

**MANEJO INTEGRAL DEL ALIMENTO DE
CAMARÓN, DE ESTANQUES DE PRODUCCIÓN
CAMARONEROS, Y PRINCIPIOS DE BIOSEGURIDAD**

DARRYL E. JORY, PH.D., M.B.A.

CURSO LANCE EN ACUACULTURA,

26-30 DE MARZO, 2001.

MONTERREY NUEVO LEÓN, MÉXICO.

INDICE

Tema	No.
I Introducción	1
II. Generalidades del cultivo de camarón	3
A. Situación actual y producción	3
B. Especies	4
C. Métodos de producción	5
III. Manejo integral del alimento balanceado de camarón	8
A. Objetivos	8
B. Aspectos generales relevantes	9
1. Aspectos biológicos	9
2. Importancia de la productividad primaria.	10
3. Cadena de procesos secuenciales	11
4. Rendimiento potencial	11
C. Esquema general de manejo de alimento	12
1. Factores que determinan rendimiento	12
2. Requerimientos nutricionales de camarones	13
3. Selección de alimentos balanceados	14
4. Recepción y almacenamiento	16
Pérdida de nutrientes	17
Rancidez	17
Crecimiento de microorganismos	18
Roedores e insectos	18
Guarde el alimento en un área fresca, seca y bien ventilada	18
5. Factores que afectan el consumo de alimento	19
Especie, edad/talla del camarón	19
Disponibilidad de alimento natural	20
Calidad de agua	20
Muda	20
Calidad del alimento balanceado	20
6. Métodos de aplicación	21
7. Frecuencia y horario de alimentación	22
8. Cálculo de ración diaria y ajustes a raciones	25
9. Uso de Indicadores (bandejas, charolas, cuadros) para monitoreo de alimentación	29
10. Perspectivas para optimizar el manejo de alimento balanceado	32
IV. Manejo integral de estanques de producción	35

A. Preparación de estanques	35
1. Lavado y secado de fondos	36
2. Muestreo de pH	38
3. Aplicación de cal	39
4. Arado y nivelación	40
5. Fertilización y llenado	40
B. Evaluación de calidad, aclimatación, y siembra de poslarvas	42
1. Evaluación de la calidad	43
2. aclimatación	45
3. siembra	47
C. Manejo y monitoreo de estanques poblacionales	47
V. Principios de bioseguridad aplicada en granjas	50
A. Principales enfermedades virales	50
B. Diagnostico y certificación sanitaria de postlarvas/pruebas de estrés	50
C. Consideraciones generales de bioseguridad	50
1. WSSV- Vías de transmisión, vectores y manejo	50
2. Portadores naturales de WSSV	51
3. Patogenicidad de agentes	51
4. Relevancia del estrés	52
5. Potencialización de resistencia y respuesta inmunológica	54
D. Exclusión de patógenos	54
1. Uso de desinfectantes químicos y pesticidas	54
2. Filtración mecánica y manejo de agua	56
3. Uso de mallas de filtrado	57
4. Exclusión de WSSV	58
5. Estrategias de recambio	59
E. Uso de viveros de precría como herramienta de producción	62
F. Planificación y diseño de sistemas de cero recambio y recirculación	63
Planificación	63
Diseño	63
G. Casos de estudio: Belice, Panamá, Guatemala	63
H. Estrategias de producción para reducción del riesgo financiero	63
1. Bioseguridad en manejo	64
2. Robustecimiento del sistema inmunológico	64
3. Bioseguridad en diseño	65
4. Manejo de costos	65
5. El manejo en un proceso secuencial	65
6. Mantener la comunicación	66
7. Implementar prácticas ambientales amigables	66
Literatura recomendada	66

Manejo Integral del Alimento de Camarón, de Estanques de Producción Camaroneros, y Principios de Bioseguridad¹

Darryl E. Jory, Ph.D., M.B.A

Profesor Adjunto de Acuicultura. Universidad de Miami, Escuela Rosenstiel de Ciencias Marinas y Atmosféricas, Miami, Florida 33149 USA dejry2525@aol.com. Vice Presidente de Operaciones, BioCepts International, Inc., HBOI Aquaculture Park, Ft. Pierce, FL 34946 FL USA <http://www.biocepts.com>

I Introducción

El desarrollo y uso de alimentos balanceados ha sido un factor muy importante en la exitosa expansión global de las industrias de cultivo de camarón, y su uso va a continuar teniendo una importancia creciente en el futuro para mantener estas industrias rentables y ecológicamente viables. Existe un potencial considerable para mejorar y optimizar las prácticas actuales de manejo de alimentación, que deberían ser específicas para diferentes especies, áreas, y hasta para cada época del año, para de esta manera optimizar la eficiencia de producción y minimizar los efluentes. Prácticas apropiadas de manejo del alimento balanceado maximizan el crecimiento y supervivencia de los camarones, reducen las conversiones de alimento y la cantidad de alimento que hay que usar. Prácticas incorrectas de manejo del alimento llevan a una producción subóptima, promueven la aparición de enfermedades y otros problemas de calidad de agua que afectan negativamente la producción, y que pueden en algunos casos tener efectos adversos sobre las condiciones ambientales en ecosistemas adyacentes.

¹ Darryl E. Jory, P., 2001. Manejo Integral del Alimento de Camarón, de Estanques de Producción Camaroneros, y Principios de Bioseguridad. Compiladores: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., García-Flores, A., Peña-Ortega, L. O., Navarro-González, H. A. Curso Lance en Acuicultura, 26-30 de Marzo, 2001. Monterrey Nuevo León, México.

Varios pasos secuenciales son parte de un manejo apropiado del alimento, incluyendo su selección; recepción, almacenamiento y manejo; métodos de aplicación; y regímenes de alimentación. La decisión de cuando alimentar depende de la determinación de la actividad circadiana, frecuencia y horas de alimentación (que están sujetas a cambiar basándose en la ubicación geográfica, especie, edad, talla, densidad de siembra, época del año, condiciones ambientales no usuales, y otros estímulos). El cálculo de las raciones de alimento involucra el estimar supervivencia, tamaño y biomasa de la población, y distribución de tallas. La evaluación de la actividad de alimentación y el ajuste de la cantidad de alimento a suministrar involucra muestreos regulares de población y también un monitoreo apropiado de varios parámetros del agua de las piscinas. El manejo de piscinas requiere de la comprensión de aspectos biológicos de las especies en producción, de los procesos químicos y biológicos que controlan la calidad del agua y del fondo, y de un monitoreo continuo de la piscina que genere retroalimentación para tomar medidas apropiadas y hacer ajustes oportunos. (Jory y Cabrera 1998).

Los camarones se alimentan en el fondo de los estanques, y por esto es difícil el estimar su tasa de consumo de alimento, a menos que se empleen bandejas o charolas. Estas bandejas son actualmente la mejor opción para manejar y ajustar las adiciones de alimento a las piscinas de camarón y prevenir la sub- o sobrealimentación. Métodos de manejo de alimento ineficientes incluyen un manejo y almacenaje inadecuado de los bultos o sacos de alimento durante el almacenaje y luego de distribuidos a las piscinas y previo a su uso. Prácticas de manejo ineficientes incluyen alimentación durante horas que son convenientes para los empleados (durante el día) pero no necesariamente las mejores horas para los camarones.

El propósito de la información que se ofrece a continuación es el de ofrecer lineamientos básicos para el manejo integral de alimentos balanceados en operaciones de cultivo de camarones en América Latina – primordialmente en sistemas de producción semi-intensivos en estanques de tierra. Estos lineamientos deben servir de guía y ser adaptados a las condiciones específicas de cada proyecto, incluyendo las condiciones ambientales prevalecientes, y los recursos y la capacidad de manejo cada granja. Se incluyen también numerosas referencias pertinentes, que el lector puede consultar para mayor información.

II. Generalidades del Cultivo de Camarón

La producción global de las pesquerías tradicionales alcanzó su máximo nivel en 1989 con unos 90 millones de toneladas métricas (TM), y desde entonces estas pesquerías han continuado siendo explotadas muy cerca de este nivel, que probablemente está próximo al máximo de producción sostenida posible. Es obvio que cualquier producción adicional tiene que ser generada por la actividad de la acuicultura. En los últimos diez años la acuicultura fue el único sector de las pesquerías que creció, y el desarrollo de los cultivos de camarón tuvo mucho que ver con este crecimiento. Tecnológicamente la acuicultura está aún en pañales si se la compara con otras actividades de producción como la agricultura o la ganadería, dentro del proceso de transición de ser cazadores del mar a cultivadores de las aguas, proceso que ocurrió en tierra hace ya varios miles de años. Pero la acuicultura ha venido ganando mayor fuerza, y se anticipa que su contribución a la demanda mundial de productos acuáticos debe seguir en aumento indefinidamente.

Varias especies de camarones marinos han sido cultivadas de manera incidental en el Sudeste Asiático por muchos siglos, pero esfuerzos serios para tecnificar esta actividad comenzaron en la década de 1930 en Japón. La industria sólo comenzó su desarrollo a escala comercial a finales de la década de 1960, y experimentó un tremendo desarrollo comenzando en 1980. En años recientes la camaronicultura ha aportado hasta un 25-30% del camarón que se comercializa en los mercados mundiales (Rosenberry 1999). El cultivo de camarón está reemplazando rápidamente a las pesquerías tradicionales como proveedores de camarón a los mercados, y se ha estimado que las granjas podrían contribuir hasta el 50% de la demanda global anticipada para la próxima década si las tendencias actuales se mantienen (Jory 1998a; Rosenberry 1999).

A. Situación Actual y Producción

Actualmente existen granjas camaroneras en más de 55 países alrededor del mundo, pero la producción se concentra particularmente en unos 10-12 países del Sudeste Asiático y América

Latina. De acuerdo a Rosenberry (1999), la producción global de camarones cultivados en 1999 se estima en unas 814.250 toneladas métricas (TM), lo cual representa un aumento global de un 10% con respecto a la producción de 737.200 TM estimada para 1998. El Hemisferio Oriental produjo 642.750 TM, o un 79% de la producción anual en 1999, un aumento del 21% con respecto al año anterior. El Hemisferio Occidental produjo unas 71.500 TM (21% de la producción mundial), una disminución del 17% en relación a 1998. Tailandia continúa (por octavo año consecutivo) como el primer país productor de camarón cultivado (200.00 TM), a pesar de seguir enfrentando serios problemas de enfermedades. Ecuador fue el cuarto productor a nivel mundial con unas 85.000 TM (de 130.000 TM en 1998). Para el año 2000 Rosenberry (2000) estima que la producción global aumentó a unas 865,000 tm, donde el Hemisferio Oriental produjo unas 750,000 mt y el Hemisferio Occidental unas 115,000 tm. Países como Honduras, Nicaragua, Ecuador, Perú y Panamá tuvieron pérdidas de producción cuantiosas debidas a la acción del WSSV, mientras que países como Brazil, Venezuela y Colombia (costa Atlántica) – libres de WSSV - tuvieron cosechas record.

La producción de camarón cultivado la dominan unos pocos países; esta tendencia posiblemente no va a cambiar significativamente en el futuro inmediato, pero los países más productivos hoy quizás no sean los del mañana. En los países desarrollados como EEUU (que importa anualmente cantidades de camarón con valor superior a los 3 billones de dólares) se llevan a cabo grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías de producción super-intensivas con recirculación de agua, y es posible que en el futuro las granjas de América Latina y Asia tengan que competir con estas granjas superintensivas (Jory 1998a, 1999a).

B. Especies

Existen unas 2.500 especies de camarones en el mundo, pero sólo una docena son explotadas comercialmente, y la producción en granjas es dominada por unas pocas especies. La especie "tigre negro" (*Penaeus monodon*) domina la producción en granjas del Sudeste Asiático, contribuyendo más de la mitad de la producción de cultivo en los últimos años. El camarón blanco del Pacífico (*P. vannamei*) domina la producción en granjas de América Latina (> 90% de la producción), aunque recientemente el camarón azul del Pacífico (*P. stylirostris*) ha

estado recibiendo mas atención, particularmente líneas resistentes al virus IHHNV. Pero el tigre negro y el blanco del Pacífico predominan claramente, constituyendo aproximadamente entre 60-80% de la producción global de granjas. Otras especies importantes que son cultivadas en América Latina incluyen *P. schmitti*, *P. occidentalis*, *P. californiensis*, *P. paulensis*, *P. setiferus*, *P. brasiliensis*, *P. duorarum*, *P. notialis*, y *P. subtilis*, y en Asia *P. japonicus*, *P. chinensis*, *P. penicillatus*, *P. indicus*, y *P. merguensis*. Este predominio de unas pocas especies en la producción de granjas probablemente se mantendrá por un tiempo, aunque hay estudios en progreso en varios países para evaluar el potencial de cultivo de unas 15 especies adicionales de camarones, y es indudable que otras especies serán producidas en granjas en el futuro. Aquí se presenta información principalmente aplicable a las especies *P. vannamei* y *P. stylirostris*, las de mayor auge en el Hemisferio Occidental.

C. Métodos de Producción

Globalmente existen cuatro métodos para producir camarones; estos métodos son el extensivo, semi-intensivo, intensivo y super-intensivo, y se caracterizan por una reducción progresiva en el tamaño de las piscinas de engorde, progresivo aumento en los costos de construcción y producción, mayor densidad de siembra, e intensificación de prácticas de manejo (incluyendo preparación de piscinas, recambio de agua, fertilización, uso de alimentos balanceados, mayor uso de larvas de laboratorio vs larvas silvestres, y otras prácticas).

También aumenta progresiva y marcadamente la necesidad de tecnología y mano de obra técnica y profesional, y con sistemas intensivos hay una tendencia de alejarse de la costa a tierras más altas. La mayoría de las granjas producen al menos dos cosechas anuales, aunque en muchas granjas se logran 2.3-3.0 cosechas anuales, mientras que en otras se produce una sola. Al comienzo las granjas eran extensivas, y aún existen muchas granjas de este tipo en diversos países como Tailandia, India, Indonesia Vietnam, Bangladesh y Ecuador. Desde 1980 la mayoría de las granjas construidas en América Latina han sido del tipo semi-intensivo, y en Asia del tipo intensivo. Actualmente un número significativo de granjas están siendo convertidas de semi-intensivas a intensivas, y hay una tendencia a disminuir significativamente el recambio de agua (hasta el punto de recircular el agua dentro de la

granja) debido a la aparición del Virus de la Mancha Blanca en América Latina (Jory y Clifford 1999a,b).

Tabla 1. Esquema de comparación generalizada de los sistemas de producción de camarón (Jory 1993).

Característica	Sistema Extensivo	Sistema Semi-Intensivo	Sistema Intensivo	Sistema Super-intensivo
Costo de construcción (dólares/ha)	> \$5.000	\$5.000-25.000	\$25.000-200.000	>\$200.000
Costo de producción (dólares/Kg)	\$0.9-2.0	\$2.5-5.0	\$5.0-8.5	?
Área (HA) de piscinas /Tanques	Piscinas 5-100	Piscinas 1-25	Piscinas/tanques 0.1-5.0	Tanques 0.1-1.0
Fuente de larvas	Silvestre	Silvestre y Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Densidad de siembra (PL/m ²)	1-5	5-25	25-150	150-300
Recambio de agua (% diario)	Mareas 5-10%	Bombeo 10-30%	Bombeo 30-100%	Bombeo 100-500%
Requerimientos de manejo	Mínimo	Moderado	Alto	Muy alto
Alimentación	No	Si	Si	Si
Fertilización	No	Generalmente si	A veces	No
Aireación	No	Opcional	Si	Si
Producción Anual (kg/ha)	50-500	500-5.000	5.000-20.000	20.000-100.000 (estimado)

Las granjas intensivas son más características de países desarrollados como Taiwán, Japón, los EEUU y otros. Los sistemas super-intensivos son básicamente experimentales en este momento, aunque hay mucho interés en su potencial. A los lectores interesados en información más detallada se les recomienda consultar el extenso trabajo de Weidner et al. (1992), y los reportes anuales de Jory (1997a,b, 1998a, 1999a) y Rosenberry (1999). La Tabla 1 presenta una comparación generalizada de las características de los varios sistemas de producción.

? Haciendo una comparación simple entre los diferentes sistemas de cultivo de camarón, se deben tener en cuenta varios conceptos muy importantes, incluyendo:

? En la selección del terreno para la granja, los diversos requisitos para su evaluación y selección son los mismos para todos los sistemas.

- ? Asimismo, la calidad de agua y de fondos de piscinas también es similar para todos los sistemas. Sin embargo, en el sistema semi-intensivo el tiempo para alcanzar niveles de deterioro considerable en la calidad de agua y fondos es mayor que en los sistemas intensivos, pero menor que para los sistemas extensivos.
- ? El área de piscinas semi-intensivas es muy variable, entre 2 y 30 ha. Sin embargo, el tamaño ideal desde el punto de vista de manejo es entre 4 y 8 ha. La profundidad operacional promedio debe estar entre 1.00-1.25 m; la profundidad mínima no debe ser menor de 1 m, y la profundidad máxima no debe sobrepasar los 2 m.
- ? El uso de bombas de agua se recomienda para el suministro de agua a las piscinas de producción. En el diseño de la granja, agua debe ser bombeada a un canal reservorio, de donde se llenaran las piscinas por gravedad. La capacidad de recambio de agua debe ser de un 10-15% diaria, aunque esto es variable dependiendo de diversos factores, incluyendo en que momento del ciclo de producción se encuentra cada piscina, la densidad de siembra y biomasa de camarón, manejo preventivo en caso de haber incidencia de alguna enfermedad, y otros factores.

Los requerimientos del sistema de aireación, que es opcional en un esquema de producción semi-intensivo (y que generalmente se emplea solo en la segunda mitad o ultimo tercio del ciclo de producción), dependerán de la calidad y suministro de agua, de la cantidad de alimento balanceado aplicado, poblaciones de fitoplancton, y otros factores. Generalmente se debe suministrar aireación a una piscina cuando la cantidad de alimento balanceado aplicado al día es mayor a unos 40-60 kg/ha, lo cual ocurre al existir una biomasa de camarones superior a unos 1.200 kg/ha. Con cantidades de alimento balanceado menores a estas cantidades indicadas anteriormente, normalmente no se amerita el uso del equipo de aireación, ya que el recambio de agua debe ser suficiente para mantener una calidad de agua adecuada.

Los métodos de manejo de alimento balanceado deben ser desarrollados y constantemente mejorados en cada granja, de acuerdo a variabilidad ambiental, metas de producción y recursos disponibles, entre otros parámetros. Es bueno mencionar el caso de un estudio llevado a cabo en Tailandia por C.P. Aquaculture Co., Ltd. (comunicación personal to A.G.J. Tacón, in Tacón 1993). Esta empresa suministró alimento a 174 granjas camaroneras, para que lo manejaran de acuerdo a sus propios criterios. Los valores de FCR reportados se muestran en la figura 1, con la considerable variación de resultados obtenidos, atribuibles a las practicas de manejo y producción diferentes de cada granja.

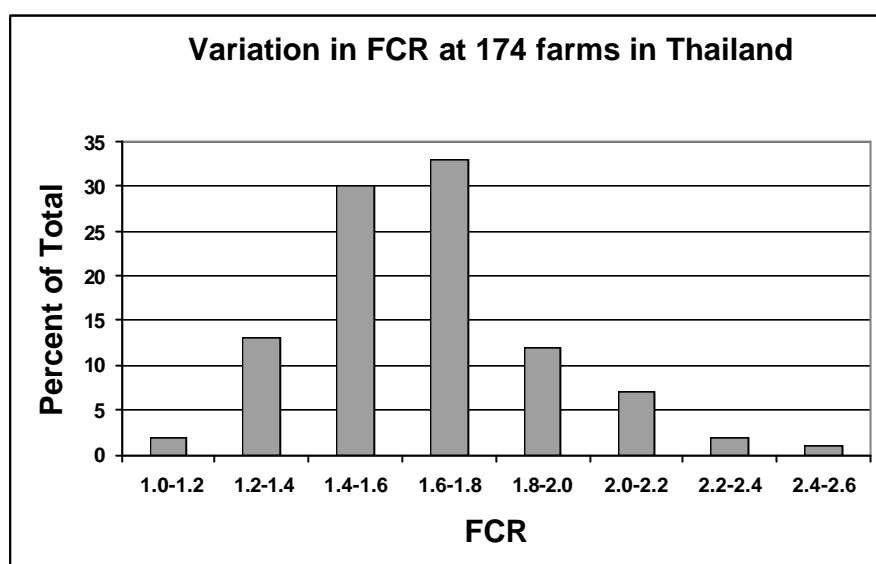


Figura 1. Variación de FCR en 174 granjas camaroneras de Tailandia (*P. monodon*) usando el mismo alimento.

III. Manejo Integral del Alimento Balanceado de Camarón

A. Objetivos

Como objetivo global, un manejo óptimo del alimento es aquel método que resulta en el máximo crecimiento, supervivencia, producción total y talla promedio, con la menor tasa de

conversión (FCR) y cantidad de alimento utilizado, y con el menor impacto ambiental. Como objetivos más específicos se pueden mencionar los siguientes:

- ? Suministrar a los animales un alimento de la mejor calidad posible y de la manera más eficiente posible, para sostener el mejor crecimiento y producción posible.
- ? Monitorear y poder ajustar continuamente la cantidad de alimento que se suministra, de acuerdo a variaciones de consumo causadas a diversos factores bióticos (disponibilidad y calidad de alimento natural) y abióticos (parámetros de calidad de agua).
- ? Minimizar la sobrealimentación y su efecto negativo en los costos de producción, en la degradación de la calidad de fondos y agua de las piscinas, y posible riesgo de enfermedades y efectos ambientales adversos a zonas circundantes.

B. Aspectos Generales Relevantes

Hay que recordar que la industria de cultivo de camarón a nivel global está enfrentando problemas de enfermedades y una creciente preocupación acerca del impacto ambiental potencialmente negativo que pueden tener los efluentes de las piscinas de producción. Es por esto que prácticas de manejo de las piscinas más estrictas, incluyendo el manejo del alimento, que minimicen causas potenciales de enfermedades y problemas de calidad de agua, deben ser implementadas.

1. Aspectos Biológicos

El manejo de piscinas requiere del conocimiento de diversos aspectos biológicos de las especies en producción, de los procesos químicos y biológicos que controlan la calidad del agua y del fondo, y de un monitoreo continuo de la piscina que genere retroalimentación para tomar medidas apropiadas y hacer ajustes oportunos.

Los estanques para producción de camarones son sistemas muy abiertos - en el sentido ecológico - y están sujetos a mucha variabilidad ambiental sobre la cual tenemos poco o ningún control. Estas piscinas 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.

2. Importancia de la Productividad Primaria.

La preparación meticulosa del estanque y un manejo apropiado para estimular y mantener la productividad primaria tienen una importancia crítica en los sistemas de producción semi-intensivo de camarón. Diversos autores han demostrado la gran importancia que tiene el alimento natural para la producción de camarón. Por ejemplo:

- ? Anderson et al. (1987) estudiaron la contribución relativa de alimento balanceado y productividad natural a la biomasa de camarón, (*Litopenaeus vannamei*, 20 animales/m²) utilizando marcadores radioactivos, y demostraron que 53-77% del carbono incorporado por los camarones en su crecimiento provenía de la productividad natural de la piscina y no del alimento balanceado.
- ? Teichert-Coddington y Rodríguez (1995) reportaron no haber determinado ninguna diferencia en crecimiento, supervivencia y producción en pruebas efectuadas con *Litopenaeus vannamei* (sembrados a 5 y 11 animales/m²) en piscinas de tierra y alimentados con dietas de 20 y 40% de proteína.
- ? Nunes et al. (1997) determinaron que un 75% del carbono incorporado por el camarón *Penaeus subtilis* en pruebas de crecimiento en piscinas de tierra (sembrados a 10 animales/m²) provenía de la productividad natural de la piscina.
- ? Focken et al. (1998) reportaron el contenido estomacal de juveniles de *Penaeus monodon* a las semanas 6, 11 y 16 de sembrados en estanques semi-intensivos. La dieta

peletizada suministrada constituyo entre 21.7 y 47.5% del contenido, mientras que materia vegetal y detrito diverso eran entre 29.7 y 69.0%.

3. Cadena de Procesos Secuenciales

El manejo del alimento es solo un paso de varios dentro de un proceso secuencial donde cada paso es relevante. Cada uno es progresivamente más importantes a medida que se avanza, ya que los recursos invertidos son cada vez cumulativamente mayores, por lo que el riesgo es mayor si no se procede apropiadamente. Estos pasos van desde una preparación de piscinas adecuada hasta una cosecha bien planificada y llevada a cabo, con diversos pasos como la remoción eficiente de materia orgánica, eliminación de depredadores y competidores, aclimatación y siembra de las poslarvas, estimulación de producción de suficiente alimento natural de buena calidad por medio de un proceso de fertilización inorgánica y orgánica (si posible), y varios otros pasos, todos importantes. Lo mas critico es promover un buen ambiente para los animales que se van a sembrar, los cuales muchas veces vienen de un ambiente donde son mimados (poslarvas de laboratorio) a enfrentar la vida en las piscinas, con competencia, depredadores, condiciones más adversas, donde tienen que buscarse el alimento y están sujetos a condiciones ambientales mucho más variables

4. Rendimiento Potencial

El rendimiento potencial de un alimento se puede ver como potencial positivo para producción de camarón (barras verdes y azules) o negativo, que se puede visualizar como recursos económicos o esfuerzo perdido, malgastado o subutilizado (barras rojas), o como posible impacto ambiental indeseable (Figura 2). Aunque esto no es totalmente así, ya que en áreas donde hay limitada disponibilidad de nutrientes, los efluentes de piscinas camaroneras pueden tener consecuencias muy positivas para el medio ambiente. Por ejemplo, existen proyectos camaronícolas que han tenido un efecto muy positivo sobre el manglar, y que no reciben el crédito que se merecen por esta loable acción en pro del ambiente y de las comunidades aledañas. Mencionamos el caso de una granja prominente en Venezuela que comenzó sus operaciones en 1990, y cuyas aguas de descarga a una vecina laguna costera habían

estimulado para 1996 el establecimiento de mas de 300 ha de manglares nuevos, con algunos árboles de cinco metros de altura. Esta formación de mangle ha también beneficiado y estimulado la biodiversidad local, y ha tenido efectos positivos para los pescadores artesanales de la zona.

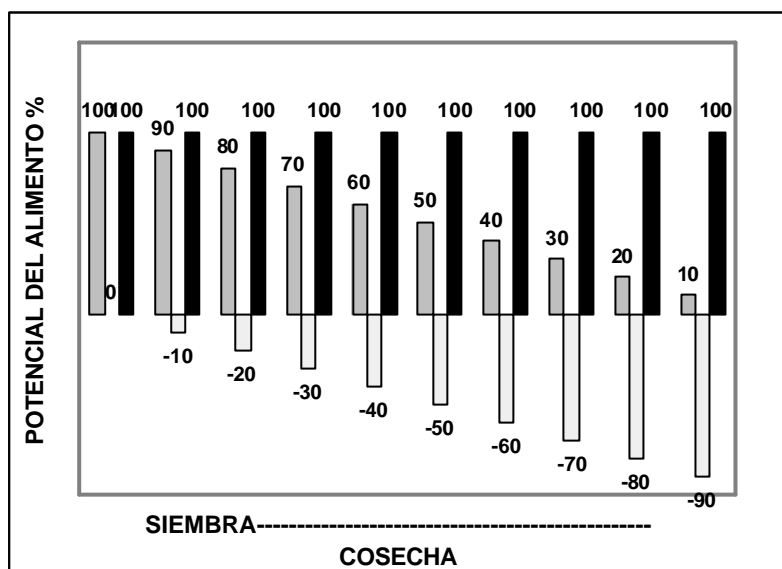


Figura 2. . Rendimiento potencial de un alimento balanceado (Jory y Cabrera 1998).

C. Esquema General de Manejo de Alimento

1. Factores que Determinan Rendimiento

De acuerdo a Tacón (1993), hay cinco factores primarios que determinan el rendimiento nutricional y el éxito de un alimento balanceado:

- ? El medio acuático y la disponibilidad de alimento natural
- ? Formulació n del alimento y su contenido nutricional
- ? Fabricación del alimento y sus características físicas
- ? Manejo y almacenamiento del alimento
- ? Métodos de aplicación y regímenes de alimentación

Todos estos factores deben ser considerados en un manejo integral de estanques de producción, incluyendo el manejo del alimento balanceado. Seguidamente se presentará una discusión de varias área relevantes, incluyendo los requerimientos nutricionales y selección de alimento, recepción y almacenamiento, métodos de aplicación, frecuencia y horario de alimentación, cálculo de ración diaria, ajustes a raciones, factores que afectan consumo de alimento, y uso de bandejas de alimentación en estanques de camarón.

2. Requerimientos Nutricionales de Camarones

Los requerimientos nutricionales de diversas especies de camarones peneidos han sido estudiados extensamente por numerosos investigadores, y no vamos a reportar en detalle aquí. A los interesados en información detallada sobre el tema, se les recomienda consultar publicaciones como las de Akiyama y Tan (1991), y D'Abramo et al. (1997). Los porcentajes de proteína recomendados para diferentes especies de camarones varían entre 20 y > 60% de acuerdo a la especie y a la publicación consultada. Para las especies *P. vannamei* y *P. stylirostris*, generalmente se recomiendan valores entre 25 y 35%, con porcentajes más altos para la segunda especie. Los niveles de lípidos recomendados van desde 6.0 a 7.5 %, y ácidos grasos entre 0.3-0.4%. Los niveles de suplementación de vitaminas varían desde 40 mg/Kg hasta 1.000 mg/Kg, dependiendo de la vitamina.

Quizás el ingrediente que más atención recibe en el caso de alimentos balanceados para camarones es el porcentaje de proteína. Cook y Clifford (1997a) han reportado que existe una gran variedad de alimentos balanceados para camarones, y que la composición y valor nutricional disponible de estos alimentos es muy variable. Para producciones de unos 600 Kg/ha, estos autores recomiendan alimentos de “baja calidad” con un 20-22% de proteína cruda. Alimentos de “mediana calidad” para producciones de entre 800 y 1.000 Kg/ha contienen un 25% de proteína, y para producciones de 1.000 a 1.200 Kg/ha se deben usar alimentos de 35% proteína. Para producciones mayores de 1.200 Kg/ha, se requieren dietas completas que suministren todos los macro- y micronutrientes que el animal necesita para su crecimiento y supervivencia adecuados.

3. Selección de Alimentos Balanceados

La selección del alimento a utilizar esta basada en diversos aspectos, tales como talla y peso del animal, composición proteica del alimento, sistema de cultivo empleado, disponibilidad en el mercado, y otros. Varios autores han resumido los principales criterios que se deben considerar para seleccionar un alimento balanceado. Dos de los más prominentes son los criterios presentados por Clifford (1992) y Zendejas-Hernández (1994).

Clifford (1992) recomienda el uso de alimentos con las siguientes características:

- ? Bajo potencial de contaminación
- ? Alta hidro-estabilidad para prevenir un deterioro demasiado rápido y prevenir la pérdida de nutrientes
- ? La inclusión de atrayentes y alimentos naturales para mejorar la palatabilidad y estimular un consumo rápido
- ? La adición de enzimas e ingredientes altamente digeribles para aumentar la asimilación de nutrientes y minimizar el material excretado

Zendejas-Hernández (1994) recomienda las siguientes características para el alimento:

- ? Que cubra los requerimientos nutricionales conocidos de la especie
- ? Que sea alimento fresco
- ? Libre de micotoxinas y pesticidas
- ? Fracción grasa libre de rancidez oxidativa
- ? Estabilidad en el agua acorde al esquema de explotación en el que se va a emplear
- ? Que sea atrayente
- ? Palatabilidad adecuada y que fomente su consumo
- ? Tamaño de pellet acorde al desarrollo del animal

La hidro-estabilidad del alimento es muy importante. Por razones obvias el alimento debe tener suficiente estabilidad luego de ser sumergido en el agua, para que mantenga su valor nutricional y sea atractivo al camarón. Sabemos que diversos nutrientes se pueden perder rápidamente si el alimento no es de buena calidad, o si ha permanecido sumergido por mucho tiempo (Cuzón et al. 1982).

El polvillo muy fino que se encuentra junto con gránulos o pelets de alimento balanceado resulta muchas veces de procedimientos inadecuados de fabricación. Cook y Clifford (1997a) reportan que un 1% del peso total del alimento es considerado como el límite de tolerancia para aceptar o rechazar un embarque de alimento balanceado. En cantidades mayores estas partículas son indeseables, ya que pueden ser sustrato para el crecimiento de números excesivos de bacterias en los estanques.

Tabla 2. Pérdida de nutrientes reportada de un alimento peletizado para camarones al cabo de una hora de inmersión en agua de mar. El alimento contenía gluten de trigo como aglutinante para conservar la forma del pelet por al menos 48 horas de inmersión en agua (Cuzón et al. 1982).

Nutriente	Nivel Inicial	Nivel luego de 1 hr	Porcentaje perdido
Materia seca %	100	81	19%
Proteína cruda %	52	41	21%
Carbohidratos %	16	8	50%
Vitamina C mg/Kg	3,089	332	89%
Tiamina mg/Kg	29.5	0.7	98%
Riboflavina mg/Kg	55	7.5	86%
Piridoxina mg/Kg	14	1	93%
Pantotenato mg/Kg	100	5.9	94%
Niacina mg/Kg	120	17	86%
Inositol mg/Kg	4,000	1,928	52%
Colina (mg/Kg)	3,368	1,835	45%

De acuerdo a Cook y Clifford (1997a), la calidad del alimento balanceado y su costo son directamente proporcionales, por lo que es importante que el alimento adecuado sea aplicado en el momento indicado del ciclo de producción, a fin de minimizar los costos de alimento y maximizar los rendimientos. Estos autores han sugerido el siguiente esquema general:

- ? No suministrar alimento hasta que se alcanza la biomasa crítica (unos 200 Kg/ha).
- ? Desde el momento en que se comienza a alimentar, hasta que se alcanzan unos 800 Kg/ha, utilizar un alimento de mediana calidad con un 25% de proteína.
- ? A partir de los 800 Kg/ha de camarón en adelante, cambiar a un alimento de mediana calidad pero con un 35% de proteína.
- ? Al alcanzar unos 1.200 Kg/ha de camarón, se debe utilizar un alimento completo (de la más alta calidad posible) y con un 35% de proteína.

4. Recepción y Almacenamiento

El correcto almacenaje del alimento es de gran importancia para evitar no solo pérdidas por roedores, sino también para disminuir el potencial de rancidez y el deterioro de la calidad del balanceado. La vida útil de los alimentos de acuicultura es de dos a seis meses, variando, significativamente, de acuerdo al tipo y calidad de la materia utilizada para su elaboración, así como a las condiciones de temperatura y humedad en el lugar de almacenaje.

Se recomienda adquirir alimento para periodos cortos, siempre y cuando se tenga la certeza de su disponibilidad constante. El alimento balanceado debe almacenarse por períodos de no más de dos a tres meses, bajo condiciones de poca humedad y buena ventilación, e impidiendo la presencia de roedores. Esto último se favorece eliminando pequeños espacios, donde estos animales tienden a anidar, así como alejando los sacos de alimento del suelo mediante el uso de rejas de madera, y apilándolos en un máximo de cinco sacos. Estas son prácticas que permiten mantener en buenas condiciones el alimento, y por ende una buena producción en el sistema.

Cuando llega un envío de alimento a la finca, es recomendable inspeccionarlo para evaluar su calidad. Hay diferentes criterios para evaluar la calidad del alimento, incluyendo sus características físicas (tamaño de pelets, apariencia uniforme, integridad, mínimo porcentaje de finos), hidro-estabilidad y atractabilidad. Diferentes fincas tienen diferentes criterios y maneras de evaluarlos. Muchos fabricantes de alimentos balanceados suministran información a sus clientes sobre como manejar y guardar el alimento (Jory 1995).

Markey (nd) y Jory y Cabrera (1998) resumen las condiciones de almacenamiento bajo las cuales se deben manejar los alimentos balanceados en granjas acuícolas. Los alimentos balanceados están fabricados con ingredientes altamente perecederos, y cuando nos referimos a su vida de anaquel o estante, es también importante entender que le ocurre al alimento cuando se almacena por períodos largos. Hay cuatro tipos de problemas que pueden ocurrir: pérdida de nutrientes, rancidez, crecimiento de microorganismos, y diversas plagas.

Pérdida de nutrientes

A medida que el alimento envejece, vitaminas esenciales como la vitamina C comienzan a degradarse y eventualmente el alimento se torna deficiente. Las altas temperaturas y humedad ambiental aceleran aun más este deterioro. Hay dos maneras de prevenir este problema en su fabricación:

Añadir niveles adicionales de vitaminas para contrarrestar las pérdidas que ocurren durante la fabricación y almacenamiento.

Utilizar formas estabilizadas de vitaminas (termo-estables) que resisten el deterioro y la descomposición del alimento. Hay formas estabilizadas de vitamina C que tienen hasta 80 veces mas termo-estabilidad que la vitamina C estándar usada en otros alimentos peletizados a temperatura ambiente (25 °C). Esto permite ahora el mantener niveles adecuados de vitaminas hasta por 6 meses o más en alimentos peletizados secos. Estudios han demostrado que alimentos elaborados con estas tienen niveles adecuados de vitamina C aun después de permanecer almacenados hasta por un año.

Rancidez

La rancidez es un deterioro de las lípidos presentes en niveles relativamente altos en la mayoría de las dietas. Con el tiempo, el oxígeno del aire descompone químicamente estas grasas y resultan productos secundarios indeseables. Estos compuestos pueden causar diversos

problemas, incluyendo rechazo del alimento, sabores indeseables, deficiencias de vitamina E y un crecimiento y salud inadecuado. La rancidez se previene añadiendo antioxidantes a las grasas en el alimento, usando solo aceites de pescado de la más alta calidad, y con un almacenamiento bajo buenas condiciones.

Crecimiento de Microorganismos

Desafortunadamente, la mayoría de los alimentos balanceados para acuicultura son un medio muy propicio para el crecimiento de bacterias y hongos cuando hay suficiente humedad y calor. Los hongos producen sustancias tóxicas, llamadas micotoxinas, las cuales pueden causar diversos síntomas que van desde un mal crecimiento hasta mortalidades significativas. Por esto, es importante mantener los niveles de humedad bajos (< 10%) y condiciones de almacenamiento apropiadas.

Roedores e Insectos

Siempre hay la posibilidad de que los alimentos que se almacenan por un período largo de tiempo pueden sufrir infestaciones de roedores e insectos. Estos animales crean problemas porque son vectores y agentes transmisores de enfermedades y hongos. Si no se controlan pueden causar daños considerables a los alimentos almacenados.

Las siguientes recomendaciones para el almacenamiento apropiado de alimento incluyen algunas recomendaciones para minimizar infestaciones de roedores e insectos.

Guarde el alimento en un área fresca, seca y bien ventilada.

Rote su abastecimiento usando primero el alimento mas viejo, el que tiene más tiempo almacenado. Siga el principio de “el primero que llegó es el primero que se usa”.

Los sacos de alimento deben colocarse en pilas sobre paletas para prevenir el contacto directo con el piso o suelo, y se deben dejar al menos unos 45 cm de distancia con las paredes. Esto

permite la limpieza y la colocación de trampas contra plagas. También previene que la condensación en las paredes dañe el alimento, y permite el flujo del aire y una ventilación adecuada.

Mantenga diferentes alimentos separados y claramente marcados o rotulados. Sea particularmente cuidadoso de no colocar juntas bolsas o costales de alimentos medicados y sin medicar.

Evite el manejo excesivo de los costales de alimento, y manéjelos siempre con cuidado. Las dietas peletizadas están diseñadas para ser durables, pero un manejo abusivo aumenta los niveles de polvos finos en el alimento, lo cual resulta en pérdidas para el productor. Se debe tener en cuenta también que en muchas fincas que alimentan más de una vez al día, la ración total del día a menudo se distribuye desde el almacén hasta las piscinas en horas de la mañana. Es importante proteger el alimento de la lluvia, de la luz solar directa y altas temperaturas a pie de piscina, manteniéndolo debajo de algún tipo de cobertizo sencillo y separado del suelo.

5. Factores que Afectan el Consumo de Alimento

Hay numerosos factores que afectan el comportamiento del camarón y las tasas de alimentación, y es importante entender estos factores bióticos y abióticos para poder hacer los ajustes necesarios. Algunos de los factores más importantes son:

Especie, edad/talla del camarón: la tasa de alimentación es una función fisiológica de la etapa de crecimiento en que se encuentra el animal. La alimentación es más alta durante las primeras etapas cuando el crecimiento es más rápido, y decrece exponencialmente a medida que el animal crece y se acerca a la madurez. El crecimiento durante los primeros días luego de la siembra puede ser de entre 12-15% diario, y se reduce a 1-2% durante las etapas finales. Especies como el *L. stylirostris* se desplazan por los estanques y buscan de alimento mucho más activa y agresivamente que *L. vannamei* (Clifford 1998), y esto se debe considerar a la hora de elaborar una estrategia de alimentación efectiva.

Disponibilidad de alimento natural: cuando la disponibilidad de alimento natural es alta, la demanda por alimento balanceado es baja. Esto ocurre cuando la biomasa es pequeña, durante las primeras semanas después de la siembra, y hasta que se alcanza una biomasa crítica equivalente a la capacidad de carga de la piscina (entre 150 y 250 Kg./ha aproximadamente, dependiendo de muchas variables, incluyendo la densidad de siembra, especie, y otras). A partir de este punto de biomasa crítica el alimento balanceado cobra una importancia cada vez mayor pues tiene que suplir progresivamente más y más de los requerimientos nutricionales de los animales.

Calidad de agua: los parámetros más importantes suelen ser temperatura y oxígeno disuelto. Los camarones son animales homeotermos porque su temperatura corporal depende de la temperatura del medio ambiente. Como la temperatura del cuerpo afecta las tasas de procesos fisiológicos, el metabolismo y la alimentación dependen de la temperatura ambiente. Una baja de temperatura disminuye la tasa metabólica y por lo tanto disminuye la demanda por alimento. Asimismo, una temperatura muy alta también puede hacer disminuir la tasa de alimentación. Diferentes especies tienen diferentes rangos óptimos de temperatura para alimentarse. Niveles bajos de oxígeno disuelto (que puede ser debido a diversas causas) disminuyen la tasa de alimentación. El apetito del camarón también puede ser afectado por otras causas, tales como la presencia de altos niveles de desechos metabólicos y contaminantes. Hay evidencia de que bajo condiciones de salinidades altas (> 45 ppt) es recomendable elevar los niveles de proteína en la dieta para mantener la producción.

Muda: Los camarones no suelen alimentarse cuando están mudando, y pueden demorarse de 1-3 días en volver a comenzar a comer. Por esto es muy importante notar bajas súbitas en el consumo de alimento (> 25%) que puedan indicar que los camarones están mudando.

Calidad del alimento balanceado: los camarones comen para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Si el alimento balanceado suministrado no tiene suficiente energía, por ejemplo, el camarón va a consumir más alimento. También son importantes la atractabilidad y palatabilidad del alimento, pues los que tienen altos valores de estos son consumidos más y más rápido.

7. Métodos de Aplicación

Los alimentos balanceados se pueden distribuir manualmente al boleo desde los diques, muelles, botes y canoas, mecánicamente con “blowers” especializados montados en botes o en camiones, y hasta desde aviones de fumigación especialmente adaptados. En los estanques camaroneros es importante distribuir el alimento de una manera uniforme, y diversos autores han recomendado varias maneras de como hacerlo, incluyendo trayectorias fijas para los botes que distribuyen el alimento, demarcadas con palos o varas colocadas en el fondo de las piscinas a intervalos regulares.

Sin embargo, hay que considerar que, en el caso de los camarones, la distribución de los animales en los estanques no es uniforme, y que diversos factores influyen en como los animales se distribuyen. Los camarones evitan áreas con mucha iluminación, tales como las zonas someras cerca de los bordes de los estanques, y también áreas donde se concentran sedimentos anaeróbicos y se producen compuestos como el anhídrido sulfhídrico, tales como canales internos de desagüe (conocidos como panameñas en muchos países de América Latina) y cerca de las compuertas de desagüe. Durante horas del día los animales tienden a migrar hacia las zonas mas profundas de los estanques, evitando la luz solar. Se debe evitar, en principio, el dispersar alimento en zonas muy someras o donde se acumulen sedimentos fácilmente, como en esquinas de piscinas.

Los alimentadores tipo “blower” montados en camiones, botes o balsas son adecuados para estanques pequeños (< 5 ha) y de forma estrecha, para que el alimento pueda ser distribuido uniformemente. En el caso de camarones, una distribución más uniforme aparentemente es más importante para el *L. vannamei* que para el *L. stylirostris*, que puede moverse distancias muchos mas considerables dentro de las piscinas en busca de alimento. Si se utilizan blowers, debe chequearse que el alimento que se este utilizando soporte la fuerza del aire a presión sin crear demasiados “finos”, los cuales son fuente de desperdicio de alimento y pueden contribuir a elevar la demanda de oxigeno y degradar la calidad de agua en la piscina.

7. Frecuencia y Horario de Alimentación

En líneas generales, la frecuencia de alimentación debe adaptarse a los hábitos de comportamiento y alimentación de la especie en producción. No hay un protocolo o programa estándar que se pueda aplicar por igual a cada finca. Cada finca es diferente, y cada piscina puede ser diferente en cada ciclo de producción. Para granjas camaroneras, los comentarios que se presentan son aplicables a piscinas para la producción semi-intensiva (densidades de siembra por debajo de 25 animales/m²), pero no para sistemas de producción más intensivos, los cuales deben manejarse con otros criterios (aireación, remoción de materia orgánica y detrito, y otros) que no serán discutidos aquí.

En granjas camaroneras del Hemisferio Oriental el alimento se distribuye entre 6-8 veces al día, mientras que en el Hemisferio Occidental normalmente se alimenta 1-3 veces al día, usualmente en la mañana y en la tarde, algunas veces de noche. Los camaroneros Asiáticos típicamente distribuyen la mayor cantidad de la ración diaria durante horas nocturnas, debido al mayor grado de actividad exhibido por los animales durante la noche. Las fincas de América Latina dependen principalmente de alimentos balanceados comerciales, mientras que en el Sudeste Asiático alrededor de la mitad del camarón cultivado se produce con alimentos preparados en la misma finca, y con alimentos naturales tales como peces, desechos de plantas de proceso de productos acuáticos, y varios moluscos y crustáceos que pueden ser vectores de transmisión de varias enfermedades.

Los camarones peneidos son animales que tienen hábitos omnívoros y que se alimentan de manera continua a frecuente (Zendejas-Hernández 1994). Es bien reconocido que suministrar la ración diaria distribuido en múltiples alimentaciones generalmente mejora el consumo de alimento, el crecimiento y las tasas de conversión. Esto es particularmente cierto en el caso de piscinas con densidades de siembra más altas, o con especies más “carnívoras” como el *L. stylirostris* (Clifford 1992). Diversos autores han evaluado el efecto que la frecuencia y el tiempo de alimentación tienen sobre el crecimiento y supervivencia. Por ejemplo, Robertson et al. (1993) demostraron que para *L. vannamei*, cuatro veces al día era mejor que dos, y dos era mejor que una. También reportaron una ligera tendencia a un mejor rendimiento en animales

alimentados de día que de noche. Para cultivos intensivos, Wyban y Sweeney (1991) reportan que el alimentar seis en vez de cuatro veces diarias no representa ninguna mejora significativa. Para *L. vannamei* existen diversas opiniones acerca de cual es la frecuencia ideal, y esto es información que cada granja debe tratar de establecer y tratar de incorporar a su manejo, dentro de sus operaciones y capacidades. En general, en sistemas camaroneros semi-intensivos se debe alimentar entre 2-4 veces al día, según lo permita la infraestructura de personal y logística de la granja.

Siendo prácticos en el manejo del alimento, lo ideal es poder conjugar el horario de alimentación con la mayor actividad del animal, para que este obtenga los mayores beneficios del alimento balanceado suministrado (Zendejas-Hernández 1994). De esta manera se maximiza el consumo – con los consiguientes beneficios de crecimiento y producción – y se minimiza el desperdicio y efectos nocivos sobre el estanque por acumulación de alimento no consumido.

A continuación se presentan dos tablas con programas de alimentación recomendados para camarones peneidos.

Tabla 3. Programa de alimentación para camarones basado en la actividad diurna de los animales (Akiyama 1989).

Hora de Alimentación	Porcentaje de la Ración Diaria
0600	20%
1000	10%
1400	10%
1800	30%
2200	30%

Tabla 4. Tasas de alimentación y frecuencias recomendadas para varias tallas de camarones (modificado de Lim y Persyn 1988).

Estadío/Peso	Tasa (% peso corporal)	No. Alimentaciones/día
PL1 5-30	30-20	6
PL30-0.5 g	20-15	4
0.5-2 g	15-12	3-4
2-5 g	12-8	3
5-10 g	8-6	3
10-20 g	6-4	2-3
> 20 g	4-3	2-3

Clifford (1997) recomienda para *L. stylirostris* de la variedad Super Shrimp, y basado en una experiencia extensa, un programa de alimentación donde este se distribuye dos veces al día durante los primeros 30 días, y se aumenta a tres veces y luego a cuatro hacia el final del ciclo de producción. Este esquema se reproduce parcialmente en la Tabla 5.

Tabla 5. Esquema de alimentación recomendado para *L. stylirostris* de la variedad Super Shrimp (Clifford 1997).

Período de Engorde (días)	Hora de Alimentación	% de Ración Diaria Total
0-30	0800	50
	1500	50
31-90	0800	30
	1500	40
	2200	30
91-cosecha	0800	20
	1100	20
	1500	35
	2200	25

Horas de alimentación convenientes para quien?

Entre las prácticas de manejo ineficiente se incluyen alimentación solamente durante horas que son convenientes para los empleados (durante el día) pero no necesariamente las mejores horas para los camarones. En el Hemisferio Oriental el alimento se distribuye entre 6-8 veces al día, mientras que en el Hemisferio Occidental se alimenta 1-3 veces al día, usualmente en la

mañana y en la tarde, algunas veces de noche. Los camarones Asiáticos típicamente distribuyen la mayor cantidad de la ración diaria durante horas nocturnas, debido al mayor grado de actividad exhibido por los animales durante la noche.

La supervisión nocturna no es fácil

En el cultivo de camarones, la alimentación nocturna muchas veces es más importante a medida que avanza el ciclo de producción y la disponibilidad de alimento natural va disminuyendo, porque los animales derivan más y más de su sustento del alimento balanceado, y es importante que el alimento este disponible. Cada finca tiene que determinar cual es su mejor estrategia en cuanto a la frecuencia de alimentación. Al menos dos veces diarias, si posible tres veces. Una estrategia recomendable es alimentar 1-2 veces durante la primera parte del ciclo, y tratar luego de aumentar a 3-4 veces al día.

8. Cálculo de Ración Diaria y Ajustes a Raciones

El alimento balanceado suele ser el costo operativo más alto en el cultivo semi-intensivo de camarones, por lo que se hace crítico un manejo eficiente para maximizar el rendimiento del alimento y la rentabilidad del ciclo de cultivo. Existen dos maneras para calcular las raciones de alimento diarias, y su ajuste periódico: las tablas de alimentación tradicionales, y el uso de indicadores de consumo.

Tablas de Alimentación

La manera inicial de calcular y ajustar las raciones diarias de alimento balanceado que se usaron en la industria de cultivo de camarón – y que aun es empleado por muchas granjas, principalmente las de pequeño tamaño, es con el uso de tablas de alimentación. Estas tablas están basadas en cálculos para alimentar un porcentaje del peso corporal promedio estimado para los animales en el estanque o piscina. Este porcentaje se va reduciendo a medida que los animales aumentan de talla. Estas tablas se usan en combinación con tablas de supervivencia – o sus estimados basados en muestreos periódicos de la población del estanque, durante los cuales también se determina el peso promedio de los animales. Este método es relativamente

fácil de implementar y requiere de poco esfuerzo, pero el potencial para cometer errores de estimados es grande y frecuentemente resulta en sub- o sobrealimentación, y en tasas de conversión alimenticia altas. Estas tablas fueron desarrolladas para *P. vannamei*, y no suelen dar buenos resultados. Además, la variabilidad inherente a cada piscina y aun durante cada ciclo de producción (debida a diferente productividad primaria, preparación y manejo, parámetros ambientales, tipo y calidad de alimento balanceado usado y varios otros) también es un factor importante que hace difícil el obtener buenos resultados consistentemente usando este método. Las Tablas 6 y 7 que se presentan a continuación son ejemplos de tablas de alimentación y de supervivencia, respectivamente, usadas en América Latina.

Tabla 6. Tablas de alimentación representativas para *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris* (en porcentaje de peso corporal a ser alimentado diariamente) bajo condiciones de cultivo semi-intensivas en América Latina (Jory 1995).

Camarón	Peso (g)				Fuente			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	25.00	---	12.70	11.00	14.00	16.00	---	16.00
2	15.00	---	10.00	8.00	8.20	11.70	5.50	11.70
3	10.00	---	8.00	6.50	6.20	8.60	4.70	8.60
4	7.70	---	7.00	5.50	5.20	7.00	4.20	7.20
5	6.60	---	6.00	4.50	4.50	6.20	3.90	6.20
6	6.00	6.00	5.30	4.00	3.90	4.80	3.60	4.80
7	---	5.00	4.80	3.20	3.60	4.40	3.30	4.40
8	---	4.40	4.30	3.00	3.30	4.00	3.00	4.00
9	---	3.80	4.00	2.90	3.00	3.90	2.90	3.90
10	---	3.40	3.90	2.80	2.80	3.60	2.80	3.60
11	---	3.20	3.60	2.70	2.60	3.50	2.60	3.50
12	---	3.00	3.40	2.60	2.50	3.20	2.60	3.30
13	---	2.80	3.20	2.50	2.30	3.10	2.50	3.10
14	---	2.60	3.00	2.50	2.20	3.00	2.40	3.00
15	---	2.40	2.90	2.40	2.10	2.90	2.30	2.90
16	---	2.20	2.80	2.40	2.00	2.70	2.30	2.70
17	---	2.00	2.70	2.20	2.00	2.70	2.20	2.50
18	---	2.00	2.60	2.10	1.90	2.70	2.10	2.40
19	---	2.00	2.50	2.00	1.80	2.60	2.00	---
20	---	2.00	2.50	2.00	1.80	2.60	2.00	---
21	---	2.00	2.50	1.90	1.80	2.60	1.90	---
22	---	2.00	2.50	1.70	1.80	2.60	1.80	---
23	---	1.80	---	---	---	---	---	---

Fuentes:

1. SOYA, S.A. (COLOMBIA), 40% PROTEINA, > 7 PL/M².
2. SOYA, S.A. (COLOMBIA), 35% PROTEINA, > 7 PL/M².
3. MOLINOS CHAMPION, S.A. (ECUADOR).
4. DIAMASA, S.A. (ECUADOR), PISCINA 10 HA, 10 PL/M².
5. NICOVITA, S.A. (PERÚ), 30 PL/M² (CLIFFORD 1992).
6. PURINA, S.A. DE C.V. (MÉXICO), 8-18 PL/M².
7. VILLALÓN (1991), 12.5-18.5 PL/M² (ECUADOR).
8. ZENDEJAS (1994), JUVENILES (MEXICO), DENSIDAD NO ESPECIFICADA.

Tabla 7. Tablas de supervivencia representativas para *Penaeus vannamei* bajo condiciones de cultivo semi-intensivas en América Latina (Jory 1995). Fuente: Poslarvas silvestres (Molinos Champion, S.A., Ecuador); 2. Poslarvas de nauplios silvestres (Molinos Champi Champion, S.A., Ecuador); 3. Poslarvas de maduración (Molinos Champion, S.A., Ecuador); 4 Diamasa, S.A. (Ecuador), estanque 10 ha, 10 PL/m²; 5. Villalón (1991), juveniles de transferencia 0,8 g promedio; 6. Villalón (1991), siembra directa, poslarvas 0,01 g promedio.

No. Días	Fuente					
	1	2	3	4	5	6
0	100	100	100	---	---	---
1	---	---	---	100	100	100
5	97.7	95.0	87.3	---	---	---
7	---	---	---	92.0	90.0	90.0
10	96.0	94.2	79.3	---	---	---
14	---	---	---	---	89.0	85.0
15	94.9	93.6	74.0	---	---	---
20	94.1	91.6	69.7	84.0	---	---
21	---	---	---	---	88.0	83.0
25	93.5	89.5	66.5	---	---	---
28	---	---	---	80.0	87.0	80.0
30	92.6	87.4	63.6	78.0	---	---
35	91.9	85.3	61.2	---	86.0	78.5
40	91.1	83.2	59.4	---	---	---
42	---	---	---	---	85.0	77.0
45	90.4	81.1	57.8	75.3	---	---
49	---	---	---	74.6	84.0	75.6
50	89.6	79.0	56.3	---	---	---
55	88.9	77.6	55.1	---	---	---
56	---	---	---	---	83.0	74.2
60	88.1	76.2	54.0	72.8	---	---
63	---	---	---	72.3	82.0	72.7
65	87.4	74.8	52.9	---	---	---
70	86.6	73.4	52.0	---	81.0	71.3
75	85.9	72.0	51.3	70.3	---	---
77	---	---	---	---	80.0	69.8
80	85.1	70.6	50.6	---	---	---
84	---	---	---	68.8	79.0	68.3
85	84.4	69.2	50.0	---	---	---
90	83.5	67.8	49.6	67.9	---	---
91	---	---	---	---	78.0	66.9
95	82.7	66.4	48.4	---	---	---
98	---	---	---	---	77.0	65.4
100	82.1	65.0	47.3	---	---	---
105	81.4	63.6	46.0	---	76.0	64.0
110	80.6	62.2	44.9	---	---	---
112	---	---	---	---	75.0	62.5
115	79.9	60.8	43.2	---	---	---
119	---	---	---	---	74.0	61.0
120	79.1	59.4	42.0	63.3	---	---
125	78.2	58.0	41.3	---	---	---

En piscinas camaroneras semi-intensivas, el momento de comenzar a aplicar alimento balanceado es cuando se ha alcanzado una biomasa crítica de camarones, cuya alimentación adecuada la productividad natural de la piscina ya no alcanza a cubrir, sin importar los niveles de fertilización que se le apliquen. Esta biomasa se estima está en unos 200 Kg de camarón por hectárea (Cook y Clifford 1997a), y este nivel será alcanzado en un número de días que va a variar entre granjas, entre piscinas, y aún en la misma piscina entre diferentes épocas del año. Otros factores que influyen en cuando se alcanza esta biomasa crítica son la densidad de siembra, calidad de las poslarvas, niveles de productividad primaria, y otros. En general, para densidades de siembra entre 10 y 25 poslarvas por metro cuadrado, la biomasa crítica será alcanzada entre los días 20 y 30 después de la siembra. Para determinar esto con exactitud, se debe elaborar una curva de crecimiento para la granja, y continuamente añadir datos para mantenerla actualizada. Este procedimiento se explica en detalle en Cook y Clifford, (1997a), pero con experiencia, es posible estimar cuando se necesita a comenzar a alimentar la ración completa a una piscina. También es recomendable comenzar a acostumar a los animales al alimento balanceado, y una manera práctica de lograr esto es aplicando diariamente unos 3-5 Kg/ha de balanceado a la piscina desde una semana más o menos antes de que se comience a alimentar la ración completa. Un buen entendimiento de la relación entre el uso de alimento balanceado y la productividad natural de un estanque de producción – relación que es compleja - es un factor crítico para el éxito de una granja acuícola, y la experiencia y sentido común son muy importantes para alcanzar este entendimiento.

9. Uso de Indicadores (Bandejas, Charolas, Cuadros) para Monitoreo de Alimentación

En las granjas de camarón, las bandejas o charolas son el mejor aliado del productor. La mejor manera de optimizar el monitoreo de la demanda de alimento y hacer los ajustes pertinentes es con el uso de charolas o bandejas de alimentación, usadas como “testigos”. Las tablas de alimento que se aun se usan para hacer ajustes a las raciones en muchas fincas son diseñadas para situaciones ideales y deben ser usadas solo como guías. No hay protocolos estándar para alimentar camarones que funcionen eficientemente en cada piscina en cada ciclo, ya que hay demasiadas variables que afectan el comportamiento del camarón.

El principio básico de las bandejas es que se asume que una vez que todo el alimento balanceado esparcido por la piscina ha sido consumido, los camarones van a las charolas en busca de alimento adicional. El sistema se basa en la velocidad a la que los camarones en una piscina consumen una cantidad preestablecida de alimento en un tiempo determinado. El consumo de alimento en las bandejas se estima, y esta información proveniente del monitoreo del consumo de alimento en las bandejas se usa para calcular el consumo y hacer ajustes pertinentes a la ración.

De acuerdo a Clifford (1997), las bandejas se pueden usar de tres maneras diferentes: como testigos, sistema Peruano, y en combinación.

? **Testigos**. Como testigos o indicadores de consumo de alimento, se utilizan desde unas 5 bandejas por ha para piscinas de pequeñas (menos de unas 6-7 ha) hasta 1-4/ha para piscinas entre 10-20 ha. Se coloca una poca cantidad de alimento en las bandejas (unos 150-200 g) , y la ración se distribuye por toda la piscina. La información proveniente del monitoreo del consumo de alimento en las bandejas se usa para calcular el consumo y hacer ajustes pertinentes a la ración. Requiere de poco personal y bandejas para su implementación, pero se debe asignar personal experimentado, dedicado y debidamente supervisado para ser usado efectivamente. Una gran ventaja de este sistema es que cuando se implementa efectivamente, no hay necesidad de estimar con precisión el numero de camarones en un estanque, y no hay necesidad de usar tablas.

? **Sistema Peruano**. La ración diaria completa se distribuye en bandejas. Se requiere un numero mucho mayor de bandejas por ha y piscina. Es un sistema mucho mas intensivo en cuanto a equipo y personal, pero produce un estimado muy preciso y a tiempo del consumo de alimento y facilita obtener tasas de conversión muy buenas. Para una discusión a fondo de este sistema se debe consultar el trabajo de Cook y Clifford (1998c).

? **Combinación**. Algunos productores han experimentado con una combinación de los dos sistemas descritos anteriormente, donde el sistema Peruano se usa inicialmente al comienzo del ciclo y posteriormente se hace la transición al sistema de testigos.

Las ventajas del uso eficiente de las bandejas incluyen:

- ? Previene la sub- y la sobre alimentación, con sus consiguientes problemas
- ? Evitan el deterioro de la piscina, calidad de fondos y calidad de agua
- ? Sirve para avisar cuando hay muda masiva, y se puede reducir temporalmente la distribución de alimento.
- ? Permite estimar la supervivencia y salud de los animales

Las bandejas usadas como testigos o indicadores de consumo deben distribuirse uniformemente en las piscinas, en dos o tres filas de acuerdo al tamaño del estanque, y separadas de los diques por unos 7-10 m. Para piscinas de menos de 2 ha, se deben usar 4-6 bandejas/ha; para estanques entre 2-10 ha se deben usar 3-4 bandejas/ha; para estanques entre 11-20 ha se usan unas 2-3 bandejas/ha; y para piscinas mayores de 20 ha se necesitan unas 1-2 bandejas/ha.

Cook y Clifford (1997b) presentan una discusión muy completa sobre el uso de bandejas de alimentación, que se resume a continuación. El entrenamiento del personal que maneja las bandejas es muy importante, dado el impacto que el manejo del alimento tiene sobre la producción y costos, y es conveniente llevar a cabo clases para entrenar a este personal especializado. Idealmente las bandejas deben ser manejadas y examinadas por personal que ha recibido entrenamiento en su uso e interpretación de observaciones.

El alimento solo se coloca en las bandejas después que la ración ha sido distribuida por la piscina, porque si se coloca primero, los camarones lo consumirán muy rápido y los resultados serán erróneos. La cantidad de alimento a ser colocada en la bandeja debe ser primero humedecida para que no flote. Al distribuir el alimento al voleo, se debe evitar aplicarlo sobre las bandejas.

Las bandejas se deben examinar unas dos horas después de aplicado el alimento; si se espera más tiempo, el alimento puede empezar a desintegrarse y se sobrestimara el consumo. Las

bandejas se deben dejar bajar al fondo y subir a la superficie despacio, para que no se escapen pelets de esta. La cantidad de alimento que queda en una bandeja se evalúa y recibe un valor numérico como el siguiente:

Tabla 8. Valor numérico asignado para cantidades de alimento observados en las bandejas (Cook y Clifford 1997b).

Valor numérico	Cantidad de alimento en la bandeja
0	No quedó alimento
1	Algo de alimento, pero < 10%
2	Entre 10-25% alimento
3	Más del 25% de alimento

Los resultados de esta evaluación numérica son tabulados y convertidos a valores enteros (0,1,2,3) y la suma de los valores de todas las bandejas para cada piscina calculado para todas las alimentaciones del día. Con estos datos se calcula un valor promedio para la piscina al final del día, y este valor se usa para ajustar la ración del día siguiente de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9. Ajustes de la ración diaria de acuerdo a los valores numéricos de consumo del día anterior (Cook y Clifford 1997b).

Valor promedio	Ajustes a la ración
< 0.5	Aumentar la ración en un 10% con respecto al día anterior, pero solo si este valor promedio ha sido mayor de 0.5 por tres días consecutivos
0.5-1.0	Mantener la ración del día anterior
> 1.0	Reducir la ración del día anterior en 15%
> 2.0	Reducir la ración del día anterior en 30%

10. Perspectivas para Optimizar el Manejo de Alimento Balanceado

El desarrollo y uso de alimentos balanceados ha sido un factor determinante en el alto grado de desarrollo alcanzado por la camaronicultura, y será aun más importante en las próximas

décadas. El uso creciente de alimento balanceado para camarones aumentará la competencia de la industria por recursos finitos tales como la harina y el aceite de pescado. Hay proyecciones que indican que la demanda anticipada para alimento balanceado sólo en Asia llegará a unas 776.000 TM (de unas 480.000 Tm en 1990), y se estima que globalmente un 20-25% de la producción mundial de harina de pescado será destinada a la industria de alimentos balanceados para la acuicultura hacia el año 2000, creando lo que se ha dado por llamar la "trampa de la harina de pescado".

Indudablemente existe un enorme potencial para reducir el costo de producción y mejorar el rendimiento de los alimentos balanceados para camarones. Investigaciones en curso en diversas instituciones alrededor del mundo están examinando la posibilidad de desarrollar nuevas dietas que serán específicas para cada especie, área y época del año, utilizando nuevos ingredientes de menor costo, diversos aditivos naturales y promotores de crecimiento incorporando nuevos componentes tales como bacterias probióticas, estimuladores inmunológicos y enzimas digestivas que promoverán el crecimiento, supervivencia y producción, resistencia a enfermedades y tendrán un impacto ambiental menor. Mejores prácticas de manejo de piscinas y de los alimento balanceados también contribuirán a reducir los requerimientos de harina de pescado y el efecto de los efluentes.

Aspectos importantes para optimizar el manejo del alimento incluyen:

- ? Conocer las piscinas y el comportamiento del animal (observaciones frecuentes); retroalimentación para ajustes frecuentes y precisos
- ? Utilizar el mejor alimento que se pueda conseguir, y maximizar su potencial de rendimiento.
- ? Maximizar el uso de productividad primaria (aprovechar lo que la naturaleza puede hacer por los animales).
- ? Manejo integral de las piscinas – el manejo del alimento es solo un componente de un proceso secuencial.

En el cultivo de camarones, el uso de los comederos como testigos para monitorear y ajustar el consumo de alimento es esencial si se desean mejorar las tasas de conversión de alimento, los costos de producción, el desperdicio de alimento y problemas potenciales de calidad de agua, salud de los animales, e impacto de efluentes.

El desarrollo y uso de alimentos balanceados ha sido un factor muy importante en la exitosa expansión de la industria de cultivo de camarón, y su uso va a continuar teniendo una importancia creciente en el futuro cercano para mantener la industria ecológicamente viable. Hay un gran potencial para mejorar y optimizar las prácticas de manejo de alimentación, que pueden ser específicas para diferentes especies, áreas, y hasta para cada época del año, para de esta manera optimizar la eficiencia de producción y minimizar los efluentes y cualquier efecto potencial sobre el ambiente.

Prácticas apropiadas producirán máximo crecimiento y supervivencia de los camarones, con más bajas conversiones de alimento, reducirán la cantidad de alimento que hay que usar, y minimizaran los impactos ambientales potencialmente negativos de los efluentes de las piscinas a áreas adyacentes. Prácticas incorrectas de manejo del alimento llevan a una producción sub-óptima, promueven la aparición de varias enfermedades y otros problemas de calidad de agua que afectan negativamente la producción, y que tienen efectos adversos sobre las condiciones ambientales en ecosistemas adyacentes.

El manejo del alimento es crítico para una producción eficiente y para minimizar impactos ambientales. Es muy común culpar el alimento cuando los resultados no son los esperados, cuando el problema, si es uno solo y relacionado con el alimento, es su manejo y no la calidad inicial de este cuando llego a la finca. . No hay alimentos balanceados malos (aunque si hay algunos mejores que otros), pero si hay un mal manejo del alimento. Hay tener presente siempre que un buen alimento + mal manejo = pobres resultados, mientras que un buen alimento + buen manejo = buen resultado.

El manejo adecuado y eficiente de piscinas de producción semi-intensiva de camarones requiere de la comprensión de aspectos biológicos de las especies en producción, de los

procesos químicos y biológicos que controlan la calidad del agua y del fondo, y de un monitoreo continuo de la piscina que genere suficiente retroalimentación que permita la toma de medidas apropiadas y ajustes oportunos. El propósito de material es el de presentar recomendaciones básicas de manejo para granjas de cultivo semi-intensivo de camarón. Se hace énfasis en el cultivo de las dos especies más comunes en la camaronicultura en América Latina: el camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*), y el camarón azul del Pacífico (*P. stylirostris*). Estos lineamientos deben servir de guía y ser adaptados a las condiciones específicas de cada proyecto, incluyendo las condiciones ambientales prevalecientes, y los recursos y la capacidad de manejo cada granja.

Manejo Integral de Estanques de Producción

A. Preparación de Estanques

Una preparación adecuada de la piscina entre ciclos de producción es uno de varios pasos íntimamente ligados e interdependientes que deben llevarse a cabo para un ciclo de producción exitoso y rentable, para obtener una buena cosecha y evitar una serie de problemas en el siguiente ciclo. Una buena preparación de los estanques antes de la siembra es vital para que estos estén en las mejores condiciones para promover la más alta supervivencia y crecimiento posible durante el ciclo de producción. Diversos factores ambientales inciden en el rendimiento de una piscina camaronera, incluyendo entre los más importantes la temperatura, niveles de oxígeno disuelto, sustancias potencialmente tóxicas, acidez, y sólidos suspendidos. La mayoría de estos parámetros pueden ser afectados por el ambiente del estanque o piscina camaronera. Por ejemplo, una buena preparación de la piscina será fundamental para prevenir la producción de sustancias tóxicas para los camarones, como el sulfuro de hidrógeno, amoníaco, y nitrito.

La preparación de una piscina con fondo de tierra (sin liners de plástico) típicamente puede tomar entre 10 y 30 días, dependiendo de varios factores como la época del año (durante las lluvias no es posible secar los fondos completamente), condiciones climatológicas prevalecientes, y estado general de la piscina. Normalmente, las piscinas que han estado en

operación por mayor tiempo suelen llevar mas tiempo de preparación, pues tienen mas detrito y materia orgánica acumulada en el fondo. También incide la historia de la piscina, ya que para aquellas donde la preparación ha sido adecuada, sus condiciones serán mejores que para otras piscinas cuya preparación ha sido deficiente o descuidada durante su historia de operación.

El fondo de los estanques y su agua son los dos componentes principales a los que hay que prestar particular atención durante la preparación, ya que estos conforman el ambiente donde los camarones permanecerán por espacio de unas 15-20 semanas durante el proceso de engorde a talla comercial. Un ambiente que propicie una buena supervivencia y crecimiento darán como resultado una buena cosecha y utilidad.

La preparación de la piscina consiste de diversos pasos, incluyendo el lavado y secado de fondos, muestreo de pH, aplicación de cal, arado y nivelación, y fertilización y llenado. Estos pasos se detallan a continuación, y están relacionados con las condiciones del terreno y agua de la granja. No siempre se incluyen todos estos pasos. Por ejemplo, si esta lloviendo prolongadamente, no será posible secar los fondos.

1. Lavado y Secado de Fondos

El lavado y secado de fondos son procedimientos necesarios para la remoción de sedimentos y otros materiales, y descomposición aeróbica (oxidación) de la materia orgánica acumulada durante el ciclo de producción anterior (o ciclos anteriores). También sirve el propósito de remover camarones y peces muertos, mudas de camarón, y estadios (huevos y larvas) de especies indeseables, como depredadores y competidores. El lavado se puede llevar a cabo abriendo las compuertas de entrada y salida de agua, creando un flujo de agua fuerte por la mayor parte del fondo de la piscina. En ciertas zonas donde el agua no llega bien o los sedimentos están compactados, se puede remover este suelo manualmente. Se debe coordinar el lavado de piscinas con granjas cercanas, pues el agua de lavado contendrá altos niveles de sólidos en suspensión y sedimentos anaeróbicos, los cuales pueden causar problemas de calidad de agua a granjas adyacentes que bombeen simultáneamente.

Luego de la cosecha es necesario tratar de dejar secar al sol el fondo del estanque durante un tiempo suficiente para permitir la oxidación de la materia orgánica depositada en el fondo. Este tiempo puede variar entre 10-30 días, dependiendo de la zona y época. Lo ideal es lograr un agrietamiento muy superficial del fondo, con una profundidad de unos 1-2 cm. Al mismo tiempo, esta técnica permite la erradicación de organismos potencialmente competidores o predadores. El periodo durante el cual deba dejarse secar los estanques es variable, dependiendo, entre otros aspectos, de la textura del suelo, incidencia de rayos solares y tasa de evaporación, e incluso intensidad del viento. Un secado demasiado prolongado es perjudicial, ya que puede reducir la habilidad de microorganismos para descomponer la materia orgánica del fondo. En algunos casos, si el programa de siembra se demora por cualquier razón, es preferible llenar parcialmente la piscina y dejarla secar de nuevo.

Boyd (1996) estableció que un periodo de menos de cinco semanas de secado es suficiente para transformar una gran cantidad de materia orgánica en materia inorgánica, y así poder ser utilizada por el fitoplácton. Cuando el secado completo no es posible, es necesario erradicar competidores y predadores de los estanques utilizando otras técnicas. Una de las más aceptadas es el uso de cal en varias formas (agrícola, hidratada, quemada) pues a la vez que elimina organismos indeseables, también contribuye a elevar el pH del estanque, favoreciendo la producción primaria.

Durante el periodo de secado, todas las compuertas y estructuras de control de entrada y salida de agua a las piscinas deben recibir mantenimiento, incluyendo un raspado para eliminar organismos adheridos y sedimentos. Los marcos y mallas deben ser limpiados en seco y reparados, o reemplazados según lo ameriten.

Lo ideal es secar adecuadamente los fondos, pero si existen problemas para secar bien el fondo de las piscinas y ciertas áreas permanecen húmedas o anegadas (evidencia de problemas de diseño y/o construcción), hay varios productos que se pueden utilizar para desinfectar el fondo y que actúan como biocidas. Las Tablas 2 y 3 presentan algunos de estos productos.

Tabla 10. Algunos productos utilizados para la desinfección del fondo de piscinas camaroneras (modificado de Akiyama y Polanco 1995).

Producto	Dosis
Formol	5-10 mg/l
Hidróxido de calcio	1.000-2.000 kg/ha
Hipoclorito de calcio (HTH, 65%)	10-300 mg/l
Hipoclorito de sodio (5%)	100-300 mg/l
Permanganato de potasio	2-4 mg/l

Tabla 11. Algunos productos utilizados como piscicidas o biocidas para eliminar depredadores y competidores (modificado de Akiyama y Polanco 1995).

Producto	Dosis
Rotenona (5%)	1-4 mg/l
Cal + sulfato de amnio (8:1)	1.100-1.200 kg/ha
Torta de semilla de té (saponina 7%)	10-20 mg/l

Estos productos no se deben aplicar dentro de los 7 días antes de la siembra, porque pueden afectar a los camarones.

2. Muestreo de pH

La determinación del pH del fondo de los estanques es importante, pues sirve de base para el cálculo de las cantidades de cal agrícola a ser empleadas para mejorar los valores de pH y evitar condiciones de acidez extremas que causan estrés a los camarones. El rango óptimo de acidez del suelo para los camarones peneidos es entre 6.5 y 8.0. Hay dos métodos comúnmente empleados para medir el pH de fondo. Un método es con el uso de un medidor de pH (modelo de campo), que se introduce en el fondo y produce una lectura del valor. Este método no es el más preciso pero es el más práctico pues produce valores generales rápidamente. El otro método, que es el preferido, implica la colecta de muestras de suelo de la capa superficial, que son llevadas al laboratorio y sometidas a la técnica de oxidación de peróxido, explicada en detalle en Boyd (1990). Es importante recolectar muestras de diferentes

zonas de las piscinas, para que los resultados sean representativos. Se recomiendan unas 5-10 muestras de suelo por ha, recolectadas de ubicaciones equidistantes.

3. Aplicación de Cal

Los fondos de estanques generalmente deben ser tratados y acondicionados con cal para mejorar y mantener el pH del suelo dentro de los rangos adecuados para el camarón. Normalmente la cal utilizada es cal agrícola, o carbonato de calcio (CaCO_3). La técnica de utilización de cal agrícola es común en aquellas áreas con suelos ácidos y aguas blandas. En zonas con aguas duras y suelo alcalino, no es necesario su implementación, a menos que se desee erradicar organismos indeseables antes del llenado de los estanques. La cantidad de cal requerida para incrementar el pH del suelo y la dureza del agua depende de varios factores relacionados con el tipo de suelo. Boyd (1996) presenta una tabla donde se establecen las diferentes cantidades de cal a utilizar, considerando siete tipos diferentes de suelo. Los fondos de las piscinas con un pH inferior de 7 ó 7,5 deben ser encalados entre cosechas, si se desea estimular la degradación microbiana de materia orgánica durante el período de “secado”. La Tabla 12 presenta las cantidades sugeridas por Boyd (1996) para aplicar carbonato de calcio agrícola a los fondos de las piscinas vacías, una vez que se ha determinado el valor de pH promedio para el estanque, mediante el mapeo de pH del fondo.

Tabla 12. Aplicaciones recomendadas de cal agrícola (CaCO_3) con relación al pH del suelo y su preparación para el siguiente ciclo de producción (Boyd 1996).

PH	Cal Agrícola (kg/ha)
< 5	4.000
5-6	2.000
6-7	1.500
7-7,5	500

La cal debe ser distribuida uniformemente por todo el fondo de la piscina. El uso de aplicadores comerciales es altamente recomendable, si posible, ya que esparcen la cal de una manera muy eficiente y práctica. Si se utiliza cal viva (CaO) o hidratada (CaOH_2) para

eliminar especies indeseables de zonas húmedas que no secan bien, como esquinas o áreas cerca de las compuertas, se deben tomar las precauciones necesarias ya que el manejo de estos productos es peligroso, y siempre se deben seguir las recomendaciones del fabricante o proveedor de estos insumos. Estos tipos de cal también se usan para ajustar el pH en suelos ácidos con alto contenido de sulfatos, debido a que tienen una mayor capacidad neutralizante, pero su uso también puede llevar a una reducción en la descomposición de materia orgánica por acción de microorganismos en el suelo, que pueden ser afectados por el uso de estos dos productos. Generalmente es preferible y recomendable trabajar con cal agrícola, excepto en casos extremos.

4. Arado y Nivelación

Después de secado el fondo de la piscina, se puede voltear con un arado hasta una profundidad de unos 5-10 cm, para promover la exposición al aire y la descomposición aeróbica de la materia orgánica acumulada en el fondo. En suelos con alto contenido de hierro (pirita), que se caracterizan por su coloración rojiza, no es recomendable el arado. Los fondos de las piscinas deben ser nivelados periódicamente para mantener un declive hacia las estructuras de salida o drenaje. En piscinas con suelos ácido-sulfatos, es recomendable compactar el fondo para minimizar la difusión, durante el ciclo de producción, del subsuelo acidificado hacia las capas superiores.

5. Fertilización y Llenado

Es importante establecer lo más rápido posible un florecimiento fuerte y una población estable de fitoplancton en la piscina. Un buen esquema de fertilización es muy importante para estimular florecimientos de plancton y la productividad de las comunidades del bentos, para evitar el crecimiento de algas bentónicas indeseables, mejorar y mantener la calidad del agua, incluyendo niveles adecuados de oxígeno disuelto, pH, amonio, nitrato, nitrito y otros parámetros. También permite una siembra más temprana de las poslarvas de camarón. La productividad natural de los estanques, a pesar de su importancia para los productores de camarones, muchas veces es subestimada por los nutricionistas y fabricantes de alimentos

balanceados, quienes continúan formulando dietas nutricionalmente completas que son muy aptas para niveles de producción altamente intensivos, pero que probablemente no se justifican a densidades semi-intensivas. Esta situación existe al menos hasta que se alcanza y sobrepasa la capacidad del estanque de sostener crecimiento y supervivencias adecuadas con su productividad natural, que es cuando si hacen falta las dietas completas.

La preparación meticulosa del estanque y un manejo apropiado para estimular y mantener la productividad primaria tienen una importancia crítica en los sistemas de producción semi-intensiva de camarón. En cultivos semi-intensivos la producción puede mejorar considerablemente mediante un programa de fertilización adecuado, ya que el pastoreo en la piscina contribuye significativamente a la alimentación y crecimiento de los camarones. Además, en piscinas con suelos ácidos-sulfatados, con bajo pH, un buen manejo del fitoplancton contribuye significativamente a mantener niveles aceptables de pH y alcalinidad para el camarón.

Una vez que la piscina está lista, se comienza a llenar de agua, filtrando esta por una malla de 1 mm hasta que se alcanza una profundidad de unos 30-40 cm. Los fertilizantes se pueden aplicar a la piscina durante este llenado, mediante la suspensión de sacos o costales porosos de fertilizantes en la compuerta de llenado, dejando que el agua entrante "lave" los fertilizantes de los sacos. Existen diversos fertilizantes inorgánicos que se pueden emplear para promover la productividad primaria. Los recomendados, por su conocida efectividad y amplia disponibilidad, incluyen urea como fuente de nitrógeno a razón de unos 45-50 kg/ha y superfosfato triple (TSP) o fosfato diamónico (DAP) como fuente de fósforo a unos 10-20 kg/ha. Si se aplican los fertilizantes a la piscina luego del llenado, deben aplicarse en solución para minimizar la absorción por sedimentos del fondo. Los fertilizantes líquidos son muy recomendables por su alta solubilidad. Los fertilizantes se pueden disolver y repartir en un bote por todo el estanque. Los fertilizantes orgánicos como la gallinaza (estiércol de gallina) son excelentes para promover una alta productividad del bentos, lo cual es muy importante en la alimentación inicial de las poslarvas luego de su siembra. La gallinaza se puede aplicar a razón de 500-1.000 kg/ha, pero hay que asegurarse que está libre de pesticidas.

Debido a su ubicación particular y condiciones medioambientales prevalecientes, cada granja camaronera tiene un perfil diferente de requerimientos para optimizar la producción primaria y el florecimiento de fitoplancton en sus piscinas. Por lo tanto, las recomendaciones que se presentan deben ser la base, junto con un análisis de agua, para ensayos que sirvan a los gerentes para determinar cuáles son los fertilizantes – y en que proporciones de N:P - que producen los mejores resultados. Hay que tener presente también la variación estacional que caracteriza a las áreas camaroneras de América Latina, que requiere de ajustes y programas de fertilización diferentes para cada época, y la necesidad en algunas áreas de aplicar otros nutrientes como los silicatos, para favorecer los florecimientos de diatomeas. Para estimular la proliferación de diatomeas se recomienda en general un fertilizante con una relación N:P de 15-30:1/ha, y, además, aplicar unos 20-30 kg/ha de sílice.

Al cabo de unos 3-4 días de haber comenzado a llenar la piscina y la fertilización, se debe comenzar a notar un buen florecimiento de plancton con el cambio de coloración (verde a marrón pardo) y disminución de la transparencia del agua. Se debe continuar el llenado de la piscina hasta que esta alcanza una profundidad de 1 m. Si es necesario, se puede aplicar más fertilizante inorgánico u orgánico – preferiblemente en forma líquida y bien distribuido por todo el estanque. En este momento el valor de pH del agua en horas de la mañana no debe ser menor a 7. Si lo fuera, se debe aplicar cal agrícola a razón de 100-200 kg/ha para llevar el pH a valores aceptables (7-8).

Para el momento de la siembra de poslarvas de camarón, la piscina debe tener una transparencia de entre 35-45 cm (medida con disco Secchi). Si es menor de 50 cm posponga la siembra. El disco Secchi se puede fabricar con una vara de madera medida en cm hasta unos 70 cm, con un disco de madera o plástico pintado de negro y blanco.

B. Evaluación de Calidad, Aclimatación, y Siembra de Poslarvas

La calidad de las poslarvas (PLs) a ser sembradas, su aclimatación y siembra son factores muy críticos para lograr una buena producción durante el ciclo de engorde. Si las poslarvas son de baja calidad y/o el proceso de aclimatación no es adecuado, habrá una alta mortalidad durante

la siembra, lo cual afectara negativamente la produccion y rentabilidad del ciclo. Se debe usar solamente semilla de la más alta calidad posible. El uso de semilla de mala calidad tendrá un impacto profundo en el rendimiento y rentabilidad del ciclo de producción.

1. Evaluación de Calidad

Existen diversos criterios para evaluar la calidad de las poslarvas que se reciben del laboratorio, discutidos por Clifford (1992), incluyendo los siguientes: edad, tamaño y distribución de tallas, índice de condición (peso), actividad, porcentaje y grado de deformidades morfológicas, presencia o ausencia de organismos patógenos, caparazón libre de organismos epibiontes, patrón y coloración de cromatóforos, forma y coloración de musculatura, resistencia a estrés ambiental (prueba de estrés), previa exposición a vacunas o químicos terapéuticos, historia nutricional, origen biológico (silvestre o laboratorio), origen parental (si de laboratorio, lo cual es preferible), y otros. Además, Villalón (1991) discute procedimientos para el examen visual de poslarvas de camarones, y Brock y Main (1994) presenta una guía para la evaluación de calidad de poslarvas. Siempre es muy importante, de ser posible - que su fuente sea un laboratorio de conocida reputacion con el cual exista una relacion de resultados positivos. A continuacion se presenta un resumen de recomendaciones practicas que se pueden usar para evaluar las poslarvas de camaron antes de su aclimatacion y siembra:

- ? La edad, tamaño y peso son importante porque las PLs mas desarrolldas tienen una mayor resistencia a enfermedades, un sistema de branquias y capacidad para osmoregular mas desarrollado, menos susceptibilidad a depredadores, y un comportamiento alimentario mas agresivo. Las edades de siembra recomendadas para *P. vannamei* y *P. stylirostris* son, en general, alrededor de PL-10 (poslarvas de diez días), aunque esto puede variar de acuerdo a las condiciones del estqne donde van a ser sembradas, ya otras variables.
- ? La actividad y cualquier deformacion morfologica son otros factores importantes. Las PLs saludables nadan activamente y responden de inmediato a estímulos externos. PLs enfermas, cuando están en reposo, presentan cuerpos arqueados. PLs saludables nadan en

contra de la corriente (generada por la airacion en el tanque de aclimatacion, o manualmente) o se apegan a las paredes del tanque, mientras que PLs enfermas o debiles se dejan llevar por la corriente o tienden a concentrarse en el centro del tanque.

? Las PLs saludables, observadas al microscopio, no tienen organismos epicomensales en el exoesqueleto (concha, cascara o caparazón), patas o branquias, pues están mudando adecuadamente.

? Las PLs saludables tienen la musculatura de la cola bien desarrollada y llena completamente la caparazon. Una manera adecuada para determinar esto es examinando el sexto segmento abdominal (cola), donde el musculo debe estar suave y claro, con los cromatoforos ligeramente pigmentados.

? La historia previa del programa terapeutico y nutricional es muy importante. Cuerpos torcidos o caparazones rizadas son evidencia de tratamientos previos con diversos medicamentos. El color rojizo de las Pls puede estar relacionado con nutricion deficiente, manejo inapropiado, infecciones y estrés. Si le es posible, visite periodicamente el laboratorio de donde provienen sus PLs, y evalúe su desarrollo y manejo desde temprana edad. En otras palabras, conozca el origen de su semilla.

? Preste atención al origen biologico y parental. Las PLs de buena calidad generalmente provienen de un mismo lote y son de talla uniforme. Sepa si los padres son de origen silvestre, madurados en cautiverio o de laboratorio, si han sido seleccionados por generaciones, etc. Estos factores pueden servir para evaluar problemas posteriores.

? El calculo del coeficiente de variacion de tallas es otra buena herramienta. Se mide una muestra de unas 50-100 PLs, y se calcula la desviacion estandar/media. En una poblacion saludable este valor no debe sobrepasar un 12%.

La calidad de las PLs se puede cuantificar por medio de una prueba de estrés, la cual mide la resistencia de los animales a un parametro conocido y estandar. Esta pruebas tipicamente

involucran un grupo experimental de unas 100-200 PLs sometidas a un choque termico, osmotico y/o quimico por unas 1-4 horas, y determinando el numero que sobrevive a la prueba. Una prueba ampliamente usada es la de someter a los animales experimentales a una reduccion de temperatura de 10-12 °C por 1-2 horas, o a salinidades de 0-2 partes por mil por 30 minutos. La supervivencia debe sobrepasar el 80% en un lote de animales saludables.

2. Aclimatación

Las poslarvas de camarón generalmente deben ser aclimatadas al agua de los estanques donde van a ser sembradas, porque las condiciones ambientales en estos (temperatura, salinidad, pH, y otros parámetros) tienden a ser marcadamente diferentes que las prevalecientes en el lugar de origen de las PLs, particularmente si son de laboratorio. Existen diversas publicaciones que discuten este procedimiento a fondo, incluyendo Krauss (1988), Ryan (1991), Clifford (1992), Villalón (1991, 1993), Drazba (1993), Jory (1998b), Cook y Clifford (1998b), y otros. El esquema de aclimatación que sigue debe servir de base, y la mayoría de las granjas camaroneras desarrollan sus propios procedimientos adaptándolos a sus condiciones, capacidades y limitaciones. La Tabla 13 presenta un esquema de aclimatación típico.

Tabla 13. Tasa de aclimatación de salinidad sugeridas para poslarvas “fuertes” y “débiles”. Fuertes se refiere a animales mayores de 8 días (> PL-8), y/o animales robustos; débiles se refiere a animales menores de 8 días (< PL-8) y/o animales más frágiles (adaptado de Clifford 1992).

Cambios de salinidad	Tasa de aclimatación de salinidad sugeridas (ppt/hora)	
	Poslarvas fuertes	Poslarvas débiles
De 35 a 20	5	3
20 a 15	4	2
15 a 10	3	2
10 a 5	2	1
5 a 2	1	0.5
2 a 0	0.5	0.2
0 a 40	4	2
40 a 50	2	1

Durante la aclimatacion es muy importante prestar atencion a los siguientes aspectos:

- ? La estacion de aclimatacion, incluyendo todos los equipos a ser usados (tanques, sifones, redes, mangueras, otros) deben ser limpiados y desinfectados con cloro u otro agente desinfectante, enjuagados varias veces, y dejar secar al sol.

- ? Utilize equipos bien calibrados - de antemano - para medir parametros criticos (termometros, medidores de pH y oxigeno disuelto, refractómetros, etc).

- ? Establezca redundancia de equipos criticos, si posible (aireadores, fuentes de oder, etc).

- ? Alimente apropiadamente a los animales durante la aclimatacion: utilice alimentos inertes que no ensucien el agua. Existen diversas dietas comerciales que son altamente recomendables. Artemia congelada es tambien muy indicada.

- ? Emplee supresores de amonio, carbon activado, y otros.

- ? La aclimatacion debe ser llevada a cabo por personal que conozca lo que esta haciendo.

3. Siembra

Cuando las PLs están aclimatadas a las condiciones de los estanques a ser sembrados, típicamente son liberadas por todo el estanque, o en zonas contra viento. Las PLs saludables y bien aclimatadas deben nadar al fondo de las piscinas. Es recomendable estimar la supervivencia de aclimatación y siembra, ya que pasaran unas 4 semanas desde el momento de la liberacion/siembra hasta que tengamos algún indicio de cómo van los animales sembrados. La supervivencia se puede estimar mediante el uso de jaulas flotantes de malla de mosquitero (2-3 mm de ojo), de unos 1 x 1 x 1 m, donde se introducen unas 100 PLs. Las jaulas se colocan dentro y en el fondo de las piscinas sembradas, de manera que las PLs adentro tengan acceso al fondo del estanque, pero evitando que entre en el fondo anaeróbico. Se alimentan las

jaulas 2-3 veces diarias (con unos 20 g de alimento peletizado). Las jaulas se chequean tres días después y se cuentan los animales que han sobrevivido, y se promedian para estimar la mortalidad de la piscina. Si la mortalidad es muy alta ($> 30\%$), es indicio de PLs de mala calidad, pobre aclimatación, y/o mal manejo. Es preferible volver a sembrar la piscina con una cantidad equivalente a la pérdida estimada, o volver sembrar el estanque completamente. Esta siembra compensatoria debe hacerse muy rápida, para evitar diferencias de talla muy grandes entre los diferentes lotes de PLs.

C. Manejo y Monitoreo de Estanques y Poblaciones

El manejo de la productividad natural de un estanque esta basado en varios aspectos relacionados con el balance nutricional en el agua del estanque y la que se utiliza para los recambios de agua. Los pasos más críticos en el manejo de la productividad de un estanque son la tasa de recambio de agua, aunque algunos autores consideran la tesis del 0% de recambio, y la fertilización, para promover un vigoroso bloom o florecimiento de fitopláncton y una comunidad bentónica inicial y para mantener un robusto bloom de fitopláncton durante todo el período.

Una tasa elevada de recambio de agua puede tener un efecto negativo sobre la productividad primaria y ocasiona un gasto extra en la refertilización de los estanques, debido a que el agua desechada es la que contiene los nutrientes y el fitopláncton. El recambio de agua debe hacerse cuando sea necesario, y no por costumbre o de acuerdo a una tabla genérica, como es típico en muchas granjas.

La fertilización busca promover los blooms de diatomeas y clorofitas, las cuales son consideradas las de mejor valor nutricional para peces y camarones. Ha sido reportado que una alta relación de N:P promueve el desarrollo de las diatomeas, variando, sin embargo, en las diferentes referencias bibliográficas relaciones de 1:1 hasta 45:1 (Cabrera 1996). Sin embargo, lo más conveniente es que esta relación debe ser determinada para cada granja en particular, aun considerando las diferentes estaciones y posiblemente hasta cada tanque en particular. Además del N y P, se ha demostrado que el Si favorece el crecimiento de las diatomeas,

estimándose que las concentraciones de este elemento deben estar sobre 2 ? M , lo cual se logra agregando de 20-50 Kg de Si/ha.

En sistemas de cultivo, no solo la cantidad sino también la calidad de este fitopláncton puede conllevar al éxito o el fracaso, en casos extremos del mismo. Además de ser la principal fuente de alimento del zoopláncton y de suministrar grandes cantidades de oxígeno al medio acuático, se ha demostrado que el fitopláncton puede servir de alimento directamente, no solamente a larvas de peces y crustáceos, sino también a juveniles y adultos de diversos organismos acuáticos, igualmente, al ser incorporados a la trama alimenticia una vez sedimentados como detritus, constituyen un volumen adicional de alimento de buena calidad, de acuerdo a las especies representativas.

Por otra parte, se ha establecido que la ingestión del fitopláncton, incluso a través de las branquias de los peces y crustáceos, estimula el sistema inmunológico en los estadios iniciales y, además, favorece el establecimiento del sistema enzimático de los organismos. Desde el punto de vista del ambiente, la utilización de compuestos nitrogenados por parte del fitopláncton, los cuales, en determinadas concentraciones, son nocivos para la generalidad de los organismos acuáticos, ayuda a mantener niveles aceptables de estos compuestos, por lo que igualmente permite mantener una relativamente buena calidad del agua.

Paralelamente, la turbidez causada por una densidad apreciable del fitopláncton restringe la entrada de luz hasta la profundidad de los estanques de cultivo, impidiendo así la proliferación de macroalgas, las cuales pueden convertirse en un problema al dificultar el proceso de cosecha de organismos tales como el camarón, además de consumir apreciable cantidad de oxígeno en horas nocturnas.

Debido a lo expuesto anteriormente es importante tener un conocimiento de como es la dinámica del fitopláncton en el estanque de cultivo, para así poder manejarlo adecuadamente y obtener beneficios sustanciales. El manejo es indispensable al considerar que, entre otras cosas, al igual que el fitopláncton produce oxígeno en presencia de luz, la tasa de respiración (consumo de oxígeno) por parte del fitopláncton supera a la producción significativamente, en

horas nocturnas, lo cual pudiese ocasionar que el oxígeno disuelto en el agua llegue a niveles de estrés para los organismos o incluso ocasione grandes mortalidades. El segundo aspecto, por supuesto es fácil de detectar, y la consecuencia, lógicamente sería la pérdida parcial o total del ciclo de cultivo.

El primer aspecto es más sutil, y se manifiesta principalmente por un bajo crecimiento, alta tasa de conversión del alimento y susceptibilidad a enfermedades, todo ello ocasionando pérdidas significativas económicamente, al no llegarse a las metas de producción previamente establecidas. Igualmente las caídas en la concentración del oxígeno disuelto en el agua pueden ser producida por una declinación, por mortalidad, significativa del fitopláncton. Por otra parte, existen algunas especies y/o grupos taxonómicos que son indeseables que se produzcan en grandes cantidades en los estanques, bien sea por la producción de toxinas y/o por la obstrucción que estas ocasionarían en las branquias de los peces cultivados, ocasionando en ambos casos pérdidas parciales o totales del ciclo de producción.

La combinación de alimentación y fertilización frecuentemente causa un excesivo bloom de fitopláncton ocasionando bajas concentraciones de OD en horas tempranas de la mañana (Boyd 1995). El monitoreo rutinario del agua y el suelo durante el ciclo de producción incluye la determinación de los siguientes parámetros:

- ? Turbiedad por Secchi
- ? Color del agua (afectada por materia particulada)
- ? Contar densidades o medir transparencia colorimétricamente
- ? Identificación de especies indicadoras para detectar problemas de calidad del agua.
- ? Determinaciones de la biomasa:
- ? Peso por unidad de volumen
- ? Determinación de carbón
- ? Densidad de células
- ? Volumen total de células
- ? Estimación de proteínas
- ? Estimación de pigmentos

?

Principios de Bioseguridad Aplicada en Granjas

Camaroneras en América Latina.

A. Principales Enfermedades Virales

- ? TSV
- ? WSSV
- ? IHNV
- ? YHV?

B. Diagnóstico y Certificación Sanitaria de Poslarvas / Prueba de Estrés

C. Consideraciones Generales de Bioseguridad

La bioseguridad puede ser definida como la suma de todos los procedimientos en sitio para proteger a los animales en cultivo (camarones, peces, otros) y prevenir que contraigan, porten y transmitan enfermedades y otras condiciones de salud indeseables.

1. WSSV - Vías de Transmisión, Vectores y Manejo

Las rutas de transmisión más importantes del WSSV son, en orden de importancia y prevalencia:

- ? Poslarvas o reproductores infectados
- ? Portadores naturales de WSSV, u organismos huéspedes
- ? Partículas virales libres en el agua
- ? Productos frescos, congelados o crudos de crustáceos que son WSSV-positivos, y aguas residuales de plantas de procesamiento de camarón.

- ? Equipos, vehículos, actividades humanas.
- ? Animales (pájaros, perros, otros)

Las poslarvas infectadas y los organismos portadores son los más importantes vectores para la transmisión del WSSV.

El riesgo de transmitir WSSV a través de alimento peletizado que contenga productos de crustáceos es considerado prácticamente ninguno, a causa de las altas temperaturas (90-95 C) y presión (7,000 psi) que normalmente se usan en el proceso de peletizado. Los alimentos extruidos presentan menos riesgo aun, debido a las altas temperaturas. El WSSV pierde su infectividad a 70°C por 5 minutos, y a 55°C por 90 minutos.

2. Portadores Naturales de WSSV

El WSSV puede ser transmitido a través de viriones libres en el agua, o a través de la ingestión de organismos portadores y camarones infectados. Esta última manera es considerada mucho más importante que los viriones libres en el agua. Los viriones pueden permanecer viables en agua de mar por solo unos 3-4 días fuera de un organismo huésped.

Hay más de 40 especies de crustáceos, tanto marinos como de agua dulce, que pueden ser huéspedes o portadores del WSSV, incluyendo cangrejos, copépodos, camarones y misidáceos.

Algunos de estos crustáceos son portadores temporales, mientras que otros son reservorios permanentes del virus.

3. Patogenicidad de Agentes

La presencia de un patógeno es una causa necesaria, pero no siempre suficiente para que el animal muera. Es posible que una población de animales bajo cultivo tenga algunos pocos individuos infectados, y que la enfermedad no explote al resto de la población.

Una combinación de factores dentro de un estanque determina el resultado de una infección, y si esta infección se manifiesta como crónica o aguda dentro de la población afectada. Estos factores son:

- ? El estado general de salud de los camarones.
- ? La carga de patógenos en el estanque (viriones, bacterias y otros, mas los portadores naturales que están infectados y que pueden ser asintomáticos).
- ? La prevalencia de animales infectados.
- ? El numero potencial de vectores en el estanque.
- ? Cambios en la calidad de agua del estanque u otros detonantes ambientales que puedan estresar a los camarones.
- ? Efectos de densidad sobre el canibalismo.

4. Relevancia del Estrés

Relación entre el animal, el medio ambiente (estrés) y agentes patógenos

Una enfermedad es cualquier anormalidad en la estructura o función del animal. Esto significa que las enfermedades no son solo infecciones, sino que también incluyen problemas de origen ambiental y/o nutricional. Esta aclaración se hace porque muchas veces el termino enfermedad se usa solo para describir problemas de infecciones.

Porque ocurren las enfermedades?

Por al menos ya unos 20 años se ha aceptado que las enfermedades en animales generalmente resultan de una combinación de factores, incluyendo un huésped susceptible, en un ambiente hostil o estresante, y en la presencia del agente patógeno.

Una enfermedad infecciosa no es solo causada por la presencia de bacterias o virus. De hecho, la presencia de estos no necesariamente significa que el animal esta enfermo o

sufriendo de una enfermedad. Muchas enfermedades de camarones y peces son una combinación de condiciones ambientales malas, que pueden dañar al animal o reducir su capacidad para combatir la enfermedad. En condiciones naturales los animales muchas veces resisten bien a los patógenos, pero una vez en condiciones de altas densidades y hacinamiento en las instalaciones de cultivo, el nivel de estrés aumenta y se puede desarrollar la enfermedad. Un componente absolutamente crítico en el control y manejo del WSSV en estanques camaroneros es el evitar el estrés a los animales, porque este puede causar una susceptibilidad mas grande a la enfermedad.

Una epidemia seria se puede evitar aun cuando un estanque o una población de camarones sean WSSV-positivos, si se minimiza el estrés a los camarones y se optimiza la calidad de agua y los aportes nutricionales.

Los resultados variables que muchos productores en Asia y América Latina tienen en sus estanques, aun con la presencia del WSSV, puede ser atribuible a fluctuaciones adversas en parámetros ambientales que están causando estrés a los camarones.

Los siguientes eventos han sido identificados como causantes de estrés a camarones, y pueden causar una susceptibilidad mayor a la enfermedad:

- ? Niveles bajos de oxígeno disuelto
- ? Valores extremos de pH, salinidad y temperatura
- ? Cambio súbitos de calidad de agua, o aumentos tasas de recambio de agua que causan cambios bruscos en la temperatura, salinidad, pH, dureza y otros parámetros.
- ? Fluctuaciones de pH mayores de 0.5 unidades entre la mañana y la tarde.
- ? Altos niveles de sólidos en suspensión
- ? Concentraciones sub-letales de pesticidas u otras sustancias tóxicas e el agua, tales como amonio o anhídrido sulfhídrico.
- ? Muerte súbita de fitoplancton, que altera la calidad del agua.
- ? Otras enfermedades (Vibriosis, TSV, NHP, gregarinas, otras).

Se han reportado epidemias de WSSV en estanques donde recambios de agua muy reducidos han sido efectuados. Cuando camarones infectados con WSSV son expuestos a un estrés o a otros factores “detonantes” de epidemia, las mortalidades no ocurren de inmediato, sino que se manifiestan entre 1-3 semanas después, durante la muda.

5. Potenciación de Resistencia y Respuesta Inmunológica

Hay una cantidad considerable de trabajos de investigación que promueven el uso de diversos compuestos vitamínicos, suplementos nutricionales e inmunoestimulantes.

Se ha reportado que altos niveles de vitaminas A, C y E y minerales como el selenio, pigmentos carotenoides, y HUFAs estimulan la capacidad del camarón para tolerar infecciones.

Compuestos inmunoestimulantes como peptidoglicanos, glucanos y lipopolisacáridos pueden mejorar la capacidad de respuesta del camarón. Varios balanceados comerciales ya contienen betaglucanos para ayudar al camarón a combatir infecciones, y esta es una área con mucho potencial.

D. Exclusión de Patógenos

1. Uso de Desinfectantes Químicos y Pesticidas

En Asia los productores de camarón típicamente utilizan diversos desinfectantes químicos para eliminar partículas virales, incluyendo formol (20-40 ppm), hipoclorito de calcio o sodio (20-30 ppm), y cloro (20-30 ppm). Pero la mayoría de estos productores prefieren el uso de pesticidas biodegradables de baja persistencia para desinfectar el agua en sus estanques.

Los desinfectantes químicos ciertamente son efectivos para eliminar portadores y vectores de WSSV, pero son más costosos que los pesticidas, y tienen otras desventajas como por ejemplo que también eliminan el fitoplancton y afectan la productividad microbial.

Los pesticidas más comúnmente usados en Asia para eliminar portadores de WSSV son Dipterex 95 SP (también vendido en el mercado bajo el nombre de Neguvon), Sevin (Carbaryl) que se ha usado para eliminar calanoides que causan problemas en estanques, y Atla (Dichlorvos).

Dipterex, quizás el pesticida más usado, es un organofosforado biodegradable y no-persistente cuyo ingrediente activo es trichlorfon, que no afecta al fitoplancton, y que es promocionado como producto ambientalmente seguro. De acuerdo al fabricante (Bayer), ha sido aprobado en los EEUU por la FDA (Administración de Alimentos y Drogas), y es uno de los pocos pesticidas aprobados para uso en acuicultura en Asia.

Al poco tiempo de aplicado el pesticida, los estanques son aireados vigorosamente para acelerar la deactivación del pesticida. Estanques sin aireación deben dejarse más tiempo para permitir esta deactivación. Muchos pesticidas se desactivan bajo condiciones altamente alcalinas ($\text{pH} > 10$), y se puede agregar óxido o hidróxido de calcio a unos 500-1000 kg./ha para neutralizar residuos de pesticidas que puedan estar aun presentes antes de sembrar el estanque.

Como medidas de precaución antes de sembrar, se puede muestrear el estanque con una red de zoopláncton para verificar que no hay organismos planctónicos que puedan ser portadores, y si encuentra alguno, examinarlos con PCR. Se pueden también utilizar jaulas de supervivencia unos 2-3 días antes de sembrar el estanque, para confirmar que no quedan residuos tóxicos.

Obviamente, antes de aplicar cualquier producto químico, se debe verificar que su uso sea legal y también se deben tomar las precauciones debidas cuando se utilicen pesticidas, como lo estipulan los fabricantes de estos productos (uso de guantes, mascarás, botas).

Finalmente, es muy importante mencionar que, en el caso de los productores en Asia que utilizan pesticidas para inicialmente desinfectar sus estanques, los pesticidas no son descargados al medio ambiente, porque los productores dejan pasar suficiente tiempo luego de

aplicarlos para que se desactiven o sean neutralizados antes de sembrar sus estanques, por lo que los camarones no entran en contacto directo con estos químicos.

La alternativa de manejo preferible para excluir el WSSV, tanto sus portadores como las partículas virales libres, es el poder filtrar físicamente todos los portadores potenciales incluyendo microcrustaceos, y luego esperar unos 5-6 días para eliminar los viriones libres.

Esta es una alternativa aplicable a sistemas de producción intensivos y estanques relativamente pequeños. Desafortunadamente, en sistemas de producción semi-intensivos y abiertos con estanques de gran tamaño (America Latina) , no parece practico ni costo-eficiente el filtrar diariamente un gran volumen de agua (muchos miles de metros cúbicos) a través de mallas ultra- finas (50-100 micras) para prevenir la entrada de microcrustaceos como copepodos.

2. Filtración Mecánica y Manejo de Agua

Durante la preparación de estanques, el aspecto mas importante para el manejo de WSSV es la siembra de poslarvas en estanques que no tengan ni partículas virales activas ni organismos portadores de WSSV.

La eliminación de partículas virales libres cuando se llenan estanques se puede lograr de las siguientes maneras:

- ? Llenar el estanque con agua de un reservorio o canal de suministro que ya ha sido desinfectado.
- ? Llenar el estanque con agua sin tratar, y seguidamente aplicar desinfectantes.
- ? Llenar el estanque con agua donde los portadores de WSSV han sido eliminados por medio de tratamiento químico, y esperando 5-6 días hasta que las partículas virales pierden su virulencia.

Los portadores de WSSV se pueden excluir de los estanques durante su llenado inicial de las siguientes maneras:

- ? Filtración usando mallas finas durante el llenado.
- ? Llenar el estanque usando mallas convencionales, y luego aplicar compuestos químicos para eliminar los organismos portadores.
- ? Llenar el estanque con agua de un reservorio o canal de suministro donde los portadores han sido ya eliminados.

1. Uso de Mallas de Filtrado

Un alto porcentaje de portadores de WSSV en el agua que entra a los estanques puede ser excluido selectivamente usando filtración con mallas. Puede que no sea posible el eliminar a todos los portadores potenciales por medio de filtración mecánica, pero mientras más portadores sean eliminados, menor será la posibilidad de transmisión de WSSV a los camarones.

El siguiente esquema de ubicación estratégica de mallas filtradoras ha sido sugerido:

- ? Posterior a la descarga de las bombas – redes de 1-2 cm.
- ? En los ramales laterales del canal principal – mallas de 1-2 mm
- ? En las estructuras de entrada de cada estanque - malla de 500 micras seguida por malla de 300 micras o menos.
- ? En los canales de salida – redes de 2 cm.

Mallas muy finas (200-250 micras) instaladas en las estructuras de entrada deben ser usadas para llenar inicialmente los estanques. Luego de llenado, estos filtros pueden ser reemplazados por mallas de 300-500 micras.

Filtros de bolsa deben ser usados en las estructuras de entrada para aumentar la superficie efectiva de filtración, y para prolongar la filtración antes de que se tape la malla. Bolsas de 2-4 metros de largo dan buenos resultados, y se pueden también utilizar varias bolsas una dentro

de la otra. Esta configuración es una manera muy efectiva y económica para disminuir la apertura de malla de filtración sin tener que instalar una malla mas fina.

Redes de 2-3 cm deben instalarse en los canales de drenaje para evitar el escape al medio ambiente de camarones infectados.

Normalmente cuando se limpia una malla de filtración con cepillo, se hace con la malla en el agua o sobre la compuerta. Si hay crustáceos portadores de WSSV o camarones muertos infectados pegados a la malla, cuando se cepilla se puede introducir pedazos de animales infectados o liberar partículas virales de vuelta al agua de la piscina. Es preferible el limpiar los filtros fuera del estanque, o reemplazarlo por un filtro limpio.

4. Exclusión de WSSV

En áreas donde el WSSV ya este presente, se deben modificar las estrategias convencionales de manejo de agua, para lograr los siguientes objetivos:

- ? Evitar la introducción de portadores de a estanques no-infectados
- ? Evitar cambios abruptos de calidad de agua que puedan detonar un aumento en la patogenicidad.
- ? Evitar la liberación de portadores y viriones activos al medio ambiente, y la introducción del WSSV a otras zonas y granjas.

La entrada de portadores a estanques ya en producción se logra eliminando los recambios de agua, o utilizando agua de recambio que ya ha sido tratada para remover los portadores por medio de la filtración física o usando tratamientos químicos.

La eliminación o reducción en los recambios de agua en los estanques es una meta importante, porque limita o cierra la introducción de portadores y viriones libres a los estanques, y evita posibles cambios drásticos o bruscos en la calidad del agua, lo cual puede ser un factor estresante a los camarones que puede causar la detonación de una epidemia de WSSV.

5. Estrategias de Recambio

Existen diversas estrategias de cero recambio de agua y de recambios bajos o limitados, que pueden ser usadas para controlar la calidad de agua en los estanques y evitar la entrada de portadores y viriones. Estas estrategias son:

- ? Cero recambio - sistema cerrado y estático.
- ? Bajo recambio – sistema cerrado y recirculación
- ? Bajo recambio - sistema de circulación abierta.
- ? Bajo recambio – recirculación parcial.
- ? Combinaciones de los anteriores.

El sistema de cero recambio, cerrado y estático, se refiere a un sistema de cultivo en estanques completamente cerrado donde el estanque se llena con agua una vez y no se lleva a cabo ningún recambio durante el ciclo de producción.

El mejor ejemplo de este sistema en nuestro hemisferio es el caso de Belize Aquaculture, un proyecto pionero de producción intensiva en Belice, donde la producción ha promediado, en el corto tiempo de operación del proyecto, mas de 11 Tm/ha/cosecha.

Los estanques son llenados, no se recambia nada de agua, y al terminar el ciclo de producción los estanques se drenan a piscinas de tratamiento donde se prepara y acondiciona el agua, y luego se reusa durante el siguiente ciclo de producción.

Hay varias componentes que son críticos para el funcionamiento de este tipo de sistemas:

- ? Estanques profundos (1.4 m) y con liners plásticos.
- ? Aireación muy fuerte (30-60 HP/ha) para mantener el detrito y las masas bacterianas en suspensión.

? Promoción y mantenimiento de una trama trófica microbial heterotrofica, la cual actúa como biofiltro dentro del estanque, y como biodigestor de la materia orgánica que se acumula durante el ciclo de producción.

Estos sistemas son, obviamente, costosos de construir y operar, pero tienen una gran bioseguridad porque el agua puede ser tratada entre ciclos de producción para eliminar vectores de enfermedades.

El sistema de bajo recambio, cerrado y con recirculación se refiere a un método empleado comúnmente en Asia, donde los estanques se llenan una vez con agua tratada y libre de portadores de WSSV, y donde el agua de recambio proviene de un reservorio central cuya agua ha sido tratada para eliminar portadores y viriones.

El agua de descarga de los estanques es reciclada y tratada en una serie de piscinas de tratamiento, y regresada al reservorio central. Algunas granjas usan sistemas de filtración integrados, con baterías de piscinas que contienen bivalvos filtradores, peces y macroalgas para limpiar el agua de recirculación.

Los recambios diarios en estos sistemas son bajos, y la misma agua puede ser usada por 3-4 ciclos de producción antes de ser renovada de fuera. Estos sistemas requieren de una aireación considerable. En Ecuador existe un proyecto que utiliza ozono para tratar el agua en su estrategia de bajo recambio y recirculación cerrada.

El sistema de bajo recambio con circulación abierta se maneja con un recambio diario relativamente constante pero muy reducido (1-5%), donde el agua que entra es filtrada pero no es tratada químicamente. Esta estrategia es de alto riesgo porque conlleva un riesgo permanente de introducción de WSSV a los estanques.

El sistema de bajo recambio con recirculación parcial es aquel donde los estanques se llenan inicialmente con agua filtrada y tratada, y donde se recircula la mayor parte del agua de recambio, como se mencionó antes para el sistema de bajo recambio, cerrado y con recirculación.

Pero la diferencia es que se puede introducir agua nueva sin tratar de fuera del sistema si y cuando el riesgo de entrada de WSSV es bajo y la calidad de agua es aceptable.

Este sistema es menos costoso que el de recirculación total, y permite al productor aislar su granja cuando el riesgo de entrada de WSSV es alto, como por ejemplo puede ocurrir cuando otras granjas en la zona, que puedan estar infectadas, estén haciendo recambios de agua. Estos sistemas también requieren de un alto grado de aireación.

Los sistemas anteriores pueden combinarse en una estrategia apropiada para las actuales condiciones que prevalecen en la industria en América latina.

Se puede trabajar con estanques inicialmente llenados con agua filtrada y/o tratada, y sin recambio durante la parte inicial del ciclo (4-10 semanas, dependiendo de la densidad de siembra y otros factores) y luego llevar a cabo recambios de agua a medida que son necesarios (y no por costumbre o siguiendo una tabla de recambios tradicional!!).

Si posible, el agua de recambio debe ser al menos filtrada con la malla mas fina posible. Esta es una estrategia practica y de relativamente bajo costo que probablemente sea la mas adecuada para la mayoría de las granjas semi-intensivas de América Latina, hasta que otras medidas de bioseguridad y otras alternativas de manejo de WSSV (como las opciones de mejoramiento genético y quizás “vacunas”) puedan ser desarrolladas.

Los recambios, cuando se ameriten, deben ser muy graduales y solo el mínimo necesario hasta que la calidad de agua se estabilice en valores adecuados.

Un manejo optimo del alimento y del fitoplancton es critico para no sobrecargar estos sistemas y causar variaciones bruscas en la calidad del agua.

Posiblemente es preferible trabajar a menores densidades para reducir el estrés a los animales. El uso de bandejas o charolas de alimentación es esencial para implementar esta estrategia.

Si posible, se deben introducir aireadores y circuladores de agua, para demorar y minimizar lo más posible el recambio de agua en el ciclo de producción.

E. Uso de Viveros de Precría como Herramienta de Producción

Anteriormente el uso de estanques de tierra para precría era un componente popular en la producción de camarones, que fue abandonado por diversas razones, principalmente a raíz del Síndrome de Taura. Ahora, los sistemas de precría intensiva pueden ser importantes como una estrategia de manejo intermedia entre el laboratorio y la siembra para engorde en la producción comercial de camarones peneidos, bajo condiciones semi- e intensivas. Involucra el mantener PL en instalaciones especialmente diseñadas, por 20-40 días y a muy altas densidades, con un manejo muy preciso, incluyendo alimentación, monitoreo, calidad de agua y mano de obra. Hay varias ventajas para el uso de este sistema de dos fases, incorporando una fase de precría, incluyendo mejor bioseguridad, como estación de aclimatación y cuarentena, y para “arranque adelante” o “headstarting”.

Una fase intensiva de precría usualmente produce tasas de supervivencia y producción por área mayores que aquellas de sistemas de una fase – siembra directa. Los sistemas de precría intensiva dan mas opciones para manejar condiciones ambientales y alimentación, y la exclusión de patógenos, depredadores y competidores – y sus efectos negativos - se facilita. Estos sistemas también aumentan el numero de ciclos porque reducen el tiempo de cultivo a talla de mercado en la fase siguiente, por lo que mejoran la rentabilidad. En muchas áreas geográficas la temporada de producción puede ser extendidas por medio del “headstarting”, que permite la producción de más dos cosechas al año. También puede ser usado para “almacenar” semilla y extender la temporada productiva de laboratorios y mejorar la rentabilidad de estos. Los sistemas de precría intensiva pueden ser usados para mantener reproductores durante el invierno en latitudes mas frías.

Un sistema bioseguro de precría intensiva puede ser un importante componente de un plan integral de manejo de salud, para enfrentar efectivamente los riesgos de enfermedades virales

y otras. En este trabajo discutimos las ventajas comparativas de diferentes sistemas de pecría intensivas y su potencial para mejorar la bioseguridad y producción, características generales y configuración de estos sistemas, consideraciones para su operación, documentación de su potencial, y recomendaciones.

F. Planificación y Diseño de Sistemas de Cero Recambio y Recirculación

Planificación

- ? Expectativas del proyecto.
- ? Investigación y entrenamiento.
- ? Plan de negocios.
- ? Selección de sistema de producción.
- ? Selección de lugar y especie.
- ? Producción y mercadeo.
- ?

Diseño

- ? Principios de sistemas de recirculación.
- ? Sistemas bajo techo vs. sistemas abiertos.
- ? Tanques y estanques.
- ? Desinfección.
- ? Sedimentación y filtración de sólidos.
- ? Biofiltración.
- ? Aireación.
- ? Bombas y movimiento de agua.
- ? Uso de sustratos artificiales.
- ? Otros.

G. Casos de Estudio: Belice, Panama, Guatemala.

H. Estrategias de Producción para Reducción del Riesgo Financiero

Es imperativo aumentar la bioseguridad de las granjas, tanto en operacion (con medidas de manejo como algunas de las que se discutieron aqui) como diseño o retro-conversion de proyectos.

1. Bioseguridad en Manejo

Las principales medidas de manejo para combatir al WSSV y mejorar la supervivencia y produccion son:

- ? Sembrar poslarvas libres de WSSV y otros patogenos.
- ? Excluir patogenos y sus portadores de los estanques.
- ? Minimizar el estrés al camaron, que puede detonar epidemias
- ? Estimular las defensas naturales (promotores del sistema inmunologico)

Aspectos importantes que vale la pena recalcar porque deben recibir una atencion especial son:

- ? Secado de la granja
- ? Preparacion de estanques
- ? Aclimatacion apropiada
- ? Densidades de siembra
- ? Monitoreo constante de estanques y poblaciones
- ? Aumentar alimentaciones (para reducir canibalismo)
- ? Desinfeccion de equipos

2. Robustecimiento del Sistema Inmunologico

Hay una cantidad considerable de trabajos de investigacion que promueven el uso de diversos compuestos vitaminicos, suplementos nutricionales e inmunoestimulantes.

Se ha reportado que altos niveles de vitaminas A, C y E y minerales como el selenio, pigmentos carotenoides, y HUFAs estimulan la capacidad del camarón para tolerar infecciones.

Compuestos inmunoestimulantes como peptidoglicanos, glucanos y lipopolisacáridos pueden mejorar la capacidad de respuesta del camarón. Varios balanceados comerciales ya contienen betaglucanos para ayudar al camarón a combatir infecciones, y esta es una área con mucho potencial.

3. Bioseguridad en Diseño

- ? Selección de sitios aislados para nuevos proyectos
- ? Sistemas más “cerrados”
- ? “Reducir tamaño de estanques para facilitar manejo
- ? Estanques más profundos
- ? Diseño modular o en compartimientos
- ? Mejor filtración de agua y uso de estanques de tratamiento

Manejo de Costos

Reducir los riesgos financieros, ajustando densidades de siembra de acuerdo a los riesgos biológicos. Ajustar prácticas de manejo de acuerdo a las diferentes épocas del año, para maximizar la producción durante la mejor época y minimizar la exposición durante la época mala.

5. El Manejo es un Proceso Secuencial.

El manejo del alimento es solo un paso de varios dentro de un proceso secuencial de varios pasos consecutivos dentro de un marco global, donde cada paso es relevante. Pero estos pasos son progresivamente más importantes a medida que se avanza, ya que los recursos invertidos

son cada vez cumulativamente mayores, por lo que el riesgo es mayor si no se procede apropiadamente.

6. Mantener la Comunicación

Los diferentes integrantes de la industria tienen que mantenerse en contacto abierto y permanente. Todos dependemos unos de otros.

7. Implementar Prácticas Ambientalmente Amigables

Un ambiente sano es uno de nuestros mejores aliados, y las buenas prácticas de manejo de las granjas son vitales para mantener la salud del medio ambiente, y la viabilidad y sustentabilidad de la industria del cultivo de camarón.

VI. Literatura Recomendada

- Akiyama, D.M. 1989. Shrimp feed requirements and feed management. pp. 75-82. In: D.M. Akiyama (editor). Proceedings, Southeast Asian Shrimp Farm Management Workshop. Philippines, Indonesia, Thailand. 26 July - 11 August 1989. American Soybean Association, Singapore.
- Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan. (editors). 1991. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop, 19-25 September 1991, Singapore, Republic of Singapore. American Soybean Association. 241 p.
- Akiyama, D. y B. Polanco. 1995. Manejo de granjas en cultivos semi-intensivos de camarones – Manual Técnico. Asociación Americana de Soya. 30 p.
- Anderson, R.K., P.L. Parker and A.A. Lawrence. 1987. A $^{13}C/^{12}C$ 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.
- Boyd, C.E. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. Fisheries and Allied Aquacultures Departmental Series No. 2, Auburn University (Auburn, AL U.S.A.). 83 p.

- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University (Auburn, AL U.S.A.). 482 p.
- Boyd, C. 1995. Chemistry and efficacy of amendments used to treat water and soil quality imbalances in shrimp ponds. Pages 183-199 in C.L. Browdy and J.S. Hopkins, editors, *Swimming Through Troubled Water*, Proceedings of the special session on shrimp farming, Aquaculture '95. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Boyd, C.E. 1995. Chemistry and efficacy of amendments used to treat water and soil quality imbalances in shrimp ponds. pp. 183-199. 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.
- Boyd, C.E. 1996. Manejo de suelo y de la calidad de agua e la acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya. 62 p.
- Boyd, C.E. and Y. Musig. 1992. Shrimp pond effluents: observations of the nature of the problem on commercial farms. pp. 195-197. In: Wyban, J., (editor). 1992. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. U.S.A.
- Boyd, C.E. and K. Masuda. 1994. Characteristics of liming materials used in aquaculture ponds. *World Aquaculture (Research Report)* 25(1): 76-79.
- Brock, J.A. and K.L. Main. 1994. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. The Oceanic Institute. UNIHI-SEAGRANT – CR-95-01. 242 p.
- Cabrera, T. 1996. Dinámica y manejo del plácton en estanques de cultivo de camarón marino. *Soyanoticias*, 244: 22 - 24, 1996
- Cabrera, T., J. Duarte y D.E. Jory. 1998c. Ritmos de alimentación del camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei* Boone 1931) bajo cultivo semi-intensivo durante la estación lluviosa en el N.E. de Venezuela. En: D.E. Jory (editor). *Memorias, Primer Congreso Latinoamericano de Camaricultura*. Octubre 6-10, 1998. Panamá, Panamá.
- Chien, Y-H. 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. pp. 144-156. In: Wyban, J., (editor). 1992. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. U.S.A.

- Chien, J.C., P.C. Liu and Y.T. Liu. 1989. Culture of *Penaeus monodon* in intensified systems in Taiwan. *Aquaculture* 77: 319-328.
- Clifford III, H.C. 1985. Semi-intensive shrimp farming. In: G.W. Chamberlain, M.G. Hoby and R.J. Miget (editors). *Texas Shrimp Farming Manual, An Update on Current Technology*. Texas Agriculture Extension Service.
- 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.
- Clifford III, H.C. 1994. El manejo de estanques camareros. In: J. Zendejas-Hernández (editor). 1994. *Proceedings of the International Shrimp Farming Seminar "Camarón '94"*, 10-12 February 1994, Mazatlán, Sinaloa, Mexico.
- Clifford III, H.C. 1997. Manual de operación para el manejo de *Super Shrimp* en estanques. *Super Shrimp, S.A. de C.V. División de Servicios Técnicos*. 105 p.
- Clifford III, H.C. 1998. Manejo de piscinas sembradas con camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. En: D.E. Jory (editor). *Memorias, Primer Congreso Latinoamericano de Camaricultura*. Octubre 6-10, 1998. Panamá, Panamá.
- Colvin, L.B. 1985. Intensive growout systems for shrimp. In: G.W. Chamberlain, M.G. Hoby and R.J. Miget (editors). *Texas Shrimp Farming Manual, An Update on Current Technology*. Texas Agriculture Extension Service.
- Cook, H.L. and H.C. Clifford III. 1997a. Feed management for semi-intensive shrimp culture: part 1 – Initial feeding. *Aquaculture Magazine* 23(3): 36-43.
- Cook, H.L. and H.C. Clifford III. 1997b. Feed management for semi-intensive shrimp culture: Part 2. *Aquaculture Magazine* 223(6): 37-42.
- Cook, H.L. and H.C. Clifford III. 1998a. Fertilization of shrimp ponds and nursery tanks. *Aquaculture Magazine* 24(3): 52-62.
- Cook, H.L. and H.C. Clifford III. 1998b. Stocking shrimp into ponds. *Aquaculture Magazine* 24(5): 42-50.
- Cook, H.L. and H.C. Clifford III. 1998c. Feed management for semi-intensive shrimp culture. *Aquaculture Magazine* 224(1): 30-37.
- Cuzón, G., M. Hew, D. Cognie and P. Soletchnik. 1982. Time lag effect of feeding on growth of juvenile shrimp *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture* 29: 33-44.

- D'Abramo, L.R., D.E. Conklin and D.M. Akiyama (editors). 1997. Crustacean nutrition: Advances in World Aquaculture Volume 6. International Working Group on Crustacean Nutrition. World Aquaculture Society. 587 p.
- Diana, J. 1997. Feeding strategies. In Egna, H. and Boyd, C. (Eds.) Dynamics of Pond Aquaculture. 245-261 pp.
- Dixon, H.M. 1998. Técnicas de Manejo de Producción usadas en Camaronicultura Semi-Intensiva Comercial en Belice, América Central. En: Jory, D.E. (editor). Proceedings, First Latin American Shrimp Farming Congress. 6-10 October 1998. Panamá, Panamá.
- Drazba, L. 1993. Commercial Seed Acclimation and Management. pp. 83-93. In: Memorias del Segundo Simposio Centroamericano sobre Camarón Cultivado. Tegucigalpa, Honduras. 26-28 April 1993.
- Fast, A.W. 1991. Marine shrimp pond growout conditions and strategies: a review and prognosis. Aquatic Sciences 3: 357-400.
- Focken, U., A. Groth, R.M. Coloso and K. Becker. 1998. Contribution of natural food and supplemental feed to the gut content of *Penaeus monodon* Fabricius in a semi-intensive pond system in the Philippines. Special Issue: Proceedings of the Second International Conference on the Culture of Penaeid Prawns and Shrimps (edited by E.T. Qunitio and J.H. Primavera). Aquaculture Vol. 164 (1-4) pp. 105-116
- Hirono, Y. 1989. Shrimp farm management in Ecuador. pp. 2-10. In: D.M. Akiyama (editor). Proceedings, Southeast Asia Shrimp Farm Management Workshop, Philippines, Indonesia, Thailand. 26 July-11 August 1989.
- Hirono, Y. 1992. Current practices of water quality management practices in shrimp farming and their limitations. pp. 157-165. In: Wyban, J., (editor). 1992. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. U.S.A.
- Hirono, Y. 1993. Manejo de la piscina camaronera con referencia especial en calidad ambiental. pp. 90-103. In: Memorias del II Simposio Centroamericano sobre Camarón Cultivado. Tegucigalpa, Honduras. 26-28 Abril 1993.
- Jory, D.E. 1993. An overview of marine shrimp culture in Latin America and the Caribbean. Proceedings, First Saudi Aquaculture Science & Technology Symposium. 14-16 April 1993. Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia.

- 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. 1997a. Current Issues in Marine Shrimp Farming. *Aquaculture Magazine Annual Buyer's Guide 1997.* pp. 39-46.
- Jory, D.E. 1997b. Aquaculture in Latin America and the Caribbean: An Overview and Perspectives. *Aquaculture Magazine Annual Buyer's Guide 1997.* pp. 27-38.
- Jory, D.E. 1998a. World Shrimp Farming in 1997. *Aquaculture Magazine Annual Buyer's Guide and Industry Directory 1998.* Pp. 32-41.
- Jory, D.E. 1998b. Shrimp postlarvae acclimation before stocking. *Aquaculture Magazine* 24(2): 82-91.
- Jory, D.E. 1998c. La Camaronicultura y el Medio Ambiente. *Memorias, Prinera Feria de Acuicultura. Asociación Americana de Soya. Pto. la Cruz, Venezuela. 25-27 Junio 1998.*
- Jory, D.E. 1999a. A review of world shrimp farming in 1998. *Aquaculture Magazine Buyer's Guide and Industry Directory 1999.* Pp 40-59.
- Jory, D.E. y T.R. Cabrera. 1998. Manejo del alimento en estanques camaroneros y perspectivas para su optimización. En: Jory, D.E. (editor). *Proceedings, First Latin American Shrimp Farming Congress. 6-10 October 1998. Panamá, Panamá.*
- Jory, D.E. and H.C. Clifford. 1999a. Proper pond management for prevention of white spot virus in shrimp culture. Part 1. *Aquaculture Magazine* 25(5): 92-95.
- Jory, D.E. and H.C. Clifford. 1999b. Proper pond management for prevention of white spot virus in shrimp culture. Part 2. *Aquaculture Magazine* 25(6): 61-65.
- Jory, D.E. y T.R. Cabrera. 1998. Manejo del alimento en estanques camaroneros y perspectivas para su optimización. En: Jory, D.E. (editor). *Proceedings, First Latin American Shrimp Farming Congress. 6-10 October 1998. Panamá, Panamá.*
- Kim, I. and Jo, J. 1998. Recirculating aquaculture systems in Korea – development of an environmentally friendly aquaculture system, Intensive Bio-production Korean (IBK) System In Libey, S. and M. Timmons (Eds.). *Proceedings Recirculating Aquaculture.* 139-146 pp.

- Kolsater, L. 1995. Feed management and reduction of aquaculture wastes. *Water Science and Technology*; vol. 31, no. 10; pp. 213-218.
- Kongkeo, H. 1990. Pond management and operation. pp. 56-65. In: New, M.B., H. de Saram and T. Singh (editors). *Proceedings of the Aquatech '90 Conference: Technical and Economic Aspects of Shrimp Farming*. 11-14 June 1990. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Krauss, E. 1988. Recomendaciones para el proceso de aclimatación de post-larvas. *Acuicultura del Ecuador*, Mayo 1988, No. 5, pp. 18-21.
- Lilyestrom, C.G., R.P. Romaine and P. Aharon. 1987. Diet and food assimilation by channel catfish and Malaysian prawns in polyculture as determined by stomach content analysis and stable carbon isotope ratios. *Journal of the World Aquaculture Society* 18(4): 278-288.
- Lim, C. and A. Persyn. 1988. Practical feeding – penaeid shrimp. Pp. 205-221. In: T. Lovell (editor). *Nutrition and Feeding of Fish*. AVI, Van Nostrand Reinhold. New York, NY.
- Lin, C., Teichert-Coddington, D., Green, B. and Veverica, K. 1997. Fertilization regimes. In Egna, H. and Boyd, C. (Eds.) *Dynamics of Pond Aquaculture*. 73-107 pp.
- Markey, T. nd. *Feed Storage Guide: Storage and Handling*. Zeigler Bros., Inc. Success Series Brochure No. 1190. 4 p.
- Moore, D.W. and C.W. Brand. 1993. The culture of marine shrimp in controlled environment superintensive systems. pp. 315-348. In: J.P. McVey (editor). *CRC Handbook of Mariculture. Crustacean Aquaculture*. 2nd edition, Volume 1. CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Nunes, A.J.P., S. Goddard, and T.C.V. Gesteira. 1996. Feeding activity patterns of the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture* 144:371-386.
- Nunes, A.J.P., T.C.V. Gesteira and S. Goddard, 1997. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. *Aquaculture*, 149:121-136
- Robertson, L., A.L. Lawrence and F.L. Castille. 1993. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture and Fisheries Management* 24: 1-6.
- Rosenberry 1992-1998. *World Shrimp Farming 1992-1998*. Shrimp News International.

- Rosenberry, B. 1999. World Shrimp Farming 1999. Shrimp News International.
- Ryan, T.A. 1991. Aclimatación de poslarvas en el Sur de Honduras. pp. 448-450. En: Memorias del Primer Simposio Centroamericano sobre Camarón Cultivado. Tegucigalpa, Honduras. 24-26 Abril 1991.
- Samocha, T.M. and A.L. Lawrence. 1992. Shrimp nursery systems and management. pp. 87-105. In: Wyban, J., (editor). 1992. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. U.S.A.
- Samocha, T.M., A.L. Lawrence and W.A. Bray. 1993. Design and operation of an intensive nursery raceway system for penaeid shrimp. pp. 173-210. In: J.P. McVey (editor). CRC Handbook of Mariculture. Crustacean Aquaculture. 2nd edition, Volume 1. CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Stern, S. and E. Letellier. 1992. Nursery systems and management in shrimp farming in Latin America. pp. 106-137. In: Wyban, J., (editor). 1992. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. U.S.A.
- Tacón, A.G.J. 1990a. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Vol 1. The essential nutrients. Argent Laboratories Press. 117 p.
- Tacón, A.G.J. 1990b. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Vol 3. Feeding Methods. Argent Laboratories Press. 208 p.
- Tacón, A.G.J. 1991. Vitamin nutrition in shrimp and fish. pp. 10-41. In: Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan., (editors). 1991. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop, 19-25 September 1991, Singapore, Republic of Singapore.
- Tacón, A.G.J. 1992. Nutritional Fish Pathology. Morphological Signs of Nutrient Deficiency and Toxicity in Farmed Fish. FAO Fish. Tech. Paper No. 330: 75 p. Rome, Italy.
- Tacón, A.G.J. 1993. Feed formulation and on-farm feed management. pp. 61-74. In: New, M.B., A.G.J. Tacón and I. Csavas., (editors). 1993. Farm-made aquafeeds. Proceedings of the FAO/AADCP Regional Expert Consultation on Farm-Made Aquafeeds, 14-18 December 1992, Bangkok, Thailand. FAO-RAPA/AADCP, Bangkok, Thailand.
- Tacón, A., Silva, S. and De Silva, S. 1997. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics. *Aquaculture*; vol. 151, no. 1/4; pp. 379-404, 1997

- Teichert-Coddington, D.R. and R. Rodríguez. 1994. Relationship of penaeid shrimp yields to diet protein level, stocking density and season: a field test on commercial farms of southern Honduras. Abstract. p. 107. Book of Abstracts. World Aquaculture Society Annual Meeting, 12-18 January 1994, New Orleans, LA, U.S.A.
- Villalón, J.R. 1991. *Practical Manual for Semi-Intensive Commercial Production of Marine Shrimp*. Texas A & M University Sea Grant College Program, College Station, Texas. TAMU-SG-91-501.
- Villalón, J.R. 1993. Commercial semi-intensive penaeid growout techniques in Ecuador. pp. 237-273. In: J.P. McVey (editor). *CRC Handbook of Mariculture. Crustacean Aquaculture*. 2nd edition, Volume 1. CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Weidner, D.M., T. Revord, R. Wells and A. Manuar. 1992. *World Shrimp Culture*. Vols 1-2, Part One: Latin America Overview and Caribbean; 326 p. USDC/NOAA/NMFS NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-5, 6, 7.
- 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.
- Wyban, J.A. and J.N. Sweeney. 1993. Intensive shrimp production in round ponds. pp. 275-287. In: J.P. McVey (editor). *CRC Handbook of Mariculture. Crustacean Aquaculture*. 2nd edition, Volume 1. CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Yano, I. 1993. Ultraintensive culture and maturation in captivity of penaeid shrimp. pp. 289-313. In: J.P. McVey (editor). *CRC Handbook of Mariculture. Crustacean Aquaculture*. 2nd edition, Volume 1. CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Zendejas-Hernández, J. 1994. *Manual para la alimentación y manejo del camarón*. Purina, S.A. de C.V., Mexico D.F., Mexico. 12 p.