

## **Acuicultura del langostino *Macrobrachium tenellum***

Engorda en estanques semirrústicos

Esta obra se logró gracias al apoyo de:

CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE JALISCO (COECYTJAL)

PROGRAMA INTEGRAL DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL (PIFI)

# **Acuicultura del langostino *Macrobrachium tenellum***

Engorda en estanques semirrústicos

Fernando Vega-Villasante

Luis Daniel Espinosa Chaurand

Stig Yamasaki Granados

Edilmar Cortés Jacinto

Marcelo Ulises García Guerrero

Amílcar Leví Cupul Magaña

Héctor Nolasco Soria

Manuel Guzmán Arroyo

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de la Costa

2011

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Marco Antonio Cortés Guardado

*Rector General*

Miguel Ángel Navarro Navarro

*Vicerrector Ejecutivo*

José Alfredo Peña Ramos

*Secretario General*

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA

Maximilian Andrew Greig

*Rector*

Remberto Castro Castañeda

*Secretario Académico*

Martha Cristina Bañuelos Hernández

*Secretario Administrativo*

Edición y corrección: Olimpia Chong Carrillo

Diseño de cubierta: Jorge Luis Rodríguez Aguilar

Ilustraciones y fotografías de cubierta e interiores: Olimpia Chong Carrillo

Ilustraciones: Candelario Macedo Hernández

Maquetación y diseño interior: Nydia Fernández Pérez y Candelario Macedo Hernández

Primera edición, 2011

D.R. © 2011, Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de la Costa

Av. Universidad de Guadalajara 203, Delegación Ixtapa

48280 Puerto Vallarta, Jalisco, México

**ISBN 978-607-450-381-4**

Impreso y hecho en México / Printed and made in México

# Índice

INTRODUCCIÓN / 7

BIOLOGÍA / 13

SISTEMAS DE CULTIVO / 23

Cultivo extensivo / 23

Cultivo semiintensivo / 24

Cultivo intensivo / 24

Cultivo continuo / 25

Cultivo en lote / 25

Cultivo combinado / 26

Monocultivo / 26

Policultivo / 27

ESTANQUES SEMIRRÚSTICOS / 30

FERTILIZACIÓN / 39

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS / 44

Turbidez / 44

Oxígeno / 47
Temperatura / 49
pH y amoníaco / 50
COLECTA Y TRASLADO DE JUVENILES / 52
SIEMBRA / 59
Densidad de siembra / 59
Agua / 60
ALIMENTACIÓN / 62
Adición de alimentos completos / 63
Almacenamiento del alimento / 69
Adición de alimentos semicompletos / 70
COSECHA / 72
Cosecha sin vaciar / 72
Cosecha con vaciado completo / 74
Producción / 75
ENFERMEDADES Y PREDADORES / 76
Prevención / 80
CULTIVOS MONOSEXO Y DISMINUCIÓN DEL "EFECTO TORO" / 81
BIBLIOGRAFÍA / 85

## INTRODUCCIÓN

Los camarones de agua dulce del género *Macrobrachium*, comúnmente denominados “langostinos” (Figura 1), están distribuidos en las zonas tropicales y subtropicales. Existen alrededor de 260 especies descritas, de las cuales 26 se encuentran en América. El género más importante de la familia Palaemonidae es sin duda *Macrobrachium*, no sólo por el número de especies sino por su biología, la distribución geográfica, su diversificación y la importancia económica de algunas.

El género *Macrobrachium* tiene distribución en todos los continentes, excepto Europa y se encuentra en aguas continentales dulces y salobres de regiones tropicales, circuntropicales y templadas, delimitadas por las isoterma de los 18°C, encontrándose desde el nivel del mar hasta alturas de 800 a 1500 msnm, con una temperatura ambiente anual mínima de 16°C y máxima de 32°C en zonas con precipitación total que fluctúa entre los 400 y 1350 mm anuales.

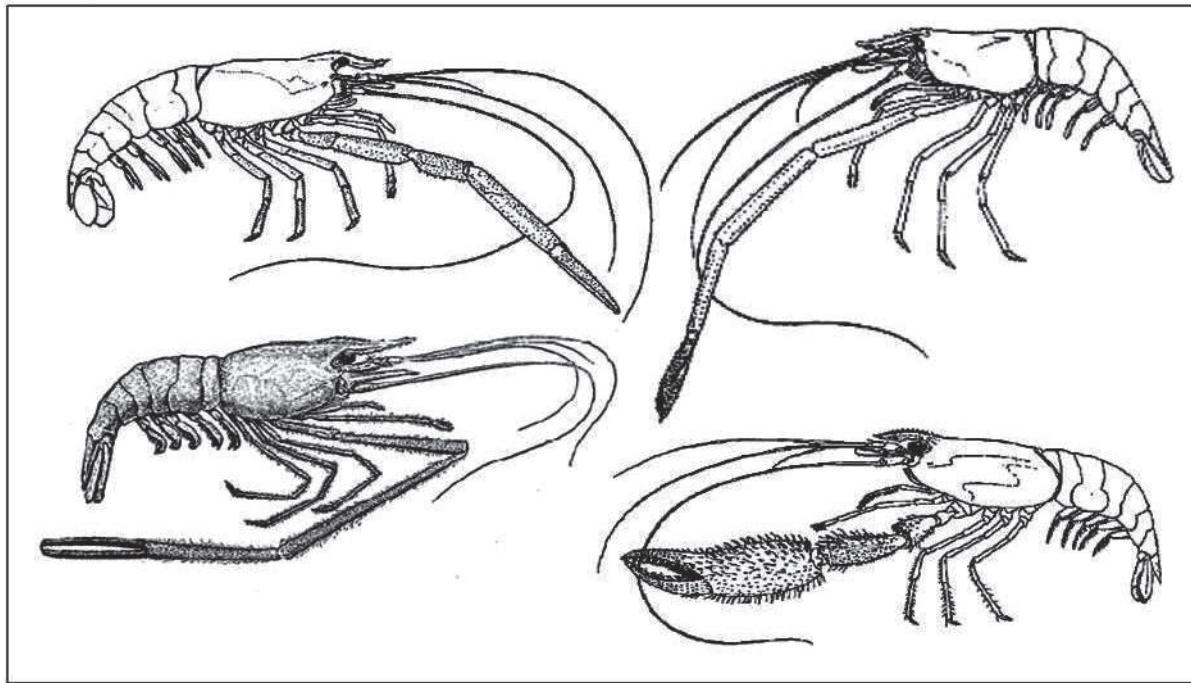


Figura 1. Diferentes morfologías generales que pueden tomar los langostinos *Macrobrachium*. Según la localidad y especie de que se trate, pueden tener diferentes nombres comunes como "acamaya", "acocil", "camarón de río". (tomado de Hernández, 2007)

De los camarones de agua dulce nativos de América existen 26 especies aproximadamente en México, América Central y Sudamérica, y su distribución se extiende desde Baja California, hasta la parte septentrional del Perú, incluidos Brasil y Argentina. En México se han identificado 17 especies y cinco de estas toman importancia económica; en la costa del Atlántico: *M. carcinus*, *M. olfersi* y *M. achantarus* y en la costa del Pacífico *M. tenellum* y *M. americanum*.

La generación de conocimientos sobre el *Macrobrachium tenellum* (Figuras 2, 3 y 4) comenzó desde la década de los setenta, donde se sentaron las bases de las investigaciones del género y de la especie. En el periodo de 1978 a 1985, se elaboraron diversos ensayos, informes, ponencias y trabajos que presentan técnicas de cultivo bajo condiciones controladas, semicultivo experimental, mecanismos de selección y biosinopsis de especies de cultivo, fecundidad y desarrollo larval, disponibilidad de larvas y parasitismo. Los estudios realizados sobre el cultivo de *M. tenellum* han sido sobre producción de larvas y postlarvas, alimentación, técnicas de reproducción, comparación de crecimiento y supervivencia entre esta especie y *M. rosenbergii*, su crecimiento en estanques, el efecto de la densidad sobre el crecimiento y supervivencia, el crecimiento de juveniles en micropresas y en estanques de concreto y rústicos, su crecimiento en mono y policultivo con tilapia y estudios básicos de fisiología.

Posterior a la primera oleada de conocimiento, la investigación de la especie se vio rezagada por la inquietud de la introducción del langostino malayo *M. rosenbergii* en 1973, en sistemas de cultivo y la tecnología que le acompañaba. En las últimas décadas se retomó la investigación de *M. tenellum*, pero la información está fraccionada y dispersa. La información disponible sobre el langostino *M. tenellum* demuestra que existen vacíos importantes en el conocimiento de aspectos básicos y aplicados sobre la biología de esta especie. Si bien gran parte de los documentos publicados abordan aspectos sobre su ecología y distribución,



Figura 2. Macho adulto de *M. tenellum*.

se requiere aún de un gran esfuerzo de investigación, para lograr llenar las lagunas, que permitan la correcta comprensión de su biología integral y por ende su protección y aprovechamiento como recurso natural nativo. La falta de un registro actualizado y permanente de sus poblaciones en los ríos y lagunas costeras de nuestro país, aunado a prácticas de pesquería indiscriminada y no reportada, lo hacen un sujeto con potencial fragilidad ecológica. De gravedad resulta también la poca información existente sobre los efectos que en sus poblaciones pueden ejercer la contaminación de los cursos de agua con insecticidas y herbicidas agrícolas, metales pesados, detergentes y otros compuestos derivados de la actividad doméstica e industrial. Pero aun sin documentar hay evidencias tangibles del carácter letal de estas prácticas tanto en las poblaciones de langostinos como en las de los demás seres que habitan su entorno. Nada se sabe sobre el impacto de la reducción o pérdida de los caudales de ríos y arroyos usados por estos organismos para completar su ciclo vital. Los intentos por establecer técnicas de manejo y cultivo son aún insuficientes y mayor atención debe darse a este aspecto que puede detonar su protección a través de un correcto manejo de las poblaciones silvestres y que propiciarían beneficios a nivel rural y comercial. La investigación de esta y otras especies nativas de *Macrobrachium* de México, debe ser del interés no sólo de un grupo disperso de científicos y técnicos sino de las instituciones encargadas de la protección, estudio y aprovechamiento de los recursos naturales de nuestro país.

El propósito de este manual es transmitir las técnicas básicas para el cultivo del langostino *Macrobrachium tenellum*, en su fase de engorda a partir de juveniles capturados de poblaciones silvestres, (lo que contribuye) al aprovechamiento sustentable de este recurso



Figura 3. Hembras de *M. tenellum*. i) Hay una notable diferencia en el tamaño y grosor del primero y segundo par de pereiópodos (quelas) con relación a los del macho. ii) Hembra grávida de *M. tenellum*. Los huevecillos son alojados en la zona abdominal adheridos a los pleópodos.

## BIOLOGÍA

El género *Macrobrachium* es predominantemente dulceacuícola pero algunos de sus representantes invaden de manera ocasional o regular las aguas salobres de los sistemas lagunares y estuarinos, ocupando los medios acuáticos lóticos (de agua corriente como ríos, arroyos y manantiales) y frecuentemente los lénticos (de agua quieta o de escaso caudal como los lagos, estanques, pantanos y embalses). La mayor parte de las especies son bentónicas (excepto sus etapas larvarias) y en la fase adulta viven sobre fondos variados, tales como rocas, arena, fango, grava conchífera o mezclas de estos materiales. Otras especies se encuentran en arrecifes coralinos y pocas son comensales de esponjas o de otros invertebrados, soportando amplias, medias y bajas variaciones de salinidad cuando estos organismos están en su etapa larval. En su fase adulta son de hábitos nocturnos.

Su ciclo biológico lo lleva a realizar migraciones reproductivas hacia las zonas cercanas a los estuarios donde desova, al alcanzar su estado adulto avanza río abajo hacia las aguas salobres, en los períodos de lluvias (Figura 5). Se producen menos huevos que en otros decápodos debido a que las hembras cargan y protegen los huevos hasta su eclosión.



Figura 4. Juveniles de *M. tenellum*.

Las larvas realizan su ciclo larval en aguas salobres y permanecen en estas zonas hasta etapas juveniles y de adultos jóvenes, al aumentar la salinidad remontan río arriba para encontrar agua dulce y retornar hacia sus zonas habituales (Figura 5).

Pueden abandonar el medio acuático para librarse de obstáculos que impiden sus migraciones por el agua sobre todo cuando se dirigen a áreas de reclutamiento aunque presentan aparente incapacidad para desplazarse fuera del agua por sus pereiópodos débiles en comparación con el peso de su cuerpo.

Los langostinos son omnívoros, pero adoptan en ocasiones hábitos carnívoros. La dieta de los adultos incluye insectos, peces y crustáceos pequeños, caracoles, almejas, gusanos, algas, tallos, hojas y detritos. En su primera fase larval, Estadio I (E I), no se alimentan del exterior, ya que tienen reservas de vitelo (Figura 6). En la segunda etapa larval (E II) el fitoplancton y el zooplancton constituyen su alimento. Las larvas se alimentan nadando boca arriba con ayuda de sus pereiópodos y con fuertes movimientos de su abdomen batiendo el agua con el telson.

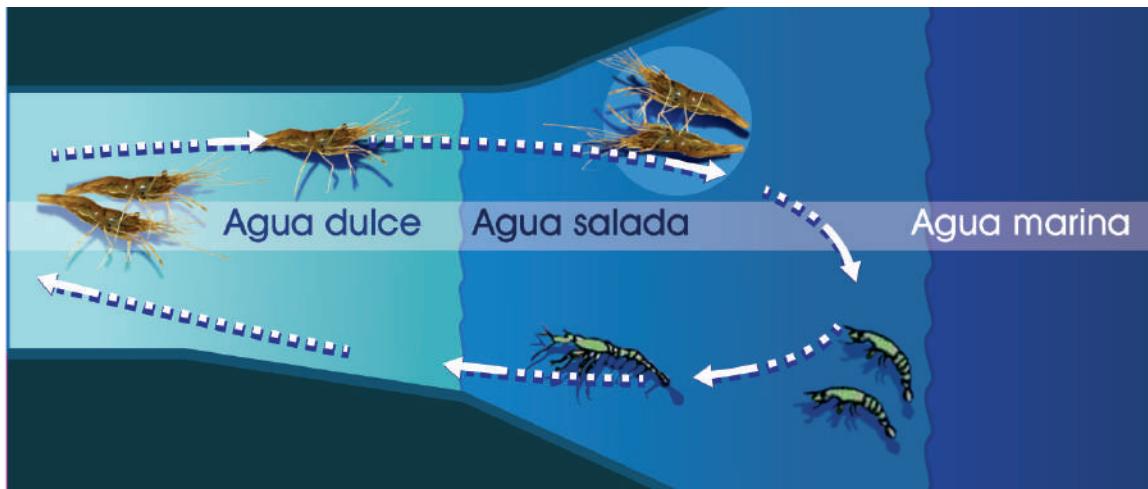


Figura 5. Ciclo de vida de los langostinos. Los adultos aprovechan las corrientes originadas durante la época de lluvias para descender a los esteros donde se lleva a cabo la fecundación de los huevos y su posterior eclosión. Las larvas permanecen en la zona de agua salobre durante sus primeras etapas de vida. Cuando llegan a su etapa juvenil remontan los cursos de agua para instalarse en sus zonas habituales dulceacuícolas.

Para su alimentación, los langostinos se desplazan rápidamente y mantienen las antenas en continuo movimiento. Para encontrar el alimento, se valen de sus órganos sensoriales; para la captura del mismo utilizan las quelas (tenazas) (primer y segundo par de pereiópodos). Se ha observado que para llevárselo a la boca usan el primer par y únicamente emplean los maxilípedos para comer. Cuando el segundo par es pequeño, también lo pueden usar para llevar el alimento a la boca.

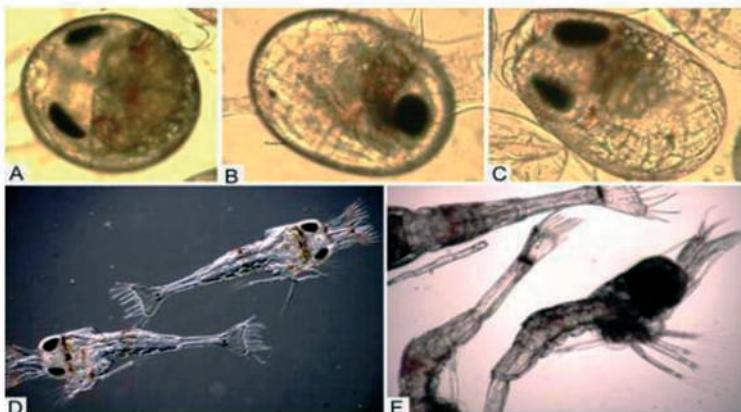
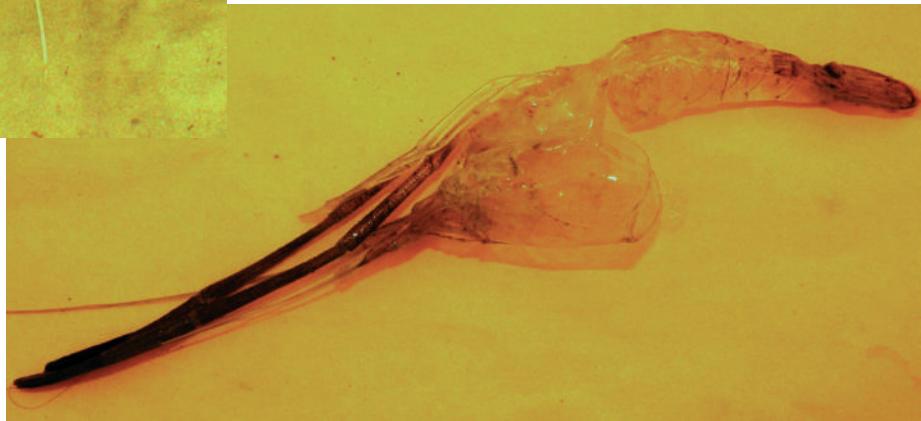


Figura 6. Diferentes fases embrionarias de *Macrobrachium*. A: en el huevo se observan los dos ojos pigmentados, B: se alcanzan a distinguir los pereiópodos, C: los ganglios cardiacos y las antenas están presentes. D y E: larva recién eclosionada, no pedunculada con vitelo (Tomado de Hernandez 2010).

El crecimiento del langostino, como sucede en todos los crustáceos, está asociado con el fenómeno de la muda o ecdisis. Cuando el exoesqueleto por su carácter rígido resulta una barrera para el crecimiento del cuerpo, el animal se prepara para la muda. Durante esta el langostino, con movimientos lentos, se encorva y poco a poco se desprende primero la parte del abdomen y posteriormente de la cubierta del cefalotórax (Figura 7 i y ii), el animal gana



Figura 7. A: *M. tenellum* poco después de realizar la muda, B: muda de *M. tenellum*.



talla de forma inmediata por incorporación de agua, la cual es posteriormente sustituida por nuevo tejido. Muchos factores externos influyen en la iniciación de la muda, entre ellos se encuentran: luz, temperatura, nutrición, fase de actividad reproductora, estrés y lesiones. El ciclo de vida es de 1 a 2 años como en los camarones peneidos.

Los nombres comunes o vernáculos utilizados para el *Macrobrachium tenellum* son langostino, moyo, camarón de río, chacal, manudo, caiques, pupo, caque de pinzas largas, acamayas, piguas, mayacaxtles, mazacates, mayas, varillado o brazolargo. Estos organismos son de color café claro, fondo gris-verdoso pálido, con manchas anaranjadas en las articulaciones de los pereiópodos y líneas gruesas y delgadas en el abdomen y carapacho.

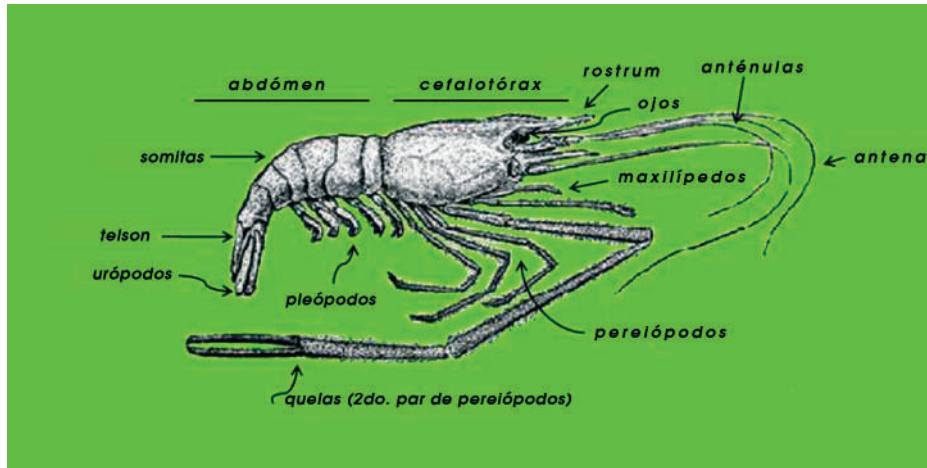


Figura 8. Anatomía externa de *M. tenellum*

El rostrum es largo y curvado hacia arriba con el borde superior con una parte proximal convexa y dentada y una distal desarmada recta o cóncava, casi alcanzando el extremo anterior de la escama antenular; presenta de 9 a 11 dientes dorsales con un espacio entre ellos, después un diente posorbital que termina en forma bífida (dos espinas). En la porción ventral del rostro tiene de 4 a 7 dientes continuos, que en su porción media se inclinan hacia delante. En el abdomen la pleura del segundo segmento abdominal se sobrepone al primero y tercero. El primero y el segundo par de pereípodos con quelas o pinzas, muy desarrolladas, alargadas, iguales o casi iguales, delgadas y simétricas en machos (hembras de igual forma pero menor tamaño). La pinza recubierta de pequeñas espinas con dedos largos (Figura 8 y Tabla 1).

La clasificación taxonómica es la siguiente:

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Euarthropoda
Superclase	Mandibulata
Clase	Crustacea
Subclase	Malacostraca

Serie	Eumalacostraca
División	Eucarida
Orden	Decapoda
Sección	Macrura
Grupo	Natatoria
Tribu	Caridea
Familia	Palaemonidae
Subfamilia	Palaemoninae
Género	<i>Macrobrachium</i> (bate 1968)
Especie	<i>Macrobrachium tenellum</i> (Smith 1871)

Tabla 1. Número de apéndices y su función en *M. tenellum*

<b>SEGMENTO</b>	<b>APÉNDICES (PARES)</b>	<b>FUNCIÓN</b>
CEFALOTÓRAX	1era antena (anténula)	percepción sensorial, táctil
	2da antena (anténula)	táctil
	mandíbula	alimentación (corte y desmenuzado del alimento)
	1er maxilar	manipulación del alimento
	2do maxilar	manipulación del alimento, circulación de agua hacia la cámara branquial
	1er maxilípedo	manipulación del alimento
	2do maxilípedo	manipulación del alimento
	3er maxilípedo	manipulación del alimento
	1er pereiópodo (quelípedo)	recolección y captura del alimento
	2do pereiópodo (quelípedo)	recolección y captura del alimento, combate y apareamiento
	3er pereiópodo (apéndice reptante)	marcha; en su base localización del gonoporo (hembras)
	4to pereiópodo (apéndice reptante)	marcha
	5to pereiópodo (apéndice reptante)	marcha; en su base localización del gonoporo (machos)

ABDOMEN	1er pleópodo	natación, fijación y aireación de huevos (hembras)
	2do pleópodo	natación, copulación (machos) ; fijación y aireación de huevos (hembras)
	3er pleópodo	natación, fijación y aireación de huevos (hembras)
	4to pleópodo	natación, fijación y aireación de huevos (hembras)
	5to pleópodo	natación, fijación y aireación de huevos (hembras)
	urópodos	propulsión y dirección
	telson	propulsión, defensa

Modificado de FAO 2002

## SISTEMAS DE CULTIVO

De acuerdo con la densidad de siembra (número de animales por metro<sup>2</sup>) y el grado de tecnificación y manejo de los estanques, el cultivo puede ser:

### **Cultivo extensivo**

Producciones de baja inversión en donde no hay adición de alimento suplementario pues la alimentación se basa en el alimento natural (productividad primaria y secundaria) que se obtiene en el mismo o que puede ser promovido (sin que esto sea lo común) por fertilizaciones del agua (agregando abono orgánico como heces de animales y/o abono inorgánico o químico). En tanto alcance tamaño comercial no es importante el tiempo en que se obtenga la talla final de los organismos. En este sistema se utilizan densidades de 1 a 4 postlarvas (PL) o juveniles/m<sup>2</sup>. No hay control de la calidad del agua y no se monitorea el crecimiento o la mortalidad de los langostinos. Este sistema aprovecha cuerpos de agua naturales o artificiales dedicados a otras actividades como almacenamiento de agua para irrigación o abrevaderos de ganado. Las producciones en este sistema son muy variadas pero por lo

general no rebasan los 500 kg/ha/año. Se caracteriza por una baja inversión, bajo control y un bajo rendimiento.

## **Cultivo semiintensivo**

En este sistema las densidades de siembra utilizadas son muy variables. Se encuentran en el rango de 4 a 20 PL /m<sup>2</sup> obteniendo una producción superior a los 500 kg/ha/año e inferior a 3000 kg/ha/año. Las unidades o estanques de cultivo son artificiales en su mayoría con capacidad de llenado y vaciado que se planifican en función de la calidad de agua en el transcurso del cultivo. Se lleva a cabo fertilización con abono inorgánico y/o orgánico para aumentar la producción natural de alimento. Para incrementar los rendimientos se utiliza alimentación suplementaria con alimentos completos artificiales. Puede haber o no aireación artificial, dependiendo del grado de intensidad de siembra, a través de diversos equipos como aireadores de paleta o inyección de aire a presión. En este sistema se monitorean de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto.

## **Cultivo intensivo**

Se realiza en estanques de diversos tipos: excavados en tierra con o sin recubrimiento plástico (geomembrana), estanques prefabricados con recubrimiento de geomembrana, estanques de cemento. El recambio de agua es continuo. Se utiliza aireación constante para incrementar los niveles de oxígeno. Las densidades de siembra son siempre mayores a 20 PL/m<sup>2</sup>, con producciones de más de 5000 kg/ha/año. Los costos de construcción y mantenimiento de los estanques son altos y requieren un alto grado de manejo. Lo anterior incluye el uso de alimentos completos, la eliminación de predadores y competidores y un estricto con-

trol de la calidad del agua. El alimento natural no tiene incidencia debido a la alta densidad de siembra, pero mejora la eficiencia alimentaria.

De acuerdo con el manejo del sistema elegido, el cultivo de langostinos puede ser:

### **Cultivo continuo**

Este sistema implica el cultivo constante y continuo de langostinos, donde se cosechan de manera selectiva los organismos más grandes con valor de mercado. Los estanques son drenados de manera ocasional y no existe un ciclo definido de operación. El manejo por tanto se simplifica y las siembras de juveniles se realizan cuando se considera que se ha cosechado la mayor parte de los organismos grandes. El mantenimiento del volumen y calidad de agua se garantiza con recambios periódicos. Sin embargo, este sistema favorece la instalación de depredadores y de langostinos machos dominantes que ejercen un dominio sobre el resto y que desfavorecen el crecimiento ("efecto toro"). Este dominio territorial y conductual deriva en tallas heterogéneas en la población cultivada. Por tales características es el cultivo de menor costo.

### **Cultivo en lote**

Este sistema consiste en realizar una cosecha completa del estanque de producción una vez que los langostinos han adquirido una talla comercial promedio. El estanque es vaciado totalmente y se le da mantenimiento para el ciclo de cultivo siguiente. Lo anterior reduce problemas de depredadores y competidores pero no controla el "efecto toro", por lo tanto la heterogeneidad de tallas se mantiene. Lo que regularmente se hace es intensivo

## **Cultivo combinado**

Este sistema combina las ventajas de la reducción de predadores y competidores y minimiza el “efecto toro” a través de la cosecha de organismos que han adquirido la talla comercial. Prácticamente es un cultivo en lote, con un ciclo determinado de cosecha y vaciado del estanque, pero con la diferencia de que en el transcurso del mismo se realizan cosechas selectivas, extrayendo el mayor número de machos y hembras de tallas grandes. La mayor desventaja es que el manejo provoca estrés en la población no cosechada.

De acuerdo con el número de especies involucradas en el sistema de producción, los cultivos pueden ser:

## **Monocultivo**

Cultivo acuícola donde se lleva a cabo el crecimiento o engorda de una sola especie.

Ventajas:

- El manejo rutinario es más eficiente al tratarse de una sola especie en producción.
- Todas las fases del cultivo en engorda pueden ser monitoreadas y registradas.
- Se pueden realizar cosechas parciales sin afectar a una segunda especie.

Desventajas:

- Menor rendimiento por área.
- Menor eficiencia en el aprovechamiento del agua.

## **Policultivo**

En la acuicultura el policultivo es considerado como una estrategia de manejo que mejora considerablemente los rendimientos de producción por unidad de área, debido a que se aprovechan de mejor manera los recursos disponibles para el cultivo. Esta práctica consiste en la adición de una o más especies subordinadas a otra considerada “especie principal” o el cultivo de al menos dos especies no competitivas en una misma instalación acuícola (Figura 9).

El policultivo es una manera de diversificar los productos de un estanque y optimizar sus recursos sin elevar el consumo de alimento, ya que se utilizan especies con hábitos alimentarios complementarios o compatibles y que no compiten entre sí, ni por el alimento ni por el espacio. Uno de los problemas mayores de la acuicultura es el aprovechamiento integral de los embalses de agua naturales y artificiales apropiados para tal actividad, aprovechando la totalidad de la columna de agua. Esto solo puede ser logrado con técnicas que permitan la coexistencia de dos o más especies no competitivas.

En el caso de policultivos donde se involucra a *M. tenellum* u otra especie de langostino existen dos opciones: que los langostinos sean considerados como la especie principal, en cohabitación con alguna especie subordinada (peces generalmente), o que los langostinos sean la especie subordinada y los peces la principal.

Ventajas:

- Reducción de depredadores.
- Mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos alimenticios: una de las especies consume los desechos resultantes de la otra (alimento residual y heces).

- Mayor circulación de agua y por lo tanto mayor oxigenación en el cultivo.
- Mayor rendimiento total por área de cultivo (considerando las dos especies).

Desventajas:

- Manejo más complicado que el monocultivo de langostino.
- Actividades como el “desdoble” (clasificación de peces para establecer tallas parejas en un estanque de producción) pueden interferir con el cultivo de langostino (extracciones innecesarias, estrés, daños y muertes accidentales).

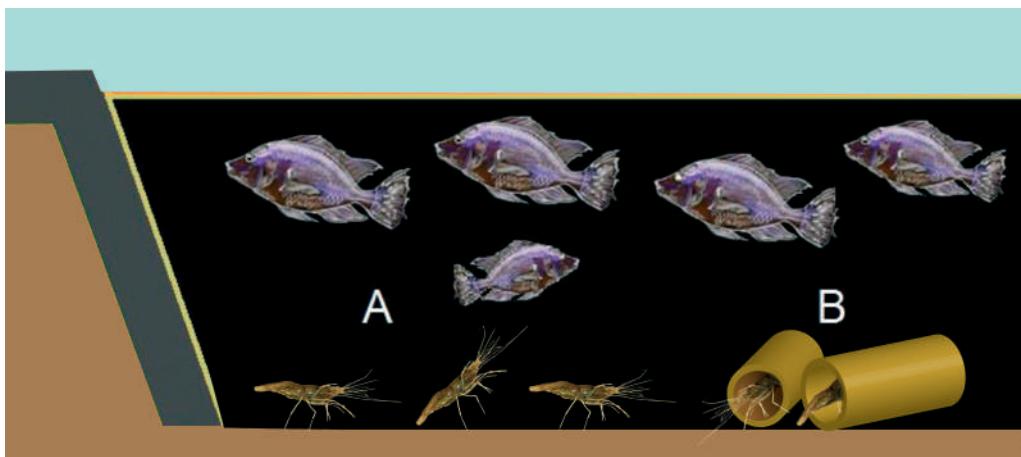


Figura 9. Policultivo de tilapia con langostino. Cuando no existe depredación es posible llevar a cabo el cultivo sin necesidad de refugios (A). Cuando se sugiere la posible depredación será necesario instalar refugios (B) (tubos, ladrillos huecos, tejas, etc.) o considerar el cambio de especies por otras compatibles.

Con excepción de un estudio con bagre de canal *Ictalurus punctatus*, no existen en México otras especies nativas de peces que hayan sido utilizadas en policultivo con langostino *M. tenellum*, sin embargo la amplia distribución que se ha hecho de las diferentes especies de *Oreochromis* (tilapia) han originado algunos intentos de este tipo de producción en nuestro país. En el Laboratorio de Acuicultura Experimental del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara se han llevado a cabo policultivos experimentales con *Oreochromis niloticus*, *O. niloticus* variedad tailandesa o "chitalada", *O. aureus* y *O. mossambicus*. Los resultados sugieren que las especies con mejores resultados fueron *O. niloticus* y *O. mossambicus*. Ambas especies cohabitaron con juveniles de *M. tenellum* sin evidenciar depredación. Sin embargo las poblaciones de *M. tenellum* cultivadas junto con *O. aureus* disminuyeron sensiblemente. En el caso de *O. niloticus*, variedad tailandesa, la voracidad de los peces ocasionó la pérdida de casi la totalidad de la población de langostinos. Estos resultados fueron ratificados en observaciones controladas en acuarios. Por lo anterior se sugiere que para un exitoso policultivo se pueden utilizar tanto *O. niloticus* y *O. mossambicus*. La utilización de *O. aureus* es posible mientras se mantenga una alimentación rigurosa de estos organismos, con la intención de que no desarrollen acciones predatorias (por hambre) sobre las poblaciones de *M. tenellum* en cultivo. La utilización de *O. niloticus* variedad tailandesa no se recomienda en policultivo con langostino.

## ESTANQUES SEMIRRÚSTICOS

La estanquería adecuada para el mono o policultivo de langostinos *M. tenellum*, no difiere en lo general a la de cualquier otra producción acuícola (Figura 10).

En este manual se establecerá como unidad mínima de producción un estanque rectangular, de tierra, de 0.2 h de área ( $2000\text{ m}^2$ ). El lugar que se escoja para la construcción de los estanques debe ser, preferentemente, cerca de una pendiente o ladera, que no requiera mayor excavación de tierra para construir el espejo de agua y facilite además su vaciamiento. No se aconseja su construcción en una zona baja que se pueda inundar durante la lluvia. En lugares donde no haya pendiente será necesario hacer una excavación y formar paredes que permitan retener el agua. No se recomienda que el fondo del estanque esté por debajo del nivel del suelo pues el drenado del mismo sería un problema. Lo más indicado es determinar la zona de construcción y acarrear la tierra para formar los bordes, dejando el fondo al nivel natural del piso con una profundidad media mínima de 1.3 m. El suelo del estanque debe ser primero removido para extraer piedras grandes, troncos y raíces y posteriormente compactado y alisado, dejando una pendiente hacia el lado en que se vaya a colocar el drenaje (Figura 11). Esto último es importante pues es lo que garantiza que

el estanque pueda ser drenado totalmente para la cosecha final y posterior mantenimiento del reservorio seco. En este sentido se considera que una pendiente de 4% es adecuada, esto es equivalente a 4 cm de pendiente cada 10 m. De esta manera se obtienen 80 cm de profundidad en el borde de ingreso del agua y 1 m en el borde donde se instalará el tubo de drenaje (considerando un estanque con una profundidad máxima de 1.0 m, y de 50 m de largo por 40 m de ancho).

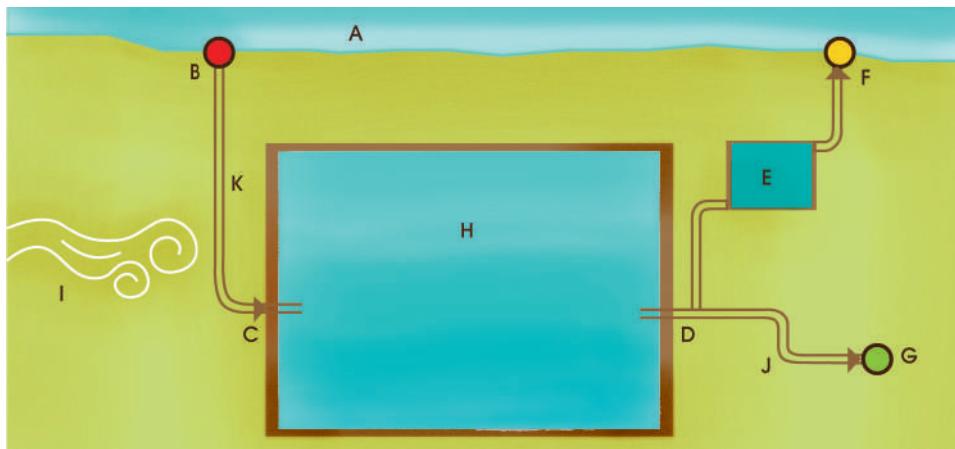


Figura 10. Croquis general de un estanque de producción de langostino. A: curso de agua, canal, río, arroyo, B: toma principal de alimentación de agua al estanque, C: entrada de agua al estanque, D: salida de drenaje, E: canal de drenaje y filtro alternativo de sólidos suspendidos, F: descarga de drenaje en curso de agua, G: descarga de drenaje a cultivos agrícolas, H: estanque, I: vientos dominantes para hacer eficiente el drenaje total o parcial, J: canal de drenaje secundario, K: canal de alimentación

Al construir los bordes del estanque hay que lograr que las paredes interiores no queden rectas sino inclinadas (entre 30 y 45°), con ello se evitan roturas o derrumbes con el transcurso del tiempo. Como regla general se considera que a mayor inclinación de los bordes (en su parte interna y externa) menor será la erosión. Los bordes deben ser lo suficientemente anchos como para soportar la presión del agua y evitar posibles grietas o colapso de los mismos y para permitir el tránsito de los operarios y las labores de pesca (terraplenes). La siembra de pastos en los mismos es recomendable pues sus raíces y guías les dan firmeza y solidez. Una buena alternativa de bajo costo es construir los bordes con sacos de polipropileno tejido (como los usados para empacar azúcar y arroz) rellenos de la misma tierra que se extrajo para hacer el estanque y apilados en estructura tipo muro de ladrillo. Lo anterior proporciona a los bordes una extraordinaria firmeza y prácticamente los hace impermeables. De igual forma se les deberá dar una inclinación con tierra y arcilla y formar el terraplén circundante que permita el manejo del estanque.

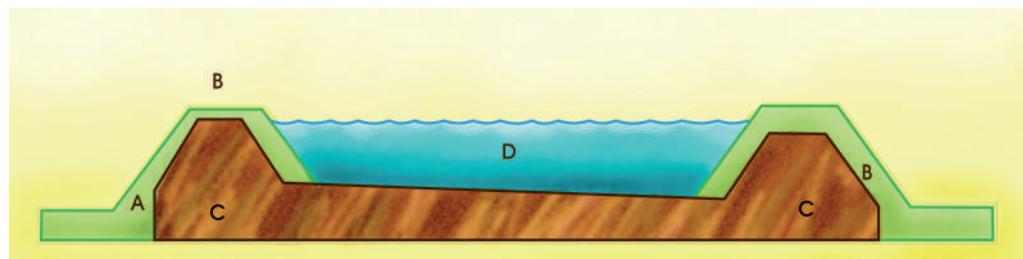


Figura 11. Corte sagital de un estanque de producción. A: borde para instalación de sistema de llenado, B: borde para instalación de sistema de drenaje, C: corazón de arcilla para incrementar la impermeabilidad del estanque, D: pendiente en el fondo para hacer más eficiente el drenaje parcial o total del estanque, E: terraplenes para el mantenimiento del estanque o manejo del cultivo.

El suelo debe ser lo suficientemente impermeable para permitir el llenado de los estanques. No debe ser demasiado arenoso ni pedregoso, pues estos no retienen bien el agua y las rocas pueden ocasionar dificultades para realizar las cosechas parciales (ver acápite de sistemas de cultivo). Se aconseja garantizar suelos con alto contenido de arcilla que ayuden a retener el agua. El análisis del suelo por algún laboratorio geológico es recomendable. Para verificar el tipo de suelo de una forma práctica y sencilla, se tomará un puñado de tierra, se hará una bola y después de lanzarla y cogerla, esta debe permanecer intacta, si se rompe nos está indicando que el suelo tiene un gran contenido de arena o grava. Una segunda prueba puede ser cavar un hueco de un metro aproximadamente de profundidad y llenarlo de agua al amanecer, al caer la tarde una parte del agua se habrá filtrado, entonces se

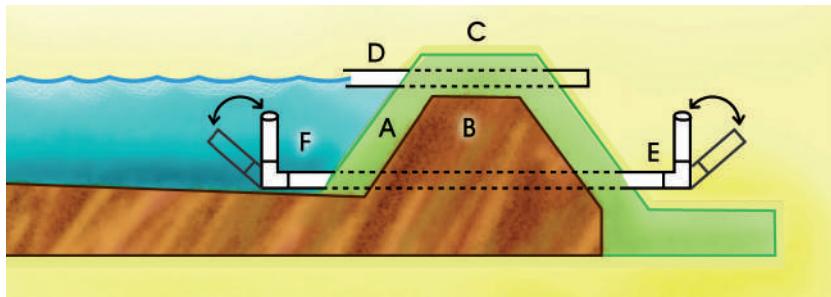


Figura 12. Corte sagital del borde de drenaje. A: bordo con inclinación para evitar deslaves, B: corazón de arcilla, C: terraplén, D: tubo de reboso para evitar derrames en temporada de lluvias, E: tubo de drenaje externo con capacidad de inclinarse para ajustar el nivel de vaciado del estanque, F: tubo de drenaje interno con capacidad de inclinarse para ajustar el nivel de vaciado del estanque.

vuelve a llenar y se tapa con una plancha de madera o ramas frondosas, y si al otro día la mayor parte de agua está en el hoyo, quiere decir que el suelo es bueno para construir un estanque; para mayor seguridad se debe de hacer esta operación en diferentes puntos a lo largo y ancho del futuro estanque debido a que el tipo de sedimento puede variar.

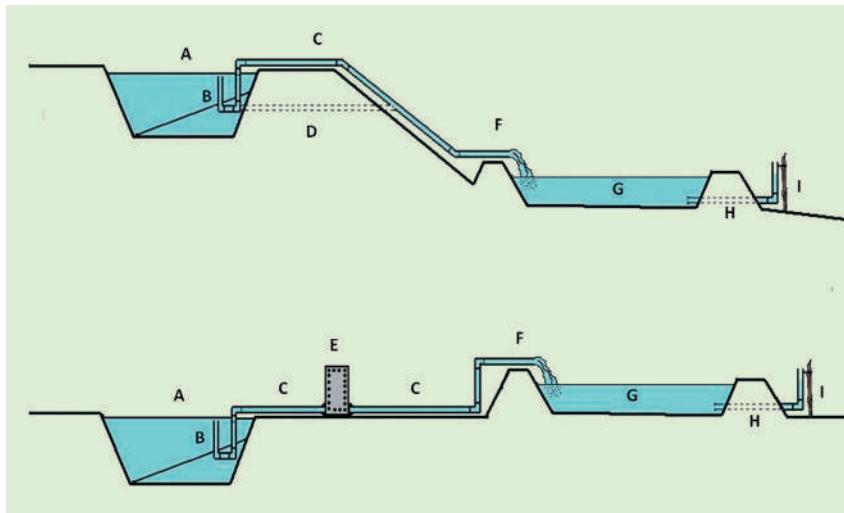


Figura 13. Croquis simplificado del sistema de llenado y drenaje de estanques en terreno con pendiente y a nivel.

A. Cuerpo de agua, río o canal de suministro de agua, B. Entrada de sistema de llenado con capacidad de inclinación, C. Tubería de llenado, D. Tubería de llenado que atraviesa el borde del estanque, E. Bomba de succión, F. Salida de sistema de llenado, G. Estanque, H. Tubería de drenaje que atraviesa el borde del estanque, I. Salida de drenaje con capacidad de inclinación y sujeción de seguridad

Si existe una gran pérdida por esta causa, los estanques deberán ser impermeabilizados con una capa de arcilla, plástico o geomembrana.

El llenado y vaciado de los estanques puede ser sencillo o tan complicado como se quiera y haya disponibilidad de recursos. Es claro que una producción acuícola debe estar sustentada en primera instancia en el suministro constante y confiable de agua de calidad aceptable (ver acápite de calidad de agua). El llenado del estanque se puede hacer por gravedad, en el caso de que el terreno se encuentre por debajo del nivel de algún curso de agua natural o artificial (río, arroyo o canal de riego) o un reservorio natural o artificial (presa o lago), o por un sistema de bombeo desde las mismas fuentes mencionadas o de un pozo o noria cuya capacidad garantice el abasto del líquido para el llenado inicial y los subsecuentes recambios necesarios. Tanto en el caso del llenado por gravedad o bombeo desde fuentes de agua naturales o artificiales (excluyendo los pozos), es necesario garantizar que junto con el agua ingrese la menor cantidad posible de organismos que puedan competir por espacio y alimento con los langostinos o sean depredadores de los mismos (Figura 13). Tal es el caso de peces y crustáceos nativos o exóticos, que forman parte de los ecosistemas acuáticos naturales o que han sido introducidos en los cuerpos de agua con fines de producción extensiva. Para evitar el paso de organismos (adultos, sus huevos o larvas) es necesario instalar una serie de filtros y/o mallas que limiten su acceso al estanque. El agua debe dirigirse finalmente a través de uno o varios tubos de PVC, instalados en uno de los bordes un poco más arriba del nivel al que se pretende llenar el estanque. El nivel de llenado no debe ser menor de 0.8 m ni mayor de 1.2 m. Niveles menores de 0.8 m pueden ocasionar en temporadas cálidas el aumento de la temperatura y disminución de oxígeno. Niveles mayores de 1.2 m pueden ocasionar dificultades en las cosechas selectivas o propiciar el desborde por sobrellenado en caso de lluvias intensas y prolongadas. El tubo de llenado debe estar

adaptado para cancelar la entrada de agua una vez que se ha llegado al nivel necesario. Tal adaptación en el caso de los estanques llenados por gravedad puede hacerse desde la toma de agua del río o canal o cuerpo de agua. Cuando el agua es conducida desde el cuerpo de agua principal a la cercanía del estanque por un canal, la válvula o sistema de clausura (ver compuerta de entrada) puede incorporarse en el mismo canal o a la salida del tubo de llenado, justo antes del bordo. El tubo de llenado puede atravesar la pared del estanque o correr sobre el mismo a más arriba aún que este. La última opción permite además del llenado, la oxigenación del agua por la caída del chorro sobre la superficie (Figura 14).



Figura 14. Detalle de la porción terminal del sistema de llenado del estanque. La instalación de un tubo de PVC con huecos en sus paredes, de mayor diámetro que la tubería de conducción, favorece la oxigenación al introducir aire a presión dentro del agua. Esta adecuación es útil tanto para el llenado inicial como para los recambios programados.

El drenado del estanque para la cosecha final o para llevar a cabo recambios de agua se facilita de manera sustancial cuando el fondo del estanque está al nivel o más elevado que el nivel del piso y no excavado. La técnica más sencilla es colocar un tubo de PVC en la parte más profunda, que atraviese el borde, añadiéndole (con un codo) otro tubo vertical en la parte externa. La simple inclinación del tubo externo permite el vaciado del estanque hasta el nivel que se convenga (Figura 12). Es factible el uso de tubos corrugados flexibles que se pueden alzar e inclinar fácilmente y evitar accidentes por la desarticulación de tubos y codos de PVC, con la única desventaja que la vida media del tubo corrugado es menor debido al material con el que están fabricados. El agua drenada debe ser encauzada, de ser posible, de nuevo hacia algún cuerpo de agua o en su caso hacia áreas donde se lleven a cabo producciones agrícolas o hacia sistemas de recirculación de agua donde pasaran por filtros biológicos para retornar al estanque en el caso de recambios programados. El cuidado del recurso agua es importante y siempre debe ser una parte fundamental del proceso de producción de un estanque acuícola. Los sistemas integrales de producción toman en cuenta estos aspectos y deben ser considerados por los productores.

El vaciado de un estanque de las dimensiones antes mencionadas está en relación con el diámetro del tubo de drenaje. El estanque tipo aquí propuesto tiene un volumen total de 1800 m<sup>3</sup>, por lo tanto se debe considerar un prolongado tiempo de vaciado mientras menor sea el tubo de desalojo. De acuerdo con el manual para el cultivo del camarón gigante de río *Macrobrachium rosenbergii* (FAO 2002), el diámetro de la tubería de drenaje para este volumen de agua no debe ser menor de 20 cm (8") y el tiempo de vaciado (considerando una profundidad de 1.0 m) se establece en aproximadamente 30 h. Si se duplica el sistema de drenaje se reduce a la mitad el tiempo de vaciado. Si es posible se debe considerar orientar también

el estanque para que los vientos dominantes de la zona se dirijan hacia el sistema de drenaje, de esta forma la presión de los mismos sobre el cuerpo de agua ayudará a este proceso.

La ubicación de los estanques es preferible en lugares donde reciban la mayor insolación posible. La parte más larga de los estanques se orienta de Este a Oeste para obtener el máximo aprovechamiento de las horas sol (Figura 15). Si los vientos dominantes de la zona no coinciden con la ubicación de mayor insolación del estanque, se debe dar preferencia a esta última por representar un factor esencial para el mantenimiento de un cultivo adecuado.

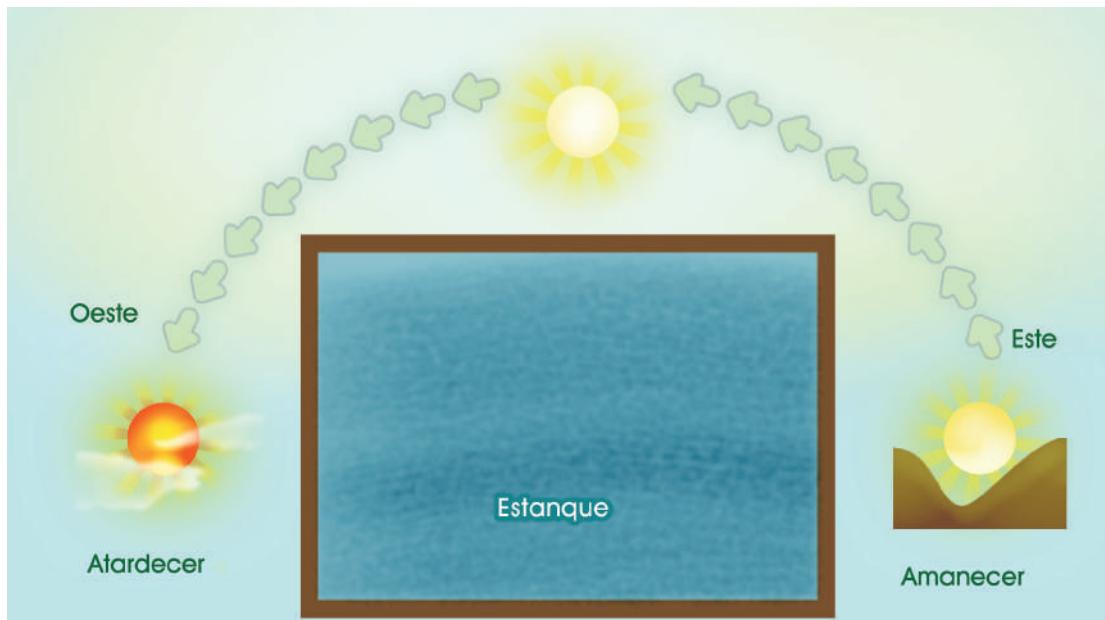


Figura 15. Orientación de los estanques.

## FERTILIZACIÓN

Los estanques son llenados dos semanas antes de la siembra. Lo anterior permite el desarrollo de plantas y animales microscópicos (conocidos como fitoplancton y zooplancton) que colonizarán el fondo y complementarán la alimentación de los organismos. De igual forma propiciarán la turbidez al agua evitando la entrada excesiva de luz solar al fondo del estanque que pudiera ser un factor de estrés adicional para los organismos en cultivo. La fertilización orgánica (Tabla 2) es deseable, (se logra agregando) excrementos secos o húmedos (abono) de animales como vacas o pollos.

El excremento de cerdo solo deberá usarse en caso de que el estado sanitario de estos animales esté garantizado.

El uso de estiércoles animales secos o húmedos debe ser considerado de acuerdo con el consumidor final del producto pues algunos mercados internacionales restringen la distribución del mismo bajo normas de higiene que no permiten la comercialización de pescados y mariscos obtenidos con este tipo de fertilización.

Tabla 2 Composición nutrimental de algunos de los fertilizantes orgánicos

Fertilizante	Humedad	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Composición (%)				
Estiércol de ganado vacuno	78	0.7	0.2	0.5
Estiércol de borrego	64	1.1	0.3	1.1
Estiércol de caballo	-	2.33	0.8	1.3
Estiércol de conejo	-	1.7	1.3	1.0
Cerdaza	74	0.5	0.2	0.4
Gallinaza	76	1.1	0.4	0.4
Pollaza	76	1.6	0.7	0.7
(Tomado de Martínez-Cordova <i>et al.</i> 2009)				

En ocasiones se utiliza el término “fertilización inorgánica” (Tabla 3) para los abonos químicos obtenidos en fábricas o laboratorios y el de abono para designar los residuales orgánicos y estiércoles de animales. Cada tipo de abono tiene su forma particular de aplicación pero en general, se adiciona en días soleados y en varios puntos del estanque para que se distribuya fácilmente en el agua.

Tabla 3. Composición nutrimental de algunos fertilizantes inorgánicos

Fuente	Fórmula química	Nitrógeno (%)	Pentóxido de fósforo, P2O5 (%)	*pH en solución acuosa
Metafosfato de amonio	(NH4)3PO3	17.0	73	-
Nitrato de amonio	NH4NO3	33.5	-	4.0
Fosfato de amonio	(NH4)3PO4	11	48	4
Sulfato de amonio	(NH4)2SO4	20	-	5.0
Nitrato de sodio	NaNO3	16	-	7.0
Urea	H2HCONH2	46		7.2
Fosfato diamónico	(NH4)2HPO4	21	50	8.0

\*pH, es la medida de acidez o basicidad de una solución  
 (Tomado de Martínez-Cordova et al. 2009)

La cantidad de abono animal a agregar para la superficie (2000 m<sup>2</sup>) mencionada es (aproximados):

Tasas recomendadas de estiércol seco:

- Estiércol seco, cerdo: 13.6 kg/estanque/día.
- Gallinaza seca: 10.0 kg/estanque/día.

- Estiércol seco, vaca: 20.0 kg/estanque/día.
- Estiércol seco, cabra: 20.0 kg/estanque/día.

Tasas recomendadas de estiércol fresco:

- Gallinaza: 100 kg/estanque/cada semana.
- Estiércol, cerdo: 150 kg/estanque/cada semana.
- Estiércol, vaca: 200 kg/estanque/cada semana.

Las cantidades anteriores son sugerencias de fertilización que pueden modificarse de acuerdo con la observación diaria. Para asegurar una buena productividad en estanques se recomienda la aplicación del abono dos semanas antes de iniciar el cultivo. Posterior al sembrado hay que monitorear la coloración del agua y turbidez para determinar las siguientes fertilizaciones.

El abono vegetal puede estar compuesto por diferentes tipos de vegetación marchita e incluso seca. La forma de adición es la siguiente:

- Se colocan mazos de 15 – 20 kg de hierbas cortados, marchitos o secos, en los alrededores del estanque hasta lograr su putrefacción y convertirlos en nutrientes. Entre 8 y 10 días se deben renovar del interior de los estanques.
- Se pueden apilar en un hueco o recipiente cerca del estanque y humedecerlos para que se marchiten. Después de la putrefacción, se incorporan al estanque en diferentes puntos, en bolsos de malla o sacos y se retirarán a los 4 – 5 días.

La fertilización se vuelve a realizar cuando no ha prendido bien, lo que se determina al valorar la coloración del agua. También se puede lograr apilando el abono que como

materia prima contará con hojas vedes putrefactas, desperdicios de cosechas, frutas podridas, cáscaras, restos de la cocina sin grasa y toda clase de basuras orgánicas que se mezclan con una capa superficial de suelo humedecida con agua para que la descomposición de la materia orgánica se logre con mayor rapidez.

## PÁRAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

### Turbidez

Directamente relacionada con la fertilización, la turbidez nos permite identificar de una forma aproximada el nivel de productividad primaria y secundaria (fitoplancton y zooplancton) de los estanques. La turbidez y el color constituyen buenos indicadores para conocer la calidad del agua y dependen de la cantidad de alimento natural que exista en el lugar y las partículas de arena, arcilla o fango que se encuentren suspendidas. Si tiene una tonalidad verdosa está indicando una abundancia de alimento natural, principalmente animales y plantas diminutas; si la tonalidad es café, es señal de una alta abundancia de partículas de fango o arcilla debido a una entrada no controlada de agua al estanque, y si es verde intenso se pueden presentar problemas en el estanque como la disminución del nivel de oxígeno.

Para obtener la medida de turbidez se emplea el disco Secchi (Figura 16), instrumento estándar que permite medir la visibilidad relativa o la profundidad de la luz en el agua. El diámetro estándar de estos discos es de 20 cm. El disco se introduce en el estanque en la parte más profunda del mismo entre las 10 y las 14 h (en días no nublados o que no haya mucho viento que levante el sedimento del fondo) sujeto a un cordel o un palo (estos pueden



Figura 16. Disco de Secchi, usado en los cultivos para determinar la turbidez del agua.

tener marcas que determinen los centímetros de profundidad), hasta una profundidad donde no es posible observar la diferencia entre los colores negro y blanco (con los cuales está pintado el disco). Una manera práctica de sustituir este instrumento es introducir la mano

extendida con la palma hacia abajo, sumergiéndola hasta que se dejen de observar con claridad los dedos y se marca la profundidad en el antebrazo (Figura 17). Si los valores que se obtienen son por debajo de 30 cm (medidos en el cordel o en el antebrazo) indican niveles de alta turbidez. En estos casos las coloraciones del agua pueden variar entre verde oscuro o amarillo verdoso. Bajo estas condiciones existe un alto riesgo de que se produzcan bajas de los niveles de oxígeno e incrementos peligrosos del dióxido de carbono. Mientras que valores por arriba de 30 cm indican niveles de turbidez o productividad baja, el agua puede tornarse totalmente transparente, y al igual que en el caso anterior puede presentar bajas en los niveles de oxígeno disuelto. Este problema puede controlarse provocando un aumento en la turbidez mediante la adición de más abono.



Figura 17. Método alternativo para determinar la turbidez del agua usando el antebrazo

El riesgo de una alta turbidez es la generación de una gran cantidad de algas microscópicas (bloom), las cuales al morir provocan que el agua adquiera una tonalidad café y mal olor. Esto es peligroso y pudiera causar muerte masiva de los animales sembrados. Una alta acumulación de sedimentos en el fondo del estanque puede ocasionar además zonas de anaerobiosis (falta de oxígeno) que pueden ser letales para los organismos en el caso de que se generalicen en el estanque. La solución es hacer recambios de agua hasta que adquiera de nuevo un color verde claro o disolver cal  $[Ca(OH)_2]$  en toda la superficie del estanque por la tarde.

## Oxígeno

El oxígeno disuelto en el agua de cultivo resulta indispensable para la supervivencia de los organismos. Muchos de los problemas dentro de un estanque están relacionados con los bajos niveles del mismo. Aun y cuando para una producción semirrástica es difícil considerar la posibilidad de medir (con un oxímetro) estos niveles, hay algunas evidencias y observaciones que nos permiten deducir si sus concentraciones son las adecuadas en los estanques.

La concentración de oxígeno disuelto ideal para un buen crecimiento se encuentra entre 2 a 5 mg/l de oxígeno disuelto. No se recomienda mantener plantas acuáticas superficiales en los mismos estanques, ya que ellas impiden la entrada de oxígeno de la atmósfera, por efecto de los vientos. Los langostinos, al igual que todos los organismos sujetos de cultivo, cuando son sometidos a condiciones de bajo nivel de oxígeno presentan un crecimiento menor al normal, son más susceptibles a contraer enfermedades e incluso pueden morir.

Los langostinos expuestos a bajos niveles de oxígeno manifiestan conductas anormales en el estanque de cultivo, algunas de las más comunes son:

- Aletargamiento y nado errático.
- Ausencia de comportamiento de huída o escape cuando se les quiere capturar.
- Ausencia de nado a contracorriente.
- Localización en la superficie en los bordes del estanque.
- A menudo caminan o saltan fuera del estanque.

Entre los métodos más sencillos para oxigenar el agua están:

- Circular agua, preferentemente desde el fondo, si el sistema de entrada y salida de agua está bien construido y se cuenta con una buena fuente de abasto. También se puede reoxigenar sacándola del estanque a través de bombeo y reingresándola vía cascada artificial.
- Disminuir el nivel del agua del estanque y reponer con agua fresca, sobre todo durante la noche que es cuando mayores disminuciones de oxígeno se registran.
- Instalar un sistema de aireación artificial. Un aireador de paletas, hélices o de turbina puede asegurar la oxigenación de un estanque como el propuesto en este manual.

Factores que pueden disminuir el nivel de oxígeno en el sistema de producción propuesto.

- Nubosidad: en días nublados las algas no producen el suficiente oxígeno.
- Alimento no consumido que en el proceso de su descomposición consumirá oxígeno.
- Aumento de la temperatura del agua de cultivo.
- Respiración del fitoplancton y zooplancton (organismos microscópicos vegetales y animales que conforman la productividad primaria).
- Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc.

Consecuencias de una disminución prolongada del oxígeno en el agua.

- Olor desagradable y color café del agua.
- Disminución del apetito y adormecimiento.
- Puede ocasionar daño a nivel de branquias.
- Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- Aumenta la conversión alimenticia (se requiere más alimento para incrementar el peso del animal).
- Aumenta el riesgo de aparición de enfermedades.
- Aparición de lesiones melanizadas (manchas oscuras) en el exoesqueleto, lo que provoca la disminución de la calidad comercial del producto final.
- Mortalidades en el transcurso del cultivo con la subsecuente disminución de la población.
- Mortalidad grave que puede ser del total de población cultivada.

## Temperatura

Los cambios de temperatura del agua afectan la respiración y el crecimiento. La temperatura es uno de los factores que determinan la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, pues las concentraciones de este gas son menores cuando las temperaturas son altas.

Los langostinos, al igual que todos los crustáceos son animales cuya temperatura corporal depende de la del medio y por lo tanto son sensibles a sus modificaciones. El rango óptimo para el cultivo de langostinos fluctúa entre 28°C y 32°C. Por encima de los 32°C o por debajo de los 28°C su apetito se reduce junto con su crecimiento y por debajo de los 20°C, prácticamente se detiene. Temperaturas dentro de la franja comprendida entre los 8 y 10°C

son generalmente letales. A temperaturas por encima de 38°C el estrés térmico también suele causar mortalidades altas.

En particular la costa del estado de Jalisco (Méjico) posee temperaturas que la ubican como zona tropical con temperaturas medias anuales que van desde los 22 a los 28 °C, con máximas de 33 °C y mínimas de 17 °C. Estos rangos permiten desarrollar cultivos de langostino en al menos siete meses del año, con temperaturas óptimas para el crecimiento, privilegio que no comparten otras zonas de esta entidad. En regiones costeras de otros Estados (como el de Guerrero) las condiciones del clima son propicias para realizar hasta 3 cultivos de langostinos al año, con buenos rendimientos.

En ese sentido los mayores problemas relacionados con la temperatura del sistema propuesto en este manual serían las temperaturas elevadas, antes que las bajas (en el entendido de que se debe evitar llevar a cabo cultivos en la estación invernal debido al lento crecimiento de los organismos). El registro periódico de temperatura de los estanques se lleva a cabo con la ayuda de termómetros. Los hay de varios tipos y costos. Si se registran temperaturas en el agua de los estanques de producción que rebasen el nivel crítico de 38 °C la única alternativa es reducir el nivel del agua del mismo y agregar agua fresca. Intensificar la aireación también ayuda a que los niveles de O<sub>2</sub> no desciendan a niveles críticos.

## pH y amoníaco

El pH es un parámetro que permite conocer cuán ácida o alcalina es el agua de cultivo. Por su parte, el amoníaco es un producto que se forma por los desechos nitrogenados de los organismos y la descomposición de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no

consumido, es un compuesto tóxico que puede causar daño a los organismos cuando sus concentraciones son elevadas. Debido a que la medición e interpretación de ambos no es sencilla, para los fines del sistema propuesto resultan irrelevantes. Solo es necesario saber que los langostinos se desarrollan mejor en aguas que tiendan a la neutralidad o a una ligera alcalinidad. En la escala en que se mide el pH (que es de 1 a 14), el pH neutro corresponde al 7, mientras que de 6 a 1 se consideran aguas ácidas y de 8 a 14 se consideran aguas alcalinas. Según la fuente de agua, así será su pH, considerándose como óptimo el comprendido entre 6.5 y 8.5. La máxima acidez tolerada por los langostinos es de pH 6.5, a pH 3.0 hay mortalidad masiva, mientras que la máxima alcalinidad que está reportada para un cultivo sano es de pH 8.5.

El pH y el amoníaco son factores que unidos pueden ser potencialmente peligrosos para el cultivo. La toxicidad del amoníaco aumenta con una baja concentración de oxígeno, un pH alto (alcalino) y una temperatura alta. En pH bajos (ácidos) no causa mortandades. En concentraciones no letales afecta la respuesta en crecimiento de los langostinos e influye sobre la incidencia de enfermedades. La concentración del amoníaco se eleva durante el cultivo. Las medidas preventivas esenciales para evitar niveles elevados de pH y amoníaco durante el cultivo son: evitar densidades poblacionales muy altas, no alimentar en exceso y programar recambios de agua.

## COLECTA Y TRASLADO DE JUVENILES

En nuestro país no existen laboratorios de producción de larvas de langostino *M. tenellum*, por lo tanto su cultivo se basa en la obtención de organismos silvestres.

En las lagunas costeras, el periodo de reproducción es bien definido, este coincide con la disminución de la salinidad y de la temperatura y la abundancia de detritus acarreados por los afluentes de agua dulce. Con esto se inician los movimientos migratorios de los adultos hacia las áreas de reproducción, lo cual coincide con la temporada de lluvias. Los langostinos realizan su desarrollo larval en aguas salobres y permanecen en estas zonas hasta etapas juveniles y de adultos jóvenes, al aumentar la salinidad remontan río arriba para encontrar agua dulce y retornar hacia sus zonas habituales.

Las movilizaciones río arriba de las postlarvas y juveniles son el momento más propicio para realizar las capturas para su posterior traslado hacia los estanques de engorda. Si bien tal evento, coincide con el final de la época de lluvias, es necesario investigar en cada localidad cuando ocurren estas migraciones. Generalmente los pescadores ribereños conocen bien este ciclo y pueden ser ellos quienes indiquen la época más propicia para las colectas. Aun así diversos estudios confirman que *M. tenellum* se puede reproducir durante gran parte

del año por lo que la presencia de organismos de tamaño adecuado para el cultivo es casi siempre posible.

La captura de los organismos en la época en que remontan los cursos de agua es muy sencilla pues con una simple red de cuchara es posible capturar gran cantidad de estos sobre todo en arroyos de cauce estrecho (Figura 18). En arroyos y cursos de agua con más caudal la captura puede hacerse a través de trampas. En la época seca se pueden encontrar buenas cantidades de juveniles sobre el fondo arenoso, limoso, limo-arcilloso, rocoso, cerca de los manglares o entre raíces sumergidas, plantas acuáticas, debajo de hojas y palos en descomposición, en aguas con abundancia de detritus y materia en diferentes grados de descomposición. La técnica de captura en tal época deberá combinar la red de cuchara, el chayo y la atarraya de malla fina (las atarrayas camaroneseras no son adecuadas porque el tamaño de malla es superior al de los organismos). Las hembras ovígeras deberán ser liberadas como parte del manejo adecuado de la especie, garantizando que puedan llevar a cabo el proceso de reproducción necesario para conservar las poblaciones en los niveles normales. También es importante conseguir los permisos locales legales para la captura de juveniles en ríos o lagunas debido a que esta práctica está reglamentada.

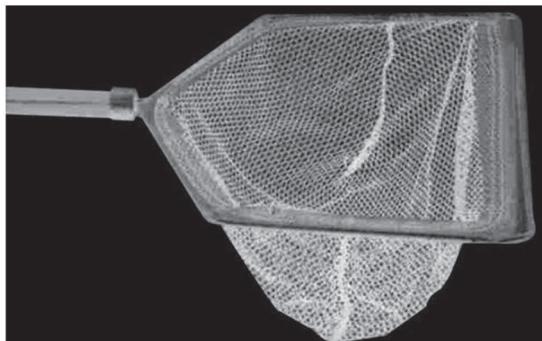


Figura 18. Red de cuchara.

Los juveniles se deben seleccionar en el momento de la captura. Debido a que las artes de pesca no son selectivas es necesario retirar todos aquellos organismos que sean capturados y no sean langostinos para devolverlos al lugar de donde se extrajeron. Los peces pueden ser potenciales depredadores de los langostinos y por lo tanto hay que evitar su ingreso a los estanques. Es posible que en la misma jornada de pesca sean capturados juve-

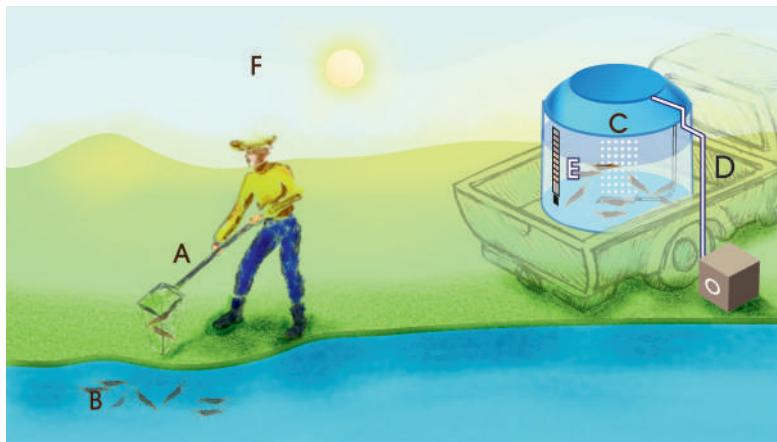


Figura 19. Colecta de organismos. A: recolección con red de cuchara indicada para colectas en arroyos y cuerpos de agua pequeños, B: juveniles de *M. tenellum* en migración río arriba, C: contenedor (tinaco) pintado de color claro para evitar aumentos drásticos de temperatura, D: sistema portátil de aireación que incluye una bomba aireadora (de baterías), manguera flexible y piedra difusora, E: termómetro para revisiones constantes de temperatura, F: la colecta debe realizarse al amanecer o durante la tarde para evitar las horas de mayor insolación.

niles de otras especies de *Macrobrachium* y estos deberían ser retirados y regresados a su hábitat. Sin embargo las etapas de postlarva y juveniles de las diferentes especies de langostinos son muy similares y solo un ojo bien entrenado logaría diferenciarlos del resto por lo que recomienda capacitarse mediante guías de identificación con fotos y esquemas donde muestre sus características morfológicas externas. El ingreso de otras especies de *Macrobrachium* en el estanque de engorda no debería significar un problema mayúsculo cuando su número no represente situaciones de competencia territorial o depredación. Ingresar en el estanque de cultivo de *M. tenellum*, una gran cantidad de juveniles de *M. americanum* (caque) (cuyos hábitats y migraciones pueden ser compartidos con *M. tenellum*), puede originar problemas importantes debido al exacerbado carácter territorialista y depredador de esta especie. *M. americanum* es un langostino más grande, poderoso y agresivo que *M. tenellum* y por lo tanto no compatible en policultivo.

Los juveniles de *M. tenellum* capturados deben presentar una cierta uniformidad de talla, color gris claro translúcido, ser activos y vigorosos. Organismos con coloraciones alteradas, letargo, lesiones melanizadas (oscuras) en el exoesqueleto y branquias, presencia de ectoparásitos y deformaciones evidentes deben ser desechados. Los animales seleccionados deben ser reunidos en contenedores con suficiente agua (si es posible extraída del mismo sitio de recolección), es recomendable la utilización de tinacos con algún tipo de rompeolas en el interior (como pueden ser ramas con hojas grandes y limpias (plantas no tóxicas), o de madera o fibra de vidrio con agujeros de unos 5 mm de diámetro (Figura 19 y 20).

Es posible confinar una gran cantidad de organismos en un solo contenedor si se cumplen las siguientes normas:

1. Que la temperatura del agua no rebase los 30°C.

2. Que el oxígeno no disminuya por debajo de 3mg/L. Se recomiendan concentraciones de 7 mg/L cuando la densidad de postlarvas a trasportar es alta, debido a que si falla algún aparato (ver bomba de aire) se tenga el tiempo suficiente para arreglar la situación. Debemos recordar que a densidades altas durante el transporte la biomasa de langostinos consumirá más oxígeno debido al estrés.
3. Que se les ponga malla o refugios.
4. Que durante la colecta y el transporte los organismos no se expongan a la luz solar directa.

Temperaturas mayores y niveles de oxígeno menores a los referidos pueden ser causantes de estrés y en casos graves ocasionar la mortalidad de la población colectada. Una rápida colecta y transportación garantizarán bajas mortalidades. Los contenedores plásticos de color negro (tinacos domésticos), pueden favorecer el incremento de la temperatura y la disminución del oxígeno. Si son utilizados deben ser pintados de color blanco en su exterior y no exponerse durante largos periodos a la radiación solar. El uso de bombas aireadoras comerciales, para acuarios ornamentales, es de gran ayuda para mantener los niveles de oxígeno durante la colecta y el trayecto (se puede instalar un inversor de corriente que permita su funcionamiento con la electricidad del mismo vehículo o utilizar bombas que funcionen con baterías).

El conteo de los juveniles colectados debe ser lo más preciso posible pues de esto dependerá el ajuste de la densidad de siembra y el cálculo posterior de la cantidad de alimento a suministrar por estanque. Esta labor puede hacerse en el momento de la colecta, destinando toda la población del contenedor a un solo estanque, o justo en el momento de la siembra. Se recomienda no contar o manipular los organismos cuando estén estresados.



Figura 20. Trampa para colecta de juveniles. Las trampas son una buena alternativa para la colecta de organismos silvestres dirigidos al cultivo. Estas pueden variar en tamaño, forma y materiales de acuerdo con la región y las tradiciones de los pescadores locales. En la ilustración se representa una trampa hecha con un garrafón plástico de agua purificada comercial. La porción superior del garrafón es cortada con una sierra y colocada de nuevo en el sentido contrario, uniéndola al cuerpo del mismo con pegamento o silicon. En la base de la misma se hacen unas perforaciones que permiten el llenado de la trampa cuando es introducida al agua y el vaciado cuando es sacada de la misma. Dentro de la trampa se pueden colocar diversos tipos de cebos, lo más usual es restos de pescado y carne (con cierto grado de descomposición) y coco. La trampa puede colocarse en el lugar elegido y dejarse hasta el día siguiente. Una cuerda atada a la orilla o a una boya sirven para su recuperación.

Una vez llegados los organismos al estanque de siembra se debe proceder a su aclimatación, previa al sembrado. Este paso es importante pues garantiza que las condiciones del agua de traslado y de siembra sean lo más parecidas posible. Para lograr esto de manera sencilla se puede ir drenando el agua del contenedor de traslado y sustituir este mismo volumen con agua del estanque. Esta acción debe ser lo suficientemente lenta como para permitir la adaptación de los organismos a las nuevas condiciones del medio. Una población de 20 mil juveniles en un contenedor de 800 L (25 juveniles/L, densidad de siembra de 10 organismos/m<sup>2</sup>, en 0.2 ha) debe tener un periodo de aclimatación de al menos una hora (recambio de agua menor a 15 L/min). Como regla general se puede considerar que en el proceso de aclimatación la temperatura del agua del estanque y la del agua de transporte no deben presentar diferencias superiores a 1°C cada media hora.

Una vez pasado el tiempo de aclimatación los organismos pueden ser sembrados en el estanque utilizando un sifón o manualmente con redes de cuchara. La utilización del sifón utilizando una manguera de una pulgada es recomendable pues permite el rápido sembrado sin generar más estrés en los organismos. Si la manguera se conecta en un desagüe del contenedor de trasporte, en el caso de tener una válvula o llave se recomienda abrir esta completamente para evitar que la presión del agua lesione a las postlarvas. Si el manejo fue el adecuado durante la colecta, el transporte y la aclimatación, los organismos recién ingresados en el estanque se dispersarán rápidamente.

## **SIEMBRA**

### **Densidad de siembra**

El sistema de producción aconsejado en este manual es el semiintensivo, el cual requiere densidades de siembra de 4 a 20 PL o juveniles por m<sup>2</sup>. Tal densidad permite minimizar los principales problemas asociados con los cultivos de mayores densidades al mismo tiempo que permite una producción razonable. El peso mínimo de siembra de los organismos debe ser entre 0.1 y 0.5 g. Mientras menos diferencias en talla y peso haya entre los organismos colectados menores problemas de diferencias extremas habrá al final del cultivo. Las tallas extremas fomentan el canibalismo y el crecimiento desigual. Sin embargo no será posible evitar fenómenos como el “efecto toro” que se presenta de manera común en los cultivos de esta especie.

Tallas más pequeñas que las mencionadas son más susceptibles de estrés por el manejo durante la colecta y traslado y menos resistentes a las posibles variaciones en la calidad del agua.

El crecimiento está condicionado por varios factores: densidad de siembra, calidad de agua y calidad y cantidad del alimento suministrado. Los langostinos sembrados a una ade-

cuada densidad (10 juveniles/m<sup>2</sup>), crecerán más rápido que a altas densidades (más de 20 juveniles/m<sup>2</sup>). El crecimiento se retarda cuando la densidad de siembra es alta y la calidad del agua es pobre. De igual manera cuando se alimenta con una ración incompleta el crecimiento disminuye a altas densidades pues el alimento natural no alcanza para abastecer la deficiencia nutricional de las raciones ofrecidas. Por lo tanto para una producción semiintensiva se recomiendan densidades moderadas (de 10 a 20 juveniles/m<sup>2</sup>), para favorecer la productividad natural de los estanques mediante abonos y/o fertilizantes, añadiendo alimento balanceado en cantidades suficientes para que el crecimiento llegue a tasas óptimas.

## Agua

El agua es el medio donde se desarrollará el cultivo y por lo tanto debe contar con ciertas características que garanticen las condiciones óptimas de crecimiento y salud de los langostinos. Un principio básico en la crianza es evitar la entrada a los estanques o sistemas de almacenamiento y distribución del agua, de cualquier fuente de contaminación para asegurar los indicadores mínimos de calidad y suficiente alimento natural.

Una prueba sencilla para determinar si el agua a utilizar en el cultivo es adecuada para el desarrollo de los organismos es la siguiente: se toman cuatro cubos de 20 L (preferentemente de material plástico), dos se llenan con el agua proveniente de la fuente que será usada para el llenado de los estanques (río, lago, laguna, arroyo, presa, pozo) y los dos restantes con agua potable (de preferencia agua purificada de garrafón). El agua de cada cubo se oxigena agitándola durante algunos minutos (con la mano o con algún instrumento de material plástico). Se capturan 120 juveniles de *M. tenellum* y se depositan 30 en cada cubo. Se colocan estos recipientes en un lugar sombreado y fresco. Se realizarán observa-

ciones cada hora y se determinará el estado general de los organismos (nado normal, vivacidad, conducta de huída, coloración). Pasadas 12 horas se hará el recuento de los supervivientes. Para establecer que el agua es óptima para el cultivo se deben tener mortalidades de 0%, en el agua de cultivo, cuando se compara con el agua purificada cuya mortalidad debe, por supuesto, ser también de 0%. Es necesario tener mucho cuidado con la manipulación de los langostinos antes de colocarlos en los cubos, el maltrato en el manejo puede arrojarnos falsos positivos. De la misma manera se debe evaluar el aspecto general de los organismos al final de la evaluación. Langostinos aletargados, de color blanquecino opaco, con nado errático y sin actitud de huída, son organismos que han sufrido estrés. Siempre se deben tomar como referencia los organismos mantenidos en el agua purificada para sacar las conclusiones finales. Si no existe la seguridad de que el agua tiene la calidad necesaria para llevar a cabo el cultivo, esta prueba puede ser esencial para evitar la pérdida de dinero antes de invertir en un lugar donde no es factible cultivar *M. tenellum*. Las aguas pueden no ser adecuadas por diversos factores, desde causas naturales (ver minerales y/o sustancias diluidas propias del lugar) o por contaminación humana (ver cloro, detergentes, plaguicidas ó herbicidas).

## ALIMENTACIÓN

Como ya se ha mencionado, la alimentación de los langostinos a nivel extensivo se basa exclusivamente de la productividad natural proveniente de la fertilización natural o artificial de los estanques o reservorios. Sin embargo en los sistemas semiintensivos la alimentación suplementaria es esencial cuando se busca un crecimiento más rápido y homogéneo.

Los langostinos de la especie *M. tenellum* son prácticamente omnívoros aunque en la naturaleza tienen cierta preferencia por los alimentos con cierto grado de descomposición. Consumen casi cualquier alimento que tengan disponible, esto incluye plantas, algas microscópicas (fitoplancton), insectos, restos de otros langostinos muertos, animales microscópicos (zooplancton) y otros organismos que se desarrollan en el fondo del estanque. En condiciones de falta de alimento pueden ser caníbales sobre todo de animales débiles o que recién han realizado la muda.

El manejo propuesto en la sección de fertilización asegura que la productividad del estanque sea la adecuada para que los langostinos sustenten parte de su alimentación en la misma. Sin embargo para poder alcanzar el tamaño comercial será necesario incrementar

esta alimentación con alimentos balanceados que cumplan con los requerimientos nutricionales de los langostinos.

## **Adición de alimentos completos (balanceados)**

Como regla general se puede establecer que la cantidad de alimento completo agregado al estanque de cultivo debe corresponder a un porcentaje de la biomasa total de langostinos incluida en el mismo estanque. En nuestro país no es usual que las productoras de alimento para animales tengan a disposición alimento dirigido a langostinos del género *Macrobrachium*. Por lo tanto y, aun y cuando no es una solución óptima, se manejará en este manual el alimento comercial formulado para camarones marinos del género *Penaeus* y conocido usualmente como "camaronina". Existen varias marcas y tipos en el mercado.

Hay algunas consideraciones importantes que hay que tener en cuenta con relación a los alimentos completos o comerciales:

- El alimento puede representar entre el 50 y 60% de los costos de producción.
- Un alimento mal manejado se convierte en un fertilizante caro.
- El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos de producción excesivos.

El nivel de proteína en los alimentos comerciales es generalmente el parámetro más importante a tomar en cuenta en la alimentación de los diferentes estadios de los langostinos. Para cada estadio de desarrollo hay niveles de proteína que permiten al organismo desarrollarse al máximo. A medida que el langostino crece, el porcentaje de proteína en los alimentos balanceados tiende a disminuir.

En *M. tenellum* aún no han sido establecidos con exactitud los requerimientos óptimos de proteína, sin embargo algunos estudios mencionan que para adultos no deben sobrepasar el 29%, lo cual concuerda con los requerimientos de otras especies de langostinos y otros crustáceos. De igual manera se ha comprobado que dietas experimentales dirigidas a juveniles, con un porcentaje de 40% de proteína han rendido crecimientos favorables. La mayoría de los estudios de requerimientos nutricionales para langostinos del género *Macrobrachium* han sido diseñados para la especie *M. rosenbergii*. Usaremos esta misma información para tratar de adecuar los requerimientos y manejo de la alimentación en nuestro organismo de interés.

Las condiciones propuestas en este manual son las siguientes:

Área del estanque: 2000 m<sup>2</sup>.

Densidad de siembra: 10 juveniles/m<sup>2</sup> = 20,000 juveniles totales.

Peso inicial aproximado de los organismos: 0.3 g (biomasa total del estanque = 6 kg).

Porcentaje de la biomasa a alimentar: 10%.

Bajo tales condiciones el alimento que se agregará al estanque será de 0.6 kg al día de un alimento comercial para camarón marino con un 40% de proteína. De acuerdo con los siguientes registros de peso, el porcentaje de alimentación irá disminuyendo al igual que el porcentaje de proteína en el alimento. La Tabla X muestra los resultados cuando se varían las condiciones por el aumento del peso promedio y la mortalidad.

Rango de pesos de organismos (g)	Peso promedio (g)	Biomasa total (Kg)	Porcentaje de alimento según la biomasa a alimentar	Kg de alimento /día	Mortalidad %	Kg de alimento/día con ajuste de mortalidad
1.5-5	3.0	60	6	3.6	5	2.85
5-10	7.0	140	4	5.6	10	5.0
10-13	11	220	3.5	7.7	10	6.93
14-20	17	340	2.8	9.8	15	8.3
21-25	23	460	2.5	11.5	20	9.2
>25	-	500	2.2	11	25	8.25

Los cálculos anteriores son teóricos pues se toma como base un peso promedio más o menos uniforme de la población al final de la cosecha, lo cual no corresponde con la realidad. Cultivos exitosos de langostinos del género *Macrobrachium* consideran un 70% de supervivencia, sin embargo supervivencias del 50% son frecuentes y aceptadas. Los cálculos entonces deben ser modificados de acuerdo con los registros de la biomasa y supervivencia en el transcurso del cultivo. De igual forma el porcentaje de proteína deberá ir disminuyendo a medida que los organismos crecen pasando del inicial de 40% a uno de finalización con no más del 30%.

Para fines prácticos de determinar la población del estanque y los pesos promedio de los langostinos cultivados se puede usar la siguiente técnica que incluye el uso de una atarraya “punta de lápiz”, con un diámetro de malla que permita capturar tanto animales pequeños como grandes (0.5 cm). El diámetro de la atarraya puede ser variable pero es necesario conocerlo para determinar el área a cubrir. Una atarraya de 3 m de diámetro cubrirá un área (en caso de tener pericia en el lance) de 7 m<sup>2</sup>. Los lances de la atarraya deberán ser realizados de preferencia siempre por la misma persona para minimizar el efecto de errores en el cálculo de densidad por el factor humano.

Para calcular la densidad de langostinos en el estanque de cultivo se debe realizar primero el cálculo de organismos capturados por cada lance de atarraya (Nc)

$$N_c = N/L$$

donde “N” es el número total de camarones capturados y “L”, el número de lances realizados.

Posteriormente se determina la densidad Dc mediante la siguiente fórmula:

$$D_c \text{ (camarones/m}^2\text{)} = N_c/A_a$$

donde Nc es el número promedio de camarones por lance de atarraya y Aa, el área promedio de la atarraya (m<sup>2</sup>).

El número de lances deberá ser de al menos seis en diferentes puntos del estanque.

Por ejemplo:

La densidad de siembra inicial fue de 10 org/m<sup>2</sup>.

En cada lance (seis lances totales) de la atarraya se cubre un área de 7 m<sup>2</sup> y se capturan: 40, 50, 62, 57, 49, 39. Se calcula el promedio del total de organismos capturados en los lances: 49.5. Se divide este número entre los metros cuadrados que cubre la atarraya: 7 organismos/m<sup>2</sup>. Tenemos entonces una supervivencia de 70%, o una mortalidad del 30%.

Con estos datos es posible entonces calcular ya el porcentaje aproximado de biomasa, de acuerdo con los pesos promedios de los organismos capturados por lance. Se han hecho modificaciones a esta técnica en las que se incluyen, además del área que cubre la atarraya, la profundidad del agua del estanque. De acuerdo con estas es necesario hacer una corrección en el cálculo pues a mayor profundidad la atarraya tiende a cerrarse y a disminuir el diámetro real de cobertura de área en el fondo. Debido a que la profundidad promedio de los estanques propuestos no rebasa 1.0 m de profundidad, consideramos que si esta ejerciera un efecto, no sería de tal magnitud como para que representara un factor de error a tomar en consideración.

Los alimentos balanceados para camarón marino son fabricados por diversas compañías productoras de alimentos para animales, sin embargo, a pesar de las diferencias en sus formulaciones, siempre mantienen porcentajes de proteína similares pues son los que demandan las granjas productoras. La elección del alimento balanceado comercial deberá hacerse de acuerdo con el precio por kilogramo que ofrezca el distribuidor y, por supuesto, con la calidad del alimento ofrecido.

La técnica de alimentación es también importante, para el sistema propuesto en este manual se recomienda la alimentación periférica al voleo, que se realiza distribuyendo el alimento en la mayor parte posible de la superficie del estanque, esto evita que debido a los instintos territoriales que los langostinos comienzan a adquirir cuando crecen, algunos animales no logren acercarse al alimento. Existe la posibilidad de utilizar las charolas de alimentación, colocadas en varios puntos de la orilla del estanque (a 1 m de profundidad sobre el fondo del estanque), sin embargo es muy probable que con este sistema los langostinos de mayor talla, debido a sus conductas jerárquicas, eviten el acceso de los más pequeños,

generando diferencias drásticas en las tallas de la población que ya de por sí se da de manera natural (Figura 21).

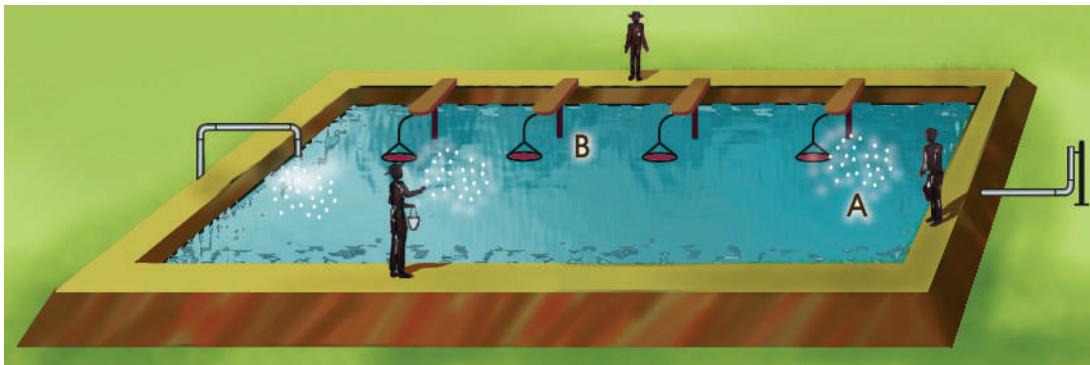


Figura 21. Técnicas utilizadas en la alimentación del langostino.

A. Alimentación al voleo. Se hace arrojando el alimento desde los bordes del estanque tratando de cubrir la mayor superficie posible. Esto minimiza el “efecto toro” haciendo disponible el alimento al mayor número de organismos. Su desventaja es que no es posible evaluar el comportamiento de consumo de los organismos.

B. Alimentación en charolas. El alimento es colocado en estructuras de metal circulares, cubiertas de malla. Su uso permite evaluar el consumo y hacer revisiones del estado de salud de los organismos. Su desventaja es que propicia que langostinos dominantes eviten el acceso al alimento.

Con relación al número de veces que hay que alimentar al día (frecuencia de alimentación), las compañías productoras de alimentos recomiendan fraccionar la cantidad total de alimento a ofrecer y realizar varias raciones durante el día. Debido a los hábitos nocturnos de *M. tenellum*, el fraccionamiento se hará en dos porciones, las que serán agregadas a la caída de la tarde y al amanecer. En experiencias adquiridas por los autores, estudiando el comportamiento alimentario de *M. tenellum*, se ha comprobado que los organismos juveniles de esta especie presentan apetito y consumen alimento a cualquier hora del día o la noche. Sin embargo, es necesario adecuar el ofrecimiento del alimento en los horarios en que su ciclo circadiano digestivo natural es más apto para la adecuada nutrición, lo cual corresponde, como ya se mencionó antes, al atardecer y al anochecer en cualquier estación del año.

## **Almacenamiento del alimento**

El alimento balanceado a ser utilizado como alimentación suplementaria debe de ser almacenado bajo ciertas condiciones para garantizar la protección de sus cualidades nutritivas. El alimento mal almacenado puede perder su calidad nutricional y ser causa de un deficiente crecimiento y aparición de enfermedades en los langostinos en cultivo.

Los requerimientos básicos para cuidar la calidad de los alimentos concentrados son:

- Evitar las temperaturas altas y la humedad
- Nunca mantener en contacto directo con el piso, el sol y el agua
- Colocar en lugares frescos y ventilados
- Proteger contra insectos y roedores
- Siempre utilizar alimento fresco, o sea, almacenar por períodos cortos

- Revisar la fecha de caducidad al momento de la compra
- Almacenar cerca de los estanques

### **Adición de alimentos semicompletos (alimentos balanceados no específicos, residuos domésticos o rastro)**

Los alimentos balanceados para otras especies animales (peces, aves, cerdos, etc.), no poseen las formulaciones idóneas ni las características reológicas y organolépticas para sustentar la salud y crecimiento máximo de los langostinos. Los alimentos diseñados para langostino o camarón marino han sido elaborados con los porcentajes de nutrientes más adecuados y con el tamaño de partícula, estabilidad y atractabilidad que aseguran un consumo si no óptimo por lo menos satisfactorio. El uso de alimentos no específicos puede ocasionar deficiencias en el crecimiento y por lo tanto retardos en alcanzar las tallas esperadas.

En el caso de los residuos de cocina doméstica o industrial (arroz, vegetales crudos o cocidos, etc.) y rastro, su uso es posible de manera ocasional, molidos, siempre y cuando no causen deterioro de la calidad del agua del estanque. Residuos con altos contenidos de grasa deben ser evitados. Sobrantes de la fabricación de tortillas de maíz como masa o tortillas pueden ser usados si antes se fraccionan en porciones pequeñas y se agregan en una o varias charolas de alimentación para poder retirar los sobrantes. De la misma forma los residuos de rastro (hígado, cartílagos, etc.) y pescadería (cabezas de pescado) pueden ser usados molidos y colocados también en charolas que permitan su retirado después de pocas horas evitando su putrefacción y por ende el deterioro de la calidad del agua. Incorporar estos residuos a la alimentación de *M. tenellum* puede rendir beneficios en el desarro-

llo de los organismos cuando se usen como alimentación suplementaria y no como la base de la misma. Resulta difícil implementar este tipo de alimentación para un sistema semiintensivo, como el propuesto en esta obra, donde se espera cierto grado de control de la calidad del agua y tasa de crecimiento. Generalmente su utilización es en sistemas extensivos, por lo tanto la decisión de su implementación es responsabilidad del productor de acuerdo a la experiencia que vaya adquiriendo y debe tomarse solo como una sugerencia más no una recomendación.

## **COSECHA**

Cualquiera que sea el método elegido para cosechar se debe tener en cuenta como regla general llevar a cabo este procedimiento durante las horas de la tarde para evitar el estrés de los organismos debido a la radiación solar. El aumento de la temperatura en el fondo del estanque cuando el vaciamiento está avanzado, puede ocasionar mortalidades importantes o la muda parte de la población, lo que disminuye el valor comercial de la misma. Las cosechas nocturnas se perfilan como ideales, sin embargo sería necesario contar con un sistema de iluminación de apoyo.

### **Cosecha sin vaciar**

Se recurre a esta modalidad de pesca, cuando no tenemos suficiente agua para llenar el estanque nuevamente y sólo queremos sacar los langostinos más grandes o cuando se realizan cosechas selectivas en el sistema combinado (mencionado en el acápite de sistemas de cultivo). Se puede utilizar un chinchorro con una malla, que permita capturar organismos mayores a través del arrastre del mismo de un extremo al otro del estanque y dejar en el

agua los más pequeños. Para las dimensiones del estanque propuesto en este manual será necesario un chinchorro de al menos 50 m, considerando que el arrastre se hará por uno de los lados más angostos (40 m). Se pueden utilizar también redes similares a los chinchorros pero de menor longitud conocidos como "chorupas". Con tres chorupas se pueden dar las vueltas que sean necesarias al estanque hasta completar la cantidad de langostinos deseados, la ventaja de este arte de pesca es que son más manejables que los chinchorros, y la desventaja es que no se podrán usar para la cosecha de otros organismos en el caso de policultivos, pues su menor tamaño permite el escape de peces. En el caso de *M. tenellum*, un diámetro de luz de malla de 3 a 3.5 cm será adecuado para extraer la mayor cantidad de animales grandes. Tanto el chinchorro como la chorupa deben tener flotadores para asegurar que se su borde superior se mantenga lo más cercano a la superficie pues el comportamiento normal de los langostinos es saltar en el momento en que se sienten amenazados o capturados. De igual manera se debe garantizar que la plomada del borde inferior mantenga la red pegada al suelo del estanque para evitar los escapes de animales pasando por debajo de la misma. El uso de la atarraya es menos eficiente pues el área que cubren los lances es poca y hay que repetirlos muchas veces para garantizar cubrir la mayor parte del estanque. El uso de este arte de pesca es sin embargo esencial para determinar el momento de realizar los cultivos selectivos de animales grandes. Los muestreos periódicos de la población del estanque a través de la captura con atarraya permiten determinar la aparición de un porcentaje importante de langostinos de tallas grandes, óptimos para ser extraídos del estanque.

## **Cosecha con vaciado completo**

La cosecha de vaciado completo (también llamada cosecha total) implica el drenado de toda el agua del estanque. Esta operación es sencilla utilizando el método y la infraestructura mencionados en el acápite de construcción de estanques semirrústicos. La simple inclinación del tubo de drenaje permite el vaciado total del estanque en un tiempo más o menos establecido. Las labores de cosecha deben realizarse antes de que el estanque esté vaciado por completo para permitir el movimiento de los animales en el remanente de agua hacia la zona de drenaje, que es la más profunda del estanque. Los langostinos tenderán a acumularse en esta zona debido a la pendiente del suelo. De esta manera la pesca se facilita pues la mayoría de los langostinos se concentran en un área pequeña. La utilización de un chinchorro es ideal aunque en este caso la captura con atarraya también es efectiva. En el extremo interior del tubo de drenaje es necesario adaptar una malla que impida la succión de los organismos por efecto de sifón. Una vez vaciado el estanque totalmente se procede a la colecta manual de los organismos restantes que no fueron capturados con las redes y se encuentran en los sedimentos. Esta labor debe ser realizada con mucho cuidado para evitar pisar los organismos cuyo color puede hacerlos pasar desapercibidos. De igual forma en el manejo de los organismos es indispensable tratar de evitar que los animales pierdan sus apéndices (en especial el segundo pereiópodo o tenaza) ocasionando la posible disminución del valor comercial del producto cosechado.

Debe evitarse a toda costa hacerlo en horas de luz solar dado que esta debilita y estresa rápidamente a los organismos.

## **Producción**

El rendimiento en un estanque de 2000 m<sup>2</sup>, con una densidad de siembra de 10 juveniles/m<sup>2</sup>, considerando un 70% de supervivencia y un peso promedio final de 16.5 g (se toma este promedio como teórico pues los pesos menores pueden ser de 8 g y los mayores de 25 g) sería de 231 kg/estanque o 1,155 kg/ha. (1.15 t/ha.), en aproximadamente 120 días de producción a temperaturas del agua que no sean menores de 28°C.

## ENFERMEDADES Y PREDADORES

Debido al poco desarrollo del cultivo de *M. tenellum*, la información sobre la presencia y descripción de enfermedades bajo condiciones de confinamiento es casi nula. A diferencia de otros cultivos (ya comerciales) la poca experiencia que se ha obtenido con los cultivos de *M. tenellum* no permite establecer un listado de patologías que puedan afectar a estos organismos. La mayoría de los trabajos en este sentido mencionan enfermedades que pueden ser trasladadas desde las poblaciones silvestres al estanque de cultivo y en su mayoría se refieren a parásitos cuyo ciclo de vida tiene como hospedero final a *M. tenellum*. No existen indicios sobre la presencia de enfermedades bacterianas o virales, lo anterior no significa que no existan sino que hasta ahora no han sido detectadas y mucho menos estudiadas.

Las enfermedades, parásitos, depredadores y competidores son importantes factores que influyen en la producción del cultivo del camarón de agua dulce y en las poblaciones naturales de *M. tenellum*. Estos factores causan considerables pérdidas en las cosechas a los productores rurales, cuando malas condiciones están presentes en el estanque como alta densidad, exceso de alimento y problemas de calidad de agua.

Los problemas, enfermedades y parásitos observados en los estanques de producción, por orden de importancia, son la anoxia, enfermedades nutricionales (principalmente falta de proteína en la dieta, aún no determinado), enfermedad de caparazón (iniciada generalmente por daños mecánicos en el caparazón, seguida por ataque de bacterias y/o hongos, no necesariamente mortal), enfermedad de la mancha negra, *(Isópodos Bopiridos)*, huevos de insectos, músculo blanco (por estrés de altas densidades, temperaturas extremas, etc), oscurecimiento de branquias (problemas de calidad de agua), decoloración roja (dada por alta intensidad de luz, dietas deficientes y estrés), protozoarios y crecimiento de algas.

Uno de los problema de salud que se pueden presentar en los langostinos es su competencia con las comunidades de microalgas en los cuerpos de agua naturales o de sistemas de producción, esto debido a que cuando las comunidades microalgales llegan a concentraciones demasiado altas (turbidez menor de 10 cm), representan un factor mecánico que impide el adecuado funcionamiento de las branquias y causa bajas concentraciones de oxígeno, principalmente por la noche. La comunidad planctónica consume el oxígeno disuelto del medio, lo que ocasiona en los casos más graves la muerte de los organismos, por ello el disco Secchi debe marcar como mínimo de 30 a 40 cm de visibilidad para evitar estos escenarios.

La falta de oxígeno o anoxia ha sido reconocida como la causa más importante en la mortalidad del camarón de agua dulce en las unidades comerciales de producción acuícola. Esta condición empieza cuando las lecturas del oxígeno disuelto al amanecer se encuentran alrededor de 3 mg/L o menos, por varios días consecutivos, junto con la transparencia mediante la visión al disco de Secchi menores de 20 cm. Como comportamiento de estrés precrisis los organismos se agrupan a las orillas de los estanques. La mortalidad del camarón se da principalmente en aquellos animales que han mudado o se encuentran

dañados. La hipoxia en los estanques de cultivo de camarón de agua dulce, ocurre por lo general después de una mortandad masiva de fitoplancton por un incremento en la demanda bioquímica de oxígeno.

En adultos se han encontrado pequeñas puestas de consistencia coriácea que presentan como cadenas dobles o triples sobre el exoesqueleto del animal, esto se presume que corresponde a huevecillos de insectos acuáticos, de igual manera en estanques bajos y con mal manejo se ha encontrado un parásito llamado comúnmente pupa (*Tricoricea*).

Existen parásitos isópodos del género *Probopyrus* que afectan frecuentemente al género *Macrobrachium*, entre las especies conocidas se encuentran *P. oviformis*, *P. panamensis*, *P. bithynis*, *P. papaloapanensis* y *P. pandalicolae*. La mayor abundancia del parásito se presenta en localidades con altos problemas de alteración tanto humana como industrial.

En general, la época del año de mayor incidencia del parásito corresponde a la época de secas y en las tallas medias de los langostinos, poco antes del inicio de las lluvias, cuando las condiciones medioambientales son más críticas debido a temperaturas y salinidades más elevadas.

El *P. pandalicolae* se localiza en el langostino sobre la superficie media de los branquios-tegos), alojándose en la cavidad branquial sin presentar una preferencia lateral (izquierda-derecha). Se ha reportado en condiciones naturales una incidencia del 17% y en poblaciones bajo cultivo hasta un 30%. La presencia del parásito sugiere su incidencia en el huésped en edades tempranas, se hacen evidentes cuando alcanzan la talla de 20-30 mm. Las tallas donde se han encontrado organismos parasitados fluctúan de 28 a 67 mm, el promedio de 45.2 mm, y se logra tener un registro de ellos hasta que los langostinos presentan tallas de 60-70 mm, lo que puede explicar la expectativa de vida de los organismos parasitados en

torno a este límite y a que no se ha reportado su presencia en organismos en estadios reproductores.

En condiciones controladas se ha sugerido como medida sanitaria, el incremento de la salinidad para intentar controlar al parásito en sus etapas iniciales.

Dentro de estos mismos isópodos, se encuentra el *Probopyrus pacificensis* que también tiene como huésped definitivo al *M. tenellum*, y su distribución registrada es desde el sur de Nayarit, Jalisco, Michoacán y Guerrero, en México. Se ha reportado que en la laguna costera de Coyuca de Benítez, Guerrero, México, el 53% de la población presentaba este parásito.

Lara (2003) dentro de su estudio de "Origen, cantidad y destino de metales pesados en langostinos del Río Marabasco, México", menciona que no existe aún evidencia de que los metales pesados constituyan un factor de riesgo ecológico en el *M. tenellum* debido a las bajas concentraciones encontradas en ellos, de igual manera reporta que esta especie tuvo concentraciones considerablemente mayores de metales pesados en comparación con el *M. americanum*, y que a través de la adsorción superficial era como principalmente llegaban a ellos, las hembras acumulaban ligeramente más metales pesados en sus tejidos que los machos y los individuos pequeños más que los grandes.

Por otro lado, un factor importante en la disminución del rendimiento de cultivo puede ser dado por animales depredadores. En tal sentido se ha reportado que aves como las gaviotas grises y blancas (*Larus modestus* y *L. dominicanus*), la huaca (*Nycticorax nycticorax*), las garzas grandes y chicas (*Ardea egretta* y *A. candidissima*), el Martín pescador (*Chloroceryle americana*) y diversas especies de patos consumen de manera habitual a *M. tenellum*. En todo caso se debiera monitorear en cada región donde se pretenda cultivar el langostino para tener información precisa sobre los depredadores tanto diurnos (aves) como nocturnos

(mamíferos) que puedan rondar el lugar. Mallas y cercas pueden ayudar a controlar este problema. En el caso de otros crustáceos ya hemos comentado sobre el efecto que puede tener la introducción de *M. americanum* en los estanques de cultivo de *M. tenellum*. En el medio natural, en las lagunas costeras, las jaibas son predadoras de esta y otras especies de langostino, pero en el caso de los cultivos en agua dulce eso no representa un problema. Se ha demostrado que, en condiciones silvestres, peces como la lisa (*Mugil cephalus*) se alimentan de langostinos *M. tenellum*, su introducción accidental a los estanques y su desarrollo en ellos es posible dado que son organismos que toleran grandes variaciones de salinidad, desde aguas hipersalinas hasta dulces.

En el caso de las aves, poco se puede hacer para su control, diversos mecanismos han sido probados en otros cultivos, como el del camarón marino, sin éxito demostrado. El control de la introducción de organismos depredadores en el estanque de cultivo es sólo posible con un estricto control del agua de llenado y recambio cuando esta proviene de fuentes con poblaciones ya establecidas de los mismos.

## **Prevención**

La prevención de las enfermedades se realiza mediante un adecuado manejo del cultivo tomando todas las medidas para lograr una óptima preparación de los estanques, buena siembra, cuidadoso manejo del agua y sus parámetros, calidad del alimento y la manera de suministrarlo. Si se consideran estas medidas, no se deben presentar problemas en el ciclo productivo y se obtendrán resultados satisfactorios.

## CULTIVOS MONOSEXO Y DISMINUCIÓN DEL “EFECTO TORO”

Diversos trabajos han planteado la necesidad de llevar a cabo cultivos monosexo (de un solo sexo, generalmente machos) debido a las diferencias existentes entre las tallas, la velocidad de crecimiento y la conducta de machos y hembras. Tales propuestas de cultivo plantean la selección de los organismos machos antes de la siembra. Sin embargo, tal selección implica la inspección visual de cada uno de los organismos durante la captura. En el caso de juveniles es un trabajo casi imposible debido al pequeño tamaño de los organismos ya que en tallas chicas es poco probable sexarlos. Los machos presentan estructuras orientadas a la reproducción en las patas nadadoras (pleópodos) que permiten la transferencia del paquete espermático a la hembra. Estas estructuras son fácilmente reconocibles en los organismos adultos pero de difícil detección en los juveniles. En el caso hipotético de que un ojo entrenado pudiera hacer la identificación entre machos y hembras en un lapso de 30 segundos, para la densidad de siembra propuesta en este manual (20 mil juveniles en 0.2 h) se requeriría 1 minuto por cada par de organismos o 10 mil minutos para 20 mil (que son 166 horas o 7 días, realizando la identificación sin descanso). Dado que no existen laboratorios de producción de larvas de *M. tenellum*, que en un momento dado pudieran

llevar a los juveniles a un tamaño en el cual fuera más sencilla la identificación, la labor de identificación de juveniles silvestres se presenta como inviable. Por otro lado, se han hecho algunos estudios tratando de desarrollar la reversión sexual de larvas de langostinos con tratamientos hormonales (incluyendo la hormona testosterona en el alimento), como se hace con los alevines de tilapia con demostrado éxito. Sin embargo los resultados, no han sido favorables. Este es un nicho vacío en la investigación de la acuicultura de *M. tenellum* que deberá ser abordado de nuevo. Por lo pronto, no existe un método seguro y sencillo que permita la selección de sexos en los estados tempranos del ciclo biológico de los langostinos, por lo anterior, se deberán llevar a cabo cultivos de ambos sexos creando las mejores condiciones para que ambos se desarrolle a su máxima capacidad.

En el momento de la cosecha es posible apreciar la presencia de un cierto número de machos cuya talla excede el promedio general de la población en cultivo. Este fenómeno ha sido poco estudiado en *M. tenellum*, pero parece corresponder con aspectos de la etología del género *Macrobrachium* y que en el langostino malayo *M. rosenbergii* ha sido bien descrito y definido como “efecto toro”. La literatura relacionada con el tema menciona diferencias de crecimiento entre los machos de una misma población, en donde un macho adulto sexualmente maduro limita el crecimiento entre los machos jóvenes. En observaciones realizadas con langostinos machos de *M. tenellum* en cautiverio se han comenzado a definir criterios de diferenciación entre los machos dominantes y los subordinados jóvenes. Los machos dominantes son generalmente más grandes y oscuros (verde oliva intenso a marrón) con quelas casi siempre simétricas y largas, de un color uniforme que van del verde olivo y marrón oscuro al negro. Mientras que los machos jóvenes son de color gris o verde olivo claro con quelas (de menor tamaño y grosor) del mismo color o marrón claro con franjas amarillas o naranjas. Los dominantes son territoriales y establecen un área bien definida que si es

traspasada por los otros machos desencadena un comportamiento agresivo. En el caso de existir refugio en el acuario, el macho dominante ocupará el mismo. Los machos subordinados, cuando mudan, son muertos y canibalizados por el macho dominante, sin embargo, esta conducta parece moderarse con la colocación de refugios y con una alimentación adecuada. Estas observaciones permiten considerar el uso de refugios para minimizar el efecto toro en el estanque de cultivo. Las cosechas selectivas para retirar a los machos de tallas más grandes, es también otra alternativa que puede ser utilizada para permitir el crecimiento de los machos jóvenes, sin embargo no es compatible con la colocación de refugios por representar estos un obstáculo para el adecuado uso de las artes de pesca.

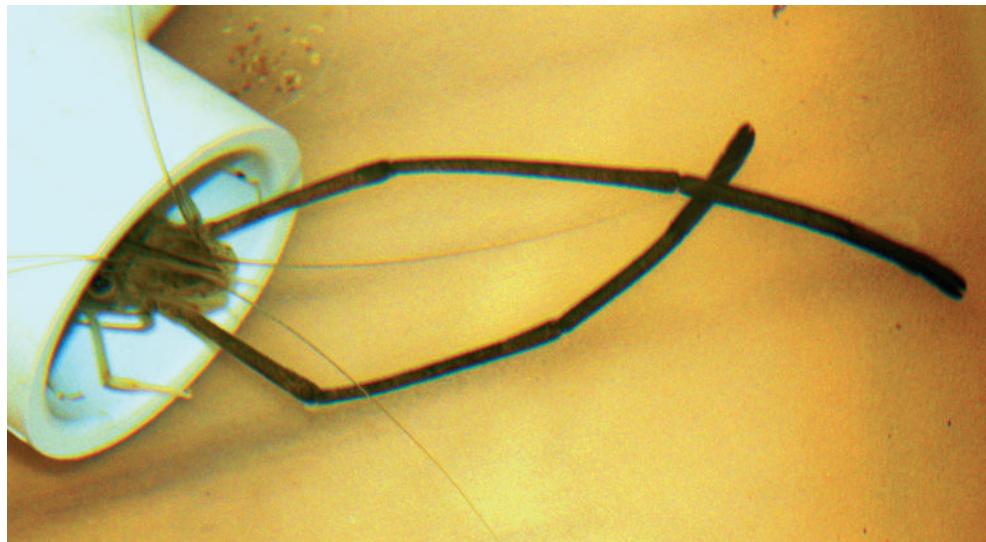


Figura 22. Langostino macho oculto en un tubo de PVC. La instalación de refugios en el estanque de cultivo disminuye el "efecto toro", sin embargo puede representar un problema para realizar las cosechas parciales.

Con relación a la minimización del efecto toro, la única alternativa viable que pudiera reducir en cierto grado la influencia y el dominio territorial y etológico de los machos es la cosecha selectiva de los machos grandes y la colocación de refugios que permitieran a los machos jóvenes ocultarse y protegerse de los más grandes. El efecto toro ha sido estudiado en otras especies de langostinos, principalmente en *M. rosenbergii*. Los machos adquieren un tamaño y una coloración que inhibe el crecimiento de los machos más jóvenes o pequeños. La cosecha selectiva mencionada anteriormente permite retirar los machos más grandes y de esta manera favorece el crecimiento del resto. Los refugios pueden de igual forma favorecer crecimientos más parejos de los machos, sin embargo pueden representar una barrera para realizar las cosechas selectivas. Los refugios pueden ser hechos con tabiques de construcción (con huecos, trozos de tubos de PVC, etc.). El número de refugios por m<sup>2</sup> que pudiera ser utilizado en este sentido no ha sido determinado. En todo caso el productor interesado puede llevar a cabo pruebas de ensayo y error, para determinar si en cultivos de lote completo es posible alcanzar tallas más uniformes con este método.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arboleda-Obregón, D.A. 2006. Limnología aplicada a la acuicultura. Revista Electrónica Veterinaria (REDVET) 3(11): 24 p.
2. Arzola-González, J.F. & L.M. Flores-Campaña. 2008. Alternativas para el aprovechamiento de los crustáceos decápodos del estero El Verde Camacho, Sinaloa, México. Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo 24(1): 41-48.
3. Avendaño, M.E. 1994. Cultivo de Langostino. Colección Nacional de Manuales de Capacitación Pesquera. Secretaría de Pesca de México. Ed. Lito Roda. D.F. México. 20 p.
4. Ceballos, O.M.L. & M.A.E. Velázquez. 1988. Perfiles de la alimentación de peces y crustáceos en los centros y unidades de producción acuícola en México. Secretaría de Pesca, Dirección General de acuacultura, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Hidalgo, México. 129 p.
5. Espinosa, J.L. 1986. El Langostino: Un alimento en peligro. Serie medio ambiente en Coatzacoalcos, Volumen X. Centro de Ecodesarrollo. D.F., México. 96 p.
6. FAO. 1974. Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina. Volumen 2 – documentos de reseña. Informe de Pesca 159 vol. 2. Montevideo, Uruguay. 130 p.
7. Guzmán-Arroyo, M. 1987. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871), en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Tesis de Doctorado en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquería), Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. D.F., México. 319 p.

8. Hendrickx, M.E. 1995. Camarones. In: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. 1. Plantas e invertebrados. Roma, Italia. pp. 417-537.
9. ITIS; 2010. Integrated Taxonomic Information System. Página web: [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=96220](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=96220)
10. Hernández, L., G. Murugan, G. Ruiz-Campos & A. Maeda-Martínez. 2007. Freshwater shrimp of the genus *Macrobrachium* (Decapoda:Palaemonidae) from the Baja California Peninsula, México. Journal of Crustacean Biology 27(2): 351-369.
11. Holthuis, L.B. 1952a. A general revision of the palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natatia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Allan Hancock Foundation Occasional Papers 12: 11-132.
12. Holthuis, L.B. 1980. FAO Species Catalogue I. Shrimps and Prawns of the World. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis 125(1): 271 p.
13. Jayachandran, K.V. 2001. Palaemonid Prawns: Biodiversity, taxonomy, biology and management. Ed. Science Publishers, Inc. Enfield, NH, USA. 192 p.
14. Kensler, C.B., A. Weller & J.M. Grande. 1974. El desarrollo y cultivo del langostino de río en Michoacán y Guerrero, México. Contribución a los Estudios pesqueros de México 11: 36 p.
15. Lara V., M.A. 2003. Origen, cantidad y destino de metales pesados en langostinos del Río Marabasco, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad de Colima. Colima, México. 79 p.
16. MacGibbon, D. J. 2008. The effects of different water quality parameters on prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) yield, phytoplankton abundance and phytoplankton diversity at New Zealand prawns limited, Wairakei, New Zealand. Tesis de Maestría en Ciencias (Ecología y Biodiversidad), Universidad Victoria de Wellington. 132 p.
17. Navarro-Hurtado, A. 2002. Ensayo de dos modelos de policultivo empleando bagre (*Ictalurus punctatus*) tilapia híbrida (*Oreochromis niloticus* vs. *Oreochromis mossambicus*) y langostino (*Macrobrachium tenellum*), en estanques semi-rusticos caso Jocotepec, Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias (Acuacultura), Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Colima, México. 56 p.
18. New, M.B. 2000. History and global status of freshwater prawn farming. In: M.B. New & W.C. Valenti, (eds). Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, England, Blackwell Science. pp. 1-11.
19. New, M.B. 2002. Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fisheries Technical Paper no. 428. Roma. 212 p.

20. Norma Oficial Mexicana. 1994. NOM-009-PESC-1993, Establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la flora y fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. Marzo16.
21. Ocaña-Luna, A., L.A. Martínez-Guzmán & M. Sánchez-Ramírez. 2009. Nuevo registro del parásito *Probopyrus pacificensis* (Isopoda:Bopyridae) en el Sur de Nayarit y Norte de Jalisco, México. Nota científica. Revista Mexicana de Biodiversidad 80: 259-261.
22. Ponce-Palafox J. T., F.C. Arana-Magallón, H. Cabanillas-Beltrán & H. Esparza. 2002. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1968). I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. pp. 534-546.
23. Ponce-Palafox J. T., R. González, O. Romero, I. Febrero-Toussaint, J.L. Arredondo-Figueroa, H. Esparza-Leal & G.M. García-Ulloa. 2005. Enfermedades del camarón de agua dulce *Macrobrachium tenellum* y *M. rosenbergii* durante el cultivo comercial en estanques rústicos, en empresas rurales. Revista Electrónica Veterinaria (REDVET) 6(12): 12 p.
24. Ponce-Palafox J. T., G.M. García-Ulloa, J.L. Arredondo-Figueroa, D. Hernández-Ocampo, J. Díaz-Álvarez, G. Aldama-Rojas & H. Esparza-Leal. 2006. El cultivo del camarón de agua dulce *Macrobrachium tenellum* en estanques rústicos. Comunicación Científica. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. pp. 655-660.
25. Román-Contreras, R. 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología 6(2): 137-160.
26. Sánchez-Granados, O.A. 2008. Adaptabilidad del camarón de río nativo (*Macrobrachium tenellum*) en estanques de arcilla bajo un régimen natural/controlado y su influencia en su crecimiento y reproducción en el área de Chaguantique. Proyecto ejecutado en 2006, no publicado financiado por unidad cooperante programa de pequeñas donación. Redisal-CONACyT.
27. Valverde M, J. 2006. Manual para el cultivo del langostino autóctono (*Macrobrachium carcinus*) en las barras de Colorado, Parismina y Tortuguero en la provincia de Limón, Costa Rica. Costa Rica. Proyecto COBODES. 29 p.

Acuicultura del langostino *Macrobrachium tenellum*  
Engorda en estanques semirrústicos,  
terminó de imprimirse en abril de 2011  
en los talleres de Ediciones de la Noche,  
Madero 687, Colonia Centro,  
44100, Guadalajara, Jalisco, México.  
[www.edicionesdelanoche.com](http://www.edicionesdelanoche.com)

La edición consta de 500 ejemplares.