completamente seco y libre de sedimentos.

Para evitar la contaminación, cortar y eliminar los sedimentos de la parte al del dique.

d) Contar con postlarvas de buena calidad.

Evitar postlarvas tratadas con medicamentos.

e) Usar la correcta densidad.

Máximo 30 especies por metro cuadrado

f) Mantener un fitoplancton estable.

A través de la fertilización y cambios de agua estabilizadores.

g) Manejar la calidad del agua.

Asegurar suficiente agua para cambios y airear mecánicamente.

h) Monitorear continuamente el agua

Verificar el color del agua, turbiedad, salinidad, temperatura, PH, nitritos, nitrógenos.

i) Seguir un buen programa de alimentación.

Utilizar alimento pelletizado de alta calidad, que asegure un bajo índice de conversión alimenticia y menos desperdicio.

j) Monitorear el grado de supervivencia, crecimiento y salud

Observar la apariencia, nivel de actividad y alimentación.

Exámenes microbiológicos e histopatológicos.

k) Diagnosticar oportunamente enfermedades

l) Usar la cuarentena en los nuevos grupos

m) Tratamiento con medicamentos y químicos

Diagnostico de enfermedades

Según Neumann (2001).Las principales causas de las enfermedades están relacionadas con:

- Inadecuados ambientes de crianza.
- Manejo deficiente.
- Alimentación de baja calidad.
- Calidad inferior de crías.

- Inadecuado uso de medicamentos.

Con el fin de diagnosticar oportunamente las enfermedades, se deben tomar las siguientes acciones (Neumann, 2001).

A. Observación rutinaria

El langostino permanece por lo general hasta el fondo del estanque; solo nada en estado larval y para buscar alimento en raras ocasiones.

Es importante observar constantemente los movimientos y la actividad del langostino.

B. Examen microscópico

En forma periódica y al azar se deben examinar algunos especímenes en forma directa mediante el microscopio.

Colocando pequeñas cantidades de tejido en placas de vidrio para su observación, se pueden detectar protozoarios e infecciones bacterianas o virósicas.

C. Examen de excremento

Es usual examinar las heces del langostino; un buen signo de salud es el grosor y largo de las heces. El langostino enfermo come poco, por tanto sus heces son reducidas o ausentes; las heces de color rojo indican canibalismo o alimentación con especies muertas.

D. Detallar los parámetros de medio ambiente

Rutinariamente se deben revisar los parámetros de salinidad, PH, oxígeno disuelto, niveles de nitritos y amonio, así como de plancton.

Tipos de desinfectantes

El objetivo de usar desinfectantes químicos en la acuicultura es prevenir o reducir la incidencia de enfermedades producidas por organismos patógenos. Dependiendo de los objetivos, se pueden utilizar antisépticos, desinfectantes o esterilizadores, ver **cuadro No. 12**. Los antisépticos, en concentraciones adecuadas, se utilizan para inhibir el crecimiento

de microorganismos no deseados. Los desinfectantes son los recomendados para destruir organismos específicos.

Cuadro No. 12: Tipos de Desinfectantes.

Desinfectantes	Dosificación (g/m³)
Benzalkonium chloride	1 a 1.5
Formalin	5 a 10
Yodo	1 a 5
Hipoclorito de sodio (5.25 %)	100 a 300
Hipoclorito de calcio (65 %)	10 a 30
Oxido de calcio	1000 a 1500 (Kg. / ha)

Fuente : (Neumann, 2001).

La esterilización con base en químicos tiene el propósito de destruir totalmente todos los organismos vivos del estanque. Al desinfectar el estanque, se deben usar las concentraciones apropiadas para mantener balanceados los procesos autotróficos y heterotróficos del ecosistema (Neumann, 2001).

Aplicación de desinfectantes

Las enfermedades por lo común se transmiten de forma vertical, de padres a crías, u horizontalmente, a través de vectores naturales. Como los vectores pueden entrar en los estanques de crianza a través del agua, la acción lógica es removerlos mecánicamente o eliminarlos por medio de productos químicos.

Para eliminar los vectores de patógenos, de gran tamaño, se pueden emplear finos filtros.

Sin embargo, para remover la mayoría de células patógenas, la forma mas practica y económica es la utilización de desinfectantes químicos (Neumann, 2001).

IV) CONCLUSIONES

De acuerdo a lo analizado en esta monografía, se concluye que:

- ❖ La selección del lugar y ubicación de los estanque es un factor primordial para el buen funcionamiento del cultivo.
- ❖ Se debe tener conocimiento, por lo menos, de cuales son lo hábitos de la especie a cultivar, así como su anatomía, biología y enfermedades que pudieran atacar a la especie.
- ❖ La temperatura ambiente influye en el éxito del cultivo, se puede tener langostinos todo el año. La temperatura del agua a menos de 19 °C el langostino deja de alimentarse, y mayor a 33 °C, también le ocasiona problemas.
- ❖ Los langostinos desarrollan parte de su ciclo de vida en aguas salobres (etapa larvaria). Con una salinidad de 12 a 18 ppm.
- ❖ La cosecha es otra etapa del cultivo, donde deben tomarse decisiones importantes, con el fin de obtener la mayor ganancia y rendimiento del producto. El técnico encargado de el manejo de la granja deberá valorar su producto y decidir si es el mejor momento para cosechar, no solo para los animales, sino también en el mercado.

V) RECOMENDACIONES

- ❖ Es recomendable llevar un registro de todo lo que realiza en la granja, desde la preparación del estanque hasta la cosecha

- ❖ Es indispensable que las personas interesadas en la producción de langostino, tengan un conocimiento básico sobre los hábitos, la alimentación y los tipos de explotación; ya que de esto depende la producción.

- ❖ Que los langostinos midan +/- 4 cm. De largo, para que pasen al tanque producción, teniendo menos mortandad.

- ❖ Que los vientos sean a favor de la compuerta de entrada, permitiendo que el agua superficial se distribuya rápidamente.

- ❖ Es muy importante darles el manejo adecuado a las hembras gravidas, ya que de esto dependerá la producción de larva.

- ❖ Se recomienda establecer el cultivo de langostino, donde se encuentren las condiciones ambientales para su óptimo crecimiento y de antemano tomar en cuenta la seguridad de su comercialización.

VI) LITERATURA CITADA

- ❖ Anónimo, 2000. Langosticultivo. <http://www.ceniap.gov>. (Diciembre, 2003).

- ❖ Anónimo, 2003. (1).Habitad del langostino.
<http://www.dbs.nus.edu.sg/biodiversitii/bio/students.htm> (Noviembre, 2003).

- ❖ Anónimo, 2003. (2). Desove del langostino. <http://www.goddijn.com/tank2/macrobrachium/> (Noviembre, 2003).

- ❖ Avendaño, M, E., 1994 Cultivo de Langostino. Secretaria de Pesca ISBN - 968 – 817 – 311 – 8.

- ❖ BANCOMEXT, 1999. BANCOMEXT. Camarón Mexicano. Cultivo en Granjas. México, Ed. Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.

- ❖ Bowman y Abele, 1982. Clasificación of the recent Crustacea. In the Biology of Crustacea Vol. 1 Systematics the Fossil Record and Biogeography. Ed. por L. G. Abele. Academic Press,. Inc. New York.

- ❖ B. New y Singholka, 1993. FAO: Documento técnico de Pesca 225, Cultivo del Camarón de Agua dulce. Manual para el cultivo de (*Macrobrachium rosenbergii*). Ed. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación.

- ❖ Blasco Lozano, Rafael 1991, Biología de Crustáceos. Acuicultura Marina Animal 3^{ra} Ed. 199; Ed. Mundi – Prensa, España.
- ❖ Equipesca. Equipo Acuícola. www.equipesca.com (22/ 11/ 2003).
- ❖ Fujimura y Okamoto, 1970. Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macro brachium rosenbergii* in Hawaii. Indo – Pacific Fisheries Council (FAO) Tailandia. IPFC/C70/SYM53.
- ❖ Holtschmit, K. H., J. Suárez y R. Arosamena, 1985 Tercer reporte Técnico a CONACYT Sobre Proyecto: Cultivo del langostino *Macrobrachium rosenbergii* a nivel piloto en el Noreste de México.
- ❖ Holtschmit, Martínez, K. H 1990; Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino Malayo. Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero México. Ed FONDEPESCA Manual 1.
- ❖ Holthuis, L. B., 1980. FAO species catalogue. Vol. I. Shrimps and prawns of the world (an annotated catalogue of species of interest to fisheries) Fao fish, Synop. (125), Vol. 1 , 261pp.
- ❖ Kuris, A. M., Ra’anan, A. Sagii y D. Cohen 1987 Morphotypic Differentiation of Male Malaysian Giant Prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. J. of Crustaceam Biology 7 (2): 219 – 237.

- ❖ Ling, S. W., 1969. Methods of rearing and culturing *macrobrachium rosenbergii*.
FAO Fish. Rep. (57) Vol. 3: 607 – 619.

- ❖ Malecha. J., 1983. Commercial pond production of the freshwater prawn,
Macrobrachium rosenbergii, in Hawaii. En: CRC Handbook of Mariculture. Vol. 1.
Crustacean Aquaculture. Ed. Por J. P. McVel. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida,
pp. 231 – 259.

- ❖ Neumann, F., 2001. Serie Agronegocios. Camarón Gigante de Malasia, México. Ed.
Ibero América. S. A. de C.V.

- ❖ Peebles, J. B., 1979 the roles of prior residence and relative size in competition for
shelter by the Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Fishery bull. 76 (4):
905 – 911.

- ❖ Ra'anán, Z. y Cohen D., 1984. Characterization of distribution development in the
freshwater prawn *M. rosenbergii* (De man) juvenile populations crustaceana. 46
(3): 271 – 282.

- ❖ Rojas, T. M., 2003. Establecimiento, Diseño y Manejo de Granjas Camaroneras.
Monografía de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. UAAAN.

- ❖ Saiz, Miguel Ángel y Blanco, José L, 1999. Artemia, diferentes formas de cultivo para diferentes necesidades. www.ciclid.org (10/10/ 03)

- ❖ Salmeron, J. J., 1985 Efectos de la densidad, Interacción química, interacción visual, preferencia de color y efecto de color de sustrato en el crecimiento de postlarvas de langostino *M. Rosenbergii* Tesis de Maestría I. T. E. S. M. Guaymas, México.

- ❖ Sandifer, P. A. y Smith, T. I. J; 1979, possible significance of variation in the larval development of variation in the larval development of palemonid shrimp. J.

- ❖ Sandifer, P. A., T. I. L. Smith, W. E. Jenkins y A. D. Stokes, 1983. Seasonal culture of freshwater prawns in south Carolina. En: CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, pp 189 – 204.

- ❖ Saronjini, R., M. S. Mirajkar y R. Nagabhushanam, 1984. sex pheromone in the freshwater prawn, *Macrobrachium kistnensis*.

- ❖ SEDESOL, 1993, Estudio Para la Repoblación de los Ríos de la Región Huasteca con Post-larvas de Langostino Nativo. Estudio realizado por ACUACORP de Hidalgo, S A de C V.

- ❖ SEPESCA, 1987; Guía Practica para la Fertilización de los estanques utilizados en la Acuacultura. Secretaría de Pesca. Primera edición, México, D. F. 1987.

- ❖ Secretaria de Pesca (SEPESCA), 1988. Manual Técnico para la Operación de los centros Acuicolas Productores de Langostino. México, Ed. Secretaria de Pesca.

- ❖ Smith, T. I. J. Y J. S. Hopkins, 1977. An apparatus for separating post-larval prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, from mixed larval populations. *Aquaculture* 11(3):273 – 278.

- ❖ West, D. C. Y R. K. Thomson, 1985. Opto-electronic Counters for Juveniles of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man): Supporting Equipment and use of Counter B. Under Commercial Hatchery Conditions. *Aquacultural Engineering* 4 (3):209 – 222.

- ❖ Wickens, J. F. y T. W. Beard, 1974. observations on the breeding and growth of the giant freshwater prawn; *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in the laboratory. *Aquaculture* 3: 159.

- ❖ Wicki Gustavo A., 1996 Producción del langostino de agua dulce o camarón Gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) Secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentación. Subsecretaria de Pesca. Buenos Aires (Argentina). <http://www.ownbox.com/treasure/search.html> (20/10/2003).

- ❖ Wull, R. E., 1982. The experience of a freshwater prawn farm in Honduras, Central America. En: Giant Prawn Farming. Ed. por M. B. New Elsevier, Ámsterdam, pp. 445 – 448.