

# **Manejo de la Productividad Natural en el Cultivo del Camarón**

Dr. Luis R. Martínez Córdova, M.C. Alfredo Campaña Torres y  
Q.B. Marcel Martínez Porchas.

Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora.  
Rosales y Blvd. Luis Encinas, Hermosillo, Sonora.

---

## **Introducción**

Para que la camaronicultura se consolide como una actividad económicamente viable y ecológicamente sustentable, debe superar algunos retos entre los que destaca el de entender el importante papel del alimento natural (incluyendo microorganismos) en la dieta completa de especies bajo condiciones prácticas de cultivo. (Tacon, 2002).

El alimento y la alimentación son importantes no solamente porque representan el costo operativo más alto de la actividad, sino porque además puede constituir la principal fuente de contaminación del sistema de cultivo y de los ecosistemas adyacentes. Actualmente con el avance científico en nutrición acuícola, el costo del alimento suplementario a logrado bajar para ubicarse entre un 30 y un 40% de los costos operativos de la camaronicultura (Zendejas-Hernández, 2004). Aún así este sigue siendo el costo más importante de la actividad.

Esto en parte se debe a que las dietas son formuladas en base a los requerimientos nutricios de los organismos probados en experimentos de laboratorio en donde la productividad natural no interviene, lo cual hace que en la mayoría de los casos estas formulaciones estén sobradas en uno o varios nutrimentos, con un efecto negativo tanto en los costos de la alimentación como en la calidad del agua.

La carga orgánica para producir 1000 Kg. de camarón en base al FCA se resume en el cuadro siguiente (Anor, 1993).

FCA	Materia orgánica	Nitrógeno	Fósforo
1.0	500 kg	26 kg	13 kg
1.5	875 kg	56 kg	21 kg
2.0	1250 kg	87 kg	28 kg
2.5	1625 kg	117 kg	38 kg

Uno de los aspectos en que menos se ha avanzado es en el manejo, evaluación y aprovechamiento de la productividad natural en los sistemas de cultivo. Ha sido ampliamente reportada la importancia que el alimento natural puede tener en la nutrición de los organismos cultivados. Desde investigaciones realizadas más de 20 años atrás (Rubrigh et al, 1981; Yufera et al. 1984; Leber and Pruder, 1988; Anderson et al, 1987; Castille and Lawrence, 1989), hasta otras mucho más recientes (Chiu and Chien, 1992; Jory, 1995, 2000; Barraza Guardado, 1996; Peña Mesina, 1999; Martinez-Cordova et al. 1997, 1998, 2000, 2002, 2003, Tacon et al. 2000, 2001), se ha demostrado el importante rol que diversos elementos de las comunidades bióticas juegan en la nutrición del camarón en cultivo. Esta contribución puede llegar a ser de hasta un 70% de los requerimientos del organismo, dependiendo de diversos factores como lo son: el estadio de desarrollo, la intensificación del sistema de cultivo, las condiciones ambientales, la calidad del agua y sedimento y el tipo de comunidades predominantes. A pesar de estos conocimientos no se ha podido lograr obtener hasta ahora una ventaja práctica de ellos, que se refleje en beneficios económicos o ecológicos importantes. Esto se debe básicamente a la dificultad de manejar adecuadamente estas comunidades y lograr mantenerlas en niveles tales que sean realmente un aporte significativo en la nutrición del camarón cultivado (White, 1986). Es necesario entonces implementar ciertas estrategias para poder mantener a estas comunidades con abundancias suficientes y sostenidas. La productividad natural como una fuente de carbono para el crecimiento, tiene evidentemente mayor importancia en los sistemas de cultivo semiintensivo que en los intensivos. En estos últimos los alimentos suplementarios aportan la mayor parte de los nutrientes requeridos por el camarón durante prácticamente todo el ciclo de cultivo. En contraste, en los sistemas semiextensivos o

semiintensivos, la productividad natural puede soportar la alimentación de la población en  
 Martínez Córdova, L. R., Campaña Torres, A. y Martínez Porchas, M. 2004. Manejo de la Productividad Natural en el Cultivo del Camarón. In: Cruz Suárez, L.E., Ricque Marie, D., Nieto López, M.G., Villarreal, D., Scholz, U. y González, M. 2004. Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, México

cultivo. Hasta por aproximadamente 30 días a partir de la siembra de postlarvas (entre el 20 y el 30% de la duración de un ciclo típico), dependiendo de la densidad de siembra. Se calcula que la biomasa crítica se ubica entre 100 y 300 Kg./ha. después de lo cual será necesaria la utilización de alimento complementario.

### **Productividad Natural en los Sistemas Acuícolas**

Los estanques para producción de camarones son sistemas que están sujetos a mucha variabilidad ambiental sobre la cual tenemos poco o ningún control. Son ecosistemas de monocultivo, y por lo tanto, intrínsecamente inestables y fácilmente perturbables, que para mantenerse en equilibrio necesitan de “subsidios” como lo son los fertilizantes, la cal, los recambios de agua, y por supuesto, el alimento balanceado (Jory, 2001).

Para propósitos prácticos un estanque de puede ser considerado como un ecosistema más abierto o más cerrado dependiendo de la intervención antropogénica, la cual a su vez depende de la intensidad del sistema. Dentro de la cadena trófica de estos sistemas participan por un lado los elementos de la productividad natural y por otro, el alimento suplementario. La participación de cada uno de estos elementos en la nutrición del camarón, es también variable de acuerdo a la intensidad del cultivo y la forma de manejo.

Los principales elementos de la productividad natural en un sistema de producción acuícola son los siguientes.

### **Productores Primarios**

Los principales productores primarios son: las bacterias autótrofas y heterótrofas, el fitoplancton, el fitobentos y las macrofitas. El fitoplancton es en la mayoría de los casos, la comunidad que tiene una aportación más importante en cuanto a biomasa, aunque las bacterias pueden llegar a representar una contribución significativa, cuando son manejadas adecuadamente.

## Fitoplancton

El fitoplancton constituye el primer y más importante eslabón de la cadena trófica en la mayoría de los ecosistemas acuáticos y de su abundancia y composición depende una compleja comunidad de otros organismos incluyendo el zooplancton, el zoobentos y el necton.

Se recomienda mantener un florecimiento vigoroso de fitoplancton desde unos días (5 a 10) antes de la siembra de las postlarvas o juveniles y durante el ciclo completo de cultivo. Esto contribuirá eficientemente a mantener una adecuada calidad del agua en los estanques, a través de diferentes mecanismos:

- El incremento en la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis.
- Abatimiento de metabolitos y sustancias tóxicas como amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, metales pesados y otras.
- Regulación del pH en la columna de agua y sedimento (un asunto muy importante en estanques con suelos ácido sulfatados).
- Prevención del desarrollo de algas filamentosas en el fondo que causan severos problemas de manejo en los estanques.
- Incremento de la turbidez de la columna del agua lo cual minimiza los problemas de predación por aves.
- Aumento del apetito y como consecuencia en el crecimiento y sobrevivencia (Wyban and Sweeney, 1991)

No cualquier tipo de microalga es adecuada en un estanque de cultivo de camarón. Las diatomeas y algunos flagelados son considerados organismos deseables. Sin embargo otras, como algunas especies de cianofitas, son consideradas especies indeseables por diversas causas: algunas son tóxicas para los organismos cultivados, otras dan olores y sabores indeseables a los tejidos de peces o camarones cultivados (Schrader and Tucker, 2003; Shelby et al, 2004; Schrader et al, 2002.)

A continuación se dan algunos valores de densidades deseables de diferentes grupos de microalgas.

Tabla 2. Densidades deseables de fitoplancton (cel/ml) en estanques de cultivo semiintensivo de camarón (adaptado de Clifford 1994).

Componente del Fitoplancton	Células/mL	
	Mínimo	Máximo
Bacillariophytes and Chrysophytes (diatomeas)	20,000	
Chlorophytes (green algae)	50,000	
Cyanophytes (blue-green algae)	10,000	40,000
Dinophytes (dinoflagellates)	---	500
Total de células en el fitoplancton	80,000	300,000

### Cuantificación del Fitoplancton

Para evaluar la comunidad fitoplanctónica se puede recurrir a diversos procedimientos tales como:

- Cuantificación del número de células por unidad de volumen
- Evaluación de las clorofilas por espectrofotometría o fluorometría
- Determinación de la biomasa fitoplanctónica
- Evaluación de la producción fotosintética de oxígeno.

Dependiendo del propósito de la evaluación, una o varios de estos procedimientos pueden ser empleados.

### Preparación de los Estanques y Promoción de Fitoplancton

Para lograr un adecuado desempeño del camarón en el cultivo, es necesaria una rutina de manejo de estanques que incluyen actividades tales como: preparación y acondicionamiento del fondo, fertilización y llenado. La fertilización, tiene como objetivo fundamental,

proveer los nutrientes necesarios para el desarrollo de una comunidad fitoplanctónica sana y vigorosa con especies deseables como diatomeas. A partir de esta comunidad se desarrollarán una extensa gama de organismos que el camarón puede utilizar como fuente de alimentación.

La fertilización puede hacerse mediante fertilizantes orgánicos o inorgánicos y cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas.

Tipo de fertilizante	Ventajas	Desventajas
Orgánicos	Bajo costo Varios macro y micro-nutrientes incluidos	Disponibilidad variable Composición variable Posible contenido de contaminantes. Eutroficación
Inorgánicos	Disponibilidad constante Composición constante Facilidad de ajustar los niveles de cada nutriente No contaminantes	Alto costo Dificultad de distribución homogénea en el estanque

En la fertilización es muy importante tomar en cuenta la proporción de nitrógeno fósforo y sílice, ya que de ella depende en gran medida el tipo y la concentración de microalgas que se van a desarrollar. Un estudio reciente realizado por Yussof et al (2002) demostró que la adición de fertilizantes con fósforo nitrógeno y carbono, propició el desarrollo de cianofitas, que son indeseables en los estanques, mientras que la adición nitrógeno y sílice incrementó el desarrollo de diatomeas, especialmente *Chaetoceros calcitrans*.

No existe un régimen de fertilización que sea universalmente el mejor, ya que la eficiencia de la fertilización depende de numerosos factores tales como: características del estanque (incluyendo el tipo de suelo), estacionalidad de temporadas de lluvia y sequía, características del agua de abasto, densidad de siembra, época del año, variables ambientales, entre otros. De acuerdo a esto, cada granja deberá determinar cual es el

régimen de fertilización que mejor funciona para cada época y para cada situación (e inclusive en ocasiones para cada estanque). A continuación se dan como referencia las estrategias de fertilización utilizadas en diferentes países del mundo para el cultivo semiintensivo de camarón. .

Tabla 4 Regímenes de fertilización utilizados en varios países (Adaptado de Clifford 1992)

País	Fertilizante (kg/ha)	Proporción N:P
Colombia	U(15)+DAP(4)	9:1
Ecuador (P)	U(16)+TSP(8)	4:1
Indonesia	U(100)+TSP(50-100)	4:1
Mexico (P)	U(15-35)+TSP(5-12)	7:1
Panamá	U(20)+TSP(15)	3:1
Philippines	U(50)+AP(50)*	7:1
U.S.A. (P)	U(25)+TSP(15)	4:1
Universal	U(7.9)+TSP(2.6)	7:1

## Macrofitas

En estanques acuícolas, esta comunidad está conformada principalmente por las macroalgas y las fanerógamas o pastos marinos. Pueden llegar a constituir un elemento importante entre los productores primarios en estos sistemas. Por lo general las macroalgas son indeseables en los estanques, ya que están asociados los siguientes problemas de manejo:

- Atrapan nutrientes e impiden el desarrollo de comunidades de fitoplancton
- Atrapan partículas de alimento.
- Pueden atrapar a las postlarvas y ocasionar su muerte
- Al morir representan una carga orgánica que al ir al fondo se descompone y ocasiona abatimiento de oxígeno, desarrollo de bacterias, malos olores, etc.

Ciertas macroalgas pueden ser consumidas por algunas especies de camarón. Por ejemplo *Litopenaeus stylirostris*, *L. vannamei* y *Farfantepenaeus californiensis* consumen macroalgas, de los géneros *Gracilaria*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha* y *Ulva*. El camarón

café *Farfantepenaeus californiensis* creció casi tres veces más en presencia de la macroalga *Caulerpa sertularioides* que en ausencia de la misma (Porchas et al 2000). Es necesario encontrar la manera de aprovechar el potencial alimenticio que representan las macroalgas, sin los problemas de manejo que presentan.

## **Productores Secundarios**

En ecosistemas acuícolas los productores secundarios están representados principalmente por el zooplancton y el zoobentos. El necton en algunos casos puede tener alguna importancia ecológica, aunque no directamente como alimento.

## **Zooplancton**

Esta comunidad está conformada por una extensa variedad de organismos, que incluyen estadios larvales, juveniles y adultos de prácticamente todos los grupos zoológicos acuáticos, que viven suspendidos en la columna de agua y son transportados pasivamente por los movimientos de la misma (Suárez-Morales, 1998).

Está muy bien documentada la contribución de los organismos del zooplancton como parte de la nutrición del camarón cultivado. Chiu and Chen (1992) con *Penaeus monodon*, Yufera et al. (1984), con *Penaeus kerathurus*, Rubright et al. (1981) y Jory (1995, 2000).

Los principales organismos del zooplancton utilizados como alimento por el camarón azul y camarón blanco son: nauplios de copépodos, copépodos adultos, larvas de poliquetos, larvas de insectos chironomidos (gusanos de fuego) y rotíferos (Martínez-Córdova et al. 1998, 2000, 2003; Peña Mesina, 1999, Barraza Guardado, 1996, Zatarain, 2000).

En un estudio realizado en la Universidad de Sonora se hizo una correlación entre el crecimiento del camarón azul con la abundancia de zooplancton total y la abundancia de larvas de poliquetos en particular. Se encontró una correlación buena ( $r = 0.72$ ) entre



crecimiento y abundancia de zooplancton total, pero una correlación muy buena ( $r = 0.89$ ) entre el crecimiento y la abundancia de larvas de poliquetos (figuras 4 y 5).

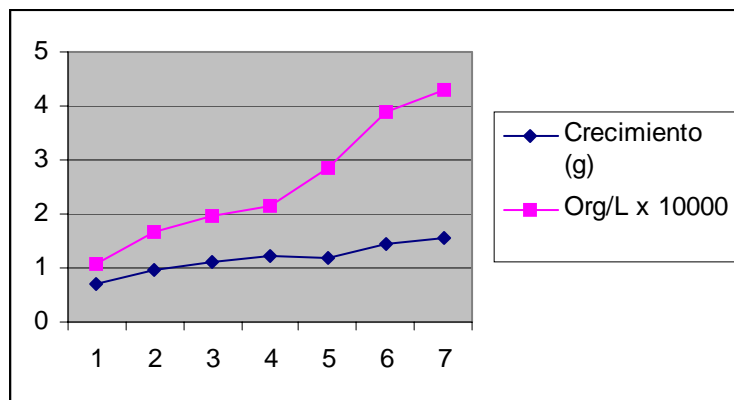


Figura 4. Correlación entre crecimiento y abundancia de zooplancton total.

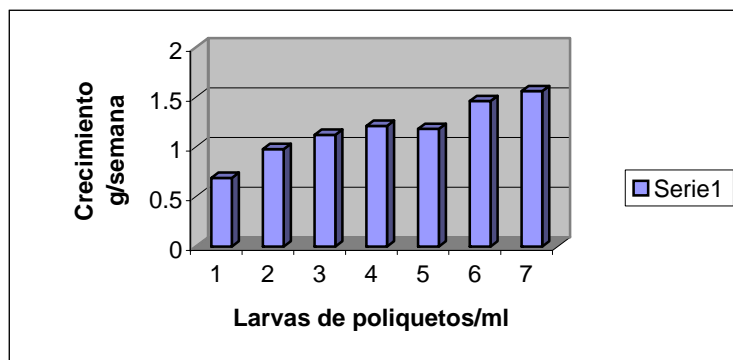


Figura 5. Crecimiento del camarón blanco en relación a la abundancia de larvas de poliquetos/ml.

Existen recomendaciones de abundancia de zooplancton para obtener un real beneficio como alimento del camarón cultivado. La tabla 5 presenta un promedio de varias recomendaciones (Clifford, 1992; Jory, 2000; Martínez-Córdova et al. 2003)

Tabla 5.- Promedio de organismos del zooplankton recomendados en estanques de cultivo de camarón.

Grupo	Abundancia recomendada (org/ml)
Copépodos	2 a 50
Rotíferos	2 a 50
Protozoarios	10 a 150
Larvas de poliquetos	2 a 20

## **Caracterización y Cuantificación del Zooplancton**

### **Toma de Muestras**

Para estanques pequeños (menos de 0.5 hectáreas se puede hacer con cubeta o muestreador en puntos fijos. Para estanques grandes se hace por medio de redes de arrastre

Preservación.

Para la preservación de los organismos se puede utilizar formalina al 4% neutralizada o bien alcohol etílico o isopropílico al 70%.

### **Tinción**

Puede ser a base de rosa de bengala. La cantidad a añadir depende de la estimación de la biomasa de organismos en la muestra; normalmente unos 50 mg/L son suficientes

Identificación y conteo.

Se toma una submuestra representativa, lo cual se puede hacer mediante un fraccionador Folsom. La submuestra se coloca en una cámara Sedwick-Rafter, aunque se puede utilizar también una caja de Petri plástica con cuadrícula fina en el fondo. En la identificación se utilizan las claves de Newell and Newell (1963) and Smith (1977).

### **Promoción del Zooplancton**

Altas abundancias de zooplancton difícilmente se pueden mantener durante todo el cultivo solamente con la fertilización y promoción de fitoplancton. Actualmente se han implementado algunas prácticas para promover y mantener el zooplancton en abundancias altas.

Un promotor de zooplancton consiste básicamente de un sustrato enriquecido con fuentes de carbohidratos, lípidos y vitaminas en donde se desarrolla en principio una comunidad

microbiana (levaduras, bacterias), que son base del alimento de una comunidad de protozoarios, de los cuales a su vez se alimentan organismos zooplanctónicos como rotíferos, copépodos, larvas de poliquetos, larvas de moluscos entre otros, que a su vez pueden servir como alimento del camarón.

Aunque existen en el mercado promotores comerciales, estos se pueden fabricar fácilmente en la misma granja, siguiendo los pasos que a continuación se describen:

- 1.- Preparar una solución con agua marina (50 L), 3 Kg. melaza o piloncillo, 300 g de levadura de pan, 900 ml de emulsión Scott (aceite de hígado de bacalao y vitamina D) y 10 g de ácido ascórbico.
- 2.- Introducir en un recipiente de 200 L, 30 Kg. de alfalfa seca (procurando que conserve el color verde)
- 3.- Bañar esta alfalfa con la solución del paso 1
- 4.- Dejar fermentar 3 o 4 días
- 5.- Colocar manojos de 3 a 4 Kg. en sacos arpilleros (cebolleros) o bolsas de red mosquitera, atándolos adecuadamente para evitar pérdidas
- 6.- Colocar de 3 a 4 inductores por hectárea flotando en el agua, pero atados para que no se orillen
- 7.- Cambiar los inductores cada 15 días.

En un estudio realizado en la universidad de Sonora, se utilizaron inductores de zooplancton y de zoobentos en un cultivo de camarón azul, *L. stylirostris*. Los tratamientos consistieron en: T1) Estanques con solo alimento natural promovido; T2) Estanques con alimento artificial mas alimento natural promovido y T3) Estanques con solo alimento artificial.

Los resultados mostraron que la promoción de zooplancton fue efectiva tal como se muestra en la figura 6, que presenta las abundancias promedio en cada tratamiento.

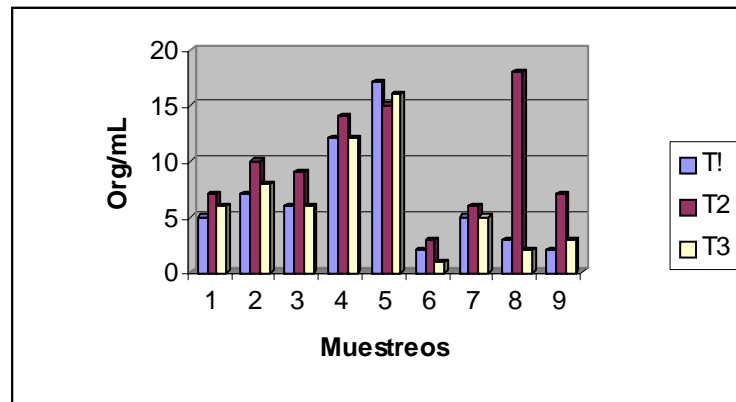


Figura 6.- Abundancia de organismos del zooplancton en estanques con y sin inductores

Los principales organismos promovidos fueron los rotíferos, copépodos, larvas de poliquetos y en menor proporción una variedad de otros organismos, tal como se observa en la figura 7.

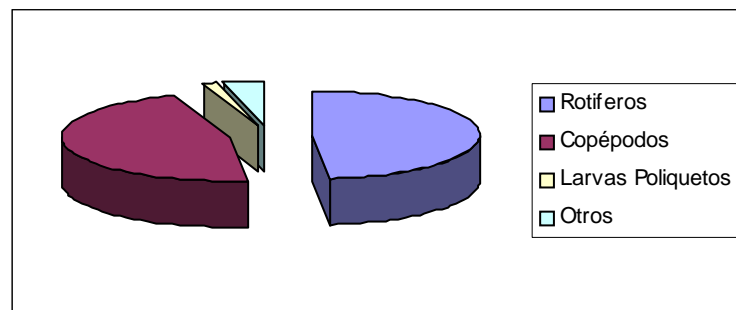


Figura 7. Principales grupos promovidos por inductores de zooplancton en estanques de cultivo de camarón

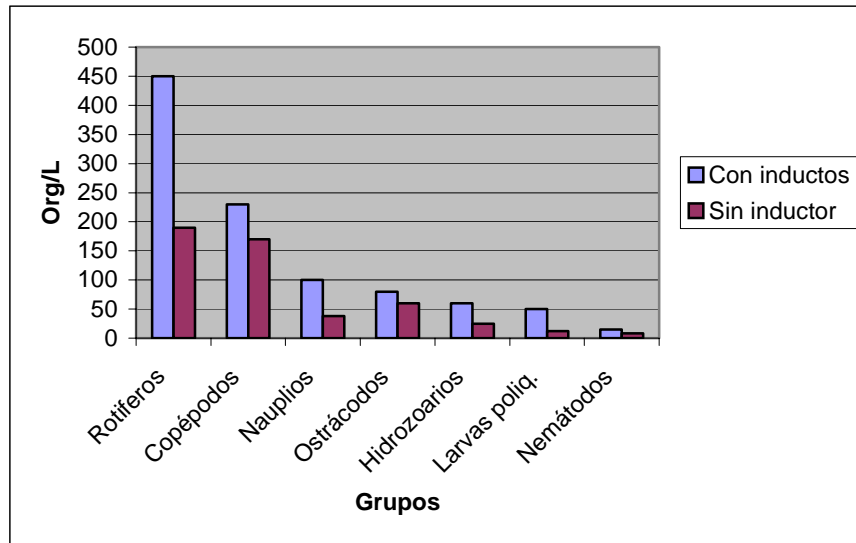


Figura 8. Comparación de la abundancia de diferentes grupos del zooplancton en estanques con y sin inductores.

Al estudiar el contenido estomacal de camarones provenientes de estanques con y sin inductores se encontró que los primeros presentaron una mayor cantidad de organismos de la biota que los segundos, tal como se presenta en la figura 9.

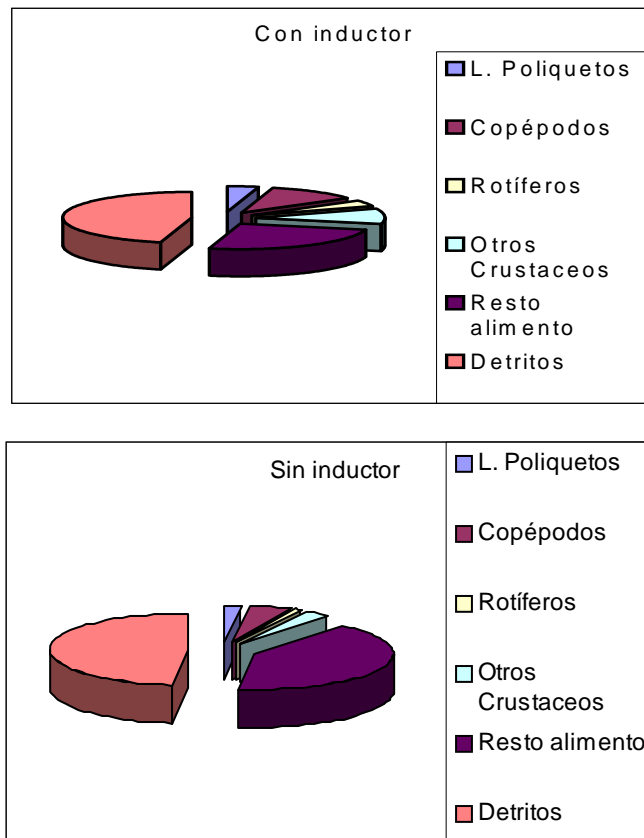


Figura 9. Contenido estomacal de camarones en estanques con y sin inductores de zooplancton.

También se pueden utilizar organismos del zooplancton cultivados fuera del sistema de cultivo y luego incorporarlos a los tanques o estanques de maternidad, preengorda o engorda. En este sentido se han utilizado además de la artemia, rotíferos (Fengqi, 2003), copépodos (Cabrera et al. 2002), cladóceros y muchos otros más a nivel experimental o comercial (figura 10). El uso de artemia en forma de quistes, nauplios o juveniles en la engorda y preengorda, aunque no es una práctica muy común, se ha utilizado exitosamente para incentivar el crecimiento y la producción del camarón en cultivo. Se han utilizando aproximadamente 350g/ha/día, en los primeros días de la preparación de los estanques. El valor nutricional de algunos de estos organismos es realmente muy adecuado, ya que contienen altas cantidades de proteína, así como lípidos que incluyen ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) o altamente insaturados (HUFA), los cuales juegan un papel importante en diversas funciones metabólicas de los organismos en cultivo.

## Bentos

Se conoce como bentos a aquellos organismos que viven íntimamente relacionados con el sustrato de un ecosistema acuático.

Esta suficientemente bien documentada la contribución del zoobentos en la alimentación del camarón cultivado. Nunes et al. (1998a) estudiaron los hábitos alimenticios de *Farfantepenaeus subtilis* en condiciones de cultivo semiintensivo y encontraron que solamente el 15.6% del total del contenido estomacal correspondió a alimento suplementario y el resto al alimento natural. Los poliquetos representaron el 32.6% del contenido estomacal y el 81% de las presas ingeridas.

Nunes and Parsons (2000) examinaron el efecto de la depredación de *F. subtilis*, la densidad de siembra y el alimento suplementario sobre la dinámica poblacional de poliquetos en encierros dentro de estanques semiintensivos de camarón. Se probaron: a) encierros con alimento y camarones; b) sin alimento con camarones; c) sin alimento ni camarones y d) con alimento y sin camarones. Se probaron 4 densidades iniciales de siembra: 5, 10, 15 y 20 camarones/m<sup>2</sup>. La abundancia y biomasa de los poliquetos fueron afectados por la densidad del camarón, evidenciando su presión predatoria. El alimento artificial promovió mayor abundancia y biomasa de poliquetos, aún en la presencia de camarones, pero ya no resulta efectivo a densidades de 15-20 org/m<sup>2</sup>.

Un estudio similar fue llevado a cabo en la Universidad de Sonora (Enriquez, 2003) utilizando encierros en una laguna de descarga de una granja camaronícola con camarones a baja densidad (6 org/m<sup>2</sup>) y dentro de un estanque de cultivo con alta densidad (32 org/m<sup>2</sup>). En los encierros no se pusieron camarones. Los resultados mostraron que las densidades de poliquetos fueron superiores en los encierros que en sus respectivas secciones de la descarga o estanque (figura 13). La abundancia se fue incrementando en las primeras semanas del cultivo tanto en la laguna como en los estanques y en los encierros. Sin embargo, mientras que en los primeros tanto la densidad como la biomasa declinaron

en la parte final del cultivo, en los encierros se mantuvo alta, lo cual demuestra la presión predatoria del camarón sobre los poliquetos (Figura 14).

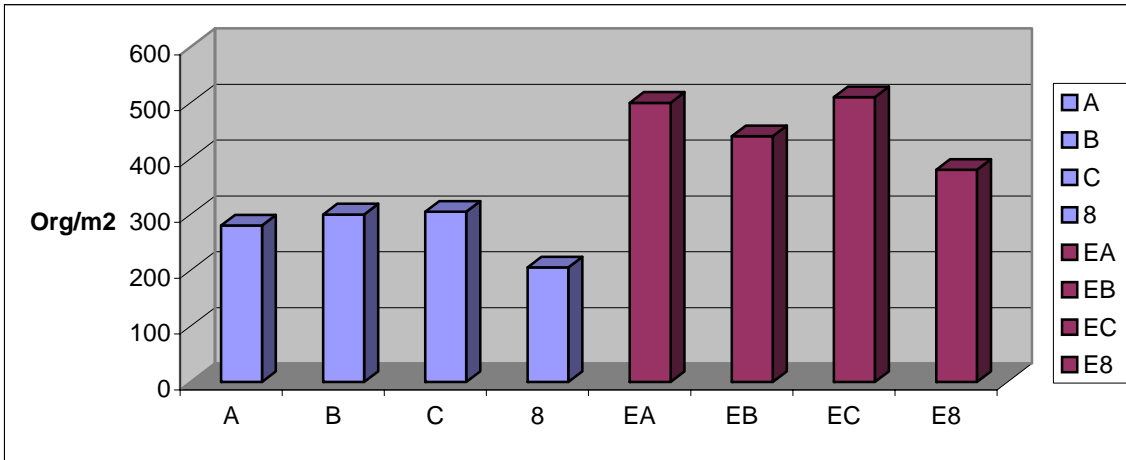
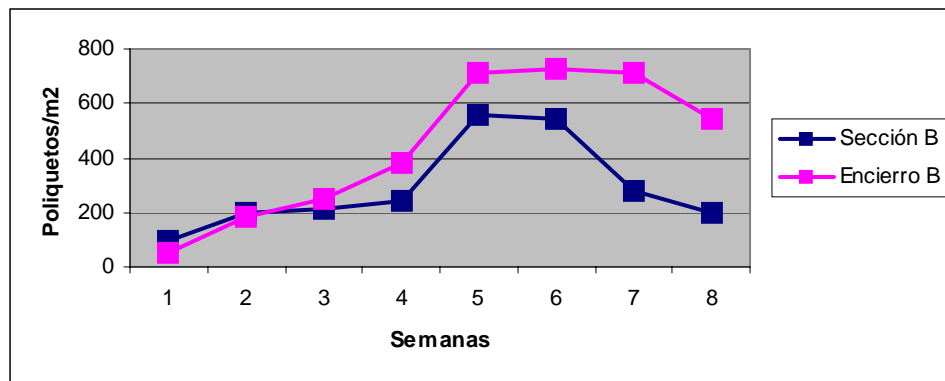
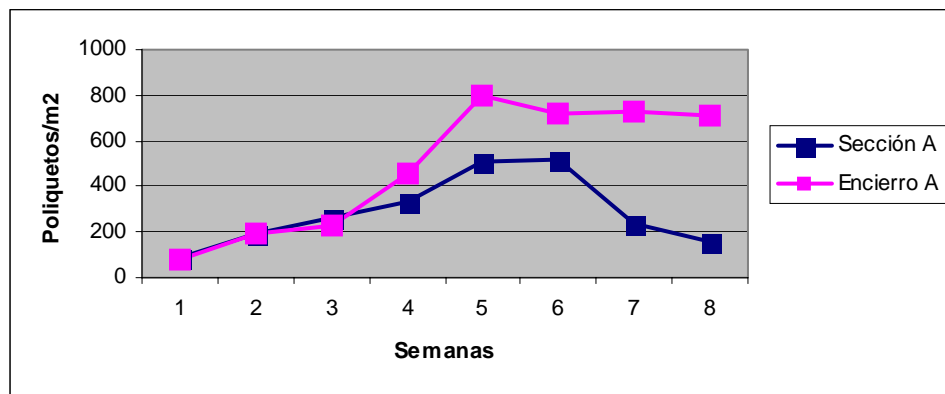


Figura 13. Densidad promedio de poliquetos en las secciones de la laguna de descarga y estanque, y en sus respectivos encierros.





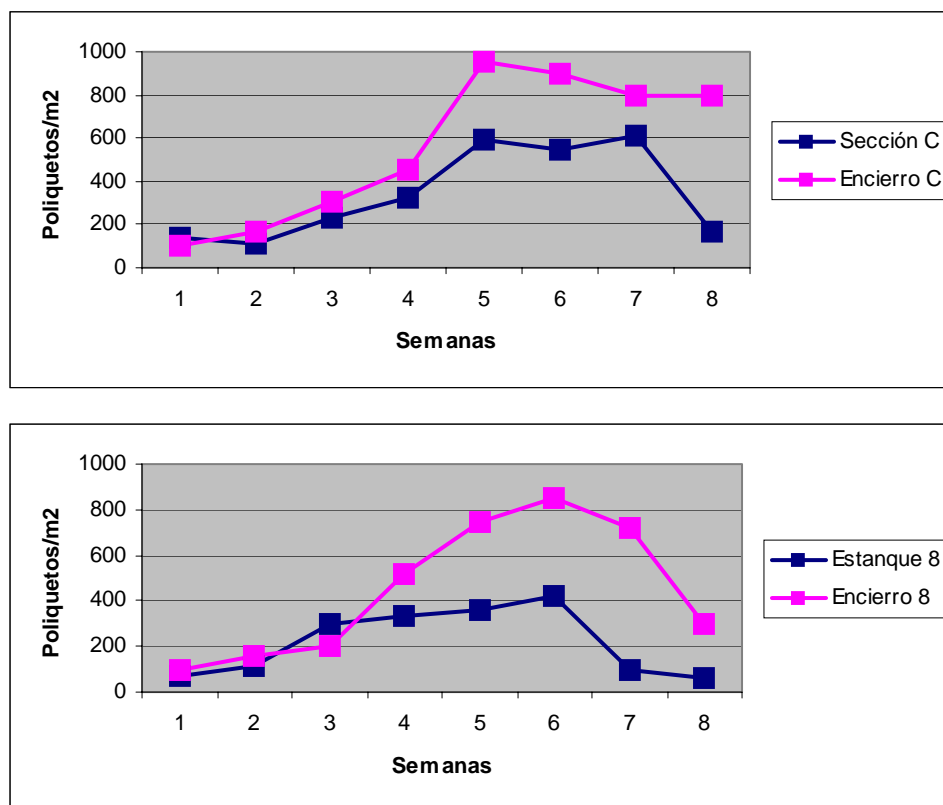


Figura 14. Variación estacional de los poliquetos en la laguna, estanque y encierros

No se encontraron en la literatura recomendaciones específicas sobre las densidades o biomásas deseables de organismos bentónicos en los estanques de cultivo, sin embargo diversos autores han reportado que densidades tan altas como  $10,000 \text{ org/m}^2$  y biomásas de hasta  $2.5 \text{ g/m}^2$  pueden ser encontradas sin problemas aparentes para el camarón, incluso con efectos positivos sobre su crecimiento.

En la Universidad de Sonora se llevó a cabo un estudio preliminar para evaluar el efecto de la adición de quistes de artemia eclosionados ( $200 \text{ g/ha/día}$ ) al inicio del ciclo de engorda del camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* en estanques semiintensivos. Se encontró que el crecimiento (Figura 11) y la producción (figura 12), fueron notablemente mejores en los estanques que recibieron quistes de artemia, que en aquellos que no lo hicieron.

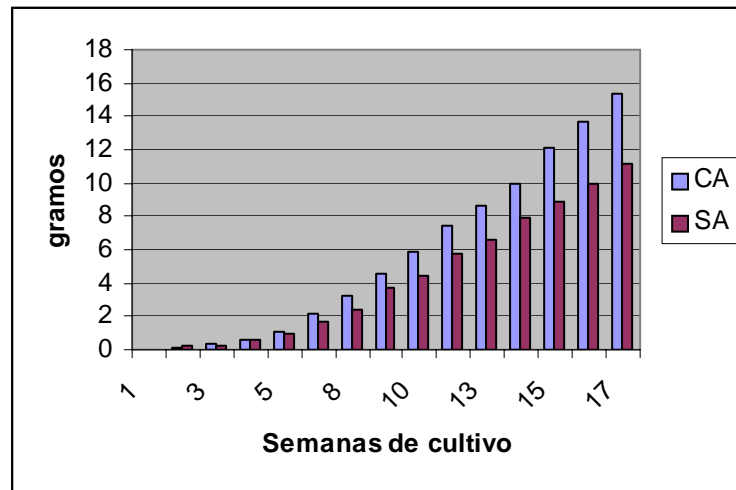


Figura 11. Crecimiento del camarón en estanques con y sin adición de quistes de artemia.

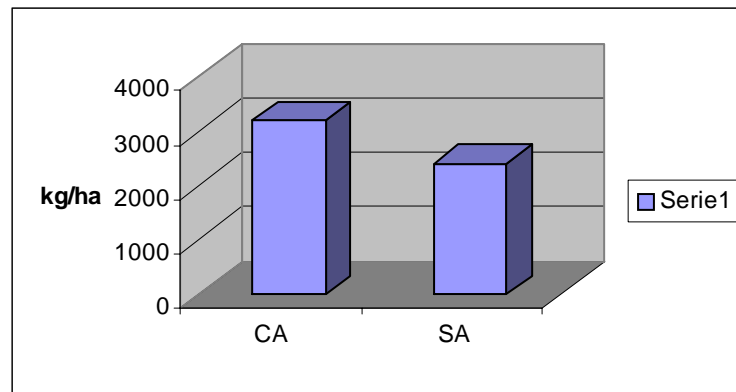


Figura 12. Producción de camarón en estanques con y sin quistes de artemia.

### Promoción del Zoobentos

Es difícil mantener las densidades adecuadas de zoobentos durante un cultivo completo, ya que la predación por parte del camarón se hace cada vez más fuerte conforme transcurre el cultivo. La fertilización orgánica e inorgánica que incentiva el fitoplancton, tiene un efecto directo sobre la abundancia del zooplancton y el zoobentos. Sin embargo no es suficiente cuando ya la biomasa del camarón es muy grande, tal como se encontró en un estudio realizado en la Universidad de Sonora (Martinez-Córdova et al. 1998), y ya señalado anteriormente en la sección de zooplancton. Para el bentos los resultados se muestran en la figura 15.

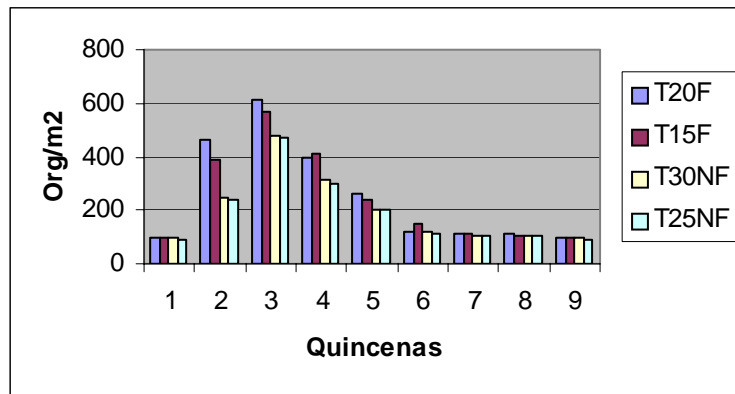


Figura 15. Variación de la abundancia de zoobentos en estanques con y sin fertilización y con diferentes tasas de alimentación.

Se han probado desde hace tiempo, diversas estrategias para incentivar y mantener altas las densidades de organismos bentónicos. Algunas de ellas se han utilizado por mucho tiempo en Asia y consisten en la utilización de desechos orgánicos (estiércol de vaca, puerco, gallinaza, cascarilla de arroz, etc.) que se coloca en las orillas de los estanques para promover la proliferación de gusanos y otros organismos que se incorporan luego a la columna de agua o sedimento del estanque y sirven de alimento al camarón.

Una estrategia similar se utilizó en un estudio en la Universidad de Sonora (Martínez-Cordova et al. 2002), en donde se hicieron encierros de malla plástica de 16 m<sup>2</sup>, en estanques experimentales de 400 m<sup>2</sup>. Estos encierros se fertilizaron con vacaza para permitir la proliferación de organismos bentónicos. Después de 2 o 3 semanas los encierros se abrieron para permitir el pastoreo del camarón y se colocaron en otro sitio. Los resultados mostraron que la densidad de zoobentos en los encierros fue significativamente más alta que fuera de ellos y que la de los estanques que no tuvieron encierro (figura 16).

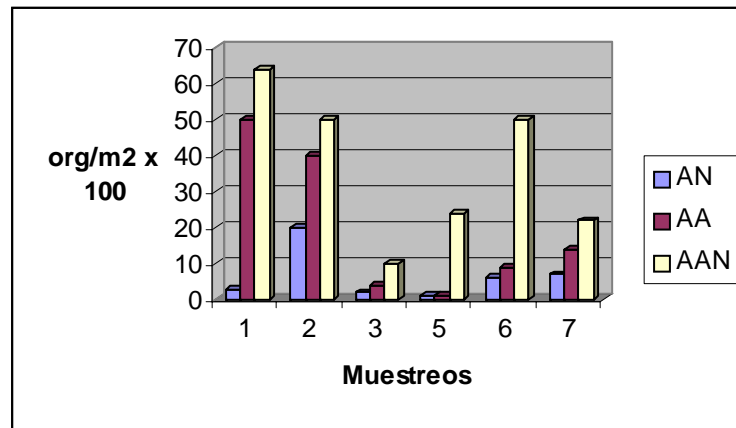


Figura 16. Variación estacional de la abundancia de bentos en estanques con y sin encierros y con y sin alimento suplementario.

La promoción de zooplancton y zoobentos se reflejó en los parámetros de producción del camarón cultivado, tal como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Parámetros de producción del camarón blanco, *L. vannamei*, en estanques con y sin alimento promovido y con y sin alimento suplementario.

Tratamiento	Crecimiento (g)	Sobrevivencia (%)	Producción (Kg./ha)	FCA
AN	4.15a	27.7a	230a	
AA	13.9b	64.7b	1780b	2.02
AAN	15.16c	66.5b	2016c	1.79

Existen algunas otras formas menos convencionales de aumentar la disponibilidad de organismos bentónicos como una fuente importante de alimento natural en los estanques de cultivo de camarón. Una de estas practicas, utilizada en China, consiste en el cultivo, tansplantación y propagación de pequeños microcrustáceos bentónicos tales como *Corophium spp.* o poliquetos como *Nereis spp.* Otra técnica consiste en sembrar varias especies de microcrustáceos, especialmente anfípodos a densidades de 150-300 kg/ha, durante la preparación de los estanques. En Brasil se han utilizados bolas de redes pesqueras en el fondo de los estanques, para proveer un sustrato adicional para el establecimiento de comunidades de varios organismos bentónicos (especialmente anfípodos), lo cual estimula significativamente la producción en los estanques.

Actualmente existen ya sustratos artificiales fabricados específicamente para incentivar la producción de comunidades bentónicas en el cultivo de varias especies incluyendo desde luego el camarón. Comercialmente se les conoce como Aquamats.

Según uno de los fabricantes de estos productos, los AquaMats proveen una fuente de alimento natural, estructura (para soportar densidades de siembra más altas y reducir la depredación) y biofiltración, todos en un mismo producto. Estas 3 funciones son balanceadas con precisión mediante el uso de la tecnología [UltraWeave™](#) patentada por Meridian, la cual permite seleccionar la combinación ideal para cada aplicación. Los beneficios de los AquaMats® se han probado en una amplia gama de especies de camarones, otros crustáceos, peces y moluscos. Los AquaMats® proveen mejoras dramáticas en producción y productividad así como efluentes más limpios y menores costos de producción.

Los Aquamats pueden ser utilizados tanto para maternización como para preengorda y engorda. Se pueden utilizarse tanto en el fondo del tanque o estanque como en forma flotante o a manera de pared.

Los principales tipos de organismos que proliferan en los aquamats son: anfípodos, isópodos, poliquetos, hidrozoarios, macroalgas.

Algunos de los beneficios que las compañías atribuyen a los aquamats.

1. No se requiere recambio de agua en el sistema
2. Proveen de sustrato que permite aumentar al menos entre 50 y 100% la densidad de siembra sin menoscabo de la sobrevivencia.
3. Incrementan sustentablemente la producción de alimento natural y reducen el FCA.
4. Mejoran el funcionamiento del sistema inmune de los organismos cultivado.

Los Aquamats fueron probados en E.U. para la preengorda de camarón en estanques circulares de 3.3 m de diámetro y una densidad de siembra de 130 Pl's/m<sup>2</sup>. Los tanques

con Aquamats superaron por un amplio margen a los controles. Los resultados se presentan en la tabla 9.

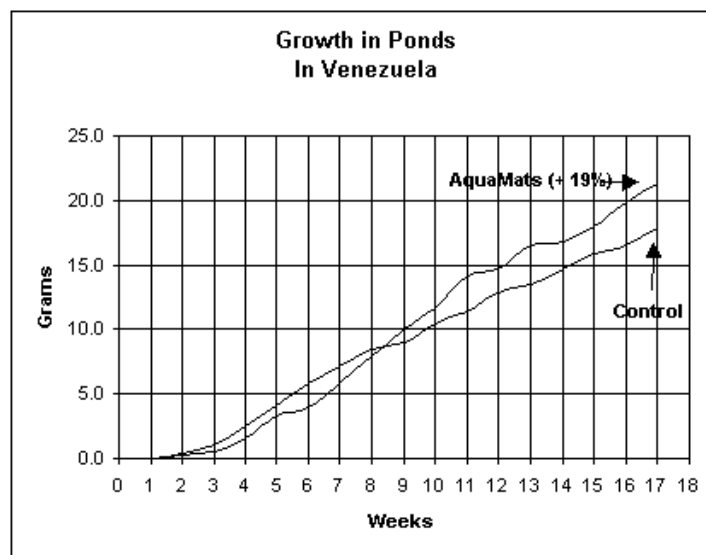
Tabla 9. Parámetros de producción promedio de camarón con y sin Aquamats.

Parámetro	Tanques con AquaMats™	Control	Diferencia sobre el control
Sobrevivencia	81 %	66 %	+ 23 %
Peso final	16.0 g	12.5 g	+ 28 %
Tasa de crecimiento	1.39 g/week	1.06 g/week	+ 31 %
Biomasa final	1.69 Kgs/m <sup>2</sup>	1.07 Kgs/m <sup>2</sup>	+ 58 %

En Ecuador se utilizaron los Aquamats para cultivo larvario de *Litopenaeus vannamei*, con los siguientes resultados:

- Un ahorro de 4 días en el ciclo de cultivo
- 50+% de ahorro en el uso de Artemia
- 85% de sobrevivencia PL-1 y PL-12.

En Venezuela, datos de 8 ciclos de cultivo larvario demostraron que el uso de Aquamats reduce en 60% el alimento suplementario y aumenta la sobrevivencia de 74 a 82%



## Referencias Bibliográficas

- Anderson, R.K., P.L. Parker and A.A. Lawrence. 1987. A  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  tracer study of the utilization of presented feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. Journal, World Aquaculture Society 18(3): 148-155.
- Anor (1993).
- Barraza Guardado, R. 1996. Estudio de los principales componentes de la productividad natural en estanques durante la preengorda de *Penaeus vannamei* Boone, 1931. Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. 89p.
- Cabrera, T., Rosas, J., Velásquez, A. Y Millán, J. 2002. Cultivo de copépodos en Venezuela. Panorama Acuícola 7(5):16-19.
- Castille, F.L., and A.L. Lawrence, 1989. The effect of deleting dietary constituents from pelleted feed on the growth of shrimp on the presence of natural food in ponds. Abstracts Journal of the World Aquaculture society 20(1):22A.
- Chiu, I. L. and H. Y. Chien, 1992. Juvenile *Penaeus monodon* as an Effective Zooplankton predator. Aquaculture. 103:35-44.
- Clifford III, H.C. 1992. Marine shrimp pond management: a review. pp. 110-137. In: Wyban, J., (editor). 1992. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. U.S.A.
- Day, J.W., Hall, C., Kemp, W. y Yañez-Arencibia, A. 1989. Estuarine Ecology. Wiley Interscience. New York. 558p.
- Enriquez, F. 2003. Variación del bentos, con énfasis en la comunidad de poliquetos en una laguna de descarga de una granja camaronícola. Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. 98p.
- Fengqi, L. 1996. Production and Application of Rotifers in Aquaculture. Aquaculture Magazine, 22(3): 16-22.
- Focken, U., Groth, A., Coloso, R., and Becker, K. 1998. Contribution of natural food and supplemental feed to the gut content of *Penaeus monodon* Fabricius in semi-intensive pond system in the Phillipines. Aquaculture, 164:105-116.
- Jory, D.E. 1995. Feed Management Practices for a Healthy Pond Environment. pp. 118-143. In: C.L. Browdy and J.S. Hopkins, editors. Swimming Through Troubled Waters. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture '95. World Aquaculture Annual Meeting, San Diego, California. 2-6 February 1995.
- Jory, D.E. 1995. Management of natural productivity in marine shrimp semi-intensive ponds. *Aquaculture Magazine* 21, 90-100.
- Jory, D.E. 2000. General concerns for managements of biota in progress shrimp ponds. *Aquaculture Magazine* 26(4):76-80.
- Leber, K.M., G.W. Dominy, and G.D. Pruder, 1988. Shrimp feeding responses to food web manipulation in experimental growout ponds. Honolulu Hawaii.
- Martínez-Cordova, L., Porchas-Cornejo, M., Villarreal-Colmenares, H. Calderón-Perez, J., and Naranjo-Paramo, J. 1998. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931. in low water exchange ponds. *Aquacultural Engineering* 1: 21-28.
- Martínez Córdova, L. 2000. Formas y recomendaciones de manejo del alimento y la alimentación para una camaronicultura sustentable. Páginas 271-283 en Memorias del III Simposium Internacional de Acuicultura: AquaMexico 2000.
- Martínez Córdova, L. 2002.. Camaronicultura: Avances y Tendencias. AGT Editor . México, D.F. 167 p.
- Martínez-Córdova, L. , Campaña-Torres, A. and Porchas-Cornejo, M. 2003. Dietary protein level and food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris* and white shrimp (*L. vannamei*) in microcosms. *Aquaculture Nutrition* 9:155-160.
- Newell, G. E., and R. C. Newell. 1963. Marine plankton: a practical guide. Hutchinson Educational Editions, University of London, London.
- Nunes, A.J.P. and G.J. Parsons. 1998. Food handling efficiency and practice size selectivity by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* fed and dry pelleted feed. *Mar. Fresh. Beba. Physiol*, 31:193-213.

- Nunes, A.J.P. and G.J. Parsons. 2000. Effects of the Southern brown shrimp, *Penaeus subtilis*, predation and artificial feeding on the population dynamics of benthic polychaetes in tropical pond enclosures. *Aquaculture*, 183:125-147.
- Peña Mesina, E. 1999. Comparación del consumo alimenticio de *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris* durante la engorda, bajo condiciones de bicultivo y monocultivo semi-intensivo, en estanques de bajo recambio. Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. 91p.
- Porchas-Cornejo, M.A., Martínez-Córdova, L.R., Magallón-Barajas, F., Naranjo-Páramo, J., Portillo-Clark, G. 1999. Efecto de la macroalga *Caulerpa sertularoides* en el desarrollo del camarón *Penaeus californiensis* (Decapoda: Penaeidae). *Revista de Biología Tropical*. 47(3): 437-442.
- Rimando, K and K. Kevin Schrader. 2003. Off-Flavors in Aquaculture C.H.I.P.S. On Line Books.
- Richard A Shelby, Kevin K Schrader, Archie Tucker, Phillip H Klesius, Lawrence J Myers. Detection of catfish off-flavour compounds by trained dogs. *Aquaculture Research Vol. 35 Issue 9 Page 888 July 2004*
- Rubright, J. S.; J. L. Harrel, H. W. Holcomb, and J. C. Parker. 1981. Response of planktonic and benthic communities to fertilizer and feed applications in shrimp mariculture ponds. *J. World Maricul. Soc.* 12(1):281-299.
- Schrader, K.K., Rimando, A.M., Duke, S.O. 2002. Natural compounds for the management of undesirable freshwater phytoplankton blooms. En: Atta-Ur-Rahman, editor. *Studies in Natural Products Chemistry*. Vol. 26. Bioactive Natural Products (Part G). Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands. p. 351-389.
- Schrader, K.K., and Tucker, C.S. Evaluation of diquat as a potential algicide for controlling the musty-odor-producing cyanobacterium, *Oscillatoria perornata* in catfish aquaculture ponds. *J. Appl. Aquaculture*, 14: 149-154. 2003.
- Smith, D. L. 1997. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa.
- Suarez-Morales, E. 1998. Zooplancton y Acuicultura. Paginas 95 a 11 En: Martínez, L. (ed.). *Ecología de los Sistemas Acuícolas*. AGT Editor. México, D.F. México. 227p.
- Tacon, A, 2000. Rendered animal bioproducts: a necessity in aquafeeds for the new millennium. *The Global Aquaculture Advocate* 3(2):15-16.
- Tacon, 2001. Ecofeed and the coming of ecotechnology for aquaculture. *The Global Aquaculture Advocate* 4(2): 68-69.
- Tacon, A. 2002. Thematic review of feed and feed management practices in shrimp aquaculture. A Report for FAO, World Bank, WWF, and NACA. Kanehoe, HI, USA. 69p.
- Usha Rani, G., T Chandra Redi, & K. Ravindranath 1993. Economic of brackishwater prawn farming in Nellore District of Andhra Pradesh State, India. *J. Of Aquac. Trop.*, 8(2), 221-230.
- Wyban, J.A. and J.N. Sweeney. 1991. Intensive Shrimp Production Technology: The Oceanic Institute Shrimp Manual. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii, U.S.A. 158 p.
- White, D.1986. Biogical principles of pond culture: Sediment and benthos. Pages 15-19 In: E. Lannan, R. Oneal and G. Tchobanogolus (eds.) *Principles and Practices of Pond Aquaculture*. Oregon State University Press. Corvalli, Oregon USA.
- Yufera, M., A. Rodríguez and L. M. Lubian. 1984. Zooplancton ingestión and feeding behavior of *Penaeus kerathurus* larvae reared in the laboratory. *Aquaculture* 42:217-224.
- Yusoff, F.M., Zubaidah, M.S., Matias, H.B. & Kwan, T.S.. Phytoplankton succession in intensive marine shrimp culture ponds treated with a commercial bacterial product. *Aquaculture Research* 33 Issue 4 Page 269 March 2002
- Zatarain, M. 2000. Evaluación del uso de inductores de zooplancton en el cultivo semiintensivo del camarón azul, *Litopenaeus stylirostris*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Zendejas Hernández, J. (1994). La camaronicultura en México. Pag. 1-12 En: pp Memorias del Seminario Internacional de Camaronicultura, Camarón 94. Mazatlán, México.