



**OSPESCA**



# MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA EL CULTIVO DEL CAMARÓN BLANCO *Penaeus vannamei*

AUTORES:

Jorge Cuéllar-Anjel • Cornelio Lara • Vielka Morales  
Abelardo De Gracia • Oscar García Suárez



2010





# **MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA EL CULTIVO DEL CAMARÓN BLANCO**

## ***Penaeus vannamei***

**ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD  
AGROPECUARIA  
OIRSA**

**ORGANIZACIÓN DEL SECTOR PESQUERO Y ACUÍCOLA DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO (OSPESCA) PARTE DEL SISTEMA  
DE LA INTEGRACIÓN CENTROAMERICANA (SICA)**

### **Autores:**

Jorge Cuéllar-Anjel

Cornelio Lara

Vielka Morales

Abelardo De Gracia

Oscar García Suárez

Panamá, Julio de 2010



Esta publicación ha sido posible gracias al Proyecto: “**Apoyo al Proceso de Integración de la Pesca y la Acuicultura Centroamericana**” (PRIPESCA), financiado por la República de China (Taiwán).



Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este manual para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Se prohíbe la reproducción de material contenido en este manual para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al Director Ejecutivo de OIRSA ([oirsa@oirsa.org](mailto:oirsa@oirsa.org)) o al Director Regional de OSPESCA ([info.ospesca@sica.int](mailto:info.ospesca@sica.int)).

Derechos reservados:

© OIRSA-OSPESCA 2010

Primera edición en español • Noviembre 2010

Tiraje: 1,000 ejemplares • Distribución gratuita

Hecho en Panamá

ISBN: 978-9962-661-05-4

Esta obra debe citarse de la siguiente manera:

Cuéllar-Anjel, J., C. Lara, V. Morales, A. De Gracia y O. García Suárez. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA-OSPESCA, C.A. pp. 132.



Diseño y Publicación:  
New Concept Publications, Inc.  
(507) 226-1974  
Panamá



## PRESENTACIÓN

La Acuicultura, es sin duda, una de las grandes potencialidades para producir alimentos de alta calidad con que cuenta el Istmo Centroamericano, así como para generar bienestar a través del empleo y réditos. Esto se ha evidenciado en el Inventario Regional de Cuerpos de Agua Continental levantado por la Organización del Sector pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). En particular, el cultivo de camarones marinos es una actividad acuícola que genera beneficios sociales y económicos sustancialmente significativos para la región. Tanto para la exportación extra-regional, así como para el mercado intrarregional, en los últimos años.

No obstante, el cultivo de camarones marinos también está expuesto a riesgos sanitarios por la presencia de patógenos nocivos que han obligado a la región a tomar medidas para proteger las producciones e inversiones realizadas. En respuesta a esta necesidad, el OIRSA y OSPESCA, en alianza con las autoridades sanitarias de los países miembros, OIE, FAO y el sector privado, han instituido un grupo de expertos conocido como el “Grupo Ad-Hoc de Sanidad Acuícola”. Este grupo, ha venido, progresivamente, dando aportes valiosos para una producción sana y sostenible, siendo uno de ellos el presente “Manual de Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo del Camarón Blanco *Penaeus vannamei*”. Este manual, será una herramienta de apoyo al productor y técnico acuícola para realizar cultivos que aseguren una producción con calidad y rentabilidad con apego a principios de sostenibilidad.

La elaboración y publicación de este manual también ha contado con el apoyo de la República de China (Taiwán) por medio del Proyecto de Apoyo al Proceso de Integración de la Pesca y la Acuicultura Centroamericana (PRIPESCA) que ejecuta OSPESCA con la participación administrativa de OIRSA.

La finalidad de esta obra es que se convierta en una herramienta de consulta continua para que el productor y técnico acuícola obtengan una producción de camarones de calidad, sobre la base de un modelo de cultivo competitivo que reúna los requisitos sanitarios que exigen los mercados regionales e internacionales.

**Guillermo E. Alvarado Downing**  
Director Ejecutivo de OIRSA

**Mario González Recinos**  
Director Regional de SICA/OSPESCA



## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen por su especial colaboración con la estructuración técnica y revisión del presente Manual a las siguientes personas de Panamá: Itzela Davis, Roberto Chamorro, Mariola Lemieszek de Camargo, Rigoberto Camargo, Hugo Pérez, Orlando Vernaza, María del Pilar Moyano, Eva Correa, Ricardo Villarreal, Susset Dager y Eva Bravo; de Nicaragua: Agnes Saborío; de Honduras: Carlos Girón; de Guatemala: Alexander De Beausset y de México: María Cristina Chávez Sánchez

De igual manera, agradecen el apoyo recibido de parte de las siguientes empresas y entidades que permitieron la participación de sus técnicos y el uso de sus instalaciones en la elaboración y revisión del presente Manual: Camaronera de Coclé S.A. (CAMACO) e Industrias de Natá S.A. (INASA) del Grupo CALESA de Panamá, el Programa de Sanidad Acuícola de la Dirección de Salud Animal del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) de Panamá, la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP), la Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA) y al Organismo Internacional Regional de Salud Animal (OIRSA).



## CONTENIDO

1.	Introducción	13
2.	Cumplimiento de las Normas Existentes	15
2.1	Aspectos sociales	15
2.1.1	Relaciones con la comunidad	15
2.1.2	Relación laboral y de salud ocupacional	15
2.1.3	Cumplimiento con la legislación laboral existente	17
2.1.4	Responsabilidad social	18
2.2	Aspectos ambientales	19
2.2.1	Selección del sitio para la ubicación de la granja	19
2.2.1.1	Topografía	21
2.2.1.2	Hidrología e hidrografía	22
2.2.1.3	Características del suelo	22
2.2.2	Diseño y construcción de la granja	25
3.	Operación de la granja	32
3.1	Preparación de los estanques	32
3.1.1	Drenado total	32
3.1.2	Secado	33
3.1.3	Extracción de materiales extraños de los estanques	34
3.1.4	Evaluación de la condición del fondo de los estanques	35
3.1.5	Manejo de sedimentos	36
3.1.6	Aplicación de cal agrícola (encalado de los fondos)	38
3.1.7	Roturación del fondo de los estanques	39
3.1.8	Llenado del estanque	39
3.2	Siembra del estanque	40
3.2.1	Fuentes de postlarvas	41
3.2.2	Verificación de la calidad de las postlarvas	42
3.2.2.1	Aclimatación de postlarvas	43
3.2.2.2	Siembra de las postlarvas	43
3.3	Manejo del alimento	44
3.4	Manejo de la calidad del agua	49
3.4.1	Monitoreo de la calidad del agua	50
3.4.2	Aireación	52
3.4.3	Recambio de agua de los estanques	53
3.4.4	Fertilización y manejo de la productividad natural	54
3.4.5	Manejo de depredadores y competidores	57
3.4.6	Prevención de fuga de camarones	58
3.4.7	Manejo de efluentes	59



3.5	Manejo de enfermedades en los camarones	61
3.5.1	Plan de acción ante la aparición de una enfermedad	63
3.5.2	Investigación y confirmación de la enfermedad	64
3.5.3	Restricción de movilizaciones	65
3.6	Uso de medicamentos veterinarios, productos químicos y biológicos	66
3.7	Manejo de desechos domésticos	68
3.8	Manejo durante la cosecha	70
3.9	Bioseguridad	74
3.9.1	Control de entradas a la granja	75
3.9.2	Limpieza y desinfección de las instalaciones de cultivo	76
3.9.2.1	Coordinación del plan de desinfección total de las instalaciones	76
3.9.2.2	Optimizar la fecha de cosecha	77
3.9.2.3	Manejo apropiado de los camarones a desechar	77
3.9.2.4	Desinfección de instalaciones y equipos	77
3.9.2.4.1	Desinfección de estanques de tierra	78
3.9.2.4.2	Desinfección de tanques	79
3.9.2.4.3	Desinfección de equipos	80
3.9.2.4.4	Desinfección de oficinas	80
3.9.2.4.5	Desinfección de otros edificios	80
3.9.3	Sistema de control y erradicación de plagas	81
3.9.4	Registro y verificación	82
4.	Sistema de disposición de desechos según su clasificación y posibilidad de reciclaje	83
5.	Uso de energía	86
6.	Planes de contingencia	87
7.	Registros en una granja camaronera	88
8.	Rastreabilidad (Trazabilidad)	89
	Bibliografía	91
	Anexos	93
	Abreviaturas	121
	Glosario	122





## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Evaluación de la calidad de las postlarvas y pruebas de estrés	93
Anexo 2.	Aclimatación de postlarvas: detalles técnicos para proceder	95
Anexo 3.	Manejo de la alimentación con base en el ciclo de muda	97
Anexo 4.	Muestreo poblacional en el cultivo de camarón	99
Anexo 5.	Parámetros que se monitorean en estanques de camarón	100
Anexo 6.	Fijación de muestras para análisis de laboratorio	102
Anexo 7.	Modelo de la OIE para la elaboración de un Plan de Emergencia	104
Anexo 8.	Normativas internacionales para medicamentos	106
Anexo 9.	Reglamento (UE) No 37/2010 Límites de Residuos tóxicos	112
Anexo 10.	Rastreabilidad (o Trazabilidad)	117
Anexo 11.	Metrología Internacional	119

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Kínder “Froylan Turcios” reconstruido por una empresa camaronera	15
Figura 2.	Donación de útiles escolares por el Grupo SEAJJOY, Honduras.	15
Figura 3.	Acceso libre de otros usuarios (pescadores) a los recursos hídricos	16
Figura 4.	Actividad de capacitación para el personal de una granja camaronera	16
Figura 5a.	Atención médica al personal como parte del programa de salud ocupacional	16
Figura 5b.	Señalización de medidas de seguridad personal ubicadas en áreas de trabajo	17
Figura 5c.	Señalización de ruta de evacuación en un área de trabajo de una granja	17
Figura 6a.	Oficinas técnicas y administrativas de una granja camaronera	17
Figura 6b.	Instalaciones de duchas y orinales para trabajadores de una granja camaronera	18
Figura 6c.	Instalaciones completas de lavamanos y servicio sanitario	18
Figura 6d.	Fuente de agua potable y sistemas de telefonía	18
Figura 6e.	Abordaje de un bus por parte del personal de una granja camaronera	18
Figura 7.	Integración con la comunidad durante actividad religiosa (Virgen del Carmen)	19
Figura 8.	Área de protección de la fauna silvestre adyacente a una granja camaronera	20
Figura 9.	Estero “Palo Blanco” (Aguadulce, Panamá) con bosque de manglar	20
Figura 10.	Mapa con la localización de granjas camaroneras construidas en áreas de albina	21
Figura 11a.	Zona de albina virgen, caracterizada por áreas húmedas y bosques de manglar	21
Figura 11b.	Zona de albina virgen en evaluación para la ubicación de una granja	21
Figura 12.	Inundación de una granja camaronera por el desbordamiento de un río	22
Figura 13a.	Construcción de estanques en una granja camaronera, en una zona de albina	23
Figura 13b.	Estanques cubiertos con liners en un sistema superintensivo de producción	23
Figura 14.	Plano del diseño de una granja camaronera	25
Figura 15a.	Plano de una granja camaronera y secciones transversales de los muros	26
Figura 15b.	Corte en un muro de un estanque durante la construcción de una granja	26



Figura 16.	Estación de bombeo de una granja camaronera con bombas axiales	26
Figura 17.	Depósito de combustible rotulado y con una fosa de seguridad	27
Figura 18a.	Regeneración de mangle en canales de drenaje de una granja camaronera	27
Figura 18b.	Zona de amortiguamiento adyacente a una granja camaronera	27
Figura 19.	Puente de una vía de acceso ubicado sobre un canal en una granja camaronera	27
Figura 20.	Infraestructura administrativa, técnica y logística de una granja camaronera	28
Figura 21.	Bodega principal de alimento de una granja camaronera	28
Figura 22.	Casetas pequeñas para almacenar alimento	28
Figura 23a.	Sistema de agua potable y casa para trabajadores de una granja camaronera	29
Figura 23b.	Comedores para el personal de una granja camaronera	29
Figura 24.	Garita de seguridad y puerta eléctrica para el control de entrada y salida	30
Figura 25.	Estanque cosechado y en proceso de drenado total	33
Figura 26.	Secado y desinfección del fondo de un estanque mediante radiación solar	33
Figura 27.	Examen físico del suelo y toma de muestras para laboratorio en una granja	34
Figura 28.	Camarón fantasma –“callianassa” ( <i>Lepidophthalmus bocourti</i> )	35
Figura 29.	Organismos adultos de Tanaidacea	36
Figura 30a.	Labores de eliminación de sedimento y restablecimiento de canales	37
Figura 30b.	Labores de eliminación manual de sedimento del fondo después de cosecha	37
Figura 31a.	Encalado manual de un estanque camaronero	38
Figura 31b.	Canal reservorio que ha sido encalado manualmente	38
Figura 31c.	Encalado mecánico de un estanque camaronero	38
Figura 32.	Tractor tirando de un rotovalor durante preparación de estanque para siembra	39
Figura 33.	Proceso inicial de llenado de un estanque en una granja camaronera	39
Figura 34.	Proceso final de llenado de un estanque en una granja camaronera	40
Figura 35.	Tanques de producción de postlarvas en un centro de producción larval	41
Figura 36.	Proceso de cosecha y embarque de postlarvas en centro de producción larval	42
Figura 37a.	Revisión macroscópica de postlarvas de camarón por personal de la granja	42
Figura 37b.	Transporte de postlarvas, aclimatación y monitoreo de parámetros	43
Figura 38a.	Descarga y estibaje de alimento para camarones en bodega de una granja	45
Figura 38b.	Alimento almacenado en estibas de una bodega en una granja camaronera	45
Figura 39.	Prueba de hidroestabilidad en muestra de alimento a su llegada a la granja	45
Figura 40.	Distribución de comederos plásticos en un encierro de un estanque de cultivo	47
Figura 41.	Operario revisando un comedero en un estanque de una granja camaronera	47
Figura 42.	Distribución de alimento al voleo desde un bote de remos	48
Figura 43.	Análisis rutinario de agua de estanques en una granja camaronera	50
Figura 44.	Funcionamiento rutinario de un laboratorio en una granja camaronera	51
Figura 45a.	Diseño de un Disco Secchi y forma de utilizarlo para medir turbidez	51
Figura 45b.	Equipo básico de campo y laboratorio de una granja camaronera	51
Figura 46.	Aireadores de paleta en estanques de una granja camaronera	52



Figura 47.	Estación de bombeo de una granja camaronera	54
Figura 48.	Microalgas pertenecientes a las diatomeas: <i>Navicula</i> y <i>Chaetoceros</i>	55
Figura 49.	Microorganismos productores de metabolitos (dinoflagelados y cianófitas)	55
Figura 50.	Aplicación de insumos agrícolas en un estanque de cultivo de camarón	57
Figura 51.	Estructura de control de sedimentación y filtración en un canal reservorio	58
Figura 52a.	Estructuras de entrada y salida en estanque de una granja camaronera	59
Figura 52b.	Marcos de madera con filtro de malla en una estructura de salida	59
Figura 53.	Reunión de los gerentes y técnicos con la Autoridad Competente	61
Figura 54a.	Camarones enfermos y sanos capturados durante un monitoreo sanitario	62
Figura 54b.	Examen clínico realizado a los camarones durante un muestreo sanitario	62
Figura 55.	Platos petri con agares TCBS y TSA mostrando crecimiento de bacterias	63
Figura 56a.	Incubadora con temperatura controlada y cabina de flujo laminar Clase II	64
Figura 56b.	Equipo para procesamiento de tejidos usado en histología	64
Figura 56c.	Aparato de PCR para amplificación genómica (ADN o ARN) de patógenos	64
Figura 57a.	Autoridad Competente realizando toma de muestras para vigilancia sanitaria	65
Figura 57b.	Técnicos de granjas examinando camarones enfermos	65
Figura 58a.	Recipientes con colores utilizados en granjas para la recolección de basura	69
Figura 58b.	Recolección de desechos domésticos por un vehículo especializado	69
Figura 59.	Muestreo de camarones para determinar su calidad antes de decidir la cosecha	71
Figura 60.	Cosecha con “bomba cosechadora” en una granja camaronera	71
Figura 61.	Proceso de enhielado inmediato durante una cosecha en una granja	72
Figura 62.	Cursos de capacitación para personal de granjas sobre métodos de diagnóstico	74
Figura 63a.	Letrero con niveles de bioseguridad en una granja camaronera	75
Figura 63b.	Áreas de trabajo indicando nivel de bioseguridad antes de ingresar	75
Figura 64a.	Desinfección de las llantas de un vehículo con sistema de mochila	76
Figura 64b.	Pediluvio con solución de amonio cuaternario en entrada al laboratorio	76
Figura 65a.	Entierro de camarones de desecho fuera de área susceptible de contaminación	77
Figura 65b.	Aplicación de cal y cobertura con tierra de camarones de desecho	77
Figura 66.	Limpieza y desinfección en instalaciones de aclimatación de una granja	78
Figura 67.	Dispositivo para el control de plagas en una granja camaronera	81
Figura 68.	Letrina portátil ubicada en un área de estanques de una granja camaronera	84
Figura 69.	Paneles de energía solar utilizados en una granja para reducir costos	86
Figura 70a.	Formularios para registro manual para actividades de una granja camaronera	87
Figura 70b.	Registros manuales tomados en el laboratorio de una granja camaronera	87
Figura 70c.	Registro computarizado de datos en un almacén de una granja camaronera	88
Figura 71a.	Imagen en la pantalla de un computador con software oficial de rastreabilidad	89
Figura 71b.	Digitación de información en un formulario oficial para rastreabilidad	89





## PRÓLOGO

El “Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*”, tiene como finalidad hacer disponibles herramientas de aplicación voluntaria para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos generados por las actividades de las granjas camaroneras, de tal forma que las operaciones de cultivo se desarrollen de una manera responsable con el ambiente y con la sociedad.

De igual manera, este Manual pretende servir de guía para programas voluntarios tendientes a prevenir, reducir y/o gestionar los riesgos relacionados con la inocuidad de los alimentos, la vida, la salud animal y la salud de las personas. Involucra aspectos ambientales, sociales y de seguridad alimentaria y, propone principios para la realización responsable y sostenible del cultivo de camarón en la Región Centroamericana.

Con este Manual se busca apoyar la formulación de directrices nacionales y regionales en el sector camaronicultor, dirigidas a buscar la sostenibilidad de esta actividad y pretendiendo aportar ideas base para el desarrollo de estándares y sistemas de certificación. Los principios y las guías asociadas sobre la implementación, pueden ser usados por los sectores públicos y privados para: a) desarrollar protocolos de manejo para cada granja en los países miembros de OIRSA/OSPES-CA, b) mejorar prácticas de manejo y c) sugerir propuestas adicionales de administración para el cultivo del camarón.





## 1. Introducción

En el mundo, la acuicultura ha crecido notablemente en los últimos 60 años, pasando de menos de un millón de toneladas en la década de 1950, a 51.7 millones de toneladas en 2006 con un valor de 78,800 millones de USD. A pesar de que la producción por pesca de captura dejó de crecer en la década de 1980, el sector acuícola mundial ha mantenido una tasa de crecimiento medio anual de 8.7% (excluyendo a China, con un 6.5%) desde 1970 (FAO, 2009).

Según la FAO (2009), la acuicultura representa en la actualidad el 76% de la producción mundial de peces de aleta de agua dulce y el 65% de la producción de moluscos y peces diádromos. Su contribución al suministro mundial de crustáceos ha crecido rápidamente en el último decenio y ha alcanzado el 42% de la producción mundial en 2006 y, en ese mismo año, proporcionó el 70% de los camarones y gambas (penaeidos) producidos en todo el mundo.

En el caso de América Latina y el Caribe, señala que la mayor tasa de crecimiento medio anual (22%), seguida por la región del Cercano Oriente (20%) y la región de África (12.7%). El crecimiento de la producción en Europa y en América del Norte se ha frenado de forma sustancial un 1% anual desde 2000. Francia y Japón que solían ser líderes en el desarrollo de la acuicultura, han reducido la producción en el último decenio. Aunque la producción acuícola seguirá aumentando, la tasa de crecimiento podría ser moderada en el futuro cercano.

Con el incremento de la demanda, la producción y la comercialización, hay un aumento en el requerimiento para mejorar la sostenibilidad, la aceptación social y la seguridad para la salud humana. Este no sólo afecta al comercio internacional y presiona a los productores para enfocarse en los métodos de producción que los conduzcan a lograrlo, sino que desafía a los países productores para desarrollar e implementar políticas apropiadas y desarrollar normas que permitan una producción y comercio responsable. Para

ayudar a alcanzar estos objetivos, los miembros de FAO en 1995 adoptaron el Código de Conducta para la Pesca Responsable, proveyendo una estructura para el desarrollo responsable de la acuicultura y pesca.

En términos mundiales, no obstante, la producción de los principales grupos de especies sigue estando dominada por un grupo reducido de países. China produce el 77% de todas las carpas (ciprínidos) y el 82% del suministro mundial de ostras (ostreidos). La región de Asia y el Pacífico produce el 98% de las carpas (*Ciprinus carpius*) y el 95% de las ostras totales. El 88% de los camarones y gambas (penaeidos) provienen también de esta región y los cinco mayores productores (China, Tailandia, Vietnam, Indonesia y la India) suministran el 81%. Noruega y Chile son los dos mayores productores mundiales de salmón (*Oncorhynchus kisutch* y *Salmo salar* - salmónidos) cultivado y se reparten el 33% y el 31%, respectivamente, de la producción mundial. Otros productores europeos suministran un 19% adicional (FAO, 2009).

El cultivo de camarón es uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Asia y Latinoamérica y recientemente en África. La sostenibilidad de la acuicultura del camarón se debe alcanzar con el reconocimiento y mitigación a corto y largo plazo de los efectos al medio ambiente y a la comunidad. Se debe mantener para ello una viabilidad económica y biológica en el tiempo y proteger los recursos costeros de los cuales ella depende.

En la Región de Centroamérica, el cultivo de camarón marino corresponde a 12.8% y el de tilapia a 5.7%, siendo los de mayor desarrollo en el sector acuícola. Los demás recursos representan un 22.6% de la producción. Si bien aún la maricultura y en particular el cultivo de Cobia (*Rachycentron canadum*) no se registran en las estadísticas de la región hasta el 2007, ha tomado un interesante auge desde el 2008 en Belice y Panamá, con altas perspectivas de desarrollo a nivel industrial (PAPCA-OSPESCA/AECID).



Por el contrario, la captura de camarón que hasta inicios de la década del 2000 fue estratégica para Centroamérica, cada año es menor debido a los problemas de sobreexplotación de la pesquería y pese a las medidas de ordenación implantadas. Es así que la producción se redujo de 15,017 TM en el año 2000 (3.8% de la producción regional) a 8,775 TM en el 2007 (2% del total Regional), mientras que el cultivo de este mismo recurso aumentó de 25,435 TM (6.5% de la producción) a 71,134 TM (16.4% del acumulado regional) durante el mismo período (OSPESCA, 2009).

Muchos de los problemas asociados con la acuicultura, resultan de deficiencias en la planificación y construcción del proyecto. Al respecto, la FAO indica que las granjas de camarón se deben localizar de acuerdo con la planificación y el marco legal en lugares ambientalmente adecuados, haciendo uso eficiente de los recursos agua y suelo y, conservando la biodiversidad, hábitats ecológicamente sensibles y funciones del ecosistema. Lo anterior, reconociendo otros usos del suelo y que otras personas y especies dependen de estos ecosistemas.

Como respuesta a las demandas actuales de la Región Centroamericana en el campo de la sanidad acuícola, fue creado el Grupo *Ad hoc* del Programa de Sanidad Acuícola del OIRSA/OSPESCA-PRIPESCA, cuyo objetivo general es disponer de forma permanente con un equipo técnico especializado en el área de Sanidad Acuícola, dirigido por el Programa de Sanidad Acuícola de la Coordinación Regional

de Salud Animal del OIRSA. Los objetivos y actividades del Grupo *Ad hoc* están inmersos en las estrategias de la Política de Integración de Pesca y Acuicultura del Istmo Centroamericano. En términos de participación, los países que integran OIRSA son Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, México y República Dominicana. Los países miembros de OSPESCA son los mismos exceptuando México.

Ambos Organismos (OIRSA/OSPESCA) han unido esfuerzos internacionales para el mejoramiento y la optimización de las actividades del sector camaronero en los países de la Región. Para ello, han desarrollado un importante despliegue técnico y logístico para la elaboración del presente “Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*”, documento dirigido a productores, técnicos, estudiantes, profesores universitarios, profesionales de áreas afines y entidades privadas y oficiales de los países miembros de estos Organismos.

Existen diferentes versiones diseñadas e implementadas para mejorar las prácticas de manejo en el cultivo de camarón a nivel mundial, pero básicamente todas comparten los mismos principios y enfoques, con diferencias que se deben a las características particulares de los países o regiones en donde han sido publicadas.

Todas las granjas de camarón deben cumplir con las regulaciones nacionales, regionales e internacionales apli-

**Tabla 1. Producción de camarón de cultivo (TM) en países centroamericanos – Período 2000-2007.**

Año	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	Totales
2000	3,637.3	1,300	196	1,492	12,041	5,422	1,347	24,148.3
2001	4,460.1	1,800	363	2,500	16,718	5,697.9	3,039	30,321
2002	4,354.1	4,097	372	5,400	18,149	6,102.2	4,778	37,906.3
2003	11,157.2	5,051	473	3,768	25,427	7,019.4	6,105	59,000.6
2004	11,064.9	5,076	435	3,900	27,748	7,849.5	6,535	58,747.4
2005	10,254.1	5,714	240	7,000	28,385	9,633.3	7,122	61,355.4
2006	7,234.7	5,726	336	13,428	35,811	10,860.5	8,314	81,710.2
2007	2,472.4	5,274	160.4	13,500	30,367	11,097.5	8,263	57,769.3

Fuente:OSPESCA 2009.





cables a la industria camaronesa, en lo relacionado con lo ambiental, sanitario, inocuidad, social, laboral y de tenencia de tierras. Las BPM no son procedimientos cuantitativos ni estáticos, no pueden ser codificados como una regulación permanente. Tienen la intención de guiar la actividad camaronesa para maximizar su eficiencia, garantizar la sostenibilidad y minimizar los impactos ambientales y sociales, considerando siempre la inocuidad del producto.

## 2. Cumplimiento de las Normas Existentes

### 2.1 Aspectos sociales

El enfoque social de las empresas camaronas, debe estar dirigido a desarrollar y operar granjas en una forma responsable, que beneficie a la misma empresa, a las comunidades locales y al país, contribuyendo de manera efectiva con el desarrollo rural (Figura 1) y, particularmente, al alivio de la pobreza en las áreas costeras, sin comprometer el ambiente.



Figura 1: Kinder "Foylan Turcios" reconstruido por la empresa camaronesa LARVIPAC del Grupo seajoy, HONDURAS. Foto cortesía del Lic. C. Girón

Es muy importante evitar o minimizar los conflictos con las comunidades locales que puedan resultar del desarrollo de la granja de camarón y de la operación. De esta manera, se busca asegurar y promover que el desarrollo de la acuicultura sea de mutuo beneficio para las partes (Figura 2).



Figura 2. Donación de útiles escolares por el Grupo SEAJAY, Honduras. Foto cortesía del Lic. C. Girón

#### 2.1.1 Relaciones con la comunidad

Las granjas camaronas están localizadas cerca de comunidades costeras que tradicionalmente han tenido acceso a los recursos de la costa, como pesca artesanal, recolección de moluscos y la extracción de madera. Es por estas razones que las granjas camaronas no deben negar el acceso a estos recursos a las comunidades, que durante muchos años los han utilizado de manera rutinaria.

Las granjas camaronas no deben prohibir el acceso a sitios públicos como bosques de manglar, zonas de pesca y recursos públicos a las comunidades costeras, siempre y cuando estas comunidades no pongan en peligro dichos recursos. Las granjas deben colaborar con las autoridades competentes, las cuales tienen la responsabilidad de regular el uso de los recursos hidrobiológicos y costeros de estas áreas (Figura 3).

#### 2.1.2 Relación laboral y de salud ocupacional

Todo trabajador que realiza un trabajo en forma honesta debe ser recompensado por lo menos con los salarios mínimos de ley. Además, debe ser cubierto por los seguros laborales y médicos que exige la legislación vigente.

La capacitación de los trabajadores de la granja debe ser tema permanente, para lograr mejorar el nivel técnico de los



Figura 3. Acceso libre de otros usuarios (pescadores) a los recursos hídricos cercanos a la granja. Coquirá y Aguadulce, Panamá. Fotos cortesía del Ing. C. Lara y Lic. M. De León.

mismos con miras a una mayor eficiencia en el desempeño de su labor diaria y para una conducta responsable dentro de su comunidad (Figura 4).

La empresa debe velar por la salud física y mental de todos sus empleados, para lo cual podría implementar un programa de asistencia médica ocupacional, que incluya visita de médicos, odontólogos y trabajadores sociales, dando la oportunidad a todo el personal de ser atendido al menos una vez por año (Figura 5a).

Como una medida para evitar accidentes, la granja debe disponer de adecuada señalización sobre los implementos

y normas que deben aplicar los trabajadores, en los lugares donde se considere que exista un riesgo (Figura 5b). Así mismo, debe existir señalización para la rápida ubicación de rutas de evacuación en caso de que ocurran emergencias y debe disponer de equipos extintores de incendios en todas las áreas susceptibles (Figura 5c).

Esta práctica que permitirá una buena salud de los empleados, redundará en beneficios para el desempeño laboral de cada trabajador sobre la producción. Cuando aplique, los empleados deberán obtener y portar carnets de salud emitidos por la autoridad competente.



Figura 4. Actividad de capacitación para el personal de una granja camarонера, sobre temas relacionados con salud pública y prevención de enfermedades. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 5a. Atención médica al personal como parte del programa de salud ocupacional de una granja. Foto cortesía del Lic. D. López.



Figura 5b. Señalización de medidas de seguridad personal ubicadas en áreas de trabajo de una granja camaronera, para evitar accidentes de los trabajadores y cuyo cumplimiento debe ser de carácter obligatorio. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 5c. Señalización de ruta de evacuación en un área de trabajo de una granja camaronera y equipo extintor de incendios para casos de emergencia. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

### 2.1.3 Cumplimiento con la legislación laboral existente

Es responsabilidad de cada empresa el cumplimiento de la legislación, tanto nacional como internacional. No deben existir prácticas discriminatorias, políticas o de exclusión para la contratación de personal y no deben ser contratados menores de edad.

La seguridad ocupacional debe ser implementada para poder prevenir los accidentes laborales y tener un ambiente laboral saludable. Los trabajadores acuícolas deben ser capacitados sobre sus deberes y derechos, así como aspectos de la seguridad laboral y primeros auxilios. Las empresas deben cumplir con los requisitos de programas de pensión de los trabajadores establecidos por las leyes de cada país.

Todas las granjas camaroneras bien sea que ofrezcan o no alojamiento a los trabajadores, deben contar con una infraestructura básica digna y decente, bien ventilada y con buenas instalaciones de duchas, baños y servicios sanitarios (Figuras 6b y 6c). Los alimentos para los trabajadores deben ser balanceados y nutritivos. Deben existir fuentes de agua potable para los trabajadores. Así mismo, la granja debe contar con sistemas de comunicación hacia el exterior de la empresa, bien sea a través de telefonía convencional o de radioteléfonos; de esta manera, no sólo se optimizará la comunicación interna entre los técnicos de la granja, sino que permitirá tener una línea hacia poblaciones vecinas en caso de alguna emergencia (Figura 6d). Tanto el almacenamiento como la preparación de los alimentos, deben ser adecuados y los desperdicios de comida deben ser manejados de la manera correcta y amigable con el ambiente.

En cuanto a la movilización, la empresa debe procurar ofrecer a los trabajadores un sistema de transporte gratuito y seguro, desde los lugares de residencia, hasta las instalaciones de la granja, así como de regreso hasta sus casas al término de la jornada. Esta medida disminuye la posibilidad de riesgo de accidentes para los trabajadores y estarían cubiertos por una póliza de seguro al ser movilizados en un bus, de acuerdo con las normas básicas de seguridad vial y social (Figura 6e).



Figura 6a. Oficinas técnicas y administrativas de una granja camaronera, dotadas con aire acondicionado y ventanas polarizadas para propiciar un ambiente de trabajo cómodo y saludable. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 6b. Instalaciones de duchas (izquierdas) y orinales (derecha) para trabajadores de una granja camaronera. Las duchas permiten eliminar el agua salada luego las jornadas en los estanques y lavarse sustancias que podrían ser irritantes como la cal o algunos fertilizantes. Fotos cortesía del Ing. C. Lara y del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 6c. Instalaciones completas de lavamanos y servicio sanitario para los empleados de una granja camaronera, equipado con elementos de limpieza y desinfección (izquierda). Letrina portátil ubicada cerca de las áreas de descanso del personal de campo en una granja camaronera (derecha). Fotos cortesía del Lic. M. De León y del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 6d. Fuente de agua potable para los trabajadores de una empresa (izquierda) y sistemas de telefonía convencional y de radio (derecha) utilizados para la comunicación interna y hacia el exterior en una granja camaronera. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 6e. Abordaje de un bus por parte del personal de una granja camaronera al finalizar una jornada, como parte del servicio de movilización gratuito que se ofrece a los trabajadores. Nótese revisión de bolsos y mochilas de los trabajadores antes de subir al bus. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

#### 2.1.4 Responsabilidad social

Una BPM de las granjas es la proyección o reflejo de sus actividades dirigidas hacia la comunidad, involucrando a sus trabajadores en la identificación de problemas de índole social, ambiental, salud, educación, sanidad y comunicación, entre otros y convertirlos en actores de la búsqueda de soluciones. Así mismo, la empresa debe involucrarse en actividades sociales que desarrollan las comunidades y que aportan al bienestar sociológico de sus empleados, promoviéndose con esto una integración entre las dos partes, en los aspectos socioculturales asociados a la vida cotidiana de sus trabajadores (Figura 7).

La responsabilidad social incluye los compromisos de la empresa con los empleados, los cuales usualmente no son normados o no obedecen al cumplimiento de leyes. La industria del cultivo de camarón se debe desarrollar y operar de una forma socialmente responsable, que beneficie tanto a las empresas como al trabajador, a las comunidades locales y al país.

#### Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para los aspectos sociales

- Evitar conflictos con las comunidades locales que puedan resultar del desarrollo de la granja de camarón y la operación, y asegurar que el desarrollo de la acuicultura sea benéfica para el productor y la comunidad. Para ello y en la medida de las posibilidades, se recomienda garantizar puestos de trabajo, realizar obras sociales



Figura 7. Integración de una granja camaronera con la comunidad, durante una actividad religiosa celebrada en un canal reservorio (Día de la Virgen del Carmen), Antón, Panamá. Foto cortesía de la Ing. M. Lemieszek.

que beneficien a la comunidad (escuelas, acueductos, caminos, parques infantiles, recreación, centros de salud, mejoras en servicios públicos, etc.)

- Las granjas camaroneras no deben negar el acceso de la comunidad a los recursos naturales, que durante muchos años los han utilizado de manera rutinaria
- En el tema de los recursos hidrobiológicos y costeros, las granjas deben ser entes colaboradores con las Autoridades Competentes que tienen la responsabilidad de regular su uso
- Asegurar el bienestar y mejorar las condiciones de trabajo de quienes laboran en las granjas de cultivo de camarón
- La capacitación del trabajador de la granja debe ser tema permanente, para lograr mejorar el nivel profesional de los mismos, con miras a mejorar la eficiencia en el desempeño de su labor diaria y para una conducta responsable dentro de su comunidad. Esto incluye temas como deberes y derechos, dentro de la relación laboral y en la comunidad, prácticas responsables para el cultivo del camarón, seguridad laboral como primeros auxilios
- Minimizar el riesgo de errores humanos durante el proceso de cultivo de camarón, mediante el entrenamiento, extensión en técnicas apropiadas y, a través

de programas de excelencia, bonificaciones y reconocimientos

- Las empresas camaroneras deben dotar a sus trabajadores con la indumentaria y elementos de seguridad apropiados para cada una de las labores que éstos realicen
- También se debe cumplir con los requisitos de programas de pensión de los trabajadores
- Brindar en el campo buenas condiciones a los trabajadores, tales como transporte adecuado, área de alimentación y descanso y, acceso a instalaciones sanitarias (fijas o portátiles)

## 2.2 Aspectos ambientales

La camaronicultura sostenible debe estar enfocada hacia el desarrollo de sistemas de cultivo en forma integrada, ordenada e incluyente, articulando las capacidades económicas, ambientales y sociales con la tecnología, el conocimiento, los esfuerzos institucionales y el marco jurídico normativo. Bajo esta orientación, las granjas tienen una responsabilidad en la implementación de la gestión ambiental definida en el Estudio de Impacto Ambiental, desde la fase de construcción y durante su establecimiento y operación.

Cada una de las infraestructuras que integran la granja (estanques, oficinas, bodegas, estaciones de bombas, puentes, alcantarillas, drenajes, canales reservorios, caminos, etc.), debe contemplar en su diseño aspectos que permitan durante su construcción y posterior funcionamiento, minimizar o prevenir impactos sobre el ambiente. De igual manera se debe prever su mantenimiento permanente, para evitar deterioro y eventuales accidentes

### 2.2.1 Selección del sitio para la ubicación de la granja

Uno de los puntos más críticos en cualquier operación acuícola es la selección del sitio, ya que haciéndolo correctamente se pueden minimizar gran cantidad de los posibles efectos en el ambiente y comunidades vecinas. Al mismo



tiempo, se pueden identificar limitaciones que afecten la sostenibilidad de la operación.

El sitio seleccionado para la ubicación de la granja, debe estar en una zona donde la operación de la misma no cree conflictos ambientales ni sociales, de acuerdo con la planificación y el marco legal y, haciendo uso eficiente de los recursos agua y suelo. Se deben conservar la biodiversidad, los hábitats ecológicamente sensibles y las funciones del ecosistema, así como reconocer otros usos posibles del suelo y qué otras personas y especies dependen de estos mismos ecosistemas (Figura 8).



Figura 8. Área de protección de la fauna silvestre adyacente a una granja camaronesa (zona de anidamiento de aves locales y migratorias), Honduras. Foto cortesía del Dr. C. Girón.

Entre los factores que se deben considerar a la hora de seleccionar un terreno adecuado para el cultivo de camarón, están los siguientes:

- Eficiencia costo-beneficio y la salud ambiental
- Valor del sitio donde se va operar una granja de camarón en relación con el valor intrínseco previo (costo oportunidad)
- Efectos en la economía local y regional
- Cambios en el valor de otros sitios dentro del mismo ecosistema como resultado del cultivo

Cada sitio tiene características propias que determinan la factibilidad biológica, social, tenencia de la tierra y el contexto local, ambiental, operacional y financiero, así como las consecuencias de ser utilizado para la producción de

camarón. Es importante sopesar los factores involucrados en la transformación de un terreno que cumplirá una función distinta a la original, tales como topografía, hidrografía, hidrología y otras características propias del suelo.

Haciendo referencia a la inocuidad alimentaria, las características más importantes son nuevamente la calidad del agua y del suelo. Ésta es la primera medida de prevención para reducir los riesgos de peligro para los alimentos de consumo humano. De hecho, una granja construida sobre un suelo contaminado o que utilice aguas contaminadas, no podrá obtener un producto inocuo. Se debe conocer la historia del uso del suelo seleccionado y mediante análisis de laboratorio debe ser confirmada la ausencia de productos peligrosos para el camarón y/o que dañen la calidad del producto final, por su potencial riesgo para la salud humana.

La calidad del agua es esencial para cubrir los requerimientos físico-químicos y biológicos de la especie en cultivo. Así mismo, el uso de agua con buenas condiciones para el camarón, permitirá tener un elemento en favor para obtener un producto de buena calidad e inocuidad para el consumidor final. Por lo anterior, se debe asegurar que el agua no esté contaminada o que exista la posibilidad de contaminarse con residuos industriales, mineros, agrícolas o domésticos (Figura 9).



Figura 9. Estero "Palo Blanco" (Aguadulce, Panamá) con bosque de manglar bien preservado, utilizado como fuente de agua de varias camaronearas. Foto cortesía del Lic. M. De León.



La selección del sitio debe contemplar los planes de desarrollo de la zona en cuanto a crecimiento agrícola, industrial o turístico, entre otros. Esto podrá favorecer una larga vida al proyecto y permitirá anticiparse a condiciones adversas que en corto o mediano plazo pudieran afectar la inversión.

La prevención es la mejor manera de evitar problemas de contaminación microbiana. El agua contaminada con efluentes domésticos es la fuente más frecuente e importante de microorganismos patógenos para el hombre. Mientras más lejos estén las granjas de asentamientos humanos, más fácil será controlar la contaminación de patógenos que afecten la inocuidad del producto final.

### 2.2.1.1 Topografía

La industria camaronera, gracias al avance de la tecnología, ha ampliado la posibilidad de utilizar no sólo las áreas de albinas, sino también áreas arenosas y tierras dulces para la localización de las granjas. Ante estas posibilidades del uso de tierra, se deben tener en cuenta los impactos ambientales, como consecuencia de la construcción y operación de las granjas (Figura 10).



Figura 10. Mapa con la localización de granjas camaroneras construidas en áreas de albina y de zonas de posible expansión de estanques. Foto cortesía del Lic. M. De León.

Muchos estanques se construyen en terrenos bajos anegables, por lo que el conocimiento de los patrones de inundación es crítico. Las inundaciones y la erosión de los terraplenes y el depósito de sedimentos (erosionados de los alrededores de la camaronera), pueden causar pérdidas en taludes y bordes de los estanques, destrucción de los caminos de acceso y daño y sedimentación de los canales.

El diseño debe incorporar elementos que protejan las estructuras de la granja de las inundaciones mayores y que, a la vez, eviten obstruir las corrientes naturales de agua que mantienen los hábitats circunvecinos. Se recomienda construir estanques en áreas con mínima cobertura vegetal como son las albinas, pues los costos de construcción se reducen y la probabilidad de que el sitio sea un área ambientalmente sensible es menor (Figuras 11a y 11b).



Figura 11a. Zona de albina virgen, caracterizada por áreas húmedas debido a la influencia de las mareas, terreno plano, con poca vegetación y demarcada por bosques de manglar. Cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 11b. Zona de albina virgen en evaluación para la ubicación de una granja camaronera. Cortesía del Lic. M. De León.



### 2.2.1.2 Hidrología e hidrografía

El estudio hidrográfico e hidrológico en el sitio deberá revelar las variaciones anuales de los caudales y mareas durante las estaciones lluviosa y seca.

El diseño de estructuras y de canales de agua sin tomar en cuenta las variaciones estacionales del clima e hidrología, pueden resultar en errores costosos y en impactos ambientales severos. Especialmente crítico es determinar las características hidrológicas del área para que se asegure las necesidades de la operación y se interfiera lo menos posible con las corrientes naturales de agua.

Las variaciones estacionales deberán ser cuidadosamente estudiadas y de acuerdo con los resultados de dicho estudio, dimensionar las diferentes estructuras hidráulicas internas y externas de la granja. El requerimiento anual de agua para la granja, deberá determinarse dentro del proceso de planeación y el mismo debe comprender tanto las necesidades del proceso de producción, como las pérdidas que pueden ocurrir en el sistema.

Cuando las granjas son construidas en áreas de inundación temporal por pleamares, deben tomarse precauciones especiales de ingeniería para evitar los efectos de las mareas altas y de las tormentas (Figura 12). También es recomen-

dable hasta donde sea posible, aislarse y controlar en los canales de drenaje, la influencia de las mareas.

### 2.2.1.3 Características del suelo

Tomando en cuenta aspectos ambientales, de producción e inocuidad, en el proceso de selección del sitio para la ubicación de la granja, la característica que presente el suelo es relevante para el éxito sostenible de la producción. Los suelos potencialmente ácidos y con sulfatos deben ser excluidos en la selección para la construcción de camaronas. Sin embargo, los suelos moderadamente ácidos pueden ser tratados para mejorar su pH, mediante el proceso de encalado con Carbonato de calcio.

Otra característica importante para la selección del sitio es el contenido de materia orgánica del suelo. Cuando este es orgánico, no deberá ser usado para la construcción de estanques, por la dificultad del movimiento de tierra, compactación y los consecuentes problemas que se presentaran en el proceso productivo debido al pH ácido.

La textura del suelo deberá ser de composición apropiada y se debe encontrar a una profundidad de por lo menos 50 cm por debajo del fondo del estanque. Debe tener un alto contenido de arcilla y limo, para reducir la pérdida de agua



Figura 12. Inundación de una granja camaronera por el desbordamiento de un río, a causa de una fuerte tormenta que coincidió con mareas altas. Fotos cortesía del Lic. C. Garrido.





por infiltración y facilitar la compactación de los muros, reduciendo la erosión (Figura 13a).

Los suelos arenosos pueden seleccionarse siempre y cuando se utilice tecnología que impida la infiltración del agua (“liners”) (Figura 13b). Si en el proceso de diseño y construcción no se contemplan aspectos técnicos apropiados, sería un error ubicar las granjas de camarones sobre suelos arenosos o áreas con infiltración o descarga de agua salada.

Dentro de la característica del suelo, se debe contemplar que el mismo no contenga contaminantes que pueden afectar la producción y la inocuidad del producto final. Se deben construir granjas en áreas que no han sido expues-

tas previamente a actividades agroindustriales, así como tampoco a desarrollos urbanos o que estén sujetas a la influencia de drenajes agrícolas. De no ser así, dichos suelos podrían tener acumulación de agroquímicos y contaminantes ambientales tales como metales pesados y otros materiales nocivos.

Las granjas de camarón cultivado no deben estar construidas dentro de los bosques de manglar, humedales o cualquier otro ecosistema frágil.

### **BPM para la selección de sitio de una granja camaronera**

Las siguientes son algunas consideraciones generales para la implementación de buenas prácticas en el establecimiento de una granja camaronera:

- Para la definición del sitio y desarrollo del proyecto, debe considerarse la viabilidad técnica y ambiental obtenida en el estudio técnico económico y de impacto ambiental. Éstos son requisitos primordiales en el proceso de trámite para la legalización del proyecto
- Obedecer la normativa para el uso del suelo, leyes de planificación y planes de manejo costero
- Determinar el grado de contaminación del agua o del suelo en diferentes épocas del año, según los requerimientos de la normativa nacional
- Seleccionar un sitio en el que el agua o el suelo no han sido contaminados previamente por su uso anterior
- Asegurarse que el sitio seleccionado se encuentre libre de peligros potenciales de contaminación del agua y suelo. El suelo no deberá contener contaminantes. Áreas expuestas a otras actividades agroindustriales previas, a desarrollo urbanos o sujetas a la influencia de drenajes agrícolas, pueden tener acumulaciones de agroquímicos y contaminantes ambientales tales como metales pesados u otros materiales dañinos
- Evaluar las propiedades físico-químicas del recurso agua, evitando utilizar fuentes de agua con riesgo de estar contaminadas por actividades antropogénicas



Figura 13a. Proceso de construcción de estanques en una granja camaronera, en una zona de albina con alto contenido de arcilla y limo (textura adecuada) que permite la buena compactación de los muros. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 13b. Estanques cubiertos con liners en un sistema superintensivo de producción de camarones, para evitar la filtración por efecto de la composición arenosa del suelo. Foto cortesía del Ing. C. Lara.



- No localizar nuevas granjas de camarón en áreas que ya han alcanzado su capacidad de carga para la acuicultura
- En tierras dulces, deben seleccionarse para acuicultura terrenos con limitado potencial de uso agrícola y pecuario y, con poca vegetación, considerando evitar la salinización de suelos y fuentes de agua dulce aledañas
- Todos los sitios para instalaciones acuícolas deben proyectarse para que funcionen de una manera armónica con el medio ambiente
- Se debe contemplar en la ubicación de la granja, no afectar las fuentes de aguas de otros usuarios por sobrecarga, contaminación con efluentes, etc.
- Conservar zonas de amortiguamiento y corredores entre las granjas y otros usuarios y hábitat
- En caso de áreas costeras, se debe evitar la destrucción del manglar y hay que dejar áreas de amortiguamiento
- Planificar bien la toma de agua y los drenajes, buscando la vía de menor impacto sobre el ambiente y evitando el re-bombeo de aguas servidas (efluentes)
- Contemplar en la selección del sitio, problemas de inundación
- El diseño debe incorporar elementos que protejan las estructuras de la granja de las inundaciones mayores y que, a la vez, eviten obstruir las corrientes naturales de agua que mantienen los hábitats circunvecinos
- Construir estanques en áreas con mínima cobertura vegetal, para reducir costos y bajar la probabilidad de que el sitio sea un área ambientalmente sensitiva
- Cuando las granjas son construidas en áreas de inundación temporal por pleamares, deben tomarse precauciones especiales de ingeniería para evitar los efectos de las mareas altas
- Conocer los patrones de inundación; las anegaciones y la erosión de los terraplenes y el depósito de sedimentos (erosionados de los alrededores de la camaronera), pueden causar pérdidas en taludes y bordes de los estanques, destrucción de los caminos de acceso y daño y sedimentación de los canales
- Evaluar las propiedades físico-químicas del suelo, considerando la capacidad de compactación, textura del material (limoso, arenoso o arcilloso) y la composición que tenga (existen materiales minerales que en altas concentraciones afectan negativamente la producción, como el hierro y cobre)
- Propiciar el desarrollo sostenible de las empresas acuícolas, mediante la obtención de licencias ambientales
- Contemplar los accesos de la población a los recursos hidrobiológicos del área
- Impulsar la modernización de la infraestructura acuícola, apoyando la realización de obras de mitigación de impacto ambiental y rehabilitando los sistemas estuáricos (reforestación y repoblación)
- Realizar estudios hidrográficos del lugar para conocer las variaciones anuales de las estaciones lluviosa, seca y de transición
- Tomar en cuenta las variaciones estacionales del clima e hidrología para el diseño de estructuras y de canales de agua, para evitar cometer errores costosos y afectar el ambiente.
- El requerimiento anual de agua para la granja deberá determinarse dentro del proceso de planeación
- Los suelos potencialmente ácidos y con sulfatos deben ser evitados para la construcción de camaroneras. Sin embargo, los suelos moderadamente ácidos pueden ser mitigados con cal
- La textura del suelo deberá ser de composición apropiada de arcilla y limo para una mejor compactación del terreno, debiendo estar presente al menos 50 cm por debajo del fondo del estanque
- Los suelos orgánicos no deberán ser usados para la construcción de estanques
- No se debe causar un impacto a la flora y fauna del lugar elegido para la construcción de la granja
- Evitar afectar los humedales los cuales son áreas con abundante fauna
- Cuando sea necesario, se puede utilizar agua dulce mezclada con agua salobre o agua marina, para ajustar



la salinidad cuando esta sea demasiado alta, siempre y cuando se cumpla con los lineamientos de protección del cuerpo de agua dulce que se usaría para este propósito

- Respetar planes de ordenamiento acuícola, para equilibrar el uso de la capacidad ambiental en acuerdo con otras industrias circunvecinas
- Promover el cultivo de especies de bajo nivel trófico y/o de biotecnologías que usen alimentos de origen vegetal, en sustitución de aquellos de origen animal
- Las granjas de camarón cultivado no deben estar dentro de los bosques de manglar, humedal o cualquier otro ecosistema frágil
- No localizar las granjas de camarones sobre suelos arenosos o áreas de infiltración o descarga de agua salada, a menos que se utilice una tecnología apropiada
- No construir granjas en zonas tradicionales de migración de aves, pues se tendrán problemas con la invasión de las mismas e inconvenientes con las autoridades de protección al ambiente

### 2.2.2 Diseño y construcción de la granja

Con el incremento de la intensidad y expansión del cultivo de camarón en los últimos años, se deben usar técnicas adecuadas de diseño y construcción cuando se van a establecer nuevas granjas de camarón. La ventaja de mejorar las técnicas de cultivo de camarón es que no sólo se considera el cultivo de camarón y el manejo de la granja, sino que también integra la granja en el ambiente local, causando las menores alteraciones posibles al ecosistema que lo rodea.

Un buen conocimiento de los principios de diseño, construcción y tecnologías de cultivo, pueden ayudar con tres objetivos: protección de los recursos naturales, eficiencia operativa y reducción de los costos de construcción. El código de prácticas de la Global Aquaculture Alliance (GAA), establece que “las instalaciones usadas en acuicultura deberán ser diseñadas y operadas de manera que conserven el agua y protejan las fuentes subterráneas de agua dulce,

que minimicen los efectos de efluentes en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y que mantengan la diversidad ecológica”. Las BPM juegan un papel clave en la reducción o mitigación de los impactos potenciales durante y después de la construcción. Adicionalmente, atender minuciosamente las características de la construcción, puede reducir los costos y mejorar la eficiencia en todas las etapas de la operación.

Durante la fase de planificación, diseño y construcción de la granja, se deben considerar medidas que mitiguen problemas ambientales; he aquí la importancia de la evaluación ambiental (Figuras 14, 15a y 15b).

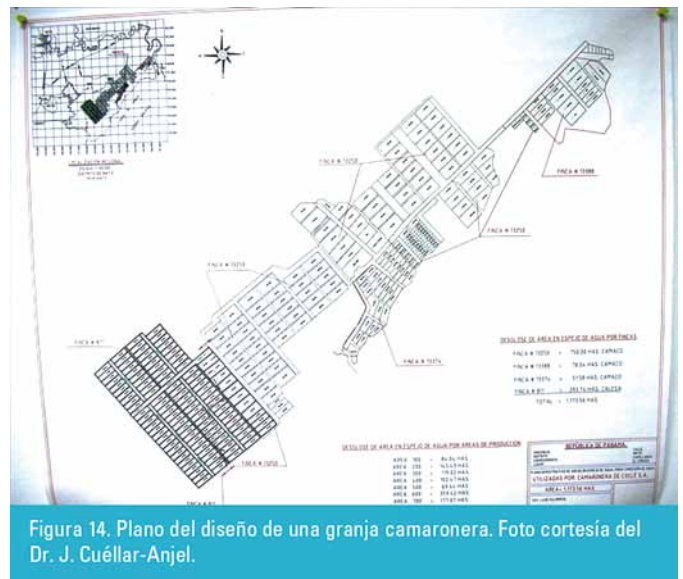


Figura 14. Plano del diseño de una granja camaronera. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

Las estructuras de bombeo de la granja deben ser compactas, tener seguridad en su diseño para soportar y operar el equipo de bombeo y, facilitar la logística operativa y de mantenimiento; también deben ser diseñadas bajo un enfoque ambiental, que evite el derrame de hidrocarburos y otros contaminante a las aguas estuarinas. El diseño debe minimizar riesgos de accidentes o daños físicos a los operadores (Figura 16). Los tanques para el almacenamiento y suministro de combustible, deben estar diseñados y ubicados de acuerdo con las normas de seguridad establecidas en cada país (Figura 17).

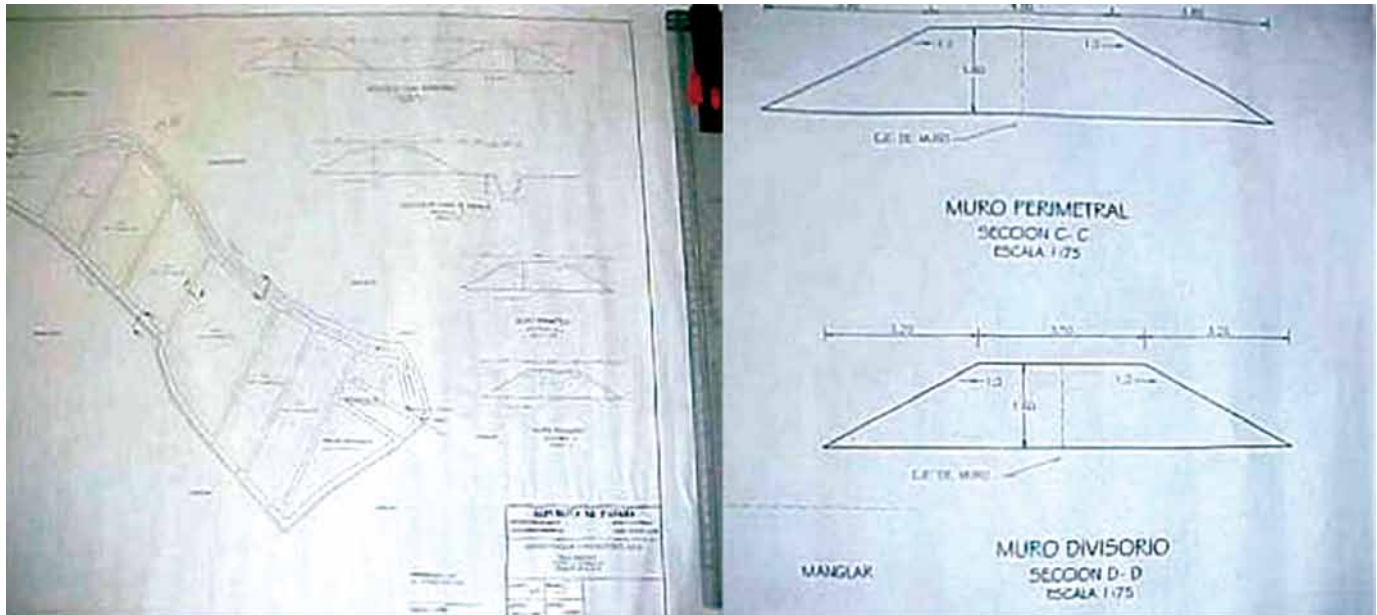


Figura 15a. Plano de diseño de una granja camaronera (izquierda) y de las secciones transversales de los muros (derecha). Foto cortesía del Ing. C. Lara.

La selección del tipo de bombas a utilizar, debe tomar en cuenta aspectos de eficiencia, costo, durabilidad (vida útil) y riesgo ambiental asociado con su uso. Las bombas lubricadas por aceite, son un riesgo potencial de contaminación de las aguas estuarinas, por lo que es preferible utilizar las que son lubricadas por agua. En el caso de la selección de motores, debe considerarse la eficiencia en el uso y tipo de energía requerida. En la actualidad existen alternativas económicas y amigables con el ambiente de fuentes de energía para motores, las cuales deben ser consideradas.

Toda operación acuícola costera que se realice cerca de bosques de manglar, humedales y playones, debe procurar la conservación de los mismos para poder mantener la sostenibilidad de la misma industria (Figuras 18a y 18b). Para un correcto diseño de camaroneras, se deberán usar los estándares y procedimientos que consideran las propiedades del terreno, la pendiente, el flujo de agua y la mejor sección hidráulica, entre otros.



Figura 15b. Corte estratégico en un muro de un estanque durante la construcción de una granja camaronera, en el cual se está construyendo una estructura de entrada. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 16. Estación de bombeo de una granja camaronera con bombas axiales. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 17. Depósito de combustible debidamente rotulado y con una fosa de seguridad para contener derrames. Foto cortesía del Ing. C. Lara.

En la planeación de la construcción de las granjas, los canales no deberán crear barreras a las corrientes naturales de agua, ya que alterar los cursos hídricos naturales puede impactar áreas sensibles. Las inundaciones o la erosión resultantes de este proceso, dañarán los canales, la infraestructura de la granja, actividades aledañas y el propio sistema de producción de dicha empresa. Por esta razón, los estudios topográficos del área y el estudio de su hidrología antes de la construcción, permitirán detectar en dónde están los cursos naturales de agua en riesgo.

Para prevenir la alteración de las corrientes naturales, se recomienda ajustar el diseño de la granja, proveer alcan-



Figura 18a. Regeneración natural del mangle en canales de drenaje de una granja camaronera. Fotos cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 18b. Zona de amortiguamiento adyacente a una granja camaronera, con proliferación natural de diferentes tipos de mangle que sirven como refugio a la fauna silvestre. Foto cortesía del Dr. C. Girón.



Figura 19. Puente de una vía de acceso ubicado sobre un canal en una granja camaronera, para permitir el flujo natural de las aguas de drenaje según la dinámica de las mareas. Foto cortesía del Lic. M. De León.



tarillas suficientemente grandes debajo de los caminos o limitar la desviación de vías de agua alrededor de las estructuras, descargando posteriormente en la vía de agua original (Figura 19).

Las vías de acceso deberán tener instaladas estructuras de tamaño adecuado para prevenir el estancamiento de agua dulce y la alteración del flujo de agua salobre. A veces se hace necesario contar con caminos altos en áreas donde se construyen estanques camaroneros. Un camino puede actuar como una represa y causar inundaciones, a menos que se asegure su drenado mediante el uso de estructuras del tamaño adecuado. En casos extremos, el camino corre el riesgo de ser barrido por las aguas.

El diseño y construcción de los canales de abastecimiento de agua, juega un papel importante en la flexibilidad del manejo del estanque y tendrá también un efecto en la reducción de algunos de los impactos ambientales potenciales de la operación. Éstos deben ser diseñados de acuerdo con los resultados de la estimación de la demanda máxima diaria de agua de la granja, incluyendo las pérdidas en el sistema por evaporación, infiltración y fugas.

Las estimaciones de la carga de sedimento del agua entrante y las dimensiones requeridas para un área de sedimentación o trampa de sedimento, deberán ser calculadas e incorporadas al diseño por un ingeniero experimentado. Se puede requerir de pruebas para determinar el tiempo necesario de residencia del agua en estas áreas de sedimentación, para eliminar una cantidad significativa de sedimentos. Conviene considerar el uso de dos áreas de sedimentación dentro de un mismo canal, ya que una puede ser limpiada mientras que la otra continúa en funcionamiento.

En el caso de los canales de drenaje, los mismos deben tener en su diseño y construcción una sección hidráulica que permita el eficiente manejo de los efluentes de la granja y aportes hídricos naturales. Contemplar la posibilidad de estructuras de control para el drenaje y aislamiento de la influencia de las mareas, es una opción de bioseguridad que además podría reducir los costos de operación (Figura 19).



Figura 20. Infraestructura administrativa, técnica y de apoyo logístico para las actividades de producción de una granja camaronera, con vías de acceso adecuadas para el tránsito de vehículos livianos y de equipo pesado. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 21. Bodega principal de alimento de una granja camaronera, en proceso de recibo de dietas para producción transportadas en un vehículo cubierto. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 22. Casetas de concreto utilizadas como pequeñas bodegas para el almacenamiento del alimento; están ubicadas estratégicamente en el área de estanques de producción de una granja camaronera y facilitan la distribución de las raciones diarias. Deben estar diseñadas para conservar la calidad del alimento y evitar su contaminación con roedores y otras plagas, así como el robo.



La granja debe disponer de una infraestructura adecuada que le permita desarrollar adecuadamente las actividades de producción (Figura 20). Las bodegas de almacenamiento deben estar construidas y ubicadas de acuerdo con los insumos o grupos de insumos utilizados. A este respecto, los alimentos balanceados requieren un adecuado manejo durante su almacenaje y distribución en el campo, donde deben estar protegidos de la humedad, la luz directa del sol y el ataque de plagas (Figuras 21 y 22).

Cuando por logística existe la necesidad de mantener personal de producción alojado en las áreas de trabajo, hay que construir infraestructuras que brinden comodidad y salubridad al personal que las utiliza. Se debe contar con suministro de agua potable (Figura 23a), áreas para comedores (Figura 23b) y sistemas de servicios sanitarios o letrinas. Estos últimos, deben estar localizados estratégicamente en el campo y se deben considerar en su diseño y



Figura 23a. Sistema elevado de suministro de agua potable (izquierda) y casa confortable para los trabajadores que permanecen en una granja camaronera (derecha). Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel y del Lic. M. De León.



Figura 23b. Comedores para el personal de una granja camaronera. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



construcción los impactos ambientales, siendo importante utilizar letrinas ecológicas (Figuras 6b y 6c).

Es importante que todos los actores en las granjas, internalicen y pongan en práctica la gestión ambiental y, como parte de ella, debe haber un enfoque hacia la disminución de desechos en el proceso de construcción y durante la fase de producción. La práctica de reducir, reutilizar y reciclar, debe ser una regla en la granja en función del ambiente y de los costos.

La disposición de los desechos según su clasificación y posibilidades de reciclaje, se debe considerar durante la construcción posteriormente en la etapa de producción, de tal manera que en cada área de generación de desechos existan recipientes ubicados apropiadamente. A pesar de que no existe una clasificación internacional para los colores de los recipientes de los desechos según sus características, se propone la siguiente: verdes para la colecta de vidrio, amarillos para aceites reciclables, blancos para otro material reciclable, rojos para residuos químicos y biológicos peligrosos, azul para papel y cartón y gris para materiales orgánicos (biodegradables).

Los sitios de disposición de desechos, tienen que estar estratégicamente localizados dentro de los límites de la granja, si los desechos no pueden ser dispuestos en vertederos

municipales. Su diseño debe contemplar todas las normativas establecidas para minimizar los impactos ambientales; se debe evitar localizarlos, cerca de fuentes estuarinas, lagunas, manglares, áreas de oficina o sitios de trabajo.

Para disminuir el riesgo de introducción de enfermedades y facilitar la rastreabilidad, se debe contar con un sistema eficiente de control de entradas y salidas de personal y equipo rodante (Figura 24), así como considerar un sistema de desinfección de los mismos, diseñado de manera que no pueda ser obviado en ninguna circunstancia.

Debe contemplarse desde el diseño y construcción de la granja camaronera, el poder contar con la infraestructura y señalización necesaria para la implementación permanente de medidas de seguridad, higiene y bioseguridad.

### BPM para diseño y construcción de granjas

- Durante la etapa de construcción, los combustibles, lubricantes y todos los desechos generados, deben ser manejados responsablemente para prevenir contaminaciones ambientales, construyendo muros de contención alrededor de todos los lugares donde se almacene combustible, para la protección de las áreas adyacentes en caso de un derrame
- Conservar la biodiversidad y fomentar el restablecimiento de los hábitats naturales; mantener la vegetación ribereña y una zona de amortiguamiento. Al dejar intacta la mayor cantidad posible de vegetación, entre los estanques y los cuerpos de agua adyacentes, se mantienen los valores ecológicos del área y se protegen los terraplenes de la erosión causada por el viento y las mareas
- Evitar las descargas a ambientes estancados o sensibles donde pueden ocurrir daños, minimiza el impacto de los efluentes. Cuando muchas granjas descargan dentro de un mismo cuerpo de agua, la coordinación entre los operadores puede ayudar a evitar problemas
- Minimizar las áreas degradadas (sin uso) e implementar en éstas planes de reforestación o aprovechamiento ecológico



Figura 24. Garita de seguridad y puerta eléctrica para el control de entrada y salida de personas y vehículos en una granja camaronera. Foto cortesía del Ing. C. Lara.





- Contar con zonas de vegetación para amortiguamiento entre el manglar, ríos y estuarios y permitir corredores naturales entre ellos
- El diseño de la granja debe contemplar canales reservorios con dimensiones adecuadas para las necesidades hídricas de la granja
- El diseño de la granja (o una nueva extensión de la operación), debe incluir una zona para un estanque de sedimentación de un tamaño apropiado, o alguna otra estructura como trampas de sedimentos, que minimice la descarga de sólidos suspendidos en las aguas de vertido
- El tamaño de la granja deberá ser proporcional a la disponibilidad de agua y a la capacidad estimada del cuerpo de agua receptor para diluir, transportar y asimilar los efluentes
- Las granjas construidas en áreas costeras bajas, son susceptibles a desastres naturales como inundaciones y huracanes. De esta manera, deben ser diseñadas y construidas eficientemente, para evitar requerimientos excesivos de agua, baja calidad de la misma e incremento en los sólidos en suspensión en los efluentes
- En el diseño y construcción de la granja, se deben contemplar estructuras de control que permitan el drenaje y aislamiento de la influencia de las mareas, como medida de bioseguridad
- Las bombas deben tener preferiblemente lubricación por agua y no por aceite, ya que estos últimos presentan fugas que provocan contaminación del agua y del suelo
- Las estaciones de bombeo deberán estar localizadas donde la calidad de agua sea aceptable y evitando áreas donde pueda ocurrir daño ambiental
- Un apropiado diseño, localización y operación de las estaciones de bombas, reducirá el costo operativo por este concepto y el potencial daño ambiental inherente a su funcionamiento
- Las bombas grandes deberán ser usadas porque son más eficientes que las pequeñas; sin embargo, más de una bomba deberá ser instalada en las granjas grandes para proveer flexibilidad y capacidad de reserva. Las granjas pequeñas pueden necesitar una bomba de respaldo en caso de falla mecánica de la bomba principal
- La estructura de bombeo debe tener una superficie que facilite su limpieza y no debe permitir que gotas de combustibles o lubricantes contaminen el suelo o el agua del estuario
- El área de la estación de bombeo debe contar con todas las estructuras de seguridad necesarias para evitar accidentes, como por ejemplo cubierta de malla para las fajas y poleas, cerca de ciclón alrededor, adecuado sistema de iluminación, entre otras, cumpliendo con las disposiciones ambientales y de la seguridad laboral
- Los motores que impulsan las unidades de bombeo, deben estar en aceptables condiciones mecánicas y, adicionalmente, tener una bandeja para la retención de fugas o derrames de lubricantes
- La disposición y almacenamiento de combustibles y lubricantes debe estar acorde con las disposiciones establecidas por la normativa nacional (oficinas de bomberos y la autoridad del ambiente)
- Todo el material residual debe ser removido del sitio y retirado con responsabilidad, una vez la construcción haya concluido
- Los estanques deben poder drenar totalmente ya sea con compuertas, o sistemas de drenaje
- Siempre que sea posible, la entrada y salida de agua de los estanques y canales, deben estar separadas para que el agua de entrada y la de efluentes no se mezclen. El diseño de las mismas debe incluir controles de erosión
- La construcción de muros y caminos de accesos, no debe alterar el flujo natural de los cuerpos de agua ni causar la salinización de las tierras aledañas
- Los canales reservorios así como los de drenaje, deben ser diseñados para evitar velocidad alta del agua y la erosión de los mismos, así como para permitir el movimiento del agua hacia los estanques por gravedad



- La dirección predominante del viento debe ser tomada en cuenta, para reducir la presencia de oleaje que erosiona los muros de los estanques y los canales
- Los puntos de descarga de aguas de vertido deben estar localizados en sitios donde se maximice el transporte y dispersión de los efluentes y minimice los impactos en la hidráulica de las mareas; al mismo tiempo, se debe minimizar el impacto en la vegetación
- Dependiendo de la calidad del agua de salida, se recomienda diseñar la granja de manera que permita el tratamiento de los efluentes, para disminuir la alteración física y química de los estuarios o ríos
- Los canales utilizados para el drenaje deben contar con estructuras de control, las cuales permitirán aislar los estanques de la influencia de las mareas; esto, para facilitar el secado, reducir costos por el uso de madera y mallas y, disminuir el tiempo de cosecha
- Cuando un canal reservorio es común para varias granjas, el uso del agua debe ser coordinado en acuerdo mutuo por las empresas y no se debe afectar la ecología del área
- Los accesos a rutas terrestres o acuáticas, muelles y áreas de estacionamiento, deberán estar localizados donde sea posible la mitigación de los impactos ambientales
- Para reducir el impacto a la fauna marina, es conveniente que las tomas de agua no queden directamente en el margen de los estuarios; se deben construir canales de aducción y hasta donde sea posible, infraestructuras que permitan colocar mallas o redes que reduzcan la succión de organismos por las bombas
- Debe haber adecuada señalización de los posibles peligros de accidente e indicaciones claras de los procedimientos en caso de ser necesario
- Durante la construcción, se debe contemplar la ubicación estratégica de instalaciones sanitarias fijas o portátiles, con tanques de almacenamiento para su traslado posterior

### 3. Operación de la granja

La planificación, implementación de un protocolo ajustado a las condiciones de la granja y el manejo adecuado de la misma, permiten alcanzar al final del proceso productivo, los resultados económicos esperados. Un aspecto importante en el manejo de la granja, es que desde la primera fase se establezca y mantengan las condiciones ambientales óptimas en el estanque, para que las postlarvas o juveniles se desarrollen normalmente. Esto implica la implementación de vacíos sanitarios, preparación del fondo del estanque, una adecuada eliminación de depredadores y competidores, reducción de las posibilidades de estrés y manejo de la productividad natural.

#### 3.1 Preparación de los estanques

El vaciado sanitario aplicado en toda la granja o en una parte de esta, permite tener el tiempo necesario para un buen secado y preparación de los estanques. Esto contribuye al desarrollo de camarones sanos ya que favorece un equilibrio químico, físico y biológico en el estanque. El drenado, secado, manejo de sedimentos, limpieza, evaluación del estado del fondo y encalado, son actividades que contribuyen a disminuir los riesgos de enfermedades en los estanques.

La desinfección del estanque comprende limpieza y tratamiento de estructuras y del fondo luego de cada cosecha, para lo cual se combina la acción de la radiación solar durante el secado, con la aplicación de cal u otros agentes químicos (ej.: cloro). El cloro y demás agentes químicos, se deben usar de manera responsable ya que arrojados al medio ambiente podrían ocasionar mortalidad de la flora y fauna silvestre.

##### 3.1.1 Drenado total

El estanque debe ser drenado totalmente una vez finalizada la cosecha (Figura 25). Las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con hipoclorito de



Figura 25. Estanque que ha sido cosechado y que se encuentra en proceso de drenado total, para su posterior exposición al sol y el viento para el secado. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

sodio (calcio) u óxido de calcio (cal viva). Una vez finalizado el drenaje, las compuertas de entrada y salida de agua de los estanques deben ser selladas para evitar la entrada de agua durante las mareas altas, permitiendo de esta manera que el sol y el viento realicen el proceso de secado total.

Los canales de drenaje que cuentan con estructuras de control, deben sellarse herméticamente para evitar la entrada de las mareas y hacer efectivo el secado y preparación del estanque luego de la cosecha.

#### **BPM para drenado total (de estanques)**

- Incorporar adecuadamente definidas, las acciones de esta actividad en el protocolo de la granja
- Cerrar herméticamente las estructuras de entrada y salida del estanque inmediatamente después de finalizada la cosecha
- En caso de contar con estructuras de control en los drenajes, se deben mantener cerradas para impedir el acceso de las mareas y facilitar la operación de secado

#### **3.1.2 Secado**

Es necesario dejar reposar o restaurar el medio ambiente en granjas camaroneras, mediante la interrupción de la producción; durante la estación seca (verano) se puede conseguir un secado total y en la estación lluviosa un se-

cado parcial dadas las condiciones propias del clima. Esta estrategia conocida como vacío sanitario, tiene como uno de sus objetivos el poder romper los ciclos de reinfección, eliminando así las fuentes de una enfermedad en los estanques y reservorios. El vacío sanitario que se realiza durante la estación seca, permite también realizar mejoras y reparaciones importantes en la infraestructura de las granjas, así como acondicionar los fondos de los estanques para crear un ambiente saludable para los camarones del siguiente ciclo. Para promover un mejoramiento de la situación sanitaria de los sistemas de producción de camarón marino, la Autoridad Competente responsable de la salud de los animales acuáticos en un país determinado, debe fomentar la utilización del vacío sanitario como estrategia rutinaria de control de enfermedades, ponderando frente a los productores los efectos benéficos del vacío sanitario con respecto a su costo.

Dentro del vacío sanitario cuya implementación se sugiere como una medida de BPM, las unidades de producción y estructuras de abastecimiento de agua, deben ser sometidas a un período prudente de secado por la acción del sol y viento en la estación seca, hasta que el fondo desarrolle cuarteaduras. Esto permite oxidar sustancias reducidas (sulfuros inorgánicos presentes en el suelo del estanque), acelerar la descomposición de la materia orgánica y desinfectar el fondo (Figura 26).



Figura 26. Secado y desinfección del fondo de un estanque, mediante la acción de los rayos solares y del viento; nótese las cuarteaduras profundas del suelo. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



### BPM para secado (de estanques)

- Incorporar el vacío sanitario dentro del protocolo como actividad prioritaria
- Someter rutinariamente las unidades de producción y estructuras de abastecimiento de agua a un período prudente de secado por la acción del sol y viento, hasta que el fondo desarrolle cuarteaduras de aproximadamente 5 a 10 cm de profundidad
- Para facilitar la operación de roturación (arado o volteado) del fondo del estanque, se debe tener definido hasta que nivel de secado se va a llevar el suelo; fondos muy secos se compactan demasiado y no permiten una buena roturación
- El secado del fondo de los estanques puede hacerse después de cada cosecha o en intervalos más largos si se desea, pero secados largos y frecuentes no son siempre necesarios. El secado incrementa la aireación del suelo, que estimula la descomposición de la materia orgánica

#### 3.1.3 Extracción de materiales extraños de los estanques

La limpieza de los estanques debe convertirse en una práctica de rutina antes de iniciar un ciclo de producción y du-

rante el mismo. La presencia de materiales extraños dentro de los estanques (alambres, troncos, piedras, palos, etc.), puede afectar el buen desarrollo de las actividades de producción, así como la integridad física de los trabajadores. Por ejemplo, durante los muestreos biométricos se puede alterar la efectividad de las capturas con atarraya; pueden ocasionar accidentes a los operarios o, se pueden convertir en refugios de organismos que inciden en los resultados de producción. Luego se debe realizar la limpieza y desinfección de compuertas de entrada y salida, tuberías, tablas y bastidores

La basura y todo resto de material plástico, madera, metal o vidrio utilizado durante el ciclo de cultivo, deberá recogerse y ser manejado en sitios previamente establecidos o clasificados para su reciclaje, según sea el caso.

Hay que tener en cuenta en el manejo de desechos, que existen materiales que por su naturaleza o composición físico-química son fácilmente degradados por el ambiente y por lo tanto sólo necesitan tener un lugar o sitio adecuado para su disposición. Se debe evitar la incineración debido a la liberación de residuos contaminantes para el ambiente.



Figura 27. Examen físico del suelo de un estanque (izquierda) y toma de muestras para análisis de laboratorio (derecha) en una granja camaronera. Fotos cortesía del Ing. C. Lara y del Dr. D. Díaz.



### BPM para la extracción de materiales extraños de los estanques

- Establecer en el manual de procedimiento operacionales de saneamiento (POE), las acciones a seguir para una buena limpieza de los estanques y de la granja en general
- Realizar la limpieza de compuertas de entrada y salida, tuberías, tablas y bastidores y eliminar cualquier material extraño presente en el fondo del estanque
- Evitar hasta donde sea posible, el uso de sustancias químicas para la desinfección de los estanques
- Implementar un adecuado manejo de la basura y de desechos recogidos dentro y alrededor de los estanques
- Implementar las medidas de seguridad, cuando se tenga la necesidad de utilizar algún insumo químico para la preparación del estanque

#### 3.1.4 Evaluación de la condición del fondo de los estanques

Se deben establecer programas rutinarios de toma de muestras de suelo para el análisis de laboratorio y con base en los resultados, aplicar la cantidad requerida del insumo que se necesite (cal o fertilizante) para cada estanque (Figura 27).

Un análisis de suelo debe incluir información básica sobre composición de materia orgánica (%), pH, nitrógeno, fósforo, sulfatos, hierro, carbonato de calcio, magnesio y potasio.

Los principales parámetros que determinan el estado o condición del fondo de los estanques, son el porcentaje de materia orgánica y el pH del fondo. Si el suelo del estanque presenta condiciones ácidas ( $\text{pH} < 7$ ), se deberá aplicar preferiblemente cal agrícola para corregir la acidez (subir el pH).

#### Requerimiento de cal agrícola para el tratamiento del fondo de los estanques (Boyd, 1992)

pH	Carbonato de calcio (cal agrícola) (kg/ha)
< 5	< 3,000
5-6	< 2,000
6-7	< 1,000

Otra evaluación importante del estado o condición de los fondos de los estanques y canales reservorios, es la determinación del grado de contaminación por presencia de plantas invasoras (malezas marinas) y crustáceos como el camarón fantasma (*Lepidophthalmus* spp.) (Figura 28) y Tanaidacea (Figura 29). En caso de su presencia, se debe considerar la aplicación de prácticas de manejo tendientes

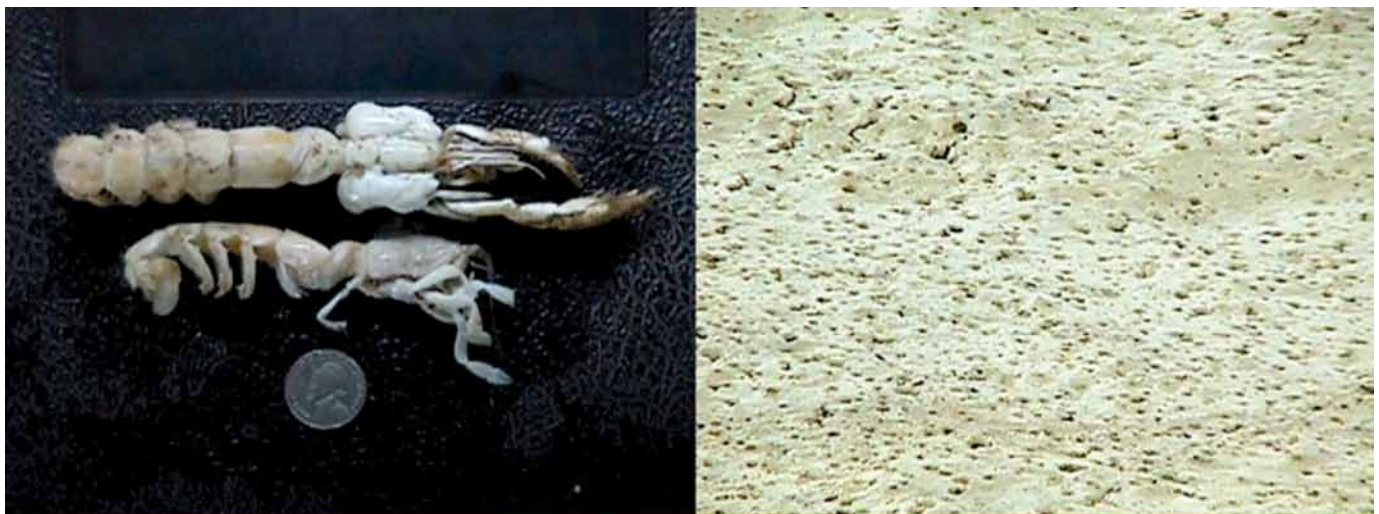


Figura 28. Dos organismos adultos de camarón fantasma –“callinassa” (*Lepidophthalmus bocourti*) (izquierda) cuyo tamaño se puede comparar con una moneda equivalente a US\$ 0.10. A la derecha se presenta el fondo de un estanque de cultivo de camarón, con agujeros construidos por estos organismos. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 29. Dos organismos adultos de Tanaidacea (izquierda) cuyo tamaño se puede comparar con una moneda equivalente a US\$0.25. A la derecha se presenta un terrón extraído del fondo de un estanque de cultivo de camarón, con agujeros construidos por estos organismos. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

a reducirlos o eliminarlos, pues podrían afectar negativamente la producción de camarones.

El uso de plaguicidas o sustancias químicas para erradicar o controlar dichos organismos, deberá indicarse como último recurso. Dichos productos deberán ser manipulados por personal capacitado en las granjas y sólo serán utilizados aquellos que la legislación nacional e internacional lo permita. Esta práctica se debe realizar de manera responsable y siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante, bajo el aval y dirección de las Autoridades Competentes.

#### **BPM para la evaluación de la condición del fondo de los estanques**

- Tomar muestras de suelo que sean representativas del fondo del lugar a evaluar, para lo cual se deben establecer sectores (mapeo) de acuerdo con las características (cantidad de materia orgánica, color o textura). De haber uniformidad en el suelo, se puede tomar una muestra (pool de 3 a 5 sub-muestras), manteniendo la profundidad en la toma de las sub-muestras
- La toma de las sub-muestras de suelo debe realizarse siempre en el mismo lugar, de manera que se pueda hacer un seguimiento en el tiempo de acuerdo con el resultado de los análisis de laboratorio

- Se debe evitar contaminar las muestras al utilizar implementos inadecuados, o debido a una mala práctica de manejo durante el muestreo o posterior a este.
- La cantidad de insumo (cal o fertilizante) que se vaya a aplicar en el suelo, debe estar sujeta a la interpretación de los resultados de los análisis de laboratorio para cada lugar evaluado
- Se deben tomar medidas de exclusión para evitar la contaminación de estanques por plagas pero de ser necesario un tratamiento, el mismo debe ser prescrito por un profesional y aplicado por personal capacitado, respetando las medidas de seguridad y ambientales
- Los productos utilizados deben estar debidamente registrados y autorizados por las Autoridades Competentes.

#### **3.1.5 Manejo de sedimentos**

El camarón pasa la mayor parte de su tiempo en el fondo del estanque, por lo que es esencial para su salud que los suelos sean mantenidos en buenas condiciones de manera permanente. Un problema mayor es la acumulación de sedimento suelto, ya sea de fuentes externas al lugar o del sitio mismo.



Figura 30a. Labores de eliminación de sedimento y restablecimiento de canales de cosecha del fondo de estanques camaroneros, así como conformación de los muros. Fotos cortesía del Lic. M. De León.

Las granjas camaroneras deberán almacenar o disponer de los sedimentos removidos de los estanques, canales y estanques de sedimentación, de tal forma que no causen ningún impacto ambiental o de salinización de la tierra y aguas cercanas. Una práctica común y adecuada de las granjas es extraer la capa de sedimento que se acumula en el fondo después de varios ciclos de cultivo y usarla para restaurar las secciones transversales de los muros, mejorando así los taludes, la altura y la corona. En esta operación se debe hacer una buena compactación, para evitar que este material contamine el estanque por erosión o deslizamientos (Figuras 30a y 30b).



Figura 30b. Labores de eliminación manual de sedimento del fondo después de una cosecha, cuando coincide con la estación lluviosa y se hace difícil el ingreso de tractores a los estanques. Foto cortesía del Ing. H. Pérez.

#### **BPM para manejo de sedimentos**

- Los estanques, canales y lagunas de sedimentación, deben estar diseñados para reducir la erosión causada por la lluvia y las corrientes del agua
- Los sedimentos deben dejarse secar lo suficiente antes de ser extraídos para evitar el mal olor y así afectar a los vecinos o comunidades vecinas
- Si los sedimentos son almacenados fuera del área de producción, el sitio debe estar diseñado para minimizar la infiltración de los nutrientes y contaminación de las aguas subterráneas
- Los sedimentos deben ser extraídos de los estanques solamente cuando sea absolutamente necesario
- Para evitar acumulación de sedimentos en los estanques, es recomendable un área de sedimentación previa al canal reservorio para retener los sólidos suspendidos. Se debe hacer un manejo adecuado del régimen de alimentación y de fertilización para reducir los sedimentos en el estanque
- Un fondo nivelado o ligeramente inclinado se drena más rápidamente y previene charcos donde los depredadores y los organismos que causan enfermedades pueden sobrevivir



- El fondo del estanque no necesita ser compactado a menos que se vaya a usar aireación, en cuyo caso es esencial
- La compactación ayuda a reducir la tendencia a la erosión por medios mecánicos durante el ciclo de producción
- Si los fondos de los estanques que usan aireación mecánica son roturados entre cosechas, deben ser compactados antes de ser llenados nuevamente con agua

### 3.1.6 Aplicación de cal agrícola (encalado de los fondos)

El encalado se lleva a cabo para subir el pH en el caso de suelos ácidos y para mejorar la alcalinidad del agua. Muchos suelos son ácidos por naturaleza, ya que tienen bajas concentraciones de iones básicos o altas cantidades de materia orgánica. Suelos con sulfato ácido potencial, llegan a ser altamente ácidos cuando se secan, porque la pirita férrica contenida en ellos es oxidada a ácido sulfúrico. En el cultivo de camarón, el encalado es altamente efectivo para neutralizar los ácidos del suelo y se constituye en una actividad de manejo útil y económicamente viable (Figuras 31a, 31b y 31c).

#### BPM para aplicación de cal agrícola (encalado de los fondos)

- El encalado debe ser implementado de acuerdo con los resultados del análisis del suelo
- Antes y después del encalado de cada estanque, deben tomarse al menos 10 sub-muestras de suelo en puntos equidistantes a lo largo de una ruta en "S" (desde la parte menos a la más profunda del estanque), las cuales se deben mezclar para formar una muestra única que será sometida a análisis de laboratorio
- Usar sólo cal de buena calidad y con granulometría fina para lograr una mejor eficiencia en su reacción en el fondo del estanque
- La cal viva (óxido de calcio) y la cal hidratada (hidróxido de calcio) son más reactivas y cáusticas que la cal agrícola (carbonato de calcio), por lo que deben ser utilizadas para desinfectar el fondo de los estanques, es-



Figura 31a. Encalado manual de un estanque camaronero, como parte de su preparación antes de la siembra. Nótese la uniformidad con la que está siendo esparcida la cal en el suelo. Foto cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 31b. Canal reservorio que ha sido encalado manualmente, como una de las buenas prácticas de una granja camaronera pequeña. Foto cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 31c. Encalado mecánico de un estanque camaronero, como parte de su preparación antes de la siembra. El uso de un equipo especializado permite aplicar la cal sobre el suelo de manera uniforme, en menos tiempo y con mayor seguridad para los trabajadores. Foto cortesía del Ing. C. Lara.





pecialmente en aquellas zonas con drenaje deficiente y materia orgánica elevada donde es necesario romper el ciclo de los patógenos

- Los materiales para encalar deben aplicarse uniformemente sobre la superficie del fondo del estanque y roturar el suelo a una profundidad de 5 a 10 cm acelerará la reacción del material calizo
- Para evitar pérdidas de material calcáreo y no someter a los operarios al efecto irritante de la cal, el proceso de encalado se debe realizar durante momentos en los que no haya vientos fuertes
- Las aguas con alcalinidad total arriba de 80 mg/L no deben ser encaladas, pues es inefectivo ya que la cal no se disolverá en el agua; usualmente es necesario encalar el suelo entre cosechas

### 3.1.7 Roturación del fondo de los estanques

Es recomendable el roturado (arado o volteado) del fondo de los estanques cada uno o dos años, según las condiciones propias de cada estanque o de la empresa. Con esto, se logra dar mejores condiciones al suelo para garantizar un ambiente apropiado para el engorde del camarón (aireación, mineralización, desinfección y oxidación).

Para lograr un resultado eficiente de la operación de roturación del suelo, este debe tener una adecuada humedad ya que en suelos extremadamente húmedos o excesivamente

secos, no se logra un rendimiento adecuado del equipo, ni del proceso de roturación como tal.

Para una adecuada roturación del suelo, se deben utilizar equipos agrícolas adecuados como la rastra o la semi-roma, ya que son más eficientes para esta operación. Se debe aprovechar la faena de roturación de un estanque, para incorporar cal u otros insumos destinados al mejoramiento de las características del suelo. Es recomendable que si quedan terrones muy grandes luego de la roturación, se utilice un “rotovator”, equipo que rompe la tierra en trozos más pequeños y permite un mejor manejo del terreno (Figura 32). Esta condición del suelo favorece la incorporación y acción de los insumos que son aplicados durante la preparación; así también, ofrecerá un fondo que facilitará algunas de las actividades fisiológicas del camarón (ej.: muda).

### 3.1.8 Llenado del estanque

El proceso de llenado debe ser lento y con supervisión estricta, para garantizar un filtrado puntual (limpieza de mallas y bolsos); además se debe implementar una revisión diaria de los mismos para garantizar su condición (Figura 33). Los filtros no deben ser removidos de las estructuras de entrada y salida durante por lo menos los primeros 30 días de cultivo, con el fin de evitar la fuga accidental de las postlarvas (Figura 34).



Figura 32. Tractor tirando de un rotovator durante la preparación de un estanque para la siembra. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 33. Proceso inicial de llenado de un estanque en una granja camaronera, utilizando filtros de madera y de bolsos con mallas de ojo fino, con la propiedad de retener el ingreso de material biológico no deseable. Foto cortesía de la Ing. M. Lemieszek.



Figura 34. Proceso final de llenado de un estanque en una granja camaronesa, donde aún se mantienen los filtros con marco de madera y los de bolso con mallas de ojo fino, para evitar el ingreso de basuras y material biológico no deseable. Foto cortesía del Ing. C. Lara.

Se debe establecer un plan de manejo de filtros y bolsos, que contemple la reducción de entrada de organismos no deseables al sistema de producción, los cuales afectan los rendimientos por ser fuentes de depredación, competencia y contaminación con patógenos. El plan debe contemplar el momento y tiempo puntual de uso de cada tipo de filtro, revisión diaria y proceso de mantenimiento y almacenaje. El buen manejo de los filtros, evitará la necesidad de períodos cortos de remplazo por deterioro de los mismos, lo cual se traduce en ahorro de materiales (principalmente madera) y mano de obra, así como reducción del riesgo de ingreso de organismos silvestres al estanque o pérdida de camarones por fuga.

Durante el llenado se debe hacer un análisis de las condiciones físico-químicas del agua del estanque, con base en lo cual se establece un programa de fertilización. Este permitirá promover el desarrollo de fitoplancton (principalmente diatomeas), el cual servirá como alimento inicial a las postlarvas una vez sean sembradas.

Con la fertilización del agua de los estanques, se debe buscar un equilibrio iónico y bioquímico que favorezca el crecimiento de la productividad natural (fitoplancton, fitobentos, zooplancton y zoobentos) y del camarón. Como recomendación se sugiere mantener una relación de N: P

de 8: 1 (ej.: N= 0.56 ppm y P= 0.07 ppm); la relación de Ca:Mg:K que sea de 1:3:1 (ej.: Ca= 400 ppm, Mg= 1,200 ppm y K= 400 ppm); el Sílice se debe mantener en 1.0 ppm y la alcalinidad en >80.0 mg/L.

Antes de proceder con la siembra de las postlarvas, se debe realizar un análisis microbiológico del agua del estanque, para determinar si es necesario aplicar melaza, probióticos u otros insumos dirigidos a promover o corregir el crecimiento de microorganismos relacionados con el desempeño de las postlarvas del camarón. De esta manera, promover un equilibrio microbiano en el estanque.

### BPM para llenado del estanque

- No implementar la práctica de llenado de los estanques o reservorios directamente por la acción de las mareas
- Realizar una correcta instalación de filtros (mallas) en las compuertas de entrada y salida de los estanques, para asegurar una adecuada filtración que minimice el ingreso de partículas y organismos indeseables y que evite la fuga de postlarvas
- Establecer períodos de maduración para las aguas del reservorio (cuando aplique) y del estanque (mínimo 7 días)
- Establezca un plan de muestreo para productividad primaria y carga microbiana en el agua del estanque, con el propósito de asegurar que las condiciones sean buenas para la siembra
- Cuando sea necesario, se debe hacer fertilización del agua de los estanques durante el llenado, para obtener un buen nivel de madurez de la misma antes de la siembra de las postlarvas (Disco Secchi entre 30 y 50 cm)
- Implementar el uso de microorganismos benéficos para la preparación de los estanques (probióticos y prebióticos), a cambio de sustancias químicas comerciales

### 3.2 Siembra del estanque

El proceso de siembra de los estanques, es definitivo para el éxito del cultivo y, por consiguiente, se deben tomar en



### Parámetros físico-químicos y biológicos del agua del estanque para la siembra

Parámetro	Alcalinidad	pH (a.m.)	Amonio	O.D. (a.m.)	Diatomeas	Bacterias UFC/mL		
						TCBS	TSA	Lumi.
Rango	> 80.0 mg/L	7.0 a 8.0	<0.10 mg/L	> 4.0 mg/L	>15,000 cel/ mL	≤102	≤103	Cero

consideración todas las recomendaciones relacionadas con la fuente y calidad de las postlarvas, aclimatación y siembra de las mismas en los estanques.

La granja debe coordinar oportunamente con el Centro de Producción Larval (CPL), la fecha, hora, cantidad, edad y condiciones para el transporte de las postlarvas. Cuando se ha hecho un tratamiento del agua del estanque (ej.: fertilización, aplicación de melaza, probióticos, etc.) o se ha cerrado el ingreso de agua por haber alcanzado el nivel de operación, se deben esperar 3 días antes de hacer la siembra de las postlarvas para permitir que se establezcan las condiciones del mismo. De igual manera, se debe confirmar con anticipación mediante monitoreos periódicos de parámetros físico-químicos y biológicos, que las condiciones del agua de los estanques son aceptables para recibir las postlarvas. La siguiente tabla presenta los niveles sugeridos de estos parámetros que deben tener los estanques en el momento de la siembra:

#### 3.2.1 Fuentes de postlarvas

El éxito de una granja, así como la viabilidad de una industria regional, están condicionados entre otros factores a la disponibilidad de una fuente confiable de postlarvas. La producción masiva de postlarvas de alta calidad y viabilidad, es la clave para una acuicultura moderna de camarón. Asegurar la obtención de postlarvas saludables y vigorosas, es una condición fundamental para un buen inicio del ciclo de cultivo. Se debe mantener un registro de la fuente y compra de postlarvas, de cuántas y en dónde fueron sembradas. Es decir, se debe mantener un registro de rastreabilidad (trazabilidad) de las postlarvas.

La compra de postlarvas de dudosa salud y calidad, constituye un alto riesgo tanto económico como ambiental, dado que la introducción a las granjas de animales enfermos o portadores de agentes patógenos, facilita la transmisión y diseminación de enfermedades infecciosas, pudiendo contaminar poblaciones naturales.

Las postlarvas utilizadas por las granjas camaroneras, deben ser producidas en CPLs (Figuras 35 y 36). El uso de postlarvas producidas en CPLs, previene la captura de postlarvas silvestres y de otros organismos distintos al camarón que normalmente mueren durante la captura en los estuarios, afectando así la producción y diversidad de los ecosistemas. Por otro lado, los CPLs están produciendo postlarvas resistentes a enfermedades virales con lo que se logra mejorar la producción.

Como medida de bioseguridad y de gestión ambiental, no se recomienda el uso de postlarvas silvestres. La importación de nauplios y postlarvas deberá hacerse de acuerdo con la regulación nacional. En ausencia de una regulación apropiada, se deberán seguir los lineamientos internacio-

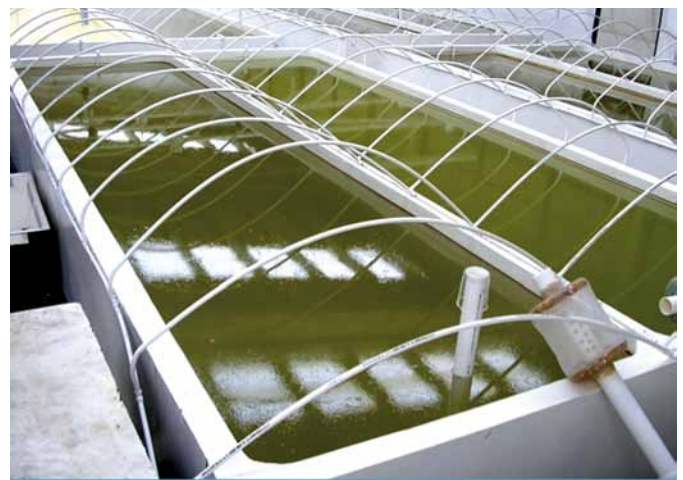


Figura 35. Tanques de producción de postlarvas de camarones en un centro de producción larval. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 36. Proceso de cosecha y embarque de postlarvas en un centro de producción larval, para ser enviadas a una granja camaronera para siembra de estanques. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

nales de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) (Código Sanitario para los Animales Acuáticos). Se debe evitar la introducción de enfermedades a través de animales vivos, muertos congelados o de subproductos.

Antes de su siembra, las postlarvas deben ser examinadas para detectar signos de enfermedad, evaluar su calidad y establecer su fortaleza durante pruebas de estrés. Esta actividad debe ser realizada por personal calificado. Si los resultados de calidad están fuera de los parámetros normales de la granja, las postlarvas no deberán ser adquiridas por la granja.

Las granjas deben adquirir postlarvas solamente de establecimientos que tengan vigilancia sanitaria por parte de la Autoridad Competente. Cuando éstas sean importadas, deben tener una certificación sanitaria de su país de origen, que incluya por lo menos los principales agentes patógenos tales como: Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), Virus de la Necrosis Infecciosa Hipodérmica y Hematopoyética (IHHNV), Virus del Síndrome de la Cabeza Amarilla (YHV), Virus del Síndrome de Taura (TSV), Nodavirus del *Penaeus vannamei* (PNV), *Baculovirus penaei* (BP) y Virus de la Mionecrosis Infecciosa (IMNV) y, bacterias como la alfa *Proteobacteria* causante de la Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP) y el *Vibrio penaeicida*.

Las postlarvas de buena calidad, deben estar libres de organismos infecciosos (WSSV, IHHNV, YHV, TSV, PNV, BP, IMNV y NHP) y presentar un buen estado de salud general. Además, deben presentar un buen desarrollo branquial y tener un desarrollo morfológico acorde con su edad (estadio vs. longitud en mm).

El laboratorio proveedor de postlarvas nacional o extranjero debe contar con procedimientos estrictos y bien definidos de bioseguridad y asegurar su implementación efectiva. De igual manera, debe estar certificado por la autoridad competente, condición esta que garantizará a los compradores de postlarvas, la adquisición de animales de alta calidad, libres de enfermedades y libres de patógenos exóticos. En términos generales, los laboratorios proveedores de postlarvas de camarón deben cumplir con las BPM correspondientes.

### 3.2.2 Verificación de la calidad de las postlarvas

Es necesario conocer la historia clínica de cada lote de postlarvas a comprar. Para esto se sugiere buscar el apoyo del técnico a cargo del cultivo larvario. El comprador debe estar en contacto con los proveedores al menos 7 días antes de que se efectúe la compra de postlarvas.



Figura 37a. Revisión macroscópica de postlarvas de camarón por personal de la granja camaronera, para determinar su calidad y condiciones sanitarias antes de realizar la compra. Foto cortesía del Ing. H. Pérez.



Para asegurar la calidad de las postlarvas, debe realizarse una evaluación microscópica y molecular, así como una revisión macroscópica para determinar tamaño, presencia de deformidades, homogeneidad de tallas, actividad, contenido y movimiento intestinal, presencia de epibiontes, opacidad muscular, desarrollo branquial, cambios de color y melanización de apéndices (Figura 37a). De igual manera, se debe hacer una prueba de estrés (Anexo 1) y se recomienda observar las postlarvas en la oscuridad, con el fin de detectar posible bioluminiscencia.

### 3.2.2.1 Aclimatación de postlarvas

Las postlarvas de camarón constituyen uno de los insumos más costosos en la producción de camarón de cultivo. La manipulación y manejo de las postlarvas incluyendo su cosecha, empaque en el laboratorio, transporte, recepción en granja, aclimatación y siembra en los estanques, son sumamente críticos para su supervivencia. Durante el proceso de aclimatación, todos los esfuerzos del personal técnico deben enfocarse en reducir al máximo el estrés y la mortalidad de las postlarvas mientras estas se adaptan gradualmente a las nuevas condiciones de calidad de agua de los

estanques. Una aclimatación exitosa contribuye a asegurar el éxito económico del ciclo de cultivo (Figura 37b).

Las variables más importantes a monitorear durante el proceso de aclimatación de postlarvas de camarón, son salinidad, temperatura y oxígeno disuelto. Evitar el estrés y los rápidos cambios ambientales son fundamentales durante la aclimatación (Anexo 2).

### 3.2.2.2 Siembra de las postlarvas

Antes del inicio del proceso de siembra se debe garantizar que el estanque reúna una serie de condiciones que favorezcan un buen desarrollo del cultivo. Éstas se enmarcan en un nivel hídrico adecuado del estanque, buena concentración de fitoplancton (principalmente diatomeas) y parámetros físico-químicos normales; esto no excluye monitorear dichos parámetros durante el proceso de aclimatación y en el momento de la siembra. Es importante que en la medida de lo posible, la granja tenga su propio historial bacteriológico para cada estanque (principalmente especies de los géneros *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Plesiomonas*, *Flavobacterium* y *Streptococcus*), con lo cual tenga establecido el rango de bacterias (unidades formadoras de



Figura 37b. Transporte de postlarvas en tinas con oxigenación, aclimatación de las pls a la llegada a la granja (izquierda) y monitoreo de parámetros físico-químicos durante la aclimatación. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



colonia - UFC) frecuentes en cada estación del año (seca y lluviosa) (Figura 55). Con base en esto, se debe verificar la carga bacteriana de un estanque antes de su siembra, para asegurar una buena calidad microbiológica del agua que no ponga en riesgo la viabilidad de las postlarvas.

Idealmente, la siembra se debe realizar durante el período más fresco del día (6 a.m. – 8 a.m., o durante la noche), cuando se encuentran las menores temperaturas y, por consiguiente, se reduce el estrés en las postlarvas y se podría hacer menor el tiempo de aclimatación. Se recomienda liberar las postlarvas en los estanques tan pronto como sea posible.

La determinación de una densidad de siembra adecuada depende de la talla y edad proyectada para cosechar, calidad del agua, diseño del estanque, tasas de recambio hídrico, posibilidad de aireación mecánica, experiencia del personal y capacidad técnica general de la granja. Cada empresa camaronera debe establecer la biomasa sostenible para cada estanque, de acuerdo con las condiciones propias, individuales y el historial de producción. Bajo estas premisas y considerando el punto de equilibrio económico de la granja y las condiciones de mercado, se puede definir la densidad de siembra óptima para el sistema de producción, sin afectar los beneficios económicos proyectados.

Definidas las densidades a utilizar de acuerdo con el sistema de cultivo establecido y finalizado el proceso de aclimatación, las postlarvas deben ser liberadas procurando hacerlo del lado del estanque que está en favor del viento; de esta manera, las olas ayudarán a dispersar los animales después de la siembra evitando su agrupación en la orilla. Se recomienda monitorear la supervivencia de las postlarvas sembradas a las 24 y 48 horas.

#### **BPM para la siembra**

- Evitar la importación de postlarvas y, de haber necesidad de la misma, hacerlo de acuerdo con la regulación nacional y con las normas internacionales, primando el buen criterio de la autoridad competente

- Utilizar exclusivamente postlarvas procedentes de CPLs que estén siendo sometidos a programas de vigilancia sanitaria por parte de las autoridades competentes
- Utilizar densidades de siembra que no comprometan la capacidad que tenga el estanque para soportar una determinada biomasa (capacidad de carga), evitando estrés a los camarones y el deterioro de la calidad del agua, así como pérdidas económicas y efectos ambientales no mitigables
- Las densidades de siembra dentro de una granja de camarón cultivado, deben estar planeadas para optimizar la productividad y minimizar costos
- Exigir del CPL el número de lote de las postlarvas compradas, mismo que es utilizado en el registro de rastreabilidad (trazabilidad) del establecimiento
- Las postlarvas utilizadas deben estar garantizadas como libres de microorganismos patógenos y presentar un buen estado de salud general
- Realizar una evaluación exhaustiva de cada lote de postlarvas antes de adquirirlo, asegurando que las postlarvas presenten condiciones saludables y alta calidad
- Tener un adecuado nivel de agua en el estanque en el momento de sembrar las postlarvas
- Monitorear parámetros físico-químicos y biológicos en el agua del estanque antes de la siembra, para asegurar adecuadas condiciones de cultivo para los camarones
- Implementar técnicas de manipulación y manejo de las postlarvas, enfocados a la reducción del estrés y de la mortalidad
- Ubicar en los estanques jaulas “Control” (testigos), que permitan determinar después de 24 o 48 horas, el éxito de la siembra realizada

### **3.3 Manejo del alimento**

La nutrición del camarón está basada en alimentos artificiales suministrados por el granjero y, por una importante variedad de organismos (algas, pequeños invertebrados



bentónicos, etc.) y detritos orgánicos, que son parte de la productividad natural y del ambiente marino. Los nutrientes en el alimento manufacturado que no son convertidos en carne de camarón como es el caso de la sobrealimentación, aporte de “finos” (desintegración de pellets por transporte y manipulación inadecuados) y los contenidos en las heces, entran al agua y fertilizan el estanque (Figura 38a).

Por otro lado se debe tomar en cuenta el origen de harina y aceite de pescado utilizados en los alimentos artificiales dentro de la granja. La harina y aceite de pescado utilizado en los alimentos de camarón cultivado, deben proceder de

cardúmenes con un manejo pesquero adecuado y sostenible; de ser posible de pesquerías certificadas. Como alternativa, se propone para la producción de harina y aceite de pescado, el uso de los descartes y desperdicios de pescado provenientes de plantas de proceso y de la Fauna de Acompañamiento de las pesquerías de arrastre. Otra fuente de harina y aceite de pescado son los desperdicios de la misma industria acuícola.

No es recomendable almacenar alimento en la granja más de tres meses, así como tampoco utilizarlo para alimentar a los camarones, debido a la pérdida de su calidad nutricional y a los riesgos microbiológicos inherentes. Esto implica que los depósitos de almacenamiento reúnan las condiciones mínimas que garantizan el mantenimiento de la calidad del alimento, así como el funcionamiento de un sistema inventario separando y registrando la llegada de cada lote de alimento, así como la salida de los mismos según la fecha de llegada. El primero en llegar debe ser el primero en salir (Figuras 38a y 38b).

El alimento para los camarones debe estar en óptimas condiciones; todo alimento contaminado con hongos (enmohecido) que se detecte en el depósito de la granja, debe ser retirado y destruido. En caso de que la contaminación se



Figura 38a. Descarga y estibaje de alimento para camarones, para su almacenamiento temporal en una bodega de una granja camaronera. Foto cortesía de la Sra. M. Flores.



Figura 38b. Alimento almacenado temporalmente en estibas de una bodega en una granja camaronera. Nótese las condiciones de ventilación, iluminación y limpieza de la bodega; así mismo, el uso de tarimas de madera y el orden y espacio en el sistema de estibas. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 39. Prueba de hidroestabilidad realizada a una muestra de un lote de alimento a su llegada a la granja camaronera, con el propósito de evaluar su calidad física. Los pellets se han sumergido en agua de mar dentro de un vaso volumétrico (beaker), sin agitación. Nótese la hidratación y consistencia de los pellets después de 2 horas de evaluación. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



encuentre en alimento que está siendo descargado en la granja, debe suspenderse esta labor y devolverse a la fábrica en su totalidad de inmediato.

El suministro de alimento para camarones, debe ser racional, medido y bajo una buena distribución, para evitar el deterioro de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua y del fondo del estanque. Esto conduciría a pérdidas económicas para la empresa y a un impacto importante al ambiente. La calidad del alimento es importante para asegurar la salud y el crecimiento de los camarones; los pellets de alimento deben mantener su forma y consistencia (hidroestabilidad) por lo menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua (Figura 39).

Sin embargo, se ha reportado que la acción de las bacterias del medio (agua y fondo) sobre el alimento, afecta notablemente la palatabilidad, haciendo que sea difícilmente consumido por los camarones más allá de 60 a 120 minutos. Además, el alimento peletizado que se desintegra rápidamente, no es consumido por el camarón convirtiéndose en una carga importante de materia orgánica y en un “fertilizante” costoso.

El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos de la granja, para asegurar su calidad y evitar riesgos en su uso por deterioro físico o microbiológico. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de alimento enviados a la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos. Las muestras de alimento deben ser enviadas periódicamente a laboratorios independientes conservando una contra-muestra, para la determinación de su composición nutricional y características físicas, permitiendo esto su comparación con los valores suministrados por el fabricante. De cada lote de alimento recibido en la granja, se debe mantener refrigerada una muestra de 1 kg hasta que se haya utilizado todo el lote, para ser usada en caso de reclamos o de análisis de laboratorio requeridos para pruebas especiales de calidad.

Fallas en la distribución del alimento en los bordes de los estanques, compromete en alto grado la calidad del alimento, cuando este queda expuesto a la intemperie y sometido a las lluvias y altas temperaturas por acción del sol. Así mismo, habrá pérdidas y contaminación por animales (domésticos o silvestres). Sumado a todo esto, la práctica de distribución diaria de alimento hacia el área de los estanques, implica una logística de vehículos y personal y, el deterioro de los caminos, principalmente en la estación lluviosa.

Se recomienda que las granjas implementen un programa de depósitos cerca de los estanques, con capacidad para abastecer la ración por un máximo de tres días. De esta manera, se libera la mano de obra y la flota de vehículos, disminuyendo el deterioro de los caminos (Figura 22). El manejo a granel del alimento desde la planta hasta el estanque puede ser una práctica con resultados económicos y ambientalmente positivos, al eliminar el uso de los sacos.

Se debe considerar durante los cálculos de las raciones diarias de alimento, que los camarones en estadios de pre-muda, muda y post-muda, disminuyen notablemente el consumo y, por consiguiente, la dosis diaria debe estar sujeta a la población que se encuentra en inter-muda, para evitar el desperdicio de parte de la ración (Anexo 3).

En el cultivo semi-intensivo, las tasas de alimentación son usualmente bajas y la fertilización por esta vía no debería ser un problema. Los problemas pueden ocurrir sin embargo, en casos en que los granjeros intensifican el cultivo. La sobrealimentación, pueden llevar a niveles abundantes de fitoplancton, zooplancton y microorganismos no benéficos y a una alta demanda de oxígeno disuelto (OD) durante la noche. Esto ocurre como consecuencia de la respiración o procesos biológicos de estos organismos, así como por la oxidación de la materia orgánica. También se puede contaminar el fondo del estanque con alimento descompuesto y causar deterioro de la calidad del fondo y consecuentemente del agua.

El uso de tablas de alimentación ha sido uno de los métodos más utilizados para el control del suministro de alimento,





Figura 40. Distribución de comederos plásticos en un encierro de un estanque de cultivo de camarón, los cuales se van a utilizar para la distribución del 100% de la ración diaria de alimento. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

basado en muestreos de crecimiento y de supervivencia para determinar la biomasa del estanque. De esta manera, se determina la cantidad de dieta artificial a ofrecer, considerando el peso individual del camarón y el porcentaje de la biomasa establecido en la tabla usada como guía (Anexo 4).

El uso de bandejas de alimentación es una buena herramienta que sirve de apoyo para estimar cuánto están consumiendo los camarones diariamente (Figuras 40 y 41). Para ello, su “lectura” e interpretación de los resultados,

debe ser hecha con responsabilidad y conocimiento por personal bien entrenado. El uso adecuado de las mismas, permitirá evitar la sub y sobrealimentación. Pueden ser utilizadas como testigo o se pueden utilizar al 100% (sólo bandejas) para la alimentación. Esta última práctica exige un gran despliegue logístico y de personal capacitado, lo cual se podría compensar con el ahorro en alimento, la optimización (pro-ambiental) de su uso y los eventuales beneficios en producción al tener agua con menor carga orgánica.

La alimentación debe realizarse cuando la temperatura no sea baja (mín. 26°C) y las concentraciones de OD en el agua del estanque sean adecuadas (mín. 4.5 mg/L). Suministrar alimento con temperaturas bajas (disminuye el metabolismo del camarón) y/o con concentraciones bajas de OD, puede significar un desperdicio de la ración, porque los camarones en estas condiciones reducen el consumo de alimento. Adicionalmente, los procesos bioquímicos que sufre el alimento en el agua del estanque, consumen oxígeno y, por consiguiente, se agravaría el problema si se alimenta durante episodios de hipoxia.

Si las concentraciones de OD son bajas durante un tiempo prolongado (días o semanas), las raciones diarias de alimentación son probablemente excesivas para la capacidad



Figura 41. Operario revisando un comedero en un estanque de una granja camaronera (izquierda); comedero circular de malla en el cual se observa alimento y camarones consumiéndolo, durante una revisión de rutina en un estanque de una granja camaronera. Fotos cortesía del Ing. C. Lara y del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 42. Distribución de alimento al voleo desde un bote de remo; esta se constituye en una buena práctica de manejo de alimento desde el punto de vista ambiental en una granja camaronera, siempre y cuando se tome en cuenta el esfuerzo del cual es capaz cada trabajador. Foto cortesía del Ing. H. Pérez.

asimilativa de los camarones en dicho estanque, por lo que es recomendable reducir las o suspenderlas hasta normalizar la situación.

Como una medida prioritaria de las empresas cultivadoras de camarón, todo el personal involucrado en el proceso de clasificación, pesaje, distribución y suministro del alimento, debe ser supervisado por técnicos responsables para asegurar que las raciones diarias sean debidamente aplicadas. De igual manera, el número de personas destinadas a estas labores, debe ser suficiente para cumplir eficazmente con las jornadas diarias de alimentación (Figura 42).

Es deseable tener la mayor frecuencia de alimentación posible, lo cual dependerá de los aspectos económicos y sociales inherentes a cada granja.

### BPM para el manejo del alimento

- No se debe usar dieta fresca para alimentar los camarones en engorde (excepto reproductores), debido a que causa más problemas de calidad de agua que los causados por los alimentos peletizados y podría transmitir enfermedades
- Utilizar alimento artificial proveniente de un establecimiento certificado, que tenga implementado un programa de aseguramiento de control de calidad e inocuidad (ej.: BPA, BPM y HACCP)
- Los ingredientes del alimento deben ser de primera calidad (incluyendo los aglutinantes) y de fuentes conocidas y confiables
- El contenido nutricional de los alimentos de camarón debe ser el requerido por parte de la especie y estado del ciclo de vida de camarón. Esto para evitar el desperdicio del alimento
- La calidad del alimento se debe garantizar almacenándolo en lugares secos y frescos y por períodos cortos
- Las bodegas de almacenamiento de alimento deben contar con un programa de control de plagas, que sea diseñado, instalado y monitoreado por una empresa especializada y certificada
- El piso del almacén de alimento debe estar revestido de concreto y permitir un fácil lavado y limpieza; se sugiere colocar en el piso de concreto, parrillas de madera para garantizar que se mantenga seco el alimento. El cuarto del almacén debe contar con una adecuada circulación de aire para evitar el calor excesivo y pueda ser causa de deterioro del alimento
- Las estibas de alimento dentro de las bodegas de almacenamiento, deben proporcionar una distancia prudente entre los sacos y el piso, así como con las paredes, el techo y otras estibas vecinas (al menos 20 cm entre éstas), para permitir una adecuada ventilación
- Los sacos de alimento deben estar ordenados y estibados adecuadamente, con su respectiva identificación por tipo de alimento y lote y nunca debe estar mezclado en la misma bodega con otros insumos (ej.: fertilizantes, cal, combustible, herramientas, desinfectantes, etc.)
- En las bodegas debe llevarse un sistema estricto de registro para la entrada y salida de sacos de alimento, el cual es indispensable para el control interno de la empresa y para la rastreabilidad (trazabilidad) de cada lote
- Se debe tener cuidado con la manipulación y transporte de los sacos, para evitar la desintegración de los pellets y la producción de “finos”, que se convertirán en



- alimento no aprovechado por los camarones y en carga orgánica para el estanque
- El régimen alimenticio debe estar diseñado para que el camarón consuma la mayoría del alimento suministrado, evitando un exceso que contribuya a la reducción de la calidad del agua, acumulación de materia orgánica y deterioro del fondo del estanque
  - La tasa de alimentación debe ser calculada con base en las curvas de alimentación teóricas y ser ajustada según: a) el monitoreo del consumo diario, b) las características físico-químicas del agua del estanque y c) la biomasa. El uso de bandejas de alimentación permite el monitoreo del consumo del alimento y previene la sobrealimentación
  - La ración de alimento debe suministrarse sólo cuando las concentraciones de OD en el agua del estanque, sean adecuadas para su suministro
  - Se deben mantener registros de las cantidades de alimentación diaria por estanque y por ración, para poder calcular el factor de conversión alimenticia (FCA), lo que permitirá ser más eficientes con la alimentación y reducir la carga de residuos orgánicos en los estanques
  - El uso de alimento medicado debe estar autorizado por las autoridades nacionales, ser sometido a registro detallado, estar debidamente etiquetado (información sobre las sustancias farmacológicamente activas) y estar dirigido al control de una enfermedad específica diagnosticada por personal calificado; se deben respetar los protocolos de uso y el tiempo de retiro
  - El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos para asegurar su calidad. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de alimento enviados a la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos. Las muestras de alimento para camarón deben ser enviadas periódicamente a laboratorios independientes para determinar su composición química aproximada y así compararlas con los valores dados por el fabricante
- No se debe utilizar alimento enmohecido para alimentar a los camarones y no es recomendable alimentar a los camarones con alimento que tenga más de tres meses de haber sido elaborado
  - Todo alimento contaminado que se detecte en el depósito de la granja, debe ser destruido manipulándose con equipo de seguridad para evitar contaminación por micotoxinas. Si el alimento se detecta con hongos al momento del recibo en la granja, debe suspenderse su descarga y ser retornado de inmediato a la fábrica
  - Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque. Esto también evitará la acumulación de alimento sin consumir en ciertas áreas
  - Los alimentos no deben contener más nitrógeno y fósforo que los necesarios para los requerimientos del camarón

### 3.4 Manejo de la calidad del agua

La calidad del agua del estanque, es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Éstos deben ser adecuados y mantenidos dentro de rangos aceptables para el buen desarrollo del camarón. En caso contrario, la población de cultivo podría pasar a tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final.

Es importante recordar que los estanques de cultivo de camarón son cuerpos de agua muy dinámicos en los cuales interactúan íntimamente factores físico-químicos como pH, salinidad, temperatura y OD. De igual manera participan nutrientes orgánicos e inorgánicos afectando a las poblaciones microbianas propias del estanque. Éstas son susceptibles a cambios dados entre estos factores pudiéndose afectar su número y composición. Algunas variables del ambiente acuático como el pH, la temperatura y la salinidad, poseen rangos ideales para ciertas especies de bacterias. Cambios en estos factores favorece la proliferación de determinadas



especies, alterando el equilibrio con la consecuente dominancia de microorganismos patógenos.

Definir las particularidades de cada estanque de la granja, en este caso el comportamiento de las condiciones del agua, conlleva a mejores resultados de producción, ya que en el proceso productivo se presentan particularidades que definen las acciones a llevar a cabo durante su manejo.

Adicional a niveles inadecuados de parámetros físicos, químicos y biológicos en el estanque, existen contaminantes en el agua que podrían comprometer la producción de camarones. Éstos podrían incluir hidrocarburos, plaguicidas, desechos tóxicos industriales, aguas servidas de poblaciones cercanas y metales pesados, entre otros. La detección de éstos en las aguas utilizadas para cultivo de camarón, debe hacerse de manera oportuna en los casos que exista contaminación de cuerpos de agua, para evitar mortalidades en la población y/o pérdida en la calidad del producto final. Esto implica que los monitoreos se realicen no sólo en las unidades de producción (tanques o estanques), sino también en los canales reservorios, estaciones de bombeo y fuentes de suministro de agua (rías o estuarios).

Existen varias acciones que permiten mantener o mejorar la calidad del agua en un estanque, entre las que se inclu-

yen el uso de cal (óxido, hidróxido y carbonato de Calcio), filtración, fertilización (y otros tratamientos químicos), uso de probióticos, prebióticos, melaza, manejo adecuado del alimento, aireación y recambio de agua.

Una buena preparación de los fondos de los estanques entre cada ciclo de producción, es la primera medida tendiente a garantizar que el estanque mantenga una calidad de agua aceptable para el cultivo. Un estanque con una condición pobre de parámetros físico- químicos y sanitarios, compromete la calidad del agua y la salud y desarrollo de los camarones; por consiguiente, no se pueden esperar buenos resultados de producción al término del ciclo de cultivo.

### 3.4.1 Monitoreo de la calidad del agua

El manejo de la calidad del agua es la base para una buena producción y para protección de la calidad ambiental. La granja debe contar con un plan para el monitoreo de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los estanques, en el cual se definan los procedimientos a seguir con cada uno de ellos (Anexo 5). Algunos parámetros de calidad del agua se pueden medir en el laboratorio de la granja (Figuras 43 y 44).



Figura 43. Análisis rutinario de agua de estanques en una granja camaronera, en el cual se está midiendo pH (izquierda) y salinidad (derecha). Fotos cortesía del Téc. C. Coronado.



Figura 44. Funcionamiento rutinario de un laboratorio en una granja camaronera, el cual incluye conteo de algas (izquierda), análisis químicos del agua (derecha) y registro de datos (centro). Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

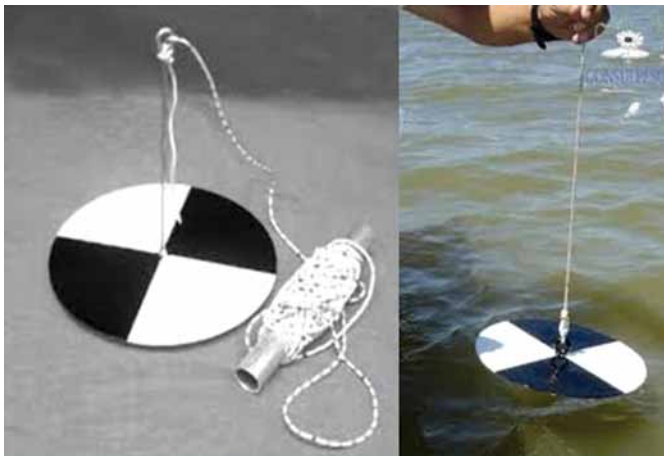


Figura 45a. Diseño de un Disco Secchi (izquierda) y forma de utilizarlo para medir turbidez en un estanque de una granja camaronera (derecha). Fotos cortesía del Ing. C. Lara y del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

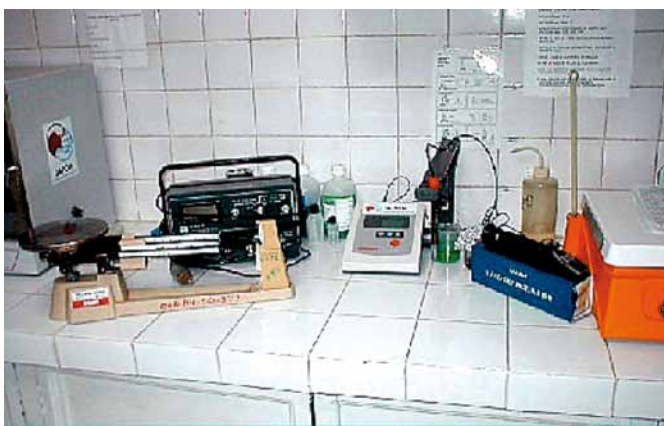


Figura 45b. Equipo básico de campo y de laboratorio con el que debe contar una granja camaronera. De izquierda a derecha se observa una balanza gramera, oxímetro (detrás), pH meter, salinómetro y agitador con plato caliente. Foto cortesía del Lic. M. De León.

Es técnicamente imposible pretender manejar la producción en una granja, sin contar con equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros. Éstos incluyen por lo menos un disco Secchi (Figura 45a), medidor de oxígeno disuelto (oxímetro), medidor de pH, termómetros, microscopio y medidor de salinidad (refractómetro) (Figura 45b).

Debe existir una rutina de calibración de los aparatos utilizados para medir parámetros, con el propósito de garantizar certeza y confiabilidad en los datos obtenidos. De manera complementaria, es importante contar con un buen soporte técnico para garantizar el correcto funcionamiento de los mismos. El monitoreo de la calidad del agua debe involucrar: a) medición de los parámetros físico-químicos, b) elaborar y mantener cuidadosamente registros con los valores obtenidos, c) análisis e interpretación frecuente de los datos obtenidos y d) aplicación de las conclusiones en función de una mejora en las prácticas de cultivo.

Se deben establecer puntos específicos para la medición de los parámetros en cada estanque, con el fin de mantener condiciones similares en el tiempo y que no se afecten los datos obtenidos en los muestreos. Las muestras que van a ser sometidas a pruebas de laboratorio, deben ser manejadas adecuadamente hasta el momento de su análisis.

El deterioro de la calidad del agua en los estanques, puede afectar severamente la salud de los camarones al punto de poner en riesgo la población entera. De ahí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos de agua, que permita anticipar y corregir el desarrollo de condiciones adversas de calidad de agua, con el fin de restablecer las condiciones óptimas en el sistema de cultivo (Anexo 5). La amplitud y complejidad de un programa de monitoreo dentro de la granja o fuera de ella, deberá ser determinado por los operadores o por la industria en su conjunto, tomando en consideración que el monitoreo casi siempre es restringido por limitaciones en los recursos, incluyendo la habilidad de manejar y procesar los datos colectados.



Además de monitorear los estanques, sus entradas y salidas de agua, es útil para una industria mantener un programa de monitoreo de ecosistemas para seguir los parámetros ambientales en el tiempo y en un rango geográfico más amplio. Esto es particularmente útil en áreas donde el ambiente y por supuesto, el cultivo del camarón, pueden ser vulnerables a otras influencias, tales como otras industrias, la agricultura, los cambios climáticos, etc.

El registro de datos es un aspecto fundamental dentro del proceso de monitoreo de los estanques, los cuales debidamente ordenados y analizados, permitirán realizar pruebas estadísticas cuyos resultados apoyen una correcta toma de decisiones (Figura 45).

Una medida para las buenas prácticas de manejo empleadas en una granja camaronera, es la implementación de un sistema de monitoreo de los parámetros físico-químicos del agua de los estanques, efluentes y aguas costeras o estuarinas, que permita conocer si se está cumpliendo con las disposiciones gubernamentales respecto al aporte de contaminantes al ambiente.

#### **BPM para el monitoreo de la calidad del agua**

- Se debe contar con un protocolo de monitoreo de los parámetros, donde esté definido cada procedimiento aplicado a la toma de cada parámetro, así como las acciones a tomar en caso de desviaciones de los rangos aceptables
- Las medidas de calidad de agua deberán hacerse con frecuencia en todos los estanques
- El monitoreo de los parámetros de la calidad del agua, deben hacerse con frecuencia en la entrada y la salida del estanque, lo cual provee un medio de comparación para las lecturas hechas en el tiempo
- Las horas ideales para hacer estas medidas son temprano en la mañana y a media tarde, excepto oxígeno disuelto (OD) en la noche en casos necesarios y, disco Secchi al mediodía para reducir el reflejo del sol
- El impacto potencial del efluente (agua usada en el estanque) necesita ser evaluado con referencia a la calidad del cuerpo de agua receptor (estero, río o mar)

- Se deben diseñar y mantener actualizados registros de parámetros de la calidad del agua, para ser utilizados en la toma de decisiones respecto a las prácticas de mantenimiento de la calidad del agua de los estanques
- Es importante que se mantenga un programa de calibración de equipos para así obtener resultados confiables

#### **3.4.2 Aireación**

En sistemas de cultivo semiintensivos, los aireadores deben ser utilizados sólo si son estrictamente necesarios para asegurar la sobrevivencia de los camarones; de lo contrario, habrá un desperdicio de energía y un incremento en los costos de producción. La decisión para su uso, está marcada por la concentración de oxígeno disuelto en el estanque, misma que es dependiente de la densidad de población (biomasa), la concentración de fitoplancton y la profundidad del estanque.

Cuando se trata de sistemas intensivos de cultivo de camarón, se debe tener en cuenta que los aireadores deben estar encendidos casi de manera permanente, para mantener estables los sistemas bacterianos (flóculos o “biofloc”) y las condiciones físico-químicas requeridas por los camarones (Figura 46). En estos casos, el horario de encendido y apagado de aireadores debe estar sujeto a los requerimientos metabólicos de las cepas bacterianas utilizadas, para mantener las condiciones óptimas dentro del estanque, aunque



Figura 46. Aireadores de paleta en estanques de una granja camaronera con un sistema intensivo de cultivo de camarón. Su localización debe ser estratégica buscando formar una corriente continua del agua para evitar estratificación. Foto cortesía del Ing. H. Pérez.



los sistemas heterotróficos requieren generalmente aireación continua.

### **BPM para aireación**

- Para una mejor difusión del oxígeno en el agua durante la aireación, es más eficiente tirar agua al aire (sistema de paletas), que aire al agua (sistema de inyectores)
- El sistema de aireación debe estar diseñado para promover la circulación del agua y romper la estratificación
- Se deben utilizar aireadores de alta eficiencia, para obtener una óptima oxigenación en el estanque con un mínimo consumo de energía
- El número y potencia de los aireadores en los estanques, deben ser proporcionales a la biomasa proyectada que se espera manejar durante el ciclo de cultivo
- El uso de aireadores impulsados por motores de combustión, debe estar sometido a un buen mantenimiento de los motores y a la aplicación de medidas que eviten la contaminación del agua de los estanques con hidrocarburos
- Una correcta disposición y localización de los aireadores en el estanque, es indispensable para evitar la erosión de los muros y el daño de los fondos
- Cuando las condiciones de los estanques lo requieran, se deben utilizar sistemas de aireación para conseguir una condición aeróbica del fondo
- El encendido de los aireadores no debe ser a causa de un bajón de OD, pues ya podría ser demasiado tarde; en su defecto, deben iniciar su funcionamiento de manera oportuna y preventiva, justamente para evitar la caída de las concentraciones de OD a niveles críticos
- En cultivos intensivos, el uso de aireadores dependerá de los requerimientos metabólicos de las bacterias utilizadas y de las necesidades físico-químicas de los camarones

### **3.4.3 Recambio de agua de los estanques**

Es recomendable minimizar el recambio de agua sin afectar la producción de camarones y, manteniendo niveles acep-

tables de los parámetros físico-químicos que se manejan durante el cultivo. Se debe hacer recambio de agua sólo cuando se verifique que va a ser beneficioso para la producción, pues podría suceder que las condiciones del agua de la toma sean inferiores a las de la granja. Se recomienda hacer sólo recambios de agua cuando las variables físico-químicas de las aguas de los estanques se encuentren por debajo de los niveles mínimos aceptables.

La reducción en el volumen del recambio de agua en un estanque, ayudará a reducir costos en combustible, mantenimiento de los equipos de bombeo y cantidad de nutrientes en los efluentes.

Algunas de las nuevas prácticas de manejo comprenden el reciclaje del agua a través de un sistema de estanques que permiten que el agua sea depurada y re-usada. A parte de reducir las cargas en los efluentes, esta práctica es ventajosa en tanto que reduce las entradas desde un ecosistema externo, ayuda a bajar el riesgo de entrada de depredadores, la diseminación de enfermedades desde otras granjas o del camarón silvestre y la pérdida de productividad natural en el interior del ecosistema de la granja.

Debe ser evitado el uso innecesario del agua dulce como alternativa para bajar la salinidad en los estanques, pues se ha convertido en un recurso escaso para uso doméstico en muchas partes del mundo. Durante el verano, se debe reponer el agua perdida por evaporación, para evitar que suba demasiado la salinidad y que descienda drásticamente el nivel de operación de los estanques. En casos extremos en los que se presente alta salinidad, será necesario hacer recambio del agua de fondo, disminuyendo los niveles del estanque y recuperándolos nuevamente con agua nueva del reservorio. Esto, siempre y cuando las condiciones de salinidad de los estuarios sean menores (Figura 9). Si algún estanque de la granja presenta problemas de enfermedades, éste deberá ser manejado con cero recambios agregando agua sólo para reponer niveles perdidos por evaporación.



Durante períodos de condiciones climáticas adversas (excesos de lluvias o sequías prolongadas), es importante medir los parámetros físico-químicos de las fuentes de agua de la granja antes de introducir agua en los estanques (llenado, recambio o reposición), ya que los mismos pueden estar alterados y ser negativos para los camarones durante la siembra y/o el cultivo. En estos casos, habría que evitar o reducir los bombeos hacia el reservorio o el llenado de los estanques cuando sea necesario (Figura 47).



Figura 47. Estación de bombeo de una granja camaronera que suministra agua a los estanques a través del canal reservorio; se observa detrás de las bombas vegetación exuberante de un manglar conservado, el cual sigue el trayecto del estero. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

#### **BPM para los recambios de agua en los estanques:**

- Se debe procurar reducir los recambios de agua sin afectar a los camarones, previendo mantener niveles aceptables de los parámetros físico-químicos, así como las concentraciones/tipo de algas y una carga microbiana favorable
  - La recirculación del agua a través de sistemas de estanques que permiten la depuración y uso de nuevo de la misma agua, favorece la bioseguridad, la calidad del agua de cultivo y mejora diversos aspectos ambientales
  - Es factible mezclar agua dulce con agua salada para disminuir la salinidad, siempre y cuando no se afecten otros usuarios de la fuente de agua dulce por escases en la disponibilidad del recurso hídrico (bajo caudal de la fuente en veranos prolongados)
- Se deben medir parámetros físico-químicos de las fuentes de agua antes de su introducción en los estanques, para evitar efectos negativos sobre los camarones durante la siembra o el cultivo

#### **3.4.4 Fertilización y manejo de la productividad natural**

La fertilización consiste en una herramienta importante para mantener los niveles de nutrientes en el agua del estanque. Debe ser utilizada bajo principios técnicos propios de cada producto y con conocimiento del tipo de nutriente y dosis que se requiere para cada caso. Es importante que el tipo y dosis del fertilizante este basada en un análisis de los niveles de nutrientes en los estanques y que se busque mantener las relaciones requeridas entre ellos (ej.: N:P:Si, Ca:Mg:K, C:N). Lo anterior, para obtener buena producción primaria, un apropiado equilibrio microbiano, un balance iónico aceptable y un buen crecimiento de los camarones.

Los fertilizantes contienen nutrientes que promueven el crecimiento del fitoplancton, que es el primer eslabón en la cadena alimenticia del estanque y el cual culmina con la producción del camarón. La fertilización debe estar dirigida a promover el crecimiento de las algas de mayor beneficio para el cultivo, como por ejemplo las diatomeas (Figura 48).

Una buena productividad natural, permite tener un ahorro en cuanto a alimento artificial (pellets) se refiere. La concentración y tipo de algas (fitoplancton) presente en la columna de agua, tiene un efecto directo en la calidad del agua. Éstas producen oxígeno durante las horas de luz debido a la fotosíntesis, ya que se produce una tasa de oxígeno mayor a la que ellas consumen durante su respiración. También ayudan a controlar las concentraciones de amoníaco, absorbiéndolo del agua.

Cuando las poblaciones de fitoplancton son excesivas, la respiración del mismo causará baja concentración de OD durante la noche. También, por complejas razones limnológicas, las poblaciones densas de algas pueden morir rápidamente (“crash” de algas), causando un alto consumo de oxígeno por su rápida descomposición. Este proceso reduce



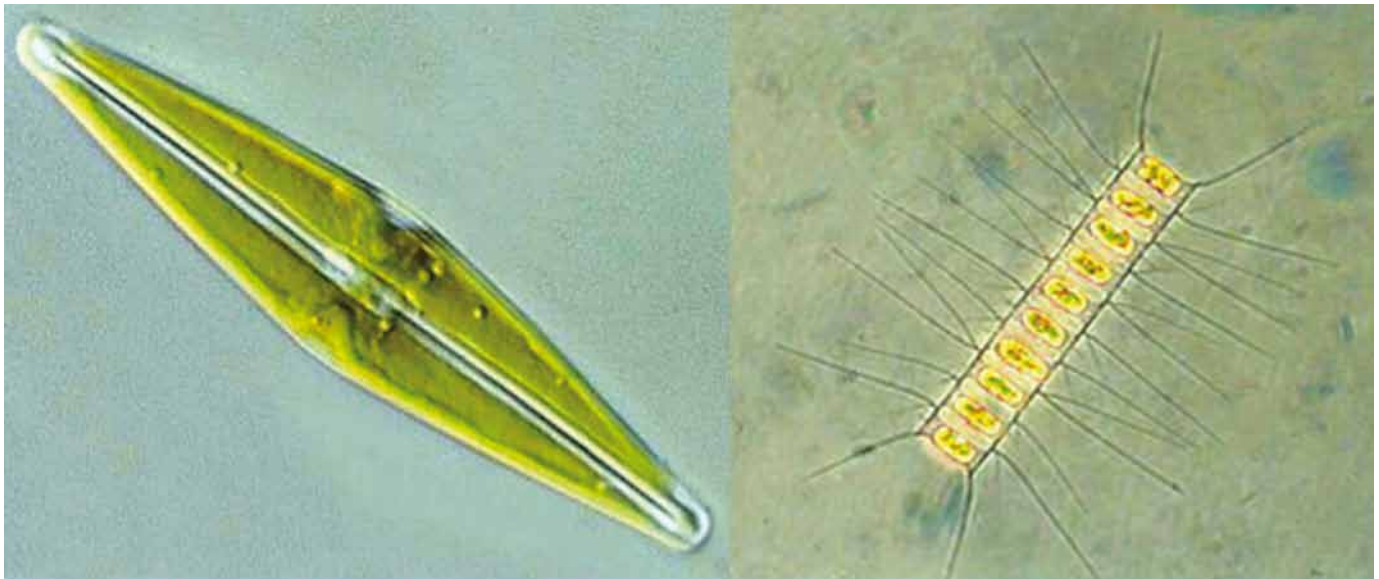


Figura 48. Microalgas pertenecientes a las diatomeas: *Navicula* (izquierda) y *Chaetoceros* (derecha). Este grupo constituye la principal fuente de alimento del zooplancton consumido por camarones en los estanques de cultivo. Fotos cortesía de la Dra. E. Wright.

el oxígeno para los camarones y puede causar mortalidades masivas por hipoxia prolongada.

Ciertas especies de algas verde-azules pueden ser tóxicas para el camarón y producir compuestos que dan olores y sabores no característicos o desagradables al producto, haciéndolo inaceptable para los consumidores. Esto es generalmente producido por los metabolitos secundarios (2-metilisoborneol (MIB) y geosmina (GSM)), que son sintetizados por diferentes microorganismos presentes en el agua y suelo como las cianobacterias (*Oscillatoria*, *Anabaena* y *Microcystis* sp.), actinobacterias (*Actinomycetes*, *Streptomyces* y

*Nocardia* sp.), bacilariófitas, clorófitas, crisófitas, dinoflagelados y otros microorganismos como los hongos (Figura 49).

El olor y sabor a choclo en el camarón se genera por el exceso de cianobacterias y actinobacterias en el estanque, mismas que también generan problemas de calidad (textura suave del músculo) y mala apariencia al momento de cocinar, como es el caso de hepatopáncreas oscuro o reventado.

Las aplicaciones excesivas de fertilizantes incrementan los costos de producción de la operación y pueden producir desequilibrios en las condiciones químicas y biológicas del

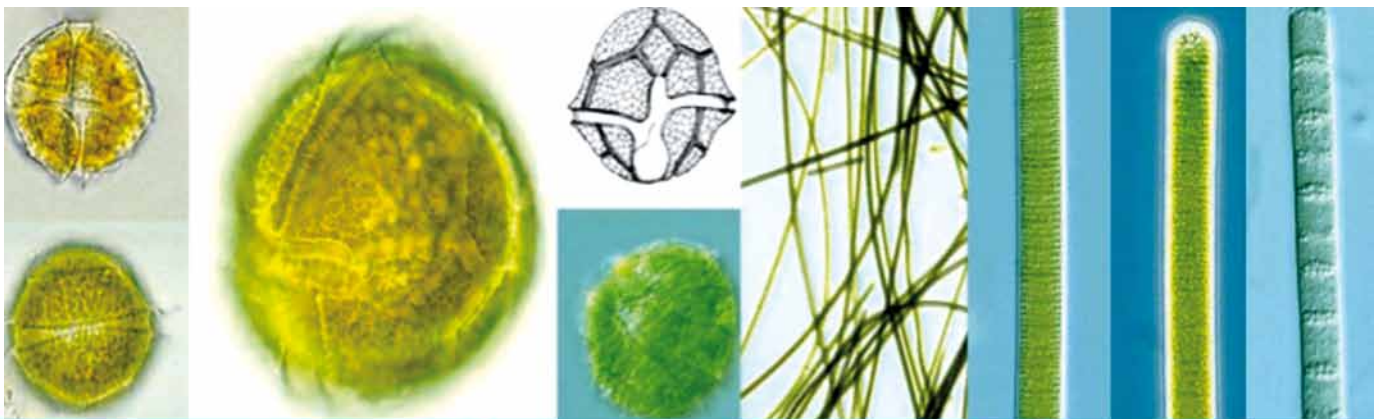


Figura 49. Microorganismos productores de metabolitos que afectan la salud o la calidad de los camarones: dinoflagelados a la izquierda (*Peridinium*) y cianófitas a la derecha (*Oscillatoria*). Fotos cortesía de la Dra. E. Wright.



agua de cultivo y de los efluentes drenados durante los recambios.

Se debe evitar las aplicaciones excesivas de fertilizantes con urea y amonio, ya que la urea se hidroliza en amoníaco. El amoníaco puede ser tóxico para el camarón y para los organismos acuáticos de los cuerpos de agua que reciben los efluentes. Así mismo, demanda oxígeno y crea acidez cuando es convertido en nitrato por las bacterias nitrificantes.

Antes de hacer una aplicación de fertilizantes, se debe verificar que el estanque se encuentra cerrado; es decir, sin recambio de agua en ese momento. Esto evitará pérdida del producto, descargas al ambiente y se conseguirá buena efectividad del mismo en el estanque. Debe permitirse al fertilizante actuar por lo menos 24 horas, sin realizar en este tiempo recambios hídricos.

Para logra un rápido efecto, es preferible utilizar fertilizantes líquidos. Si se utilizan fertilizantes granulados, se deberá asegurar su completa dilución antes de su aplicación en el agua y no aplicarlos directamente en forma granulada. En el caso de los fertilizantes fosforados, si se utilizan en forma granulada, se precipitan hacia el fondo donde se disuelven muy lentamente y se pierde gran cantidad de fósforo pues es rápidamente absorbido por el sedimento. Por esta razón, pasa muy poco a la columna de agua como nutriente y casi no es utilizado por las algas. En aguas con altas concentraciones de calcio y un elevado pH, el fósforo se precipita como Fosfato de Calcio acumulándose en el fondo sin ser aprovechado por las algas.

Debido a que el fósforo es de difícil dilución, es recomendable aplicarlo durante varios días para un mejor aprovechamiento por parte del fitoplancton. Los fertilizantes granulados pueden ser aplicados en plataformas sumergidas, disueltos en barriles o toneles y la mezcla aplicarse a la superficie del estanque; también, el fertilizante puede ser colocado en una bolsa porosa, colgada en la compuerta de entrada del agua.

Si es necesario usar fertilizantes orgánicos, el uso de estiércoles debe ser evitado, a menos que su calidad pueda

ser confirmada. El uso en estanques de fertilizantes orgánicos es menos deseable que los fertilizantes inorgánicos, ya que su contenido de nutrientes es altamente variable y su descomposición puede causar problemas en la calidad del agua. Si el administrador quiere usar fertilizantes orgánicos, es preferible el uso de alimentos y productos vegetales baratos de plantas en lugar del estiércol animal.

Los productos vegetales no son tan fáciles de ser contaminados con metales pesados y antibióticos como los estiércoles. Si se usan estiércoles, éstos deben ser primero convertidos en abono porque este producto puede ser de mejor calidad que el estiércol original. Obtener estiércol de fuentes conocidas ayuda a confirmar que están libres de contaminantes.

Los fertilizantes deben ser almacenados en lugares limpios y secos, lejos de chispas eléctricas y sus derrames deben ser evitados. Algunos fertilizantes como el nitrato de amonio y nitrato de sodio, son altamente explosivos y no deben estar en contacto con aceites o chispas eléctricas. La humedad tiende a provocar que los fertilizantes formen terrones, por lo que se recomienda su almacenamiento en áreas seguras, limpias y secas. Si se utilizan sacos de fertilizantes granulados, estos deben estar estibados en parrillas de madera y separados entre sí. Este almacén debe estar debidamente rotulado y si es posible, contar con una ducha de agua para cualquier peligro de intoxicación.

Se debe evitar el derrame de fertilizantes debido a que pueden contaminar cuerpos de agua locales con nutrientes. El personal que se encarga de aplicar los fertilizantes en los estanques, debe estar entrenado en esta labor y portar el equipo de seguridad necesario para tal fin (guantes, mascarilla, botas y ropa adecuada tipo "overol") (Figura 50). No se debe permitir la aplicación de fertilizantes a personal que no esté debidamente protegido, para evitar afecciones cutáneas o respiratorias innecesarias.



Figura 50. Aplicación de insumos agrícolas (fertilizantes) en un estanque de cultivo de camarón. El operario está protegido con guantes y cubrebocas para no entrar en contacto con el producto. Foto cortesía de la Ing. M. Lemieszek.

### **BPM para la fertilización y manejo de la productividad natural**

- Mantener una condición favorable para la producción en el estanque, requiere de niveles adecuados de fitoplancton para favorecer el crecimiento del camarón y bajar el consumo de alimento artificial
  - Monitorear frecuentemente la calidad y cantidad de fitoplancton en los estanques, así como la concentración de los principales nutrientes utilizados por las microalgas
  - Utilizar fertilizantes sólo cuando sea necesario incrementar las poblaciones de microalgas
  - Evitar el uso desmedido e innecesario de fertilizantes, contribuye a bajar los costos de producción y reduce la cantidad de sustancias dañinas liberadas a los ambientes naturales a través de las aguas de descarga de los estanques
  - No se recomienda el uso de fertilizantes orgánicos de origen animal (estiércol), ya que pueden contener residuos de medicamentos (antibióticos), plaguicidas, metales pesados y cargas muy altas de bacterias. Si se decide utilizar fertilizantes orgánicos, es preferible elegir harinas vegetales como pulidura (semolina) de arroz o harina de soya
- Es preferible el uso de fertilizantes líquidos. Si se usan fertilizantes en forma granular, se recomienda que sean disueltos para luego ser aplicados del mismo modo que con los fertilizantes líquidos
  - Se debe evitar el uso de urea y fertilizantes que contienen amonio. La urea en contacto con el agua se convierte en amonio el cual es tóxico para los camarones si alcanza concentraciones altas. El amonio también impone una demanda de oxígeno y acidifica el agua (baja el pH del agua)
  - No se deben hacer aplicaciones de fertilizantes sin antes conocer y estar convencido que existe la necesidad de fertilizar; para lo cual el técnico debe apoyarse en los análisis de laboratorio y en los datos de campo
  - Mantener cerrado (sin recambio) el estanque durante la fertilización y al menos por 24 horas después de la misma
  - Solicitar al proveedor de fertilizantes inorgánicos una declaración de la presencia o ausencia de metales pesados (Cadmio, Cromo, Arsénico, Mercurio y Plomo) y para el caso del sulfato de zinc, indicar las dioxinas (procesamiento de un recurso mineral), ambos expresados en ppm
  - Realizar capacitaciones permanentes para el personal de la granja, sobre temas relacionados con almacenamiento y aplicación y, medidas de seguridad para el uso de fertilizantes
  - Crear y mantener registros del uso y aplicación de fertilizantes

### **3.4.5 Manejo de depredadores y competidores**

Los depredadores traen problemas en la productividad de las granjas camaroneras, ya que pueden reducir la población de camarones, propagar y difundir enfermedades, competir por el alimento de los camarones y, en casos donde los depredadores son caimanes o cocodrilos, se pueden poner en riesgo vidas humanas.

Se debe considerar como primera opción, la implementación de medidas de exclusión para disminuir la presencia



de depredadores y competidores en la granja. Éstas incluyen el uso de mallas de filtración, cercas perimetrales, recolección y destrucción de organismo muertos dentro y alrededor de la granja, no dejar alimento a la intemperie o regado en las bordas y evitar la exposición de basuras o desechos orgánicos, entre otras.

La depredación por aves debe ser minimizada por métodos no letales. Para controlar los depredadores en la granja, se deben utilizar mecanismos inofensivos para el ambiente, pero que al mismo tiempo sean efectivos. Éstos incluyen redes, aparatos o dispositivos pirotécnicos (conocidos como fuegos artificiales) productores de ruido o el empleo de trabajadores para espantar a las aves.

Las compuertas de entrada y salida de los estanques así como los controles de sedimentación y los canales reservorios, deben tener mallas de filtración (Figura 51). Esta práctica puede prevenir que los animales silvestres (como peces o pequeños crustáceos) entren a los estanques, así como el escape de camarones del estanque.



Figura 51. Estructura de control de sedimentación y filtración en un canal reservorio de una granja camaronera, en la cual se están utilizando filtros de bolso. Foto cortesía del Ing. C. Lara.

#### BPM para el manejo de depredadores y competidores

- Mantener limpias las áreas de la granja, libres de desechos orgánicos que atraen organismos depredadores y competidores
- Utilizar mallas de filtración en las compuertas de entrada y salida (mínimo de 50 a 200 micras)
- Realizar una adecuada preparación del fondo de los estanques, secando, desinfectando y dando un tratamiento adecuado a las áreas con presencia de depredadores (ej.: charcos post-cosecha con peces y jaibas)
- Mantener cerrados los controles de los canales de drenaje para evitar la entrada de organismos no deseados y salida de camarones durante las mareas altas
- Utilizar sólo plaguicidas aprobados por la autoridad competente y de acuerdo con los protocolos establecidos por los fabricantes para cada fin
- Las entradas y salidas del agua no deben ser construidas cerca de los manglares de lo contrario los cangrejos y otros animales entrarán a los estanques
- Utilizar métodos no letales en la medida de lo posible, como ruidos repelentes, luces repelentes
- El uso de trabajadores para espantar a las aves también es recomendable

#### 3.4.6 Prevención de fuga de camarones

Los productores de camarón deben tomar todas las medidas razonables y prácticas posibles para asegurarse que los camarones por ningún motivo se escapen al ambiente, siendo una medida que tiene repercusión económica y ambiental.

Las estructuras con mallas deben estar en buenas condiciones de mantenimiento y ser adecuadas al tamaño del camarón en las compuertas de entrada y salida de los estanques y de los canales de drenaje (Figuras 52a y 52b).

Se deben considerar acciones que impidan durante las cosechas el escape de camarones al ambiente, para lo cual es conveniente ubicar redes o filtros en las cajas de cosecha y utilizar bolsas de captura y conos de pesaje con redes nuevas o en buen estado. Hay que estar pendientes de su revisión y reparación oportuna durante y después de cada cosecha. De la misma manera se debe contar con reemplazos de estos implementos (aperos) de cosecha, para el reemplazo inmediato en casos de ser necesario.



Figura 52a. Estructuras de entrada (izquierda) y de salida (derecha) en un estanque de cultivo de una granja camaronera, en las cuales se mantienen filtros de malla, bolso y entablado para evitar el ingreso de organismos foráneos y la fuga de camarones durante el ciclo de producción. Fotos cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 52b. Marcos de madera con filtro de malla negra, instalados en una estructura de salida de un estanque en una granja camaronera. El propósito es evitar la fuga de camarones durante los recambios de agua en el estanque. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

#### BPM para la prevención de fugas de camarones

- Supervisar durante la colocación y cambio de mallas, filtros y bolsos, que los mismos son efectivos para evitar el escape de camarones o el ingreso de organismos no deseables al estanque
- Establecer un programa diario de revisión de mallas, filtros, bolsos, fugas y condiciones de los tablonces en las estructuras de entrada y salida de los estanques
- Colocar redes o filtros en las cajas de cosecha y utilizar bolsas de captura y conos de pesaje con redes nuevas

o en buen estado y estar pendiente de su revisión y reparación durante y después de cada cosecha

- Contar con reemplazos de los instrumentos (aperos) de cosecha, para un oportuno remplazo en caso de ser necesario

#### 3.4.7 Manejo de efluentes

Uno de los mayores impactos ambientales potenciales durante la operación de una granja de camarón, es la descarga del agua de un estanque con alta carga de nutrientes que podría producir eutroficación del cuerpo de agua receptor. La calidad de las aguas descargadas de los estanques camaroneros, son reflejo de las prácticas de manejo del alimento, fertilizantes y otros insumos utilizados durante el cultivo.

Algunas de las técnicas de manejo más recientes incluyen el reciclaje o recirculación de agua a través de un sistema de estanques, el cual permite que el agua se depure y pueda volver a ser usada; esta práctica permite reducir efluentes de los estanques, disminuir la entrada de agua proveniente del estero (riesgo de introducción de predadores, camarón silvestre y posibles enfermedades), bajar el costo de combustibles y evita la pérdida de la productividad natural de



los estanques. Si es posible, sólo agregar agua para reponer el nivel perdido por evaporación, infiltración o fugas.

El deterioro de la calidad de agua en los estanques de cultivo de camarón, puede ser causado por la mala preparación de los estanques y reservorios, excesivas densidades de siembra, excesivas tasas de alimentación, uso desmedido de fertilizantes o bombeo de agua de mala calidad, entre otros factores. Mejorar las prácticas de manejo en estos aspectos anteriores, tendrá un impacto positivo en la calidad de agua de los estanques y ayudará a reducir las cargas de contaminantes al estuario.

El protocolo de producción de la granja debe definir un patrón efectivo de preparación de los estanques, incluyendo los canales reservorios y las áreas de sedimentación (cuando existan). Durante la producción, es necesario un plan de monitoreo de los parámetros físicos, químicos y biológicos del estanque, para mantener el control y tomar acciones oportunas dirigidas a contar con rangos aceptables de cada parámetro de calidad de agua tanto para la producción, como en los efluentes que se vierten a los estuarios. La decisión de realizar recambios de agua tiene que estar supeditada a un análisis de la situación que se esté dando en el estanque y sólo debe tomarse cuando no exista otra solución al problema.

En caso de insumos dirigidos a mejorar y mantener la calidad del agua, como para el cultivo, deben estar autorizados y ser usados con actitud responsable, de acuerdo con la necesidad técnicamente determinada y siguiendo las recomendaciones de las fichas técnicas del fabricante. Estas acciones beneficiaran el cultivo y los efluentes no presentarían riesgos para el ambiente.

Como un gesto de responsabilidad de los productores durante episodios patológicos, se debe evitar la descarga de efluentes en el momento de su identificación, así como inmediatamente después de una aplicación de insumos destinados al control de dicho problema sanitario. De igual manera, no se debe hacer recambio justo cuando se hacen aplicaciones de productos tendientes a mejorar la calidad

del agua de los estanques. Con la implementación de un manejo técnico basado en un protocolo definido, se tienen muchas posibilidades de mantener cerrados los estanques por mayor tiempo durante el ciclo de producción y disminuir considerablemente los recambios de agua con la consecuente disminución del volumen de efluentes. Así mismo, disminuye el consumo de hidrocarburos para el bombeo de los recambios y se reducen los impactos al ambiente.

### **BPM para el manejo de efluentes**

- Implementar sistemas de recirculación de agua, que permitan a la granja optimizar el uso del recurso hídrico, minimizar su consumo y reducir los efluentes
- Para mejorar la calidad del agua que se utilizará en producción, es recomendable que los estanques de sedimentación y reservorio, almacenen el 120% del volumen del agua anticipada de la granja (del volumen diario utilizado). Esto permitirá un tiempo suficiente de reposo y maduración biológica del agua
- La existencia y uso de un área de sedimentación o trampa de sedimentos, puede mejorar el agua de entrada y del efluente; reducir el flujo para incrementar el tiempo de retención hidráulica, incrementa la precipitación del material en suspensión; un tiempo de retención de 6 horas es adecuado para mejorar en buena medida la calidad del efluente
- La reducción de la carga de sedimentos a límites aceptables de descarga en los cuerpos receptores, se puede conseguir mediante: a) la velocidad de la descarga, b) el diseño de áreas de sedimentación, c) la composición química del efluente y d) otros factores
- Las aguas de vertido no deben mezclarse con cuerpos de agua dulce o ser vaciadas en tierras agrícolas
- Las aguas servidas producidas por la granja, deben de ser tratadas de una manera ambientalmente responsable y no vertidas a los cuerpos de agua receptores
- El agua que contenga químicos, tales como cloro, debe permanecer en el estanque tratado el suficiente tiempo para que el químico se biodegrade, antes de descargar.



la en las áreas de manglar o a los estuarios o cuerpos de agua receptores

- Las aguas que descargan a través de los bosques de manglar u otras tierras anegadas salobres, deben ser sometidas a tratamientos físicos y biológicos (sedimentación, filtración y biodegradación). Aunque los manglares pueden ser usados eficientemente para tratar los efluentes, se debe tener cuidado de no cambiar el régimen de salinidad de las áreas de manglar al grado de afectar su crecimiento
- Si es factible, desde una perspectiva de ingeniería, descargar los efluentes a través del bosque de mangles u otras tierras anegadas; es aconsejable buscar el consejo de los expertos para evitar que se interrumpan las funciones naturales de estas áreas
- El itinerario de descarga de los estanques debe ser escalonado, para minimizar el flujo del agua en los canales de descarga y reducir la erosión y cualquier impacto potencial del efluente, porque menores volúmenes de agua son más fáciles de diluir
- Se debe descargar lentamente el agua de la parte superior de la trampa de sedimentos, ya que tendrá una carga menor de sólidos suspendidos que el agua más profunda. Esta práctica minimiza la re-suspensión de los sedimentos
- Reforzar los muros o bordes adyacentes a las áreas de descarga para evitar la erosión y el incremento de partículas en suspensión eventualmente sedimentables
- Los sedimentos de los estanques, canales o estanques de sedimentación, deberán de ser reutilizados dentro de la misma granja. Si esto no se puede hacer, los sedimentos tienen que ser tratados de una manera ambientalmente responsable
- En los canales de descarga se pueden sembrar árboles de mangle para que sirvan de filtros naturales. El uso de biofiltros, como bacterias, algas o bivalvos, es recomendado
- Utilizar sistemas de fertilización de las aguas y de alimentación más eficientes, para que haya una mejor

productividad primaria y se disminuya la entrada de nutrientes

- Los efluentes no deben aumentar el valor de los parámetros críticos de la calidad del agua por encima de los estándares establecidos para el área. En su defecto, no deben ser superiores en el drenaje que en las fuentes de agua de bombeo que ingresan a la granja

### 3.5 Manejo de enfermedades en los camarones

Uno de los aspectos de mayor relevancia en el cultivo de camarón es el relacionado al cuidado de la salud de los camarones. La falta de evaluaciones frecuentes de la salud de los camarones puede facilitar la diseminación de enfermedades entre estanques de la misma granja y de una granja a otra de la misma zona o región. La pérdida casi total de una población de camarones a causa de una infección, pudiera incluso pasar desapercibida si no se realizan evaluaciones semanales meticulosas del estado de salud de los camarones.

Las enfermedades emergentes introducidas en zonas de cultivo, han jugado un papel importante en las epidemias que han barrido áreas de cultivo del camarón por todo el mundo. Muchas enfermedades se presentan después de períodos de estrés. Un dogma general de la acuicultura es que el ataque de enfermedades epidémicas se debe a prácticas de manejo deficientes, las cuales debilitan la resis-



Figura 53. Reunión de los gerentes y técnicos de granjas camaroneras con representantes de la Autoridad Competente, para analizar una crisis sanitaria y establecer un plan de emergencia conjunto. Foto cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 54a. Muestra de camarones enfermos (izquierda) y de camarones sanos (derecha) capturados durante un monitoreo sanitario en estanques de cultivo de camarón. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel y de la Ing. M. Lemieszek.

cia de animales cultivados. La prevención consiste en evitar las condiciones de estrés en el cultivo, la introducción de enfermedades emergentes y la implementación de BPM.

Las enfermedades son introducidas a través de camarones importados (larvas, postlarvas y adultos), tanto vivos como

congelados para reproceso, dieta fresca (levantamiento de reproductores en granjas), insectos, organismos marinos, aves y otros animales, aguas, vehículos y, por humanos, entre otros agentes. Las condiciones de estrés en el estanque pueden presentarse por problemas crónicos de la calidad del agua, tales como frecuentes niveles bajos de OD, altas concentraciones de amonio no ionizado, altas densidades de camarón, temperaturas extremas durante el transporte o el manejo, o una dieta deficiente.

El monitoreo de la salud de los camarones permite una temprana detección de enfermedades (Figuras 53 y 54). A la par del monitoreo también se deben diseñar e implementar procedimientos que ayuden a controlar la propagación de la enfermedad cuando esta se presente. La siguiente tabla, sugiere una guía para la interpretación de la carga bacteriana en hemolinfa y hepatopáncreas de camarones de cultivo, a partir de siembras de tejidos en agar TCBS (Figura 55):



Figura 54b. Examen clínico realizado a los camarones durante un muestreo sanitario en una granja camaronera. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



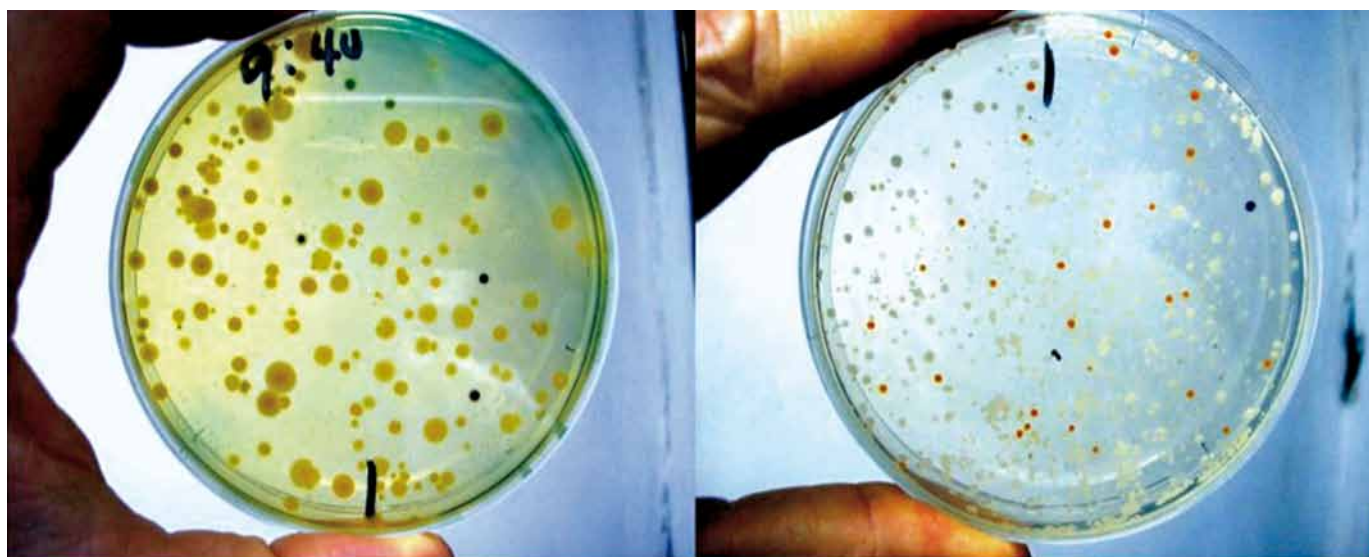


Figura 55. Platos petri con agar TCBS (izquierda) y TSA (derecha) mostrando crecimiento de colonias a partir de hemolinfa de camarones enfermos. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

**Interpretación de resultados de crecimiento bacteriano en agar TCBS en camarones juveniles y adultos (adaptado de Gómez-Gil, 2006).**

Tipos de UFC	Hemolinfa (UFC/mL)		Hepatopáncreas (UFC/g)	
	> 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>3</sup>	> 10 <sup>5</sup>	< 10 <sup>5</sup>
Verdes Luminiscentes 100%	Muy grave	Grave	Grave	Grave
Verdes > 50%	Grave	Serio	Serio	Serio
Verdes < 50%	Serio	Serio – Normal	Serio	Serio - Normal
Amarillas	Serio	Normal	Normal	Normal

**3.5.1 Plan de acción ante la aparición de una enfermedad**

En caso de cualquier infección causada por virus, bacterias, hongos, parásitos u otros patógenos, se debe activar el plan de manejo sanitario de la granja aplicado para cada enfermedad en particular (Anexo 6). Esto ayudará a identificar las condiciones que facilitaron el surgimiento del brote. Sumado a lo anterior, se deben tomar medidas inmediatas de bioseguridad tales como: a) notificación a la autoridad competente, b) informar adecuadamente a las empresas vecinas, c) controlar la entrada y salida de personal y de

camarones a la empresa y d) minimizar el recambio hídrico y la consecuente descarga de efluentes al ambiente.

Las granjas de camarón deben contar con protocolos para el manejo de enfermedades, incluyendo planes de emergencia para enfermedades emergentes (Anexo 7). Estos protocolos deben ser diseñados para que en el caso de la aparición de cualquier enfermedad, su propagación sea mínima. Los protocolos de manejo de enfermedades, deben ser diseñados y ejecutados con base en base los lineamientos de la Autoridad de Salud Animal de cada país y con la participación de los gerentes y técnicos de las granjas camaroneras (Figura 53).

Se debe tener y poner en práctica un plan de manejo preventivo de las enfermedades, que incluya monitoreos frecuentes de campo para evaluar el estado sanitario de las poblaciones (Figuras 54a y 54b), reducción de factores de estrés, manipulación cuidadosa, densidades de siembra según la capacidad de la granja, manejo de la calidad del agua, manejo apropiado de los alimentos, higiene, control de plagas y aves y, cualquier otra entidad potencialmente transmisora de enfermedades.



En caso de sospecha de una enfermedad transfronteriza, emergente o de declaración obligatoria de la OIE, se debe notificar a la autoridad competente del país.

### 3.5.2 Investigación y confirmación de la enfermedad

Se debe determinar la causa o agente patógeno de la enfermedad, así como su naturaleza y extensión. Se deben

designar personas responsables para coordinar la investigación sobre el problema, siendo en lo posible un profesional idóneo. Es imperativo confirmar con certeza la naturaleza del agente patógeno, para así definir una estrategia de manejo y un plan de acción, el cual permita a los técnicos decidir sobre la mejor alternativa o solución para el problema. Se debe contar con laboratorios de patología de organismos acuáticos nacionales, para que diagnostiquen las enfermedades de los camarones, o en caso necesario laboratorios de referencia (Figuras 56a, 56b y 56c). Las Autoridades Competentes de los países así como las mismas granjas camaroneras, deben contar con profesionales entrenados para el reconocimiento de enfermedades en camarones, así como en la toma de muestras, empaque y envío de las mismas a los laboratorios especializados (Figuras 57a y 57b).



Figura 56a. Incubadora con temperatura controlada (izquierda) y cabina de flujo laminar Clase II, utilizadas para estudios de bacteriología en el laboratorio de una granja camaronera. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 56b. Equipo para procesamiento de tejidos, utilizado en la preparación de láminas histológicas para el estudio de órganos y tejidos de camarones sospechosos de una enfermedad. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 56c. Aparato de PCR (termociclador), utilizado para la amplificación genómica (ADN o ARN) de agentes patógenos de camarones a partir de muestras de tejido. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 57a. Profesionales de la Autoridad Competente de Sanidad Acuícola, realizando una toma de muestras para PCR como parte de la vigilancia sanitaria en una granja camaronera. Fotos cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 57b. Profesionales de las granjas en Sanidad Acuícola, realizando revisiones al microscopio y registro de hallazgos, a partir de muestras de camarones enfermos. Fotos cortesía del Ing. C. Lara y del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

De acuerdo con la OIE, los métodos para la confirmación de enfermedades que presentan mayor sensibilidad y especificidad, incluyen la reacción en cadena de la polimerasa (PCR por sus siglas en Inglés). En la actualidad, existen kits comerciales de PCR para la detección de las principales enfermedades infecciosas en camarones.

### 3.5.3 Restricción de movilizaciones

Si se detecta un brote, se debe activar el plan de emergencia implementado por la autoridad competente e imponer de manera inmediata restricciones al movimiento de personas y animales hacia dentro y fuera del área afectada, mientras el contagio persista.



### BPM para manejo de enfermedades en camarones

- La industria camaronera debe, en conjunto con las autoridades sanitarias del país, formular e implementar las regulaciones existentes
- Coopere y comuníquese con los granjeros vecinos discutiendo los problemas de la enfermedad para minimizar la propagación de la enfermedad; las buenas prácticas adoptadas por los granjeros vecinos, ayudarán a prevenir la introducción de enfermedades, así como su control
- Bajo sospechas de una enfermedad emergente, se debe hacer notificación inmediata a la autoridad competente, poniendo en ejecución al mismo tiempo el plan de emergencia sanitaria de la granja
- Se debe contar con procedimientos para la detección de enfermedades de los camarones. Los protocolos, procedimientos y resultados, deben quedar documentados y archivados en las instalaciones de la granja
- Las postlarvas deben ser examinadas para detectar enfermedades antes de ser sembrada en los estanques
- No se deben utilizar postlarvas silvestres para sembrar estanques de cultivo de camarón
- Se recomienda comprar postlarvas libres de enfermedades y procedentes de laboratorios certificados
- Los camarones deben ser examinados rutinariamente para detectar enfermedades a tiempo. Se debe tener un diagnóstico acertado cada vez que se presente un problema sanitario, con el cual se identifiquen las causas de la mortalidad, haciendo análisis en los laboratorios de las granjas o en un laboratorio de patología certificado
- Si se presenta una infección en alguno de los estanques, se deben tomar las medidas necesarias incluidas en el plan de manejo de enfermedades de la granja
- Los camarones enfermos o muertos por enfermedades, deben ser manipulados de tal manera que se evite la propagación de la enfermedad
- El agua de los estanques no debe ser recambiada cuando existen problemas de enfermedad, particular-

mente si se sospecha de un nuevo organismo. Limitar, reciclar o eliminar el uso de agua durante episodios de enfermedad, reduce el riesgo de su propagación

- Los estanques que han tenido alta mortalidad por enfermedades, no deben ser drenados hasta que los agentes patógenos de la enfermedad hayan sido destruidos o eliminados por cloración o químicos biodegradables, dando un período adecuado de degradación antes de que esas aguas sean liberadas o reutilizadas
- El uso de herramientas y materiales para estanques en cuarentena debe ser restringido para ese estanque en particular
- Los animales muertos y enfermos deben ser manejados de una manera apropiada y amigable con el ambiente; para ello, pueden ser tratados con cal viva y enterrados
- El tratamiento de los fondos con cal viva, ayudará con el control de los agentes patógenos y de sus portadores; para ello, la cal debe ser aplicada uniformemente en todo el fondo del estanque
- Luego de haber controlado un brote de enfermedad causado por un agente patógeno, se debe realizar una desinfección general de la granja que incluya instrumentos, materiales de operación, equipos, vehículos y otros elementos

### 3.6 Uso de medicamentos veterinarios, productos químicos y biológicos

Un gran número de químicos son usados en acuicultura, pero sólo unos cuantos tienen efectos benéficos. Las enfermedades de camarones con índices altos de morbilidad y mortalidad y que son de naturaleza viral, no se deben tratar con antimicrobianos porque éstos no tienen ningún efecto sobre los virus. En caso de confirmar una infección bacteriana secundaria, se pueden utilizar antimicrobianos para el control de dichas cepas, habiendo comprobado su susceptibilidad al producto y en la medida en la que éstos sean aprobados para tal fin.

Algunos químicos pueden causar efectos adversos a la biota de los cuerpos de agua receptores, tales como toxicidad



o bio-acumulación. El uso cuidadoso de los químicos permitirá bajar costos y prevenir efectos dañinos secundarios. La autoridad competente debe publicar listas de medicamentos veterinarios registrados y autorizados, así como su uso específico por especie.

El uso de medicamentos veterinarios y químicos como fertilizantes, plaguicidas, etc., debe hacerse para fines específicos como el control de enfermedades acertadamente diagnosticadas o para el manejo de la calidad del agua de los estanques. Además, las concentraciones utilizadas no deben producir daños ambientales (Anexo 8).

Los sistemas de producción de camarones deberían diseñarse y gestionarse para asegurar que la exposición a medicamentos veterinarios de los animales destinados a la producción de alimentos, no represente un riesgo para la salud humana. En el caso de los medicamentos veterinarios, su uso constante (como “profiláctico”) puede causar problemas en la salud humana, induciendo resistencia en las bacterias que se están tratando de combatir. Además, la liberación de estos productos en el ambiente, puede afectar negativamente a otros organismos acuáticos. Por esta razón, cabe recalcar que los antimicrobianos sólo se deben utilizar como tratamientos curativos cuando se confirme una enfermedad bacteriana y nunca deben ser usados con la idea de hacer prevención.

Se debe solicitar a los distribuidores de los productos químicos y biológicos utilizados en las granjas, las respectivas fichas técnicas, hojas de seguridad y certificados de registro sanitario para cada país. Así mismo, los productores deben seguir las recomendaciones en cuanto a dosis y manejo, que el fabricante establece para cada presentación. Los mismos deben usarse sólo bajo prescripción de un profesional en sanidad animal.

Es muy importante conocer la fecha de expiración del producto, las condiciones de almacenamiento que requiere y el N° de lote que el fabricante asigna. Estos aspectos tienen que ser debidamente registrados en el sistema de rastreabi-

lidad (trazabilidad), en conjunto con toda la información recopilada en el momento de su aplicación (Anexos 9 y 10).

Para cada producto químico o biológico a utilizar, la granja debe contar con un plan de contingencia y suministrar a los operarios los medios de protección recomendados en cada caso para evitar accidentes (Anexo 8). Esto debe ir acompañado siempre de un período de capacitación previo al uso del producto.

### **BPM para el uso de medicamentos veterinarios, químicos y biológicos**

- Las granjas de camarón deben enfocar sus planes de salud animal en la prevención de enfermedades mediante una buena alimentación, buen manejo de los estanques y reducción del estrés
- Se deben tener protocolos establecidos para la utilización de medicamentos veterinarios, plaguicidas y demás químicos; su uso debe quedar bien documentado en los registros de la empresa y hacerse con base en las normas de los fabricantes o de las regulaciones nacionales
- El uso de medicamentos veterinarios o químicos para tratar enfermedades en camarones, debe realizarse con base en lo establecido para las BPM mencionadas en este Manual y mediante protocolos establecidos de acuerdo con las regulaciones nacionales y/o internacionales.
- El uso de medicamentos veterinarios o químicos, debe seguir las especificaciones del fabricante con respecto a su dosis, período de vencimiento, almacenamiento, disposición, manipulación y tiempo de retiro, de acuerdo con las regulaciones establecidas en materia de inocuidad por la Autoridad Competente
- Utilizar por principio ético en las granjas camaroneras, sólo medicamentos veterinarios que han sido aprobados para su uso en camarones de cultivo
- Los antimicrobianos se deben utilizar para tratamientos curativos cuando se está presentando una enfermedad causada por bacterias susceptibles. No se deben



- utilizar antibióticos para planes preventivos, ya que no beneficiará la salud del camarón y sí conducirá al desarrollo de resistencia a los antimicrobianos por parte de las bacterias
- Se prohíbe el uso de antimicrobianos que no hayan sido aprobados para la acuicultura, ya sea a nivel nacional o internacional (ej.: Cloramfenicol). Si a nivel nacional no existe una lista de medicamentos y químicos apropiados para la acuicultura, la industria del camarón en conjunto con las agencias gubernamentales involucradas deben preparar dicha lista o regirse por listados internacionales reconocidos
  - El uso de antibióticos permitidos debe estar sujeto a los Límites Máximos de Residuos (LMR) impuestos por naciones importadoras de camarón. El LMR puede reducirse aplicando las buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios
  - El uso no previsto en el prospecto o etiqueta de medicamentos veterinarios, debería aplicarse solamente según el asesoramiento directo y escrito de un Médico Veterinario u otro profesional con competencia aprobada. Dicho asesoramiento debería ser coherente con los documentos de orientación y de información técnica nacionales y/o internacionales publicados sobre este tema
  - Los plaguicidas deberán ser usados apropiadamente y lo menos frecuentemente y como última alternativa, ya que son productos tóxicos tanto dentro como fuera de los estanques. Estos compuestos pueden causar efectos ambientales adversos cuando son descargados en los efluentes.
  - Todo medicamento veterinario o químico que no se vaya a utilizar o esté vencido, debe ser eliminado de una manera que no contamine el ambiente
  - Las aguas de los estanques donde se ha realizado un tratamiento con productos químicos o antimicrobianos, no deben ser usadas ni vertidas al ambiente, hasta que estos compuestos hayan tenido suficiente tiempo de biodegradación
  - Todos los animales tratados con medicamentos veterinarios o los lotes de estos animales (estanques), deben ser identificados de manera específica
  - Deben mantenerse registros de todos los detalles del tratamiento y del tiempo de retiro requerido, antes de que los camarones puedan ser cosechados para el consumo humano, a fin de asegurar que los tiempos han sido respetados
  - Los sacos con alimento medicado deben estar clara y visiblemente etiquetados y codificados por número de lote (para rastreabilidad), para asegurar su correcto almacenamiento y uso en la granja
  - Los camarones deben ser examinados para determinar la concentración de plaguicida, PCBs y metales pesados entre otros, cumpliéndose estrictamente los planes de monitoreo de residuos tóxicos de cada país, establecidos por la autoridad competente y de acuerdo con lo establecido por la FDA y la SANCO de la Unión Europea
  - Se recomienda el uso de la cal agrícola, piedra caliza agrícola o carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), para su aplicación en el fondo de estanques ácidos ( $\text{pH} < 7$ ). El uso de cal viva u Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) y/o cal hidratada o Hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), está dirigido principalmente a la eliminación de patógenos en el fondo de los estanques
  - Las granjas deben contar con la indumentaria y equipos necesarios para garantizar la seguridad laboral
  - Los suplidores de alimentos y postlarvas (si provienen de otra empresa) deben certificar que no se utilizaron medicamentos veterinarios y/o químicos no permitidos en su producción

### 3.7 Manejo de desechos domésticos

La composición de los desechos domésticos generados en una granja es variable y depende de la cantidad de personas que residen y trabajan en la misma, así como de los hábitos de ellas. Entre los desechos característicos se incluyen productos como pilas y otros componentes eléctricos, algunos de los pueden contener mercurio; contenedores con



Figura 58a. Recipientes debidamente identificados con colores y letreros, que pueden ser utilizados en granjas camaroneras para la recolección de basura de acuerdo con su clasificación para el reciclaje, o para una adecuada disposición de ciertos materiales que requieren manejo especial como las pilas usadas. Foto cortesía del Ing. C. Lara.

residuos de aceite, pinturas, materiales cáusticos, agentes esterilizantes, lejías, medicinas, pañales desechables, heces de animales y basura asociada, junto con productos alimenticios desechados que se degradan rápidamente y emiten olor desagradable.

Un principio importante del manejo de desechos es su reducción en la fuente, generando una mínima cantidad y bajando el potencial de los peligros asociados. Se deben separar los desechos por componentes tales como material combustible (papel, cartón, hojas secas y ramas, entre otros), material reutilizable (botellas, latas, bolsas plásticas y tanques), material reciclable (papel, plástico, cristal y pedazos de metal), materia orgánica (peladuras de frutas y verduras y otros residuos de alimento), entre otros (Figura 58a).

La recogida, transporte o eliminación de los desechos domésticos, pueden tener efectos ambientales adversos como contaminación atmosférica y olores desagradables; posibles peligros para la salud por la acumulación de agua contaminada que es medio de cría para mosquitos y atrae a moscas y alimañas, entre otras plagas; pérdida de tierra productiva debido a la presencia de productos de lenta degradación, contaminación del suelo y de aguas subterráneas y superfi-

ciales por lixiviación con los consiguientes efectos ambientales o riesgos para la salud y, contaminación del medio marino por descarga directa o indirecta de desechos. Por estas razones, es necesario realizar la recolección y movilización de las basuras en vehículos especializados y hacia lugares indicados por la Autoridad Competente (Figura 58b).

La presencia de elementos biodegradable en los desechos domésticos, obliga a tomar precauciones durante su recuperación, tratamiento y eliminación; mientras no se hayan destruido o hayan muerto los agentes patógenos presentes



Figura 58b. Recolección de desechos domésticos por un vehículo especializado contratado para que preste el servicio en una granja camaronera. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



en los desechos, siempre existe la posibilidad de que éstos constituyan amenazas para la salud humana, para los animales y para el medio ambiente.

No deben ser utilizados desperdicios orgánicos, estiércol de animales sin tratar o alimentos sin cocinar, en estanques de engorde de camarón. Las aguas servidas (o de desecho) deben ser tratadas para no contaminar las áreas circunvecinas, ya que éstas contienen microorganismos que pueden ser dañinos para la salud del ser humano, animales domésticos y silvestres.

El uso de fertilizantes orgánicos no tratados y de alimentos sin una buena cocción (como alimento para los camarones) para levantar las poblaciones de fitoplancton, podrían causar problemas de salud pública por presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y otros organismos patógenos para el hombre.

Las aguas de baños, cocinas y otras instalaciones para personal de la granja, deben ser tratadas en tanques sépticos diseñados para que éstas no se filtren y causen problemas ambientales o de salud pública. Adicionalmente, los servicios sanitarios no deben estar cerca a los estanques, canales reservorios, drenajes o zonas estuarinas. En el caso de los baños portátiles, su ubicación no es tan crítica como la de los baños convencionales, ya que no drenan al ambiente.

Los sanitarios e instalaciones afines de las granjas que están ubicados en las áreas de descanso, deben permitir el aseo personal y, a la vez, reducir los riesgos de contaminación de los operarios, del camarón de cultivo y del producto cosechado. Dichas instalaciones sanitarias deben tener sistemas bioseguros de manejo para las aguas servidas, que eviten su infiltración hacia cuerpos de agua utilizados para la producción de los camarones o, aún peor, para consumo humano.

#### **BPM para los desechos domésticos**

- Las prácticas de manejo de desechos domésticos varían mucho de país en país, pero es necesario asegurar el cumplimiento de las normas nacionales que lo regulan

- Fomentar las operaciones de recuperación y evitar que los desechos domésticos contaminen el medio o perjudiquen la salud humana, para lo cual es importante segregarse en la fuente los desechos recuperables y los peligrosos
- No deben ser utilizados desperdicios orgánicos, estiércol de animales sin tratar o alimentos sin cocinar, en estanques de engorde de camarón
- Las aguas de baños, cocinas y otras instalaciones para personal de la granja, deben ser tratadas en tanques sépticos diseñados para que éstas no se filtren y causen problemas ambientales o de salud pública
- Las aguas servidas (o de desecho) deben ser tratadas adecuadamente para no contaminar las áreas circunvecinas
- Los servicios sanitarios no deben estar cerca a los estanques, canales reservorios, drenajes o zonas estuarinas
- Los sanitarios e instalaciones afines de las granjas que están ubicados en las áreas de descanso, deben permitir el aseo personal y, a la vez, reducir los riesgos de contaminación de los operarios, del camarón de cultivo y del producto cosechado

### **3.8 Manejo durante la cosecha**

Antes de iniciar la cosecha, se debe elaborar un plan donde quede definido en cada paso, quién, cuándo, cómo y dónde deben cumplirse las actividades de la operación, personal, materiales y equipo; además, para asegurar la preparación de los estanques y el cumplimiento de los tiempos de retiro de los alimentos medicados. Para proceder con la cosecha, los camarones deben reunir ciertas condiciones tales como: tamaño apropiado, buen estado sanitario (ausencia de enfermedades en ese momento), características organolépticas apropiadas y condiciones físicas aceptables según las exigencias del mercado. Con lo anterior, se disminuirán las pérdidas del producto y de su valor comercial. Para lograr estas condiciones, se recomienda que antes de 15 días de la fecha de cosecha, se realicen muestreos para determi-





Figura 59. Muestreo de camarones para determinar su calidad antes de decidir la cosecha del estanque. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel y del Ing. C. Lara.

nar estas características, tomando acciones anticipadas en caso de ser necesario (Figura 59).

Una situación que afecta la calidad del camarón, son las altas concentraciones de bacterias y algas, principalmente las cianobacterias (*Oscillatoria*, *Anabaena*, *Microcystis*, entre otras) y actinobacterias (*Actinomyces*, *Streptomyces* y *Nocardia*). Estos agentes producen mal olor y sabor al camarón (a “choclo”), problemas durante el cocido como hepatopáncreas oscuros o reventados y, cabezas flojas. De igual forma, se recomienda retirar la alimentación entre 24 y 48 horas antes de la cosecha, para evitar que la repleción por alimento en descomposición dentro del camarón luego de la cosecha, cause problemas en el hepatopáncreas durante el procesamiento.

Durante el proceso de cosecha, es de gran importancia tener personal con experiencia y entrenado para dirigir las acciones, que no presente condiciones de salud deteriorada (heridas, infecciones respiratorias o digestivas y otras infectocontagiosas) y llevar registros adecuados por cada recipiente de cosecha, con respecto a la cantidad de hielo, cantidad de camarón, tiempo de llenado, tiempo de captura por cada alzada y cantidad de metabisulfito. Estos registros son parte de la rastreabilidad (trazabilidad) y permitirán ha-

cer correcciones oportunas en caso de pérdida de la calidad del producto (Figura 60).

La calidad del hielo usado en las cosechas y plantas de proceso, debe cubrir los estándares internacionales de agua potable establecidos por la FAO y la OMS. Los camarones cosechados deben ser enhielados de forma inmediata y en la medida en que van saliendo del estanque, de manera que éstos mueran por choque térmico (Figura 61). Con este proceso se dará inicio a la cadena de frío, la cual no debe ser interrumpida bajo ninguna circunstancia hasta que el



Figura 60. Uso de una bomba de cosecha en un estanque de una granja camaronera, equipo con el cual se logra una mejor calidad del producto. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 61. Proceso de enhielado inmediato durante una cosecha en una granja camaronesa, produciendo la muerte de los camarones por choque térmico e iniciando de esta manera la cadena de frío. Foto cortesía del Ing. C. Lara.

producto sea consumido. Las dosis de metabisulfito de sodio deben estar basadas en los requerimientos de los mercados.

Cuando se utilice metabisulfito u otro preservante durante la cosecha, los mismos deben manejarse de manera adecuada y responsable, a fin de cumplir con los requisitos exigidos por los países importadores. Para ello, se deben utilizar las cantidades indicadas por la planta de proceso para el producto que se esté utilizando.

En cuanto a la degradación del metabisulfito en el ambiente, los métodos para determinación de biodegradabilidad no son aplicables para sustancias inorgánicas. Sin embargo, de acuerdo con la ficha técnica del producto, no es de esperarse una bioacumulación en el ambiente, aunque puede tener un efecto perjudicial sobre organismos acuáticos. En cuanto a su eliminación, no hay establecidas pautas homogéneas sobre cómo proceder con el producto; no se debe reutilizar así como tampoco los envases y embalajes utilizados para su empaque y transporte. Dichos recipientes deben ser dispuestos para su desecho fuera de la granja y lejos de las fuentes de agua. El metabisulfito sódico es considerado por la Unión Europea como una “sustancia peligrosa para la salud o el medio ambiente” de acuerdo

con la Directiva 67/548/CEE, en concentraciones iguales o superiores a 25%.

Las soluciones con metabisulfito de sodio que han sido utilizadas en camarones así como las que han quedado sin utilizarse, deben ser neutralizadas antes de su descarte. Para ello, se pueden tratar con Carbonato de sodio como neutralizante, de acuerdo con las dosis de manejo que han sido establecidas por el fabricante. También se puede neutralizar el metabisulfito de sodio utilizando 0.34 kg de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) por cada kg de metabisulfito presente en la solución. Por otro lado, se puede bajar a valores inferiores a 25% la concentración del metabisulfito de sodio antes de descartarlo, mediante la dilución con agua en el recipiente con el producto.

Los operarios en la actividad de cosecha deben cumplir con los requisitos mínimos sanitarios y cualquiera que presente síntomas de enfermedad, debe ser excluido de la actividad de cosecha hasta su recuperación. De igual manera, el cumplimiento de las medidas de seguridad laboral, reducirán el riesgo de que los operarios tengan algún accidente. Es importante que los operarios porten ropas limpias y eviten el uso de implementos que puedan ser vehículos de contaminación del producto cosechado. Los equipos utili-



zados en la cosecha, deben estar limpios y ser desinfectados para asegurar la inocuidad del producto.

La calidad que los camarones presentan al momento de su llegada a la planta de proceso, depende de los cuidados y precauciones tomadas en los días previos a la cosecha así como también durante la realización de la misma. Un manejo inadecuado del producto durante la cosecha, puede ocasionar pérdidas de la calidad e inocuidad y con ello pérdidas económicas y riesgos para la salud humana.

El camarón cosechado se debe manejar de manera rápida y eficiente y que muera por choque térmico para no afectar su calidad. Además, por ningún motivo se debe romper la cadena de frío durante el transporte a las plantas de proceso o mercados. Todas las actividades o acciones que se ejecuten durante la cosecha y post-cosecha de un estanque, deben estar debidamente registradas, así como el pesaje del camarón, en un sistema de rastreabilidad (trazabilidad).

Desarrollar un sistema de análisis de peligro y puntos críticos de control (HACCP = APPCC) en la granja, es considerado importante para garantizar la inocuidad del producto cosechado en cada estanque. Un sistema APPCC tiene fundamento científico y carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y medidas para su control y está basado en la aplicación de técnicas y bases científicas para los procesos de producción de alimentos. Tiene importantes beneficios como: a) es más económico controlar el proceso que el producto final, b) implica medidas preventivas que evitan la pérdida de lotes enteros y del tiempo empleado, c) los controles durante el proceso permiten respuestas rápidas cuando son necesarias y la oportuna adopción de medidas correctivas en los casos de desviación y d) los alimentos presentan un mayor nivel sanitario que se traduce en reducción de reclamos, devoluciones, reproceso y rechazos para quien lo produce, elabora, comercializa o transporta.

### **BPM para el manejo durante la cosecha**

- Un sistema de APPCC en la granja es considerado como importante para garantizar la inocuidad del producto cosechado en cada estanque
- Disponer de un plan definido en cada paso, quién, cuándo, cómo y dónde deben cumplirse las actividades de la operación, personal, materiales y equipo, además para asegurar la preparación de los estanques y el cumplimiento de los tiempos de retiro de los alimentos medicados
- Se debe utilizar un protocolo específico para el uso de metabisulfito durante la cosecha en la granja. Las soluciones de metabisulfito no pueden ser vertidas directamente al ambiente, porque causan reducciones casi totales de oxígeno disuelto en el agua
- Levantar y mantener registros adecuados por cada recipiente de cosecha, con respecto a la cantidad de hielo, cantidad de camarón, tiempo de captura, tiempo de llenado del recipiente y cantidad de metabisulfito
- El equipo de cosecha, transporte y proceso así como los contenedores para camarón, deben de estar limpios y desinfectados para evitar la contaminación del producto. Contar con suficiente material y equipos para llevar a cabo la cosecha adecuadamente (redes, chinchorros, recipientes, cubetas, mangueras, etc.)
- Se debe asegurar un buen abastecimiento de hielo elaborado con agua potable
- Cerca del lugar de la cosecha, no debe haber materiales que puedan contaminar tales como residuos de diesel, aceite, gasolina, cal, basura, etc.
- Se debe evitar la presencia de animales domésticos o silvestres en la granja durante el cultivo y la cosecha de camarón
- Durante la cosecha y transporte del camarón cultivado, la temperatura debe ser controlada; el camarón debe ser cubierto de hielo inmediatamente después de haber sido cosechado; capas alternas de hielo y camarón son recomendadas para evitar bolsas de altas temperaturas o fluctuaciones en la temperatura



- Se deben minimizar posibles daños físicos y contaminación; camarón tratado con metabisulfito u otros preservativos, debe ser etiquetado mencionando fecha de cosecha, cantidad cosechada, uso de metabisulfito, planta procesadora y/o comprador
- Desde la cosecha y hasta el congelamiento del camarón en la planta de proceso, no se debe romper la cadena de frío en ningún momento, pues esto afectaría la calidad e inocuidad del producto

### 3.9 Bioseguridad

Las medidas de bioseguridad deben ser estrictamente aplicadas por todo el personal de la granja, así como por personas ajenas a la granja que por alguna razón deban ingresar o pasar por dentro de las instalaciones de la misma. Cada granja debe contar con programas de capacitación y nombrar al responsable del cumplimiento de dichas medidas, quien mediante protocolos y registros, asegure la aplicación constante y sistemática de las mismas.

Se debe contar con una organización básica de la empresa, que incluya una gerencia, jefatura de producción, encargados de la calidad de agua y suelo, especialistas en la salud de los camarones, encargados de la alimentación, de la aplicación y manejo de los productos químicos y me-

dicamentos veterinarios y, de la higiene y desinfección de instalaciones, materiales, equipos y personal. En lo posible, debe existir una persona contratada exclusivamente para realizar cada una de estas tareas, aunque en algunos casos una buena capacitación y organización, permitirá que una misma persona sea responsable de varias actividades.

Las medidas de bioseguridad no funcionan sin un programa de capacitación continua al personal de la empresa, en todos los niveles de responsabilidad. Si por ejemplo la capacitación es solamente tomada por el personal técnico responsable de la producción, la gerencia no entiende sus solicitudes de apoyo y por otra parte los operarios de campo no harán el trabajo que les corresponde, por falta de conocimiento (Figura 62). Los conceptos de buenas prácticas sobre medidas de bioseguridad en la producción camaronesa, deben estar en la mente de todas y cada una de las personas que cultivan el camarón. Cada persona debe entender la importancia de su papel en la aplicación de estas medidas.

Para poder implementar adecuadamente medidas de bioseguridad, se requiere de una inversión económica, por lo que dichas medidas deben ser viables desde este punto de vista. Los productores deben evaluar el costo de dichas medidas, en función de las pérdidas que las enfermedades les



Figura 62. Cursos de capacitación técnica al personal de las granjas, sobre métodos de diagnóstico para el reconocimiento de enfermedades en camarones. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



pueden ocasionar. Estas medidas pueden ser implementadas poco a poco y para aliviar la inversión se pueden solicitar recursos a diferentes entidades de financiación.

### 3.9.1 Control de entradas a la granja

Para disminuir el riesgo de introducción de enfermedades y facilitar la rastreabilidad de un problema de inocuidad, se debe contar con un sistema eficiente de control de entrada y salida de personal y equipo rodante, así como un sistema de desinfección de los mismos diseñado de manera que no pueda ser obviado en ninguna circunstancia.

El sistema de control de entrada y salida en una granja, debe tener una única puerta de acceso, con una caseta (garita) de control, donde permanezca personal instruido que se encargue de: a) el control de ingreso sólo para quienes estén autorizados, b) registro de los datos de vehículos y personas que ingresan, c) desinfección de éstos antes del ingreso a las instalaciones, e) revisión respetuosa y ágil de vehículos y personas que abandonen la empresa (para evitar el hurto de materiales, equipos o camarón) y f) registro manual de éstos al salir de la granja (Figura 24).

La puerta de ingreso/egreso de la granja, debe permanecer cerrada y el encargado del control sólo la debe abrir cuando ha registrado completamente los datos del vehículo o

personas que deseen ingresar, sean éstos parte del equipo técnico de la granja o personal foráneo. Las visitas deben ser dotadas de indumentaria de seguridad como botas de caucho, gorra y bata (preferiblemente desechables), así como con un carnet de visitante que debe ser portado en lugar visible y de manera permanente dentro de la granja.

Las personas foráneas (visitantes) deben recibir un instructivo impreso con las indicaciones de cómo manejarse dentro de la granja y de qué acciones se deben evitar para obviar o minimizar los riesgos de accidente o de contaminación. Así mismo, debe existir señalización e indicaciones en los diferentes lugares de trabajo que representen puntos críticos de la granja, que muestren de manera clara y entendible a los trabajadores y a las visitas, los propósitos de las mismas con base en los niveles de bioseguridad según cada caso (Figuras 63a y 63b).

Por último y como requisito para quien ingrese a la granja, se debe disponer de rodiluvios para la desinfección de las llantas de los vehículos y de pediluvios para la del calzado de las personas, así como dispensadores con desinfectantes o lavamanos para asegurar la desinfección (Figuras 64a y 64b).



Figura 63a. Letrero sobre la pared de una granja camaronera, en el cual se explican los niveles de bioseguridad establecidos, así como las recomendaciones y restricciones que se deben aplicar en cada uno. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 63b. Áreas de trabajo donde se indica el nivel de bioseguridad que se debe aplicar al ingresar a las mismas. Nótese la existencia de unidades para desinfección de manos y pies. Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 64a. Desinfección de las llantas de un vehículo con sistema de mochila en una garita de control, al ingresar a una granja camaronera. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

### 3.9.2 Limpieza y desinfección de las instalaciones de cultivo

Esta operación debe estar bien definida en un manual de procedimientos operacionales de saneamiento (POE) y debe ser de conocimiento y práctica de todo el personal de la granja.

La limpieza y saneamiento conlleva la eliminación total de todos los camarones vivos o refrigerados y luego la desinfección total de toda la instalación. Antes de proceder a la desinfección total de las instalaciones, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:



Figura 64b. Pediluvio con una solución de amonio cuaternario utilizado en la entrada del laboratorio de análisis de una granja camaronera, como medida de bioseguridad. Foto cortesía del Dr. D. Díaz.

#### 3.9.2.1 Coordinación del plan de desinfección total de las instalaciones

Una vez que se ha tomado la decisión de realizar una desinfección total, los gerentes deben asegurarse de que esta se realice de manera completa, ya que las desinfecciones parciales son de poco beneficio. Si no se logra la eliminación total del agente patógeno causante de la enfermedad, posiblemente este volverá a reaparecer para causar nuevos contagios. Hay que tener presente que cantidades significativas de agua pueden contener patógenos por lo que el equipo, los vehículos e incluso la ropa pueden ser vectores mecánicos de enfermedades.

Para que una operación de desinfección total en una granja sea eficaz, debe haber un alto grado de compromiso de todo el personal, el cual debe entender claramente el ob-



jetivo de la misma y para lo cual es necesario implementar actividades de capacitación permanente.

### 3.9.2.2 Optimizar la fecha de cosecha

Se debe planificar un programa de cosechas que permita que los camarones en cultivo alcancen una talla comercial razonable y definir un período prudencial hasta las nuevas siembras de postlarvas. Este lapso de tiempo entre cosecha y siembra, permitirá implementar un vacío sanitario en el estanque para realizar los procesos de limpieza y desinfección.

### 3.9.2.3 Manejo apropiado de los camarones a desechar

Los camarones vivos que quedan enterrados o en charcos en los estanques de cultivo después de las cosechas, pueden ser destinados para consumo humano local, siempre y cuando se les dé un lavado apropiado y un manejo en frío adecuado. Los camarones que han quedado muertos tras las cosechas, deben ser recogidos en su totalidad y enterrados aplicando capas de hidróxido de calcio (“cal apagada”) u óxido de calcio (“cal viva”) (Figuras 65a y 65b).



Figura 65a. Entierro de camarones de desecho en un hoyo hecho fuera de cualquier área susceptible de contaminación en una granja camarонера. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 65b. Aplicación de cal y cobertura con tierra de camarones de desecho en una granja camarонера. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

### 3.9.2.4 Desinfección de instalaciones y equipos

La desinfección es una herramienta necesaria para el manejo de enfermedades en las granjas camaróneas. Puede usarse como práctica rutinaria en programas de bioseguridad diseñados para excluir enfermedades específicas, o como una medida sanitaria de rigor para reducir la incidencia de patógenos en los estanques. También puede ser parte de programas enfocados a la erradicación de enfermedades. La razón específica por la cual se realice la desinfección, será determinante en la estrategia a utilizarse y en la forma en que se aplique.

El uso de productos químicos para la desinfección, obliga a implementar medidas para proteger al personal y a los camarones en cultivo, así como a mitigar los efectos sobre el ambiente. En primer lugar, es necesario proteger la piel y los ojos del contacto con sustancias peligrosas utilizando vestimenta impermeable, botas, protección ocular y un sombrero. El aparato respiratorio debe protegerse con una máscara y el operador no debe tocar alimento alguno sin haberse lavado a conciencia las manos (Figura 66). Finalmente, los productos deben almacenarse de forma que no represente ningún peligro directo o indirecto para la vida de



los camarones, para la vida humana o para el medioambiente.

Una vez que todos los camarones han sido eliminados de las unidades de cultivo, se debe proceder a la desinfección de toda la instalación. Durante esta fase, todo objeto que se sospeche sea portador de agentes patógenos, debe ser removido de las instalaciones o totalmente desinfectado. Todas las áreas que han sido expuestas a los camarones deben ser limpiadas y desinfectadas. En general, se debe asumir que toda la granja está contaminada. Los siguientes desinfectantes son de uso común en la limpieza de las instalaciones de cultivo de camarones:

- Cloro (como hipoclorito de calcio o como hipoclorito de sodio). Este compuesto es altamente tóxico para organismos acuática; su concentración letal media (LC50) a 96 horas varía según la especie entre 0.04 y 0.5 mg/L<sup>-1</sup>. La liberación de cloro al ambiente sin la previa neutralización con tiosulfato de sodio, puede afectar la vida acuática
- Yodo usado en su forma estable para desinfectar equipo
- Cal (como óxido de calcio o hidróxido de calcio)
- Luz UV (ultravioleta)
- Desecación (luz solar)
- Detergentes
- Compuestos orgánicos

El cloro y el yodo son muy tóxicos para los animales acuáticos y, a fin de evitar accidentes graves debido a una manipulación errónea, se recomienda neutralizar estos productos con tiosulfato de sodio (cinco moles de tiosulfato neutralizan cuatro moles de cloro). Las proporciones moleculares son las mismas para el yodo. Por lo tanto, para inactivar el cloro, la cantidad de tiosulfato usada debe ser 2.85 veces la cantidad de cloro (expresada en gramos):

Número de gramos de tiosulfato = 2.85 × número de gramos de cloro

Para el yodo, la cantidad de tiosulfato debe ser 0.78 veces la cantidad de yodo expresada en gramos:

Número de gramos de tiosulfato = 0.78 × número de gramos de yodo

También es posible preparar una solución de tiosulfato al 1% por peso, en cuyo caso los volúmenes son los siguientes (en mL):

1. Para el cloro:

$28.5 \times [\text{número de litros de la solución desinfectante} \times \text{concentración de mg/litro}] / 100$

2. Para el yodo:

Hay que multiplicar por 7.8 en vez de por 28.5.

Cada sección de la granja debe ser desinfectada de acuerdo a un orden lógico para así evitar la re-infección de áreas previamente desinfectadas. Las secciones de la granja que están más alejadas del centro de la instalación deben de ser desinfectadas de primero y las áreas de mayor actividad deben de desinfectarse de último (figura 66).



Figura 66. Jornada de limpieza y desinfección en las instalaciones de aclimatación de una granja camaronera; nótese que el operario está utilizando botas, guantes, mascarilla para gases y gorra para su protección. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

### 3.9.2.4.1 Desinfección de estanques de tierra

Como se mencionó en el punto 3.1.2 (secado del estanque), el vacío sanitario es una medida de desinfección que permite mediante condiciones naturales (sol y viento) y con ayuda de la cal, disminuir la carga de organismos patógenos en





el fondo de los estanques. Esta es una práctica eficiente y económica de desinfección, para las granjas camaroneras.

Se debe realizar un drenado completo del estanque y luego, mientras el fondo aún mantiene cierta humedad, hay que cubrir toda la superficie del fondo con cal a razón de 1,000 kg/ha (si se usa óxido de calcio) o 1,500 kg/ha (si se usa hidróxido de calcio). Se debe tener cuidado de distribuir la cal de manera uniforme sobre todo el fondo del estanque. El estanque debe dejarse reposar por varias semanas o al menos hasta que el fondo del estanque se haya secado hasta el punto de presentar grietas de al menos 10 centímetros de profundidad. El estanque debe permanecer seco hasta que la instalación entera ha sido totalmente desinfectada (Figuras 30a, 30b, 31a, 31b y 31c).

Durante la estación lluviosa, también es importante el proceso de desinfección de los estanques, aunque por las condiciones de humedad, el mismo se dificulta y sólo se puede recurrir a un drenado máximo posible y la posterior aplicación de cloro en los charcos, e hidróxido u óxido de calcio sobre todo el fondo. Este último proceso requiere generalmente un trabajo manual por parte de los trabajadores de la granja, pues difícilmente podrá ingresar un tractor agrícola debido a la humedad e inestabilidad del fondo.

#### 3.9.2.4.2 Desinfección de tanques

Todos los tanques de plástico, concreto o fibra de vidrio deben ser drenados y dejados secar. Después, todas las superficies interiores y exteriores deben ser rociadas con una solución de cloro y dejadas así por varias horas.

Estas superficies deben cepillarse hasta dejarlas limpias de todo residuo adherido a sus paredes. Los tanques deben llenarse totalmente con agua limpia, a la cual se debe agregar hipoclorito de calcio hasta lograr una concentración mínima de 200 ppm de cloro libre residual por toda una noche. El agua debe luego ser drenada en su totalidad y los tanques se deben juagar y dejar secar.

Al preparar una solución química a una concentración en partes por millón (ppm), se debe tener presente que un litro

de agua pura pesa 1000 gramos (un kilogramo) y es equivalente al volumen de 1000 cc o 1000 mL. También hay que recordar que un metro cúbico de agua contiene 1000 litros de agua y tiene un peso de 1000 kilogramos (una tonelada). Dado que en un metro cúbico de agua hay mil litros, entonces, un metro cúbico de agua tendrá un peso aproximado de un millón de gramos, o será equivalente a un millón de mililitros, o un millón de centímetros cúbicos (cc) de agua (Anexo 11). Por consiguiente:

1 mL = 1g = 1 cc = una parte en un millón de partes en una tonelada = 1 ppm

1000 L = 1000 kg = 1 m<sup>3</sup> = 1,000,000 g

Por lo anterior 1 ppm = 1 g por tonelada = 1 mL por tonelada = 1 cc por tonelada

De este modo, si se desea preparar una solución de cloro a una concentración de 200 ppm, se deberán agregar 200 g de cloro puro en polvo (1 libra contiene aproximadamente 454 gramos) a un metro cúbico de agua dulce (1000 L).

En el caso de uso de hipoclorito comercial cuya concentración media es de 70% (700,000 ppm), se debe aplicar la siguiente fórmula para preparar por ejemplo 10 L (10,000 mL) de solución con 200 ppm:

$$V_i \times C_i = V_f \times C_f$$

De dónde:

$V_i$ : volumen inicial de producto comercial que necesitamos para preparar la solución

$C_i$ : concentración inicial del producto comercial

$V_f$ : volumen final de solución que deseamos preparar

$C_f$ : concentración final a la cual queremos que quede preparada nuestra solución

Reemplazando con los valores presentados arriba, tendríamos que el volumen inicial es igual a: volumen final multiplicado por la concentración final y este resultado se divide por la concentración inicial, como lo expresa la siguiente fórmula:

$$V_i = (V_f \times C_f) \div C_i$$



Reemplazando con valores, se tiene que:

$$V_i = (10,000 \text{ mL} \times 200 \text{ ppm}) \div 700,000 \text{ ppm}$$

$$V_i = 2,000,000 \text{ mL} \div 700,000$$

$$V_i = 2.86 \text{ mL}$$

**Interpretación:** para preparar 10 L de solución de hipoclorito con una concentración de 200 ppm, se deben utilizar 2.86 mL de hipoclorito al 70% y agregar agua destilada (o agua corriente limpia) hasta obtener un volumen total de 10 L.

Sin embargo, se debe tener presente que la mayoría de sustancias químicas raras veces son comercializadas en forma pura. Así, antes de preparar una solución a una concentración deseada, se debe conocer a qué concentración o grado de pureza se encuentra la sustancia química (principio activo) que nos interesa y así compensar a la hora de hacer los cálculos de las cantidades a usar.

#### 3.9.2.4.3 Desinfección de equipos

Los equipos pueden agruparse en dos categorías: desechables y no desechables. Se consideran desechables los equipos y utensilios relativamente baratos y de fácil adquisición tales como mallas, redes y mangueras aireadoras. Todos estos equipos deben ser desechados cuando se considere pertinente, considerando sus condiciones y el hecho de no poder ser desinfectados para su posterior utilización.

Todo implemento que se pueda poner en remojo tales como tuberías removibles, piezas plásticas de plomería, jaulas para transferencia, cajas de cosecha, mesas de cosecha, discos Secchi, cristalería de laboratorio, etc., debe ser puesto en remojo en una solución de 200 ppm de cloro libre residual por 24-48 horas. El equipo usado en actividades de cultivo a campo abierto, también debe ser puesto en remojo en una solución de 200 ppm de cloro libre residual y luego secado al sol.

Los equipos eléctricos y motorizados tales como tractores, camiones, herramientas eléctricas, deben ser desinfectados con soluciones comerciales comunes. Primero se debe

remover toda la suciedad de las superficies de estos equipos tales como alimento de camarón, lodo, grasa, etc. y después deben ser rociados con una solución de 200 ppm de yodo. Equipos pequeños tales como balanzas, básculas, instrumentos de medición y pequeñas herramientas eléctricas deben ser limpiados con una esponja impregnada con yodo. Los equipos de medición electrónicos de alta precisión no deben ser expuestos al cloro ya que la corrosión puede dañarlos.

#### 3.9.2.4.4 Desinfección de oficinas

La contaminación de oficinas comúnmente ocurre a través del tráfico de personas desde áreas contaminadas hacia áreas administrativas. Por esta razón, la desinfección de edificios de oficinas debería concentrarse en los pisos. Todos los pisos deben ser lavados con detergentes comunes y después enjuagados con una solución de 200 ppm de yodo. Elimine todo objeto desechable. De igual modo, paredes, escritorios, baños, instalaciones eléctricas, refrigeradoras, congeladores, deben ser limpiados usando soluciones limpiadoras y desinfectantes corrientes.

#### 3.9.2.4.5 Desinfección de otros edificios

Se debe aceptar como un hecho el que todo edificio que ha entrado en contacto con los camarones está contaminado. Para iniciar la desinfección primero se debe barrer el edificio para eliminar todo material orgánico e inorgánico. El siguiente paso consiste en la cloración. La persona que aplique el cloro en forma de gas, debe usar un traje impermeable, máscara anti-gas para cloro y anteojos protectores; también debe asegurarse de sellar todas las paredes y secciones del techo del edificio que pudieran permitir escapes de gas de cloro durante su aplicación.

Las superficies que no admitan limpieza con cloro, deben ser desinfectadas con una esponja impregnada en yodo 200 ppm. Antes de iniciar la aplicación de gas de cloro, éstas deben ser protegidas con plásticos o materiales resistentes al cloro para evitar su deterioro al contacto con el



cloro. Durante la cloración, las superficies verticales y los techos deben ser rociados primero con una solución desinfectante de cloro.

Luego, los pisos pueden ser inundados hasta una profundidad de 5 centímetros con una solución de 200 ppm de cloro libre residual. Esta solución deberá dejarse reposar por al menos 48 horas, para después ser enjuagada con agua dulce limpia.

### **BPM para la limpieza y desinfección de las instalaciones de cultivo**

- Cada granja debe desarrollar e implementar su propio Manual de Procedimientos Operacionales de Saneamiento (POE)
- Todo el personal de la granja debe entender claramente el objetivo de la limpieza y desinfección de las instalaciones de cultivo, para lo cual es necesario implementar actividades de capacitación permanente
- El personal debe estar adiestrado para poner en práctica las medidas básicas de seguridad, requeridas durante la manipulación y aplicación de productos químicos
- La desinfección debe ser integral y no parcial, incluyendo todas las superficies susceptibles de la granja (estanques, edificios, equipos y materiales de operación, entre otros), utilizando los productos adecuados para cada caso, así como las concentraciones y tiempos indicados para la obtención de resultados óptimos
- Debe haber una planificación de los programas de siembra y cosecha, que permita realizar los vacíos sanitarios necesarios para el desarrollo de las actividades de limpieza y desinfección de las instalaciones de cultivo
- Los químicos deben ser utilizados según las dosis estipuladas por los fabricantes y de acuerdo con la normativa nacional e internacional en función de ser de bajo riesgo para las personas y el ambiente

### **3.9.3 Sistema de control y erradicación de plagas**

Para un adecuado control y erradicación de plagas en una granja, es importante considerar las condiciones de higiene y limpieza en las que se mantiene el entorno de la misma. Si el ambiente es propicio para que las plagas encuentren o desarrollen su hábitat, se estará frente a un entorno insalubre, en el cual se puede comprometer la salud, integridad física y entorno de trabajo del personal de la granja y de las comunidades vecinas.

Es responsabilidad de la granja definir un programa de control de plagas, en el cual se incluyan procedimientos, alcances, medidas de seguridad y parámetros de control, así como un adecuado sistema de registro y verificación. Para esto, se debe contratar una compañía de control de plagas certificada y debidamente registrada ante la Autoridad Competente (Figura 67).



Figura 67. Dispositivo para el control de plagas en una granja camaronera, instalado y supervisado por una empresa certificada que ha sido contratada por la empresa. Foto cortesía del Ing. C. Lara.

El procedimiento más relevante dentro del programa de control y erradicación de plagas, es la aplicación de medidas preventivas tales como recoger diariamente toda la basura que se genera y ubicar los desechos orgánicos en un lugar apropiado (o ser enterrados con cal). Las instalaciones de la granja deben mantenerse libres de malezas, ya que en ellas se acumula basura y se refugian roedores y



otras plagas. Los desechos sólidos deben ser recogidos de manera permanente y ubicados en basureros respectivos.

Los roedores son fuentes de infección para el hombre y de contaminación para el producto final de la granja, ya que suelen habitar en desechos y aguas contaminadas. Por tal razón, es necesario mantener un programa de control de roedores mediante la limpieza y el uso de trampas con cebos especiales, para evitar al máximo la contaminación del agua, los camarones, depósitos de alimento y las áreas habitadas de la granja.

Los agentes biológicos, químicos y físicos que se usen para el control de plagas, deben ser aplicados por personal debidamente calificado. El responsable de la aplicación de cualquier sustancia empleada para el control o eliminación de plagas en cualquier parte del proceso, debe cumplir con las especificaciones establecidas en el catálogo oficial de plaguicidas vigente en cada país. Las granjas deben poseer un croquis del lugar donde se instalen las trampas y debe existir señalización que indique su ubicación y grado toxicológico para humanos.

### **BPM para el control y erradicación de plagas**

- Establecer un programa de control y erradicación de plagas que incluya procedimientos, alcances, medidas de seguridad y parámetros de control, así como un sistema estricto de registro y verificación
- Capacitar, concientizar e involucrar al personal de la granja en torno a los beneficios al mantener un ambiente libre de plagas dentro y alrededor de la granja
- Utilizar locales adecuados de almacenamiento, ventilados, con mallas y puertas seguras
- Asegurar que los químicos utilizados para este programa, cuenten con los registros y aprobaciones gubernamentales correspondientes para dicho uso

#### **3.9.4 Registro y verificación**

Todas las actividades realizadas con la bioseguridad de una granja camaronera, deben estar documentadas mediante registros completos y actualizados. Por consiguiente, deben

existir formularios diseñados para la captación de datos según las diferentes necesidades de la granja y en función de las variables monitoreadas como parte de la bioseguridad.

La verificación debe realizarse mediante el análisis de registros que permitan diagnosticar la implementación, seguimiento y adecuaciones de las medidas de bioseguridad. Como resultado, deben establecerse las acciones correctivas para cumplir con el objetivo de dichas medidas.

La verificación de la implementación de las medidas de bioseguridad, permite la evaluación del proceso productivo y tiene como objetivo asegurar que con el método de manejo que se está llevando a cabo, se reducen los peligros de introducción y propagación de patógenos, al mismo tiempo que se mantienen las mejores condiciones de cultivo para los camarones.

De la misma manera, permite demostrar que el producto final está libre de peligros químicos y biológicos para el consumidor y que el proceso de producción se ha realizado con prácticas amigables al medio ambiente.

La verificación debe determinar el grado en que las actividades relacionadas con la producción se realizan conforme a las medidas de bioseguridad, siguiendo un calendario preestablecido que debe ser dado a conocer a los evaluadores y evaluados con suficiente anticipación. La verificación debe estar basada en un documento que defina las buenas prácticas, mismo que debe estar disponible para todo el personal para su consulta y aplicación (por ejemplo este documento).

El responsable de la granja debe asegurarse que las verificaciones se realicen por personal entrenado y calificado, bajo condiciones adecuadas y con el enfoque hacia la mejora y retroalimentación de las buenas prácticas. El personal de la empresa debe participar tanto en las verificaciones internas, como en el proceso de aplicación de acciones correctivas y preventivas fuera de las verificaciones.



### BPM para Medidas de Bioseguridad

- Mantener un rígido control y registro de todo lo que entre o salga de la granja
- Contar con las estructuras que faciliten y permitan tener el control en la entrada y salida a la granja
- Contar en las entradas con las estructuras e insumos necesario para la desinfección de vehículos y personas que ingresen a la granja
- Informar al personal que ingresa a la granja de las restricciones y medidas de seguridad y bioseguridad que deben respetar dentro de las áreas de la granja
- Tener a disposición de los visitantes la indumentaria de seguridad exigidas al ingreso a la granja como botas de caucho, gorra y bata (preferiblemente desechables), así como con un carnet de visitante
- Utilizar medidas de exclusión de organismos potencialmente portadores de agentes patógenos
- Establecer procedimientos escritos para la granja y mantener registros de todas las actividades adelantadas en las mismas
- Contar con protocolos escritos de limpieza y desinfección para los utensilios utilizados en cada estanque
- Mantener un control estricto en la entrada y salida de personal, organismos, materiales y vehículos de la granja
- Tener procedimientos establecidos para deshacerse de desechos orgánicos en caso de que se presente un brote de enfermedad
- Tener un protocolo de visita que aplique a todas las personas ajenas a la granja, que ingresen a sus instalaciones; este debe incluir procedimientos de desinfección, indumentaria de bioseguridad y logística
- Limitar el número de visitantes a sus instalaciones y controlar el contacto con los animales; preguntar acerca del último contacto con otras explotaciones acuícolas y el nivel de salud de la última explotación que fue visitada
- El personal de una granja, en su totalidad, debe evitar la visita a otros establecimientos acuícolas y debe respetar las condiciones de bioseguridad establecidas en

cada establecimiento; se debe respetar un tiempo libre de al menos 72 horas después de haber visitado otra empresa

- Contar con una fuente confiable de postlarvas, juveniles o reproductores, que asegure una buena calidad de estos organismos, una condición de libres de patógenos específicos y que muestren un desarrollo y estado nutricional acorde con su edad
- Evitar la introducción de agua de las mareas a los estanques de cultivo y no utilizar semilla silvestre para la producción
- En la medida de lo posible, cada estanque debe contar con elementos o utensilios individuales para la manipulación de los animales
- La eliminación de desechos líquidos y sólidos debe realizarse de manera que no se presente contaminación por agentes patógenos
- La empresa debe disponer de un área de descanso y alimentación para los empleados, evitándose así que consuman alimentos en las áreas de producción
- Establecer medidas amigables con el medio ambiente, que eviten el ingreso de la fauna silvestre a la granja

### 4. Sistema de disposición de desechos según su clasificación y posibilidad de reciclaje

Las granjas deben implementar un plan de gestión ambiental en beneficio del entorno natural y de ellas mismas. Esta gestión debe ser implementada durante el proceso de construcción y continuarse durante la producción. La gestión ambiental en la granja debe tener como principios la cultura de reducir, reusar y reciclar. La reducción en el uso de materiales o insumos así como la reutilización de éstos, son prácticas que previenen o disminuyen la generación de residuos sólidos, permitiendo a la vez conservar los recursos, reducir la contaminación y bajar costos por disposición y manejo de residuos sólidos. Esto quiere decir que hay que evitar que se produzca basura, comprando más cons-



cientemente y utilizando materiales e insumos de la manera más eficiente.

En cada área de generación de desechos, se deben disponer recipientes de acuerdo con su clasificación y posibilidad de reciclaje. Aunque no existe aún una estandarización internacional única en el código de colores para la disposición de basuras para eliminación o reciclaje, se sugiere el siguiente ejemplo, tomado de varias fuentes para la separación de desechos y el uso de contenedores de distintos colores:

- **Contenedor amarillo (envases):** en este se deben depositar todo tipo de envases ligeros como plásticos (botellas, tarrinas, bolsas, bandejas, etc.), de metálicos (latas de bebidas, conservas, etc.)
- **Contenedor azul (papel y cartón):** en este contenedor se deben depositar los envases de cartón (cajas, bandejas, etc.), así como los periódicos, revistas, papeles de envolver, propaganda, etc. Es aconsejable plegar las cajas de manera que ocupen el mínimo espacio dentro del contenedor
- **Contenedor verde (vidrio):** en este contenedor se depositan botellas y materiales de vidrio
- **Contenedor rojo (material peligroso químico o biológico):** en este contenedor se depositan recipientes y

materiales que impliquen riesgo para la salud humana, animal y el ambiente como baterías de electrodomésticos o equipos de laboratorio, medios de cultivo microbiológicos, restos de animales y residuos químicos entre otros

- **Contenedor blanco (material reciclable):** en este se depositan el resto de desechos reciclables que no tienen cabida en los grupos anteriores
- **Contenedor gris (material biodegradable):** en este se depositan el resto de residuos que no tienen cabida en los grupos anteriores pero que son material biodegradable tales como alimentos y material vegetal
- **Contenedor naranja (aceites reciclables):** en este se deposita el aceite de motores, aceites de cocina, grasas comestibles y otros residuos del mismo tipo que pueden ser tratados y reciclados

La operación diaria de las granjas de camarón genera desperdicios y basura, los cuales deben ser desechados de manera responsable y amigable con el ambiente. Dentro de las fuentes de basura se encuentran los plásticos donde se almacenan los lubricantes y aceites de los motores y, las bombas de agua. Así mismo, los generados por la cocina y alimento de los trabajadores, las aguas servidas y jabonosas, empaques de alimento y de postlarvas.



Figura 68. Letrina portátil ubicada en un área de estanques de una granja camaronera. Nótese la existencia de un lavamanos y de un dispensador de toallas de papel (derecha). Fotos cortesía del Ing. C. Lara.



La basura, desperdicios, desechos humanos y de cualquier otro tipo que se produzca en la granja, no deben ser descartados en las áreas de manglares y humedales, o en cualquier otro lugar en el que se afecte el ambiente; por el contrario, los mismos deben ser descartados cumpliendo las disposiciones nacionales, utilizando letrinas portátiles, rellenos sanitarios o sitios claramente definidos para tal fin, donde no se produzcan problemas de olor o presencia de animales salvajes (Figura 68).

La cultura ambiental sólo mediante un proceso de capacitación se logra internalizarla en cada uno de los trabajadores de la granja, por lo cual es importante mantener programas de capacitación permanente en las granjas en este tema y adicional debe existir adecuadamente localizados y claramente identificados los recipientes para el manejo de desechos, al igual que debe existir el protocolo para el manejo de los mismos.

BPM para la disposición de desechos según su clasificación y posibilidad de reciclaje

- Los sitios de disposición de desechos, tienen que estar estratégicamente localizados dentro de los límites de la granja, si los desechos no pueden ser dispuestos en vertederos municipales. Su diseño debe contemplar todas las normativas establecidas para minimizar los impactos ambientales, evitando su ubicación cerca de fuentes estuarinas, lagunas, manglares, áreas de oficina o sitios de trabajo
- Cada lugar donde se produzca basura, debe tener contenedores con los respectivos colores e indicaciones para su uso correcto
- Se debe promover en la granja una cultura de reducción, reutilización y reciclaje, enfocada principalmente a los hidrocarburos, sacos de alimento y materiales de operación más usados.
- Cuando exista cercanía (vecindad) entre un grupo de granjas camaroneras, éstas deben desarrollar en acuerdo con sus proveedores, un plan de manejo de desechos no orgánicos como por ejemplo contenedores de aceite, entre otros, para darles un manejo adecuado y eventual reciclaje
- Las aguas servidas y jabonosas, deben ser manejadas separadamente de las aguas de producción y deben ir a un tanque séptico. Estas aguas servidas no deben ser vertidas a los estanques, canales o aguas naturales sin haber sido tratadas completa y adecuadamente
- En la medida de lo posible, es preferible comprar a proveedores de químicos que reutilicen o reciclen los recipientes de sus productos
- Los sacos de alimento pueden ser reutilizados en otras actividades, siempre y cuando no sea para empaquetar y comercializar productos que van en contra de las normas nacionales de empaque y etiquetado
- El empaque plástico donde son comercializadas las postlarvas, debería ser reutilizado tantas veces como sea posible. Cuando ya no se pueda, deben ser desechados de forma adecuada
- Los envases de aceites, lubricantes de los motores y demás químicos, se deben reutilizar o desechar en lugares designados por la Autoridad Competente para tal fin, de tal manera que no generen contaminación ambiental
- Se debe considerar que para reducir los desechos, hay que implementar el uso de envases de gran volumen (ej.: un tanque de 55 galones de producto líquido, en lugar de 55 envases plásticos de 1 gal)
- La basura orgánica (desperdicios de comida, papel, etc.) debe ser llevada a un relleno sanitario donde se le dé un manejo adecuado
- La granja debe contar con letrinas portátiles ubicadas estratégicamente, las cuales deben estar sometidas a un programa de mantenimiento por parte de una empresa especializada



## 5. Uso de energía

El uso de energía eléctrica dentro de las granjas de camarón, es todavía indispensable para su funcionamiento y productividad. En función de la economía y de la protección del ambiente, se debe evitar el desperdicio de la misma. El uso de combustibles hidrocarburoados (gasolina o diesel) debe hacerse de manera racional, pues en las actividades de producción este es uno de los renglones que más incide en los costos de una granja camaronera.

Es importante entonces que las empresas dedicadas al cultivo del camarón, consideren la posibilidad de acceder a fuentes alternativas de energía tales como la solar, eólica, geotérmica y biomasa. Muchos de los lugares dedicados a la camaronicultura, poseen espacios y condiciones climáticas aptas para la captación de los rayos solares, lo cual se puede canalizar para producir electricidad mediante el uso de paneles solares (Figura 69).

Otras alternativas las ofrece el uso de energía de biomasa, producida por la descomposición de residuos orgánicos y con lo cual se obtiene gas combustible (metano). Áreas abiertas y con vientos fuertes, tendrían la oportunidad de instalar y conectar aerogeneradores para el aprovechamiento de estas fuerzas naturales, consiguiendo la genera-

ción de energía eléctrica a bajo costo. Es muy importante tomar en consideración que estas energías alternativas tiene la capacidad de no contaminar el medio ambiente y no afectan por lo tanto a las comunidades vecinas.

### BPM para el uso de energía

- Las granjas camaroneras deben procurar el ahorro de energía mediante políticas austeras en su uso
- Se debe promover y estimular la reducción del consumo eléctrico entre los trabajadores de la empresa, llevando controles mensuales de consumo eléctrico
- Minimizar al máximo el uso de los vehículos y lanchas de motor
- Si la granja usa aireadores, estos deben funcionar solamente cuando los niveles de oxígeno disuelto sean bajos o estén cayendo
- Mantener los equipos electrónicos en perfecto estado
- Promover el uso de luces fluorescentes en lugar de bombillas incandescentes
- Planificar las actividades logísticas que implican flota vehicular, para minimizar los viajes y optimizar los desplazamientos de personal e insumos
- Instalar sistemas de gas combustible en los vehículos de trabajo pesado de las granjas (bombas, generador)



Figura 69. Paneles de energía solar utilizados en una granja camaronera como alternativa para reducir los costos por consumo de electricidad. Foto cortesía del Ing. C. Lara.





res eléctricos, pick ups, camiones, buses, etc.); éstos producen menores emisiones de gases a la atmósfera y tiene un costo y rendimiento que baja notablemente los gastos en estos renglones

- Cuando sea posible, adquirir vehículos híbridos para la movilización del personal ejecutivo, cuyo rendimiento en km/gal es mucho mayor que el de un vehículo tradicional (diesel o gasolina)

## 6. Planes de contingencia

El Plan de Contingencia de la granja debe ser exhaustivo pero sin entrar en demasiados detalles, de fácil lectura y cómodo de actualizar. Debe ser operativo y expresar claramente lo que hay que hacer, por quién y cuándo. Los planes de contingencia cubren situaciones principalmente en el campo operativo y ambiental; son necesarios para minimizar daños al personal, al ambiente y a la infraestructura, ocasionados por accidentes o emergencias ocurridas dentro de la granja camaronera. Son el resultado de un proceso de planificación avanzado, ante una situación incierta en la que se deciden escenarios y objetivos, se definen las

acciones directivas y técnicas y se estructuran los posibles sistemas de respuesta con el fin de prevenir o responder mejor a una emergencia (Anexo 7).

En caso de accidentes, como el derrame de aceite o combustible en los estanques, canales o lagunas de sedimentación, se debe contar con medidas de mitigación que aseguren procedimientos específicos a desarrollar hasta que se resuelva el problema y las actividades normales de la granja. Dentro del plan de contingencia, deben estar especificados los mecanismos de notificación oportuna del pro-



Figura 70a. Formularios para registro manual disponibles para diferentes actividades en una granja camaronera (izquierda) y sistema de archivador vertical para ordenar y conservar la evolución histórica de los datos (derecha). Fotos cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



Figura 70b. Registros manuales tomados en el laboratorio de una granja camaronera (izquierda) y en campo (derecha) como parte del proceso de captación de datos sobre la producción. Fotos cortesía del Ing. C. Lara.



blema a las autoridades ambientales. También deben estar bien establecidos qué cargos dentro de la empresa son los responsables de poner en marcha cada una de las fases del plan de contingencia. Un buen plan debe ser exhaustivo aunque no demasiado detallado, bien estructurado, de fácil lectura y comprensión y, fácil de actualizar.

## 7. Registros en una granja camaronera

Una granja camaronera debe contar con un sistema de registros eficaz y preciso. Deberán documentarse todas las actividades administrativas y de producción, el sistema de registro deberá ajustarse a la naturaleza y magnitud de la misma. Los registros del proceso de producción desde la siembra hasta la cosecha, permiten estandarizar y rastrear los procedimientos operacionales (rastreadibilidad) en cada paso del proceso, así como mantener un control de insumos y seguimiento a las variables físicas, químicas y biológicas del sistema de producción durante el ciclo de cultivo.

Los registros que se deben llevar en una granja camaronera, incluyen todos aquellos que estén relacionados con bioseguridad (ver punto “3.9”), producción (muestreos semanales de peso y supervivencia, monitoreos sanitarios, consumo de alimento, medicaciones, aplicación de insumos, cosecha, etc.), almacenes (materiales, insumos, alimento, repuestos, madera, etc.), depósitos de combustible, talleres, adquisición y mantenimiento de equipos (vehículos, bombas, cosechadoras, oxímetros, microscopios, etc.), reuniones, visitas técnicas, capacitación, jornadas médicas, aspectos del personal (incapacidades, permisos, vacaciones, promociones, evaluaciones, bonificaciones, amonestaciones, etc.) y todas aquellas actividades que permitan hacer un análisis retrospectivo en la empresa (Figuras 70a, 70b y 70c).

El análisis y proyección de las conclusiones obtenidas con la tabulación de datos que han sido registrados, permite tomar medidas preventivas de manejo en pos de una buena producción, así como minimizar los costos de operación maximizando el uso de los recursos de la granja. Algunas



Figura 70c. Registro computarizado de datos en un almacén de una granja camaronera, lo cual permite tener control sobre la entrada y salida de materiales e insumos de operación. Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.

de las ventajas importantes de manejar un plan de registro son las siguientes:

- El dueño de la granja se asegura que los procedimientos de trabajo se están cumpliendo
- El responsable técnico puede demostrar que los procedimientos de trabajo se están desarrollando correctamente
- Se puede demostrar a las autoridades que los procedimientos de trabajo están bajo ejecución según las normativas nacionales
- Los registros permiten identificar desviaciones en los procedimientos y, en consecuencia, implementar acciones correctivas o preventivas



- Llevar registros significa orden, control, eficiencia, seguridad y buen manejo
- Un buen sistema de registro permite la evaluación de los procesos y la toma de direcciones correctas hacia un procedimiento más eficiente

## 8. Rastreabilidad (Trazabilidad)

Entre las normas de carácter horizontal, el Reglamento N°178/2002, artículo 18 del Consejo del Parlamento Europeo, sentó las bases para la puesta en marcha de métodos de rastreabilidad (trazabilidad) por parte de todos los operadores de la cadena alimentaria. Esta disposición entró en vigor en febrero de 2002 y el artículo fue aplicable a partir del 1 de enero de 2005.

La rastreabilidad debe sustentarse en un proceso fiable de recopilación y gestión de los datos generados en todas las actividades inherentes a la inocuidad del producto cosechado, que se desarrollen en la granja. Este proceso puede basarse en registros impresos o informatizados. Su aplicación presenta amplias ventajas tanto para el productor, como para los consumidores y la Autoridad Competente.

La Rastreabilidad como herramienta para rastrear el origen del producto y sus insumos dentro de la cadena de abas-

tecimiento de alimentos, permite identificar y registrar cada producto desde su origen hasta el final de la cadena de comercialización. Desde el punto de vista productivo, los sistemas de rastreabilidad mejoran la gestión de la unidad productiva (CPLs, granjas, plantas de procesamiento, transporte y distribución), al disponer de registros sistematizados y funcionales conforme a las necesidades de cada unidad. Un buen sistema de rastreabilidad en la cadena alimentaria, no sólo juega un importante papel en la protección de los intereses del consumidor, sino que aporta grandes beneficios para las empresas (Figuras 71a y 71b).

La exigencia de disponer de un sistema de rastreabilidad tiene múltiples beneficios: para los productores, permite la retirada de los productos con mayor rapidez, identificar la causa del problema y decidir el destino de los productos afectados disminuyendo considerablemente los daños económicos y de imagen comercial, además, entrega la posibilidad de vender los productos en mercados más rentables; para los consumidores, genera mayor confianza en la medida que existe transparencia informativa a lo largo de toda la cadena productiva y, para las autoridades competentes, permite actuar de una forma más eficaz frente a alertas sanitarias.



Figura 71a. Imagen en la pantalla de un computador, mostrando un formulario electrónico de un software oficial diseñado para el registro de la información de una granja camaroneira con fines de rastreabilidad (trazabilidad). Foto cortesía del Ing. C. Lara.



Figura 71b. Proceso de digitación de información en un formulario electrónico de un software oficial, por parte de personal de una granja camaroneira con fines de rastreabilidad (trazabilidad). Foto cortesía del Dr. J. Cuéllar-Anjel.



En los últimos años, la rastreabilidad de los productos de la acuicultura ha adquirido una gran importancia, habiéndose propuesto el uso de marcadores de ADN como una herramienta para la rastreabilidad.

Uno de los elementos importantes en la actualidad para asegurar la inocuidad de los productos acuícolas, es la RASTREABILIDAD y es parte fundamental de las BPM en Camarones de Cultivo (Anexo 10). La acuicultura en la actualidad representa casi el 50% de la producción de recursos acuáticos en todo el mundo; no obstante, las tendencias indican que en el futuro esta actividad se constituirá en la principal fuente productora de alimentos de origen acuático. Por otro lado, el comercio mundial de alimentos de origen marino, se sigue incrementando y con esto el interés en reglamentar la producción de los alimentos, con la finalidad de garantizar la inocuidad y salubridad de los mismos.

En este sentido, en los últimos años se vienen impulsando una serie de normas que buscan orientar al productor. Dentro de estas normas destacan las del Codex Alimentarius y Normas ISO, entre otras, además de las respectivas normas de cada país. Un sistema de información hacia el consumidor y las Autoridades Competentes de inocuidad que se viene impulsando y adoptando por los principales mercados mundiales, es la rastreabilidad.

Los dos esfuerzos legislativos más importantes para establecer la rastreabilidad de los alimentos, son los de la Unión Europea y los de Estados Unidos de América. En Europa,

la directiva 178/2002 entró en rigor desde el 2005 y requiere de rastreabilidad obligatoria para todos los alimentos y productos alimenticios que se comercializan dentro de los países de la Unión Europea. En los Estados Unidos, la “Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act” del 2002, entró en efecto en diciembre del 2003 y requiere del registro de todas las instalaciones de los productores, previo a la importación de alimentos a este país.

La rastreabilidad según la norma ISO 8402 es la “Aptitud a encontrar la historia, utilización o ubicación de un artículo, de una actividad, o de artículos o actividades similares por medio de una identificación registrada”.

El Codex Alimentarius la describe como la habilidad para seguir el movimiento de un alimento a través de los pasos específicos de producción, procesado y distribución.

Asimismo, El Reglamento (CE) No. 178/2002 de la Comunidad Europea, define la rastreabilidad, como la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinados a ser incorporados en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo.

En el Anexo 5, se definen los conceptos relacionados con rastreabilidad hacia atrás, interna o de proceso y rastreabilidad hacia adelante. Así mismo, sobre su aplicación en acuicultura, procesamiento y comercialización.



## BIBLIOGRAFÍA

- Bolaño, M.A.** 2004. Buenas prácticas de manejo en el cultivo del camarón cultivado. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) – PROARCA. San José, Costa Rica.
- Boyd, C.E.** 1992. Soil and sediment management review: shrimp pond bottom soil and sediment management. In: Wyban, J. (ed). Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA USA.
- Boyd, C.E.** 1999. Code of Practice for Responsible Shrimp Farming [Códigos de prácticas para un cultivo responsable de camarón]. Global Aquaculture Alliance (GAA). St. Louis, Missouri, USA.
- Brock, J.A. y K.L. Main.** 1994. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. The Oceanic Institute. Honolulu, HI. pp. 242
- CENAM (Centro Nacional de Metrología).** 2010. Correspondencia entre unidades. Capítulo V de la publicación CNM-MMM-PT-003 “El Sistema Internacional de Unidades (SI)”. México. URL: [http://www.cenam.mx/CNM-MMM-PT-003.aspx#Tabla\\_13s1.\\_Volumen](http://www.cenam.mx/CNM-MMM-PT-003.aspx#Tabla_13s1._Volumen).
- Chamberlain, G.** 2001. Cultivo sostenible de camarón: mitos y realidades. Global Aquaculture Alliance, Presentación en la Conferencia SHRIMP 2001, realizada en Chennai, India del 28 al 30 de setiembre del 2001.
- Chávez-Sánchez M.C. e I. Higuera-Ciapara.** 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) [Por encargo de SENASICA], A.C. México. pp. 30-31.
- Chávez-Sánchez M.C. y L. Montoya-Rodríguez.** 2006. Buenas Prácticas y Medidas de Bioseguridad en Granjas Camaronícolas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. pp. 95.
- Cuéllar-Anjel, J., L.F. Aranguren, J.A. Brock y R.F. Bador.** 1998. Manual para el diagnóstico de las principales enfermedades en camarones penaeidos cultivados en Colombia: técnicas de campo y de laboratorio para el procesamiento de muestras y el diagnóstico de enfermedades. CENIACUA, Colombia.
- Cuéllar-Anjel, J.** 2002. Técnicas para el diagnóstico de enfermedades en camarones. Libro de resúmenes del 4to Congreso Panameño de Medicina Veterinaria. Los Santos, República de Panamá.
- Cuéllar-Anjel, J.** 2008. Métodos de Diagnóstico de Enfermedades en Camarones Marinos de Cultivo pp. 55-116. En: Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.). 2008. Guía Técnica - Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos. Programa CYTED Red II-D *Vannamei*, Panamá, Rep. de Panamá. 270 pp.
- Cuéllar-Anjel, J., M. Corteel, L. Galli, V. Alday-Sanz and K.W. Hasson.** 2010. Principal Shrimp Infectious Diseases, Diagnosis and Management. In: Alday-Sanz, V. (ed.). 2010. The Shrimp Book. Nottingham University Press, U.K.
- EMEA. Regulaciones de la Agencia Europea de Medicamentos (EMEA).** Web site: [www.emea.eu.int/](http://www.emea.eu.int/) en Chennai, India del 28 al 30 de setiembre del 2001.
- FAO, Departamento de Pesca.** 1997. Desarrollo de la acuicultura. FAO Orientaciones Técnicas sobre la Pesca Responsable (5): 54p. Roma, FAO. URL: <http://www.fao.org/DOCREP/003/W4493S/W4493S00.HTM>
- FAO.** 2001. Glosario de términos fitosanitarios, NIMF N° 5, Roma.
- FAO/NACA/UNEP/WB/WWF.** 2006. International Principles for Responsible Shrimp Farming. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). Bangkok, Thailand. 20 pp.
- FAO.** 2009. El Estado Actual de la Pesca y la Acuicultura 2008. Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp. 218.
- Giacomo P.** 1984. *The new definition of the meter.* Am. J. Phys. 52 (7) pp. 607-613
- Gómez G.B., A. Roque y F.A. Guerra.** 2001. Enfermedades Infecciosas más Comunes en la Camaronicultura en México y el Impacto del Uso de Antimicrobianos. Sinaloa, México. URL: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Enfermedades%20infecciosas%20mas%20comunes%20en%20la%20camaronicultura%20en%20Mexico%20y%20el%20impacto%20del%20uso%20de%20antimicrobianos.pdf>



- Gómez-Gil, B.** 2006. Manual de bacteriología. CIAD Mazatlán, México.
- González, E.O., C.L. Vázquez, F.M. Valdés y F.B. Castro.** 2004. Análisis de peligro y puntos críticos de control. Su relación con la inocuidad de los alimentos. Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN), Cuba. URL: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol42\\_2\\_04/hig07204.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol42_2_04/hig07204.htm)
- Haws, M.C., C.E. Boyd y B.W. Green.** 2001. Buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón en Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH). Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island. Universidad Auburn, Departamento de Pesquerías y Acuicultura.
- Lightner, D.V.** 1996. A handbook of pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Lujan Monja, M.** 2007. Trazabilidad en los productos de la acuicultura. Aquahoy (portal de la información de la acuicultura). URL: [http://www.aquahoy.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78%3Atrazabilidad-en-los-productos-de-la-acuicultura&catid=56&Itemid=100018&lang=es](http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=78%3Atrazabilidad-en-los-productos-de-la-acuicultura&catid=56&Itemid=100018&lang=es)
- Magallón-Barajas, F.J., H. Villarreal-Colmenares, F. Arcos-Ortega, S. Avilés-Quevedo, R. Civera-Cerecedo, P. Cruz-Hernández, A. González-Becerril, V. Gracia-López, A. Hernández-Llamas, J. Hernández-López, A.M. Ibarra-Humphries, C. Lechuga-Deveze, J.M. Mazón-Suáreztegui, A.F. Muhlia-Melo, J. Naranjo-Páramo, R. Pérez-Enríquez, M. Porchas-Cornejo, G. Portillo-Clark, G. y J.C. Pérez-Urbiola.** 2007. Orientaciones estratégicas para el desarrollo sostenible de la acuicultura en México. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Cámara de Diputados. LX Legislatura. México. pp 256.
- Morales, V. y J. Cuéllar-Anjel (eds.).** 2008. Guía Técnica - Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos. Programa CYTED Red II-D *Vannamei*, Panamá, Rep. de Panamá. pp 270.
- Mulero A., M.A. Suero, A. Vielba y F. Cuadros.** 2002. *El Sistema Internacional de Unidades... en el supermercado*. Revista Española de Física, Vol 16, nº 5, págs. 41-45.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).** 2009. Código Sanitario para los Animales Acuáticos. Duodécima edición. Título 1. Capítulo 1.3. Enfermedades de la lista de la OIE. París, Francia. pp. 292.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).** 2009. Manual de Diagnóstico en Animales Acuáticos. 6ta. Edición. París, Francia. pp. 383.
- OSPESCA 2009.** Indicadores macroeconómicos del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano. Período 2000-2007. Proyectos PAPCA (OSPESCA/AECID/XUNTA DE GALICIA) y FIIN-PESCA (OSPESCA/FAO/SUECIA-GCP/RLA/150/SWE).
- Ramírez T.P.** 2010. Efectos ambientales de los desechos domésticos. URL: <http://medioambiente.bligoo.com/content/view/46510/Efectos-ambientales-de-los-desechos-domesticos.html#content-top>
- Real Decreto 1317/1989,** de 27 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida.
- Rojas, A.A., M.C. Haws y J.A. Cabanillas (eds).** 2005. Buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95- 0030-05).
- Saborío, A.** 2003. Buenas prácticas de manejo en granjas de cultivo de camarón marino. CIDEA UCA, Managua, Nicaragua.
- SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal).** 2008. Buenas prácticas para establecimientos de producción primaria de acuicultura en camarón. Programa Nacional de Sanidad Acuícola. Código: PN-ACUI-MC-IN-01. Costa Rica. pp. 18.
- Talavera, V., D. Sánchez y L.M. Zapata (eds).** 1998. Muestreo poblacional en el Cultivo de Camarón. Parte II: Uso de tabla de alimentación y comederos. Boletín Nicovita-Camarón de mar, Vol 3, Ejemplar 4. Perú. pp.2
- Villanueva, M.A., T. Cardona, M.A. Tafur y A. Barbosa.** 2007. Buenas prácticas en la producción acuícola. Instituto Colombiano Agropecuario, Subgerencia de protección y regulación pecuaria. Bogotá, Colombia. pp. 67.



## ANEXO 1

### Evaluación de la Calidad de las Postlarvas y Pruebas de Estrés

#### Evaluación microscópica y molecular de postlarvas

- Las instalaciones de larvicultura deben contar con procedimientos de bioseguridad, aplicados durante las revisiones de lotes de postlarvas por parte de los técnicos de las granjas
- El responsable del CPL deberá informar a la granja cuáles son las características de la calidad del agua en que serán enviadas las postlarvas (salinidad, temperatura, pH, etc.), para así preparar las unidades de aclimatación
- Algunos días antes de la compra, el técnico de la granja debe ir al CPL y supervisar el muestreo de las postlarvas para su posterior evaluación en el laboratorio de diagnóstico
- Para aceptar o rechazar el envío de postlarvas, se debe evaluar el grado de actividad de la larva, fototropismo, hilo fecal, presencia/ausencia de bioluminiscencia, uniformidad de tallas y contenido intestinal, principalmente.
- Posteriormente se debe continuar con una evaluación bajo el microscopio para determinar presencia o ausencia de vacuolas de grasa en el hepatopáncreas, contenido intestinal, deformidades, melanización de apéndices o branquias, presencia de organismos epicomensales (epibiontes), síndrome de las bolitas blancas y BP (*Baculovirus penaei*), desarrollo branquial
- La detección molecular (mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa-PCR) de agentes patógenos de importancia, es una medida mandatoria para terminar de evaluar de manera completa, la calidad de un lote de postlarvas
- Antes de la compra de las postlarvas, el técnico de la granja responsable de la adquisición de las mismas, deberá conocer los resultados de los exámenes anteriores y quedar a total satisfacción con los mismos
- No todos los lotes de postlarvas son iguales, por lo que es necesario realizar los análisis arriba mencionados a

cada grupo de animales que se piensa adquirir para la granja; los resultados de calidad de un lote, no aplicarán necesariamente a otro pues se trata de poblaciones de postlarvas diferentes

Evaluación macroscópica y microscópica de la calidad de las postlarvas

Se debe tomar una muestra al azar de 20 postlarvas y evaluar las siguientes características:

- Actividad. Al menos el 95% de las PL deben estar activas. Las postlarvas saludables, nadan activamente en contra de la corriente generada por la aeración en el tanque de aclimatación o manualmente.
- Presencia de deformidades. No se deben aceptar postlarvas con el rostrum deforme o doblado, daños de apéndices causados por bacterias, problemas de muda y pérdida de apéndices etc. La presencia de cuerpos torcidos es evidencia del uso de diversos medicamentos. El rostrum y los apéndices deben ser de forma normal, sin erosiones ni deformidades. No se deben aceptar postlarvas que presenten más de un 5% de deformidades.
- Tamaño homogéneo. Las postlarvas más desarrolladas tienen una mayor resistencia a enfermedades, desarrollo branquial completo y capacidad para tolerar cambios relativamente bruscos de salinidad y temperatura. Las edades de siembra recomendadas para *L. vannamei* y *L. stylirostris* son por lo general alrededor de PL-9 a PL-11 (postlarvas de nueve a once días). No es recomendable aceptar postlarvas mayores a PL-11 ya que esto requerirá de bajar considerablemente las densidades de empaque (# postlarvas por litro en cada bolsa) incrementando los costos de envío. De no hacerlo, se corre el riesgo de sufrir altas mortalidades durante el envío.



- Contenido intestinal. La postlarvas con buena salud por lo general se alimentan de manera continua y agresiva y deberían presentar el intestino lleno. Las postlarvas bajo estrés usualmente dejan de comer.
- Movimiento intestinal (peristalsis): los movimientos rítmicos del cordón intestinal indican un buen funcionamiento del sistema digestivo de los animales. De igual modo, un color oscuro del hepatopáncreas es un indicio de que las postlarvas se han estado alimentando adecuadamente.
- Presencia de epibiontes: las postlarvas saludables al ser observadas al microscopio no presentan organismos adheridos al exoesqueleto. Las postlarvas que presentan una cantidad abundante de epibiontes son un indicio de la existencia de pobres condiciones de calidad de agua. Bajo estas condiciones las postlarvas usualmente no mudan con regularidad y presentan un pobre estado de salud general. Se aconseja no aceptar envíos de postlarvas que presenten más de un 5% de epibiontes.
- Opacidad muscular. La presencia de camarones con opacidad en su musculatura es también indicio de estrés causado por condiciones ambientales pobres. Los envíos de postlarva con más del 10% de los animales presentando esta condición se consideran inaceptables.
- Desarrollo branquial: Un buen desarrollo branquial se observa cuando las lamelas o filamentos branquiales de las postlarvas se ramifican como en forma de árbol de navidad. Generalmente las postlarvas alcanzan este desarrollo entre los días 9 y 10 de desarrollo de las postlarvas (PL-9 o PL-10); un buen desarrollo branquial permite a las postlarvas el tolerar con mayor facilidad cambios rápidos de salinidad y otros parámetros durante la aclimatación
- Cambios en el color y melanización. El color rojizo de las postlarvas puede ser ocasionado por nutrición deficiente, manejo inapropiado, infecciones y estrés. La melanización (manchas de color oscuro) indica infecciones bacterianas. En animales no saludables las células pigmentarias (cromatóforos) se expanden generando bandas continuas de pigmento. La inspección del

estado de los cromatóforos debe hacerse a la brevedad inmediatamente después de que las muestras han sido sacadas del agua, ya que los cromatóforos tienden a expandirse aún en postlarvas saludables a causa del estrés generado por la manipulación excesiva.

### Pruebas de estrés.

La calidad de las postlarvas se puede evaluar mediante una prueba de estrés, la cual mide la tolerancia de los animales ante un parámetro extremo conocido. Para realizar estas pruebas unas 100-200 postlarvas son sometidas a un choque térmico, osmótico y/o químico para luego determinar el número de postlarvas que sobreviven a la prueba. Una prueba ampliamente usada es la de someter a los animales a una reducción de temperatura de 10-12°C por 1-2 horas, o a salinidades de 0-5 partes por mil durante 30 minutos. A continuación se detallan los procedimientos para la realización de una de estas pruebas.

La prueba de estrés a baja salinidad consiste en lo siguiente:

- Preparar agua (500 mL) a salinidad de 5 partes por mil (ppt.)
- Tomar al azar 100 postlarvas del tanque de cultivo y se depositan en el recipiente con agua a 5 partes por mil de salinidad
- Esperar 30 minutos
- Llevar luego las postlarvas a la salinidad en que se encontraban originalmente
- Dejar transcurrir otros 30 minutos
- Contar las postlarvas vivas y muertas; el resultado se expresa en porcentaje

Para la evaluación de la prueba de estrés, se deben tomar en consideración los siguientes valores de porcentaje de supervivencia:

- 90 a 100%: excelente
- 85%: aceptable
- 80%: regular
- < 80%: no aceptable

Es importante asegurar una densidad de envío (# PL/Litro) adecuada al tamaño o edad de las postlarvas, para garantizar una buena supervivencia al momento de su arribo a la granja.





## ANEXO 2

### Aclimatación de postlarvas: detalles técnicos para proceder

Las siguientes recomendaciones ayudarán a obtener mejores resultados durante el proceso de aclimatación de las postlarvas:

- Instalaciones de aclimatación. Las instalaciones de aclimatación deben proveer sombra, aire, agua filtrada y permitir que se mantengan condiciones higiénicas. Densidades de 500 postlarvas por litro son adecuadas durante la aclimatación. Si se piensa mantener las postlarvas por más de 24 horas, esta densidad debe reducirse. De igual modo, postlarvas de edades PL-8 a PL-12 deben aclimatarse a densidades menores aun cuando no se vayan a mantener por un tiempo mayor a 24 horas.

- Preparación de tanques de aclimatación. Toda la instalación de aclimatación debe ser lavada y desinfectada varios días antes del arribo de las postlarvas. Los tanques, superficies y tuberías se deben lavar y desinfectar con cloro. Luego se deben enjuagar con abundante agua y dejar secar asegurándose de eliminar todo residuo de cloro.

El tanque reservorio debe llenarse con el agua del estanque a ser sembrado.

Filtrar el agua a usarse en la aclimatación a través de un filtro de 500 micrómetros (0.5mm). Ubicar cerca de 200 L de agua del tanque reservorio en el tanque de aclimatación y use hielo en bolsas plásticas para enfriarla a 26-27 °C. El agua de los tanques de aclimatación debería ajustarse a la salinidad y temperatura promedio del agua usada para el transporte de las postlarvas.

- Apertura de las bolsas de transporte del laboratorio. Al momento del arribo de las postlarvas, mida y anote la temperatura y concentración de oxígeno. Oler el agua de transporte y observar la actividad y porcentaje de mortalidad. Si se observa mortalidad en las bolsas, ano-

tar el porcentaje aproximado. Si el oxígeno está bajo el nivel de saturación (<15 mg/L), inyectar inmediatamente oxígeno al agua de transporte hasta que se sature o alcance una lectura mínima de 12 mg/L.

- Transferencia de postlarvas a los tanques de aclimatación. Inmediatamente después que las postlarvas han sido transferidas a los tanques de aclimatación, bombee suavemente oxígeno a la columna de agua para reducir los niveles de amonio. Riegue aproximadamente 50 g de pellets de carbón activado en cada tanque. Ajuste esta cantidad dependiendo del tamaño del tanque.

Utilizar un recipiente de vidrio de 500-1000 ml para evaluar a simple vista el estado de las postlarvas. Observar y anotar en una hoja de registro la llenura del intestino, señales de muda, señales de canibalismo, presencia de camarones muertos y opacidad de la cola. El personal de laboratorio debería realizar conteos volumétricos para estimar la mortalidad ocurrida durante el transporte, lo que a su vez permitirá determinar el número de postlarvas vivas al inicio de la aclimatación. Este conteo debe ser hecho antes que se agregue agua del estanque a los tanques de aclimatación.

- Manejo del oxígeno durante la aclimatación. Durante las primeras horas de aclimatación los niveles de amonio son altos, por lo que los niveles de oxígeno deben mantenerse arriba del nivel de saturación (12 mg/L - 15 mg/L). Durante la aclimatación se deben de mantener niveles óptimos de 8-12 mg/L de oxígeno. Durante toda la aclimatación, los niveles de oxígeno no deben bajar nunca de 6 mg/L. El nivel de oxígeno debe elevarse a 10 mg/L en los tanques de aclimatación justo antes de la siembra para compensar la pérdida durante el transporte.



- Procedimiento de aclimatación y programa para postlarva 5 a 11 (PL- 5 a PL-11). Inmediatamente después de finalizado el traslado de las postlarvas, se debe agregar lentamente agua de los tanques reservorios a través de un sistema de flujo continuo de tal forma que el volumen del tanque no cambie. El cambio en la salinidad debe ser cuidadosamente monitoreado. Mida la temperatura, el oxígeno y la salinidad cada 30 minutos y el pH cada hora. Anote los resultados en la hoja de registro de la aclimatación.

Para aclimatar la temperatura se recomienda una tasa de cambio de 1°C/h. Una buena estrategia es mantener la temperatura constante a 25°C por el primer 75% del

tiempo de aclimatación (mientras se ajusta la salinidad) y luego ajustar lentamente la temperatura hacia el final del periodo de aclimatación. La velocidad de aclimatación debe disminuir si las postlarvas muestran signos de muda o estrés. La coloración opaca o blancuzca, comportamiento de nado errático, intestinos vacíos o canibalismo creciente son todos indicadores de estrés.

- Alimentación durante la aclimatación. Proveer alimentación durante la aclimatación ayudará a las postlarvas a tener más energía para soportar el estrés ocasionado por la aclimatación. Para esto se recomienda el uso de nauplios vivos de *Artemia*, yema de huevo (cocida) tamizada finamente, hojuela comercial, o *Artemia* congelada.



## ANEXO 3

### Manejo de la alimentación con base en el ciclo de muda

Un hecho comprobado es que dentro de un estanque de cultivo, siempre tendremos camarones en diferente estadio del ciclo de muda. Por lo tanto un porcentaje importante de estos camarones estarán en los estadios de premuda, muda y postmuda, donde no consumen alimento. Las tablas de ajuste de las raciones no consideran a la muda dentro de sus cálculos y seguramente una parte del alimento que se está agregando al estanque no está siendo consumido ni aprovechado por los camarones.

El costo de esta sobrealimentación puede ser altísimo. Como ejemplo consideremos que en un sistema de estanques el 30% de la población se encuentra en estadios de premuda tardía, muda y postmuda temprana (incapacitados para comer); tenemos entonces que el 30% del alimento diario se está agregando sin razón alguna; esa cantidad de alimento multiplicada por los días de alimentación y el número de estanques representará una cantidad asombrosa de dinero que prácticamente se estará aplicando sin necesidad alguna. Más aún, el costo ambiental tanto interno como externo de agregar este material orgánico a los estanques debe ser considerado. En la medida que la materia orgánica no utilizable dentro del sistema de producción se incrementa la demanda (química) de oxígeno aumenta y más altas serán las probabilidades de que estos nutrientes sean utilizados como caldo de cultivo para bacterias y parásitos, mismos que incrementan la demanda (bioquímica) de oxígeno, propician enfermedades en el cultivo, disminuyen el rendimiento y en casos extremos provocan la muerte de los camarones.

El objetivo de este tema es conocer el ciclo de muda y utilizarlo para optimizar el manejo de la alimentación en el cultivo de camarón. Se ha reportado una reducción en el FCA de 2.1:1 siguiendo una tabla de alimentación, versus 1.2:1 obtenido al suministrar la cantidad de alimento en función del estadio de muda de los animales. Para lograr tal resultado, se requirió realizar la identificación del estadio de muda en cada una de las semanas que duró el estudio.

Han sido desarrolladas técnicas que permiten el cálculo de la cantidad de alimento a ser agregado en el estanque con base en los estadios de muda de la población de camarones *Penaeus schmitti* en cultivo, como a continuación se describen:

- 1) muestreo de 100 animales cada dos días, en cinco puntos del estanque (cuatro a los extremos y uno al centro)
- 2) determinar los camarones que se encuentran en postmuda precoz y premuda tardía utilizando como referencia los patrones fenotípicos de la porción distal de los urópodos bajo el estereoscopio. Cuando el técnico esté familiarizado, la observación podrá ser hecha a simple vista.
- 3) Determinar la biomasa real a alimentar (en kg). Ejemplo: Biomasa total 4,504 kg, % de muda= 15% (estadios B0, B1, D3, D4) biomasa real a alimentar= 3,828 kg.
- 4) Consultar las tablas de referencia para alimentación
- 5) Alimentar según la biomasa real a nutrir (siguiendo el ejemplo anterior). Para 3,282 kg de biomasa real (15% de muda), 4.5%, peso 5-10 g se requieren 172.26 kg de alimento (Sin tomar en cuenta la determinación de la muda se hubieran requerido 202.68 kg).
- 6) Alimentar de acuerdo con los horarios establecidos para la especie que en el caso de *L. schmitti* con base en los ritmos circadianos de actividad enzimática digestiva, son: 10 a.m., 6 p.m. y 2 a.m.
- 7) Determinación del FCA cada semana.
- 8) Como el comportamiento de los animales durante la muda es cíclico, se pueden seguir dos ciclos completos de muda, (alrededor de 10 días en función del peso) y después continuar dando la misma proporción de alimento por día hasta el cambio de peso. Las estrategias operativas del manejo de la ración diaria de alimento



con base al ciclo de muda para una población de camarones *L. vannamei* en estanques, sugieren que el manejo debería ser el siguiente:

- Realizar muestreos de los camarones dos veces por semana. En el caso de que la alimentación sea llevada a cabo por el método de bandejas, los camarones nunca deberán ser colectados de éstas, pues el estado fisiológico de los camarones que se encuentran ahí, no necesariamente corresponde con el de la población total
- Determinar el estadio de muda en un número no menor de 100 animales por estanque, basándose en la identificación de los patrones de intermuda, premuda y postmuda en los urópodos de los camarones muestreados
- Calcular el porcentaje de animales que no están en condiciones de comer (ayuno fisiológico)
- Ajustar la ración en base al porcentaje de la biomasa que está en posibilidad de alimentarse
- Alimentar en los horarios establecidos para los camarones con base en los picos máximos circadianos de actividad enzimática digestiva (10 a.m. -12 p.m. y 6 p.m. – 8 p.m.)

Para implementar estas estrategias de ajuste de la ración se requiere de personal capacitado. Las variaciones en las dimensiones de los estanques y extensión total de la granja requerirán de estrategias de muestreos particulares.

Además deberá considerarse el gasto en recursos humanos estimando el costo beneficio de esta estrategia particularmente en granjas, con grandes extensiones de cultivo. Dada la sincronización fisiológica de los organismos en los estanques de cultivo, es posible reducir los muestreos agrupando piscinas en función de la fecha de siembra y de esta manera muestrear una piscina por grupo rotando cada una por semana. Es importante recordar que los patrones luz-oscuridad son determinantes para desencadenar la muda y

son constantes y estables durante las diferentes estaciones del año. Por ello en granjas de gran extensión se sugiere el muestreo de un número representativo de estanques que permita extrapolar los resultados a toda la granja. Por ejemplo: En una granja que cuente con 20 estanques (>5 ha), se realiza el muestreo inicial de todos ellos para determinar los estadios de la muda de los organismos. Si en la mayoría de los estanques los organismos se encuentran con porcentajes similares para los diferentes estadios de muda, se seleccionan sólo cinco estanques para ajustar la tasa de alimentación.

Se ha dicho que en el cultivo del camarón el alimento juega un papel importante, especialmente la ración, la frecuencia y el horario de alimentación. Se han evaluado diversas frecuencias y horarios de alimentación en el crecimiento del camarón. Los resultados de estos estudios indican una considerable variación al respecto y sugieren la importancia de considerar factores bióticos (actividad enzimática) y abióticos (fotoperíodo) como efectores en el comportamiento alimentario del camarón.

Estudios recientes señalan que los horarios de alimentación pueden ajustarse considerando la actividad circadiana de los organismos. Ya se mencionó el efecto cíclico del fotoperíodo sobre el consumo de alimento. En particular, la variación de las enzimas digestivas ha sido reconocida como parte importante de la fisiología y el comportamiento alimentario del camarón. Por esta razón, la determinación de la variación circadiana de las enzimas digestivas y el tiempo de inducción de la actividad enzimática resulta importante en el establecimiento de frecuencias y horarios de alimentación. La aplicación de la tecnología de ajuste de los horarios de alimentación en el cultivo de camarón blanco, ha demostrado su efecto positivo al incrementar la tasa de crecimiento hasta en un 35%. Esta sección permite, conocer las técnicas para determinar la variación circadiana de las proteasas digestivas y la determinación de los horarios de alimentación para los camarones en cultivo semi-intensivo.



## ANEXO 4

### MUESTREO POBLACIONAL EN EL CULTIVO DE CAMARÓN,

#### USO DE TABLA DE ALIMENTACIÓN Y COMEDEROS

(Adaptado del Boletín Nicovita - Camarón de Mar, Vol. 3-ejemplar 04, Abril de 1998)

Los comederos son una de las principales herramientas de manejo de la alimentación en las granjas camaroneras, entre otras razones por su utilidad para la evaluación de la biomasa de camarón presente en los estanques. Determinar la población de camarón dentro del estanque, requiere conocer el peso promedio, cantidad de alimento suministrado con comederos durante la mayor actividad del camarón (fuera de muda y después de la rotación) y porcentaje del peso corporal representado por el alimento. Para ello se requiere tener una tabla guía.

El crecimiento semanal de los camarones puede ser obtenido a partir de animales capturados en los mismos comederos y/o extrayendo muestras mediante atarraya, una vez por semana. Para estimar la población de camarones el estanque, se puede utilizar el siguiente ejemplo: en un estanque de 4 Ha, el peso promedio semanal del camarón es de 12 g, el porcentaje de la biomasa corporal en alimento correspondiente para ese peso, es aproximadamente del 1.8% según la Tabla de abajo; el suministro y consumo máximo total de alimento por día mediante el control de los comederos es de 120 Kg. Con estos datos, se puede obtener la biomasa de camarón a partir del cociente entre el alimento consumido y el porcentaje de la biomasa corporal, multiplicado por 100 %, por lo que:

$$\begin{aligned} & 120 \text{ Kg.} \div 1.8\% \times 100\% \\ & = \underline{6,666.66 \text{ Kg de biomasa de camarón}} \end{aligned}$$

Luego, para obtener el número de individuos de la población del estanque, se convierte la biomasa hallada de Kg a g y se divide entre el peso promedio semanal, como sigue:

$$\begin{aligned} & 6,666.66 \text{ Kg} \times 1000 \text{ gr.Kg.-1} \div 12 \text{ gr.camarón-1} \\ & = \underline{555,555 \text{ camarones}} \end{aligned}$$

La densidad de camarones por hectárea se obtiene a partir del cociente entre el número de camarones en el estanque, dividido por el área del estanque; así:

$$\begin{aligned} & 555,555 \text{ camarones} \div 4 \text{ Ha} \\ & = \underline{138,888 \text{ camarones por Ha}} \end{aligned}$$

Los valores deben corroborarse con los resultados obtenidos en las cosechas de los estanques, debiéndose determinar un factor de ajuste en %. Los datos sobre muestreos poblacionales mediante este método, deben ser analizados frecuentemente ya que los consumos de alimento pueden variar según la estación (mayor en verano que en invierno), así como el aporte de la productividad natural del estanque, la calidad de la dieta y el control del consumo en comederos por los alimentadores.

Tabla de alimentación para *Penaeus vannamei* en porcentaje de la biomasa corporal, alimentado diariamente bajo condiciones semi-intensivas.

Peso del camarón (g)	% del peso corporal
1	10.0
2	6.0
3	4.5
4	3.5
5	3.0
6	2.5
7	2.3
8	2.0
9	2.0
10	2.0
11	1.8
12	1.8
13	1.8
14	1.8
15	1.7
16	1.7
17	1.7
18	1.5
19	1.5
20	1.5
21	1.3
22	1.3



## ANEXO 5

### Parámetros que se monitorean en estanques de camarón

- **Oxígeno disuelto**

Se recomienda medir los niveles de oxígeno en el agua de los estanques por la mañana hacia la salida del sol (6 a.m.) y por la tarde entre las 2 y las 4 p.m. Es importante hacer lecturas de OD en horas de la noche, en caso en que las concentraciones de la tarde estén por debajo de 6 mg/L; de esta manera, se pueden implementar correctivos necesarios para evitar episodios de hipoxia, tales como recambio de agua de profundidad y aplicación de insumos oxigenantes (Nitrato de amonio o de calcio y permanganato de potasio). Para mantener consistencia en el monitoreo del oxígeno, se recomienda medir el mismo en cada estanque siempre en el mismo orden y a la misma hora y a la misma profundidad (a 1 pie del fondo) todos los días.

Cada vez que se determine el OD en un cuerpo de agua, debe tenerse calibrado el equipo de medición, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El medidor de oxígeno debe calibrarse antes y después de haber realizado una serie de mediciones.

Concentración de OD	Efecto
Menor de 1 - 2 mg/L	Mortal si la exposición dura más que unas horas
2 - 4 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga
4 - 12 mg/L	Mejor condición para crecimiento adecuado
> 12 mg/L	Sobresaturación: riesgo de la "enfermedad de la burbuja de gas"; puede ser indicativo de alta concentración de microalgas

- **Mediciones de pH en estanques**

Dado que las mediciones de pH cambian con rapidez, este parámetro debe medirse directamente en el campo.

Para evitar daños a la sonda del medidor de pH, una vez concluidas las mediciones, enjuague la sonda con agua destilada. Dentro de la tapa protectora de la sonda se recomienda poner un trozo de algodón o esponja impregnado con solución calibradora de pH 4. Esta solución impedirá el crecimiento de bacterias en la superficie de la sonda y la mantendrá húmeda mientras no este en uso.

- **Temperatura**

La temperatura de agua se mide directamente en el agua del estanque usando un termómetro común o a través de sondas incorporados a los medidores de oxígeno, pH y similares.

El termómetro se ubica en el estanque de tal forma que el extremo quede unas pocas pulgadas sumergido en el agua o, se puede tomar una muestra de agua en un recipiente y medir la temperatura en este. Esperar por un momento a que el termómetro se estabilice antes de registrar la medición.

Además del valor obtenido, también se debe anotar la hora de la medición. Hay que asegurarse de usar siempre el mismo termómetro para obtener mediciones consistentes.

- **Disco Secchi**

La medición con disco Secchi consiste en la profundidad en centímetros a la cual el disco deja de ser visible, cuando es sumergido en el agua del estanque.

Usualmente existe una relación inversa entre la visibilidad del disco y la abundancia de fitoplancton. A medida que el plancton aumenta la visibilidad disminuye. Al tomar decisiones de manejo con base en las lecturas de disco Secchi, hay que asegurarse que la turbidez sea realmente producida por fitoplancton y no por materiales suspendidos en la columna de agua tales como arcillas, sedimentos o detritos orgánicos.



El oleaje excesivo, fuertes vientos, o luz solar pueden afectar las mediciones de disco Secchi. Se aconseja tomar mediciones en días calmos y soleados a medio nublados. Si va a tomar mediciones de disco Secchi desde un bote, trate de anclarlo a una estructura sólida para evitar que el viento lo mueva al momento de tomar la medición. El técnico debe evaluar en el sitio si existen o no las condiciones adecuadas para realizar esta medición.

Usualmente la hora más adecuada para realizar esta medición es entre las 9 y las 11 de la mañana.

Se debe sumergir el disco Secchi del lado del bote donde da la sombra, de tal forma que la persona que va a realizar la medición quede parcialmente de espaldas al sol, que la sombra del bote no tape el disco y que el brillo del sol no afecte la visión del observador. Tratar de agregar peso adicional bajo el disco para que se sumerja más rápido al momento de la medición.

Las mediciones o lecturas de disco Secchi son subjetivas dado que varían según la agudeza visual del que ejecuta la medición y de las condiciones del tiempo. Por esta razón, la misma persona debe realizar estas mediciones diariamente.

Profundidad (cm)	Concentración de fitoplancton
< 25 cm (Estanque demasiado turbio)	Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto por la noche o antes de la salida del sol. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas, la productividad será baja
25-30 cm	Turbidez es alta y conviene bajar la concentración de fitoplancton
30-45 cm	Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones
45-60 cm	El fitoplancton está escaso
> 60 cm	El agua está demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas en el fondo de los estanques



## ANEXO 6

### Fijación de muestras para análisis de laboratorio

Una adecuada fijación de muestras de camarón para histopatología, permite a los técnicos de los laboratorios de patología identificar el tipo de lesiones en los tejidos de los camarones y los agentes patógenos causantes de las mismas, así como una pronta obtención de diagnósticos. La confirmación temprana de las causas de la enfermedad ayudará a tomar medidas correctivas de forma inmediata para evitar que enfermedades contagiosas se dispersen hacia otros estanques y hacia otras granjas. A continuación se resumen algunos de estos procedimientos.

#### Selección y colección de las muestras para análisis de tejidos (histopatología)

Al momento de capturar los camarones se debe tener cuidado de no exponerlos a excesiva manipulación. Idealmente la preparación de las muestras debería realizarse en el sitio de captura a fin de evitar el estrés causado por el transporte. Si esto no es posible, procure transportar los animales vivos en un recipiente provisto con aireación portátil hasta el sitio en donde serán preparados. Estos no se deben transportar en seco al sitio de fijación.

No colecte ni fije especímenes muertos. Seleccione solamente aquellos animales que estén moribundos, con coloración inusual y mostrando comportamiento anormal, o que presenten alguna manifestación externa diferente de los que se considera normal.

#### Fijación de camarones para histopatología

Los especímenes se deben fijar vivos e inmediatamente después que han sido sacados del agua; de ser posible, en el mismo sitio de la captura. Una fijación adecuada se logra usando 10 veces el volumen de solución fijadora por 1 volumen de animales fijados (proporción 10:1) por 24 a 72 horas. Para la fijación de camarones se prefiere la solución Davidson AFA (normal) la cual se obtiene mezclando los siguientes componentes para preparar 1 litro: etanol abso-

luto (99%): 330 mL, formaldehído (37%): 220 mL, ácido acético glacial: 115 mL y agua destilada (o corriente pero limpia): 335 mL.

Después de inyectar la solución fijadora, los camarones deben ser inmersos en solución fijadora dentro de recipientes limpios de plástico con su tapa antifuga y debidamente rotulados.

Luego de 24 a 72 horas según el tamaño del camarón (12-24 h para larvas, postlarvas y juveniles, 48 h para preadultos y 72 h para reproductores), los camarones deben ser cambiados a una solución de etanol 70% donde pueden permanecer por 15 días antes del procesamiento histológico. Llegado este tiempo y si aún no son procesados, debe cambiarse la solución de etanol 70% por una nueva y aquí podrán permanecer ya de manera indefinida hasta su proceso.

La rotulación del recipiente debe hacerse con un lápiz grafito y un trozo de papel, mencionando fecha en que fueron colectados las muestras, breve descripción de la condición externa de los camarones o señales anormales indicativas de enfermedad, especie, edad, peso, fuente (laboratorio o silvestre), número o identificación del tanque o estanque y cualquier otra información de utilidad para el laboratorio.

Si las muestras van a ser enviadas a un laboratorio en el extranjero, se debe obtener permiso zoonosanitario que autorice la salida de las muestras. Usualmente este permiso es emitido por la agencia de gobierno a cargo de regular el movimiento de animales y muestras biológicas. Al mismo tiempo, se debe contactar al laboratorio que va a realizar los análisis para solicitar instrucciones sobre cómo hacer llegar las muestras de la forma más segura, con el fin de que sean decomisadas y desechadas por las autoridades de aduana del país a donde serán enviadas.





### **Fijación de muestras para Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR)**

Varios tipos de muestras de camarón han sido usadas con éxito en PCR. Estos incluyen hemolinfa, tejidos homogenizados frescos, congelados o fijados en etanol al 95%. Cuando se usa etanol, la relación postlarvas: etanol debe ser de 1:9, volumen: volumen. Las muestras de hemolinfa son fijadas en etanol al 95% en una proporción de 1:1 hemolinfa: etanol.

Es importante tener el cuidado de usar guantes de goma y desinfectarse las manos con alcohol cada vez que se va a fijar una muestra diferente, especialmente cuando se trate de animales grandes, esto para evitar una contaminación accidental entre las mismas.

### **Preparación de muestras para análisis microbiológico (bacteriano)**

Colectar una muestra de 10-15 animales aún vivos y con apariencia de estar enfermos para luego colocarlos en un termo con agua y aireación o en bolsas plásticas con oxígeno. Las muestras deben ser transportadas al laboratorio inmediatamente después de que los animales han sido colectados procurando mantener los camarones vivos hasta el momento de su análisis.

Si las muestras son transportadas en bolsas, no es aconsejable colocar hielo alrededor de las bolsas, o de hacerlo, colocar sólo un poco. No colectar animales muertos para este tipo de análisis. Adjunte a las muestras un historial con la siguiente información: especie, identificación del estanque de donde se tomaron las muestras, particularidades observadas (ej.: bioluminiscencia), tiempo de duración del evento patológico y si se han utilizado antibióticos u otros productos como tratamiento (sí o no, cuáles, por qué vía y por cuanto tiempo).



## ANEXO 7

### Modelo de la OIE para la elaboración de un Plan de Emergencia

Determinadas enfermedades pueden constituir una amenaza para la acuicultura, así como para las poblaciones naturales de animales acuáticos del mundo entero. La introducción de esas enfermedades en países reconocidos libres de ellas o en países que han establecido un sistema de control y un programa de erradicación de las mismas puede provocar pérdidas considerables. Para reducir esas pérdidas, la Administración Veterinaria, o cualquier otra Autoridad Competente responsable del estado sanitario de los animales acuáticos, puede verse obligada a intervenir rápidamente y debe, por lo tanto, elaborar previamente un plan o varios planes de emergencia.

- **Disposiciones legales**

Los países deben establecer las disposiciones legales necesarias para la aplicación del plan o de los planes de emergencia. Dichas disposiciones deben incluir la enumeración de las enfermedades que requieren una intervención, la descripción del tratamiento que se les debe aplicar si se detectan, las condiciones de acceso a los sitios infectados o supuestamente infectados y todas las demás medidas pertinentes.

- **Centro(s) de crisis**

Los países deben crear un centro o varios centros de crisis (centro[s] de control de enfermedades) que tendrá(n) la responsabilidad de coordinar todas las medidas de control adoptadas. Esos centros se situarán a nivel central o local, según la infraestructura de cada país. Las señas del centro o de los centros de crisis dotado(s) de los medios necesarios para aplicar las medidas de control previstas deberán ser ampliamente difundidas.

El plan o los planes de emergencia debe(n) precisar también que el centro o los centros de crisis estará(n) autorizado(s) a intervenir rápidamente para controlar una situación sanitaria determinada y para contactar al personal, las organizaciones, los establecimientos de acuicultura o cualquier

entidad directa o indirectamente implicada en la gestión de un brote de enfermedad.

- **Personal**

El plan o los planes de emergencia debe(n) dar detalles sobre el personal necesario para aplicar las medidas previstas, definir sus responsabilidades y contener instrucciones sobre la cadena de mando.

- **Instrucciones**

Los países que establecen un plan o varios planes de emergencia, deben dar instrucciones precisas sobre las operaciones que se han de llevar a cabo cuando se sospecha o confirma la presencia de una enfermedad determinada de los animales acuáticos y especialmente sobre los siguientes puntos:

1. procedimientos de diagnóstico en los laboratorios de referencia nacionales;
2. confirmación del diagnóstico, en caso de necesidad, por un Laboratorio de Referencia de la OIE;
3. instrucciones que debe observar permanentemente el personal de terreno encargado del estado sanitario de los animales acuáticos;
4. instrucciones para la manipulación y la eliminación de animales acuáticos muertos en un establecimiento de acuicultura;
5. instrucciones relativas al sacrificio sanitario;
6. instrucciones para el control de la enfermedad a nivel local;
7. instrucciones para la instauración de zonas de cuarentena y de zonas de observación (vigilancia);
8. disposiciones sobre el control del movimiento de animales acuáticos en las zonas establecidas;
9. procedimientos de desinfección;



10. procedimientos de vacío sanitario;
11. métodos de vigilancia asociados a la erradicación;
12. procedimientos de repoblación;
13. condiciones de indemnización;
14. procedimientos de declaración y
15. medidas destinadas a informar al público sobre la enfermedad de los animales acuáticos.

- **Laboratorios de diagnóstico**

Los países que establecen un plan o varios planes de emergencia deben instaurar un laboratorio o varios laboratorios de referencia nacional(es) provisto(s) de los medios necesarios para el diagnóstico rápido de las enfermedades de los animales acuáticos. El laboratorio o los laboratorios

nacional(es) también debe(n) formular instrucciones para el envío rápido de las muestras y la aplicación de los protocolos de garantía de calidad y procedimientos de diagnóstico pertinentes.

- **Programas de formación**

Los países que establecen un plan o varios planes de emergencia deben crear los programas de formación necesarios para mantener el nivel de competencia requerido por las operaciones de terreno, administrativas y de diagnóstico. Se organizarán ejercicios prácticos, con y sin aviso previo, de forma que el personal administrativo y el personal encargado del estado sanitario de los animales acuáticos se mantenga en estado de alerta.



## ANEXO 8

### Normativas Internacionales para medicamentos

La lista de drogas autorizadas para su uso en acuicultura por la FDA (Food and Drug Administration) y EMEA (European Agency for the Evaluation of Medicinal Products) para ser empleados dentro del territorio norteamericano y europeo, brindan una guía para los países productores que dependen de estos mercados para comercializar sus productos.

Si bien, la prohibición legal que pueda existir para algún antibiótico en los EE.UU. o en Europa, no se extiende para nuestra industria dentro de la legislación nacional, esta influye significativamente en el manejo que debe dársele al fármaco por parte de los productores y exportadores. Por ejemplo, aquellos antibióticos prohibidos por la FDA y EMEA para su empleo en cualquier industria productora de animales comestibles, como el cloramfenicol, nitrofuranos y quinolonas no deberían ser utilizados por empresas acuícolas conscientes de las nefastas consecuencias que podría tener el hallazgo de residuos de estos medicamentos en camarón, peces o moluscos para nuestra industria acuícola.

#### Regulaciones de la FDA

La FDA establece que es ilegal utilizar una droga no autorizada, a menos que esté calificada como una “*nueva droga para investigación animal*” (por sus siglas en inglés, INAD). Esta excepción se aplica tan sólo durante el tiempo empleado para generar la información necesaria y obtener la aprobación del fármaco bajo la supervisión de la FDA. Una vez completados los requisitos, se obtiene la denominada “*aprobación para una nueva droga animal*” (por sus siglas en inglés, NADA).

Actualmente seis drogas cuentan con aprobación NADA para su aplicación en acuicultura y de éstas 5 están comercialmente disponibles. Cuatro de los productos aprobados son antibióticos: Florfenicol, Oxitetraciclina-HCL, Sulfamerazina (no disponible) y una combinación Sulfadimetoxina y Ormetoprim. No todas son aprobadas para todos los propósitos y/o especies. La tabla 1 muestra las especificaciones de aprobación para las drogas descritas.

De la tabla 1 se puede observar que la cantidad de drogas aprobadas para su uso en acuicultura es limitada, esto se explica porque la inversión económica y el tiempo requerido para completar los requisitos y obtener un NADA, es muy elevado para las compañías comercializadoras del fármaco. Esto ha tratado de ser superado por la FDA calificando a los fármacos utilizados en las especies acuáticas, como de “*uso menor*”. Bajo esta normativa, la información (y no la aplicación) de un fármaco aprobado en las industrias de “*uso mayor*”, como la ganadera o la avícola, puede extenderse a la acuicultura, reduciendo de esta manera la necesidad de desarrollar nuevos datos para la aprobación correspondiente.

La FDA igualmente reconoce que existen patologías para las cuales no hay tratamientos aprobados. Para estos casos, se estipuló una legislación (Guía Política de Complacencia, 7125.06) que permite la aplicación de una droga autorizada de una forma diferente a la indicada en su respectiva NADA. Esta excepción puede ser sólo empleada por un veterinario registrado y para los casos en que los animales tengan una alta probabilidad de morir.

Hasta enero del 2000, la FDA había aprobado 46 diferentes compuestos cuyo agente activo es la oxitetraciclina (FDA, 2001), de los cuales solamente uno, la Terramicina®-para peces (NADA # 038-439, Pfizer, Inc.), ha sido admitida para ser utilizada en el cultivo de distintas especies acuáticas (Tabla 1). Esto es, en la actualidad no existe ningún antibiótico autorizado para ser empleado en laboratorios y granjas camaroneras norteamericanas.

Sin embargo, se pueden encontrar casos en los que la oxitetraciclina ha recibido la aprobación federal, seguramente amparada en alguna de las excepciones que facultan la aplicación de una droga en acuicultura (Guía Política de Complacencia, 7125.06). Por ejemplo, Frelie *et al.* (1992 y 1994) señalan que el único tratamiento antibiótico eficaz contra las bacterias intracelulares causantes de la hepato-



pancreatitis necrotizante (NHP), es la aplicación de OTC. Según los autores, la administración durante 10 días de una dieta medicada con 1.5 g OTC/kg y su posterior retiro 15 días antes de la cosecha como mínimo, es el protocolo autorizado por la FDA para evitar la alta mortalidad que originaban las rickettsias en el *P. vannamei*. Posteriormente, el mismo autor menciona que dosis terapéuticas de 3 g OTC/kg de alimento durante 14 días parecen ser efectivas contra el HPN en piscinas sembradas con 12 – 50 animales/m<sup>2</sup>, aunque la FDA sugiere un tiempo mayor de retiro del tratamiento, 3 semanas.

### Regulaciones de la EMEA

Los criterios sobre los cuales se evalúan las medicinas veterinarias en la Comunidad Económica Europea (CEE) son los de calidad, eficacia y seguridad. Este mismo autor califica a la regulación europea y la norteamericana como muy similares, señalando que probablemente la única diferencia se observa en la rigidez como se establecen los límites máximos de residuos (LMR) por parte de la CEE, contrastando con el enfoque de niveles tolerables que se les brinda en los EE.UU.

La EMEA establece que no podrá autorizarse la puesta en el mercado de un medicamento veterinario, con excepción de los inmunológicos, para ser administrado a animales cuya carne o productos sean destinados al consumo humano si no tiene establecido el correspondiente LMR (LMR: con-

tenido máximo de residuos resultante de la utilización de un medicamento veterinario autorizado en la Comunidad como admisible en un producto alimenticio) tal y como está previsto en el Reglamento CEE 2377/90 del Consejo de 26 de Junio de 1990.

Este Reglamento determina la inclusión de los Medicamentos Veterinarios en uno de cuatro anexos:

Anexo I:	Sustancias farmacológicas para las que hay un LMR establecido.
Anexo II:	Sustancias para las cuales no es necesario establecer un LMR.
Anexo III:	Sustancias farmacológicas con LMR provisionales.
Anexo IV:	Sustancias farmacológicas para las que no puede establecerse un LMR y por ende queda prohibida su administración a animales productores de alimentos.

Esta normativa entró en vigor a partir del 1 de Enero de 1997, quedando desde entonces prohibido el uso de medicamentos veterinarios que contengan sustancias farmacológicamente activas que no estén mencionadas en los anexos I, II o III, en especies productoras de alimentos. Esta misma normativa es aplicable a los productos de acuicultura.

Así, la situación de los principios activos para los que se ha establecido un LMR en salmónidos y otros peces queda como se aprecia en las siguientes tablas (Fuente: EMEA web site, [www.emea.eu.int/](http://www.emea.eu.int/) Diciembre de 2002; última revisión de la página web Abril 2003).

### Anexo I. Sustancias farmacológicas para las que hay un LMR establecido

Sustancia	Especie animal	LMR
Amoxicilina	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/kg: grasa
Ampicilina	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/kg: grasa
Clortetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	600 µg/kg riñón 300 µg/kg hígado 100 µg/kg músculo, leche 200 µg/kg huevos



Sustancia	Especie animal	LMR
Danofloxacina	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo 50 µg/kg grasa 200 µg/kg hígado, riñón
Difloxacina	Todas las especies productoras de alimentos	300 µg/kg músculo 100 µg/kg grasa 800 µg/kg hígado 600 µg/kg riñón
Enrofloxacina	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo, grasa 200 µg/kg hígado, riñón
Eritromicina	Todas las especies productoras de alimentos	200 µg/kg músculo, grasa, hígado, riñón 40 µg/kg leche 150 µg/kg huevos
Florfenicol	Todas las especies productoras de alimentos  Peces	100 µg/kg músculo 200 µg/kg grasa 2000 µg/kg hígado 300 µg/kg riñón 1000 µg/kg músculo + piel
Flumequina	Salmónidos	150 µg/kg músculo + piel
Oxitetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	600 µg/kg riñón 300 µg/kg hígado 100 µg/kg músculo, leche 200 µg/kg huevos
Sarafloxacina	Salmónidos	30 µg/kg músculo + piel
Sulfonamidas	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo, hígado, riñón, grasa La combinación de residuos del grupo de sulfamidas no debe superar 110 µg/kg.
Tiamfenicol	Peces	50 µg/kg músculo + piel
Trimetoprim	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg músculo, grasa, hígado, riñón, leche



**Anexo II. Sustancias para las cuales no es necesario establecer un LMR**  
**Algunas de las sustancias incluidas en este anexo, de interés en acuicultura:**

Sustancia	Especie animal	LMR
Formaldehído	Todas las especies productoras de alimentos	No hace falta establecerlo.
Glutaraldehído	Todas las especies productoras de alimentos	“
Peróxido de hidrógeno	Todas las especies productoras de alimentos	“
Yodo y compuestos yodados	Todas las especies productoras de alimentos	“
Sulfato de Magnesio	Todas las especies productoras de alimentos	“
Cloruro sódico	Todas las especies productoras de alimentos	“
Cloruro de benzalconio	Todas las especies productoras de alimentos	Para uso como excipiente, hasta una concentración de 0.05%

**Anexo III. Sustancias farmacológicas con LMR provisionales**

Sustancia	Especie animal	LMR
Levamisol	Todas las especies productoras de alimentos	Provisional: 10 µg/kg músculo, hígado, riñón, grasa, leche.
Tetraciclinas	Todas las especies productoras de alimentos	Provisional: 600 µg/kg riñón, 300 hígado, 200 huevos, 100 músculo, 100 leche (suma de droga original y su epímero 4).
Acido Oxolínico	En estudio	

**Anexo IV. Sustancias farmacológicas PROHIBIDAS**

o Nitrofuranos: Furazolidona, nitrofurazona...
o Cloramfenicol
o Dimetridazol
o Clorpromazina
o Metronidazol



**Tabla 1. Drogas Aprobadas para su uso en acuicultura por la FDA (Fuente: FDA web site, [www.fda.gov/cvm](http://www.fda.gov/cvm), Enero de 2001, última revisión de la página web Abril 2003)**

Nombre Comercial	Especies	Indicaciones	Régimen (Tiempos de Retiro)
Terramycin ®10	Salmonidos	Ulceración, furunculosis, septicemia hemorrágica bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5 -3.7 g /100 lb de animal/10 días (21 días)
	Pez gato (bagre)	Septicemia hemorrágica bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5 -3.7 g /100 lb de animal/10 días (21 días)
	Langosta	Control de gaffkemia por <i>Aerococcus viridan</i>	1 g/1 lb de alimento/5 días (30 días)
Sufamerazine in Fish Grade	Trucha	Control de furunculosis en salmónidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	10 g/100 lb de animal/día (21 días)
Romet ®-30	Salmónidos	Control de furunculosis en salmonidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	50 mg/kg animal/5 días (42 días)
	Pez gato (bagre)	Control de septicemia entérica causada por <i>Edwardsiella ictaluri</i>	50 mg/kg animal/5 días (3 días)
Formalin-F	Huevos de Salmón/Trucha	Control de protozoarios	1-2 ml/L
	Pez gato (bagre), Agalla azul, corvina boca grande	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
	Salmónidos	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
Paraside-F	Huevos de Salmón/Trucha	Control de hongos (familia Saprolegniaceae)	1-2 ml/L
	Pez gato (bagre), Agalla azul, corvina boca grande	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
	Salmónidos	Control de protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
Parasite-S ®	Huevos de Salmón/Trucha	Control de protozoarios externos	1-2 ml/L
	Otros Peces	Control de protozoarios externos	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina)
	Camarón	Control de hongos (familia Saprolegniaceae) en huevos de todas las especies	0.025-0.100 ml/L
Finquel	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)
Tricaine-S	Peces	Anestésico	0.015-0.330 g/L (21 días)





**Tabla 2. Drogas PROHIBIDAS por la FDA para uso en medicación veterinaria (Fuente: FDA web site, www.fda.gov/cvm, Enero de 2001, última revisión de la página web Abril 2003)**

o Cloramfenicol
o Clenbuterol
o Dietilestilbestrol (DES)
o Dimetridazol
o Pronidazol
o Otros Nitroimidazoles
o Furazolidona
o Nitrofurazona
o Sulfonamidas (excepto sulfadimetoxina)
o Fluoroquinolonas (Enrofloxacina, Sarafloxacina)
o Glicopéptidos (Vancomicina)

• **Alimento artificial:**

Esta normativa entró en vigor a partir del 12 de Enero de 2010, la cual introduce información acerca de la clasificación terapéutica de las sustancias, así como posibles condiciones o restricciones de su utilización. Se ordenan alfabéticamente las sustancias farmacológicamente activas autorizadas y prohibidas, en especies productoras de alimentos (medicamentos veterinarios). Esta misma normativa es aplicable a los productos de acuicultura.

**Cuadro 2: El listado de sustancias farmacológicamente activas para las que no puede establecerse límite máximo alguno que sea seguro para el consumidor, de forma que su utilización en animales productores de alimentos está prohibida sigue sin novedad y, a modo de recordatorio, incluye:**

• Aristolochia spp. y sus formulaciones
• Cloranfenicol
• Cloroformo
• Clorpromacina
• Colchicina
• Dapsona
• Dimetridazol
• Metronidazol
• Nitrofuranos (incluida furazolidona)
• Ronidazol

• **Regulaciones de la FDA**

La FDA establece que es ilegal utilizar una droga no autorizada en medicina veterinaria, a menos que esté calificada como una “nueva droga para investigación animal” (INAD, por sus siglas en inglés). Esta excepción se aplica sólo durante el tiempo empleado para generar la información necesaria y obtener la aprobación del fármaco bajo la supervisión de la FDA. Una vez completados los requisitos, se obtiene la denominada “aprobación para una nueva droga animal” (NADA, por sus siglas en inglés).

Al momento, sólo nueve drogas cuentan con aprobación NADA para su aplicación en acuicultura y que están comercialmente disponibles. Cuatro de los productos aprobados son antibióticos: Oxitetraciclina-HCL, Florfenicol, Sulfamezazina (no disponible) y una combinación Sulfadimetoxina y Ormetoprim. Cabe recalcar, que estas drogas no son aprobadas para todos los propósitos y/o especies acuícolas.

Esto es, en la actualidad no existe ningún antibiótico autorizado para ser empleado en laboratorios y granjas camaroneras norteamericanas. La tabla 16 muestra las especificaciones de aprobación para las drogas descritas.



## ANEXO 9

### REGLAMENTO (UE) No 37/2010 DE LA COMISIÓN de 22 de diciembre de 2009

relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal

#### Sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos (LMR)

Cuadro 1. Sustancias autorizadas

Sustancia farmacológicamente Activa	Residuo marcador	Especie animal	LMR	Tejidos diana	Otras disposiciones (con arreglo al artículo 14.7 del Reglamento (CE) no 470/2009)	Clasificación Terapéutica
Ácido oxolínico	Ácido oxolínico	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 50 µg/kg 150 µg/kg 150 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Amoxicilina	Amoxicilina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 4 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Ampicilina	Ampicilina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 4 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Bencilpenicilina	Bencilpenicilina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 4 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Cipermetrina	Cipermetrina (suma de los isómeros)	Salmónidos	50 µg/kg	Músculo y piel en proporciones normales		Antiparasitarios/ Agentes activos frente a los ectoparásitos
Clortetraciclina	Suma de medicamentos base y su 4-epímero	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 300 µg/kg 600 µg/kg 100 µg/kg 200 µg/kg	Músculo Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos



Sustancia farmacológicamente Activa	Residuo marcador	Especie animal	LMR	Tejidos diana	Otras disposiciones (con arreglo al artículo 14.7 del Reglamento (CE) no 470/2009)	Clasificación Terapéutica
Cloxacilina	Cloxacilina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	300 µg/kg 300 µg/kg 300 µg/kg 300 µg/kg 30 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Colistina	Colistina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	150 µg/kg 150 µg/kg 150 µg/kg 200 µg/kg 50 µg/kg 300 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Danofloxacino	Danofloxacino	Todas las demás especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 50 µg/kg 200 µg/kg 200 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Deltametrina	Deltametrina	Peces	10 µg/kg	Músculo y piel en proporciones normales	Nada	Antiparasitarios/ Agentes activos frente a los ectoparásitos
Dicloxacilina	Dicloxacilina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	300 µg/kg 300 µg/kg 300 µg/kg 300 µg/kg 30 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Difloxacino	Difloxacino	Todas las demás especies destinadas a la producción de alimentos	300 µg/kg 100 µg/kg 800 µg/kg 600 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Diflubenzurón	Diflubenzurón	Salmónidos	1 000 µg/kg	Músculo y piel en proporciones normales	Nada	Antiparasitarios/ Agentes activos frente a los ectoparásitos



Sustancia farmacológicamente Activa	Residuo marcador	Especie animal	LMR	Tejidos diana	Otras disposiciones (con arreglo al artículo 14.7 del Reglamento (CE) no 470/2009)	Clasificación Terapéutica
Emamectina	Emamectina B1a	Peces	100 µg/kg	Músculo y piel en proporciones normales	Nada	Antiparasitarios/ Agentes activos frente a los endo- y ectoparásitos
Enrofloxacin	Suma de enrofloxacin y de ciprofloxacino	Todas las demás especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 100 µg/kg 200 µg/kg 200 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Eritromicina	Eritromicina A	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	200 µg/kg 200 µg/kg 200 µg/kg 200 µg/kg 40 µg/kg 150 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Espectinomina	Espectinomina	Todas las demás especies destinadas a la producción de alimentos	5 000 µg/kg 200 µg/kg 300 µg/kg 500 µg/kg 1 000 µg/kg 5 000 µg/kg	Riñón Leche Músculo Grasa Hígado Riñón	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Florfenicol	Suma de florfenicol y de sus metabolitos medidos en florfenicolamina	Peces	1 000 µg/kg	Músculo y piel en proporciones naturales		Antiinfecciosos/ Antibióticos
Flumequina	Flumequina	Peces	600 µg/kg	Músculo y piel en proporciones normales		Antiinfecciosos/ Antibióticos
Lincomicina	Lincomicina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 50 µg/kg 500 µg/kg 1 500 µg/kg 150 µg/kg 50 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos



Sustancia farmacológicamente Activa	Residuo marcador	Especie animal	LMR	Tejidos diana	Otras disposiciones (con arreglo al artículo 14.7 del Reglamento (CE) no 470/2009)	Clasificación Terapéutica
Neomicina (incluida laframicetina)	Neomicina B	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	500 µg/kg 500 µg/kg 500 µg/kg 5 000 µg/kg 1 500 µg/kg 500 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Oxacilina	Oxacilina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	300 µg/kg 300 µg/kg 300 µg/kg 300 µg/kg 30 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Oxitetraciclina	Suma de medicamento base y su 4-epímero	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 300 µg/kg 600 µg/kg 100 µg/kg 200 µg/kg	Músculo Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Paromomicina	Paromomicina	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	500 µg/kg 1 500 µg/kg 1 500 µg/kg	Músculo Hígado Riñón	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Sarafloxacinó	Sarafloxacinó	Salmónidos	30 µg/kg	Músculo y piel en proporciones normales		Antiinfecciosos/ Antibióticos
Sulfonamidas (todas las sustancias que pertenecen al grupo de las sulfonamidas)	Medicamento base	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 100 µg/kg 100 µg/kg 100 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón	Los residuos combinados totales de todas las sustancias del grupo de las sulfonamidas no deben sobrepasar los 100 µg/kg. Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Quimioterapéuticos
Teflubenzurón	Teflubenzurón	Salmónidos	500 µg/kg	Músculo y piel en proporciones normales	Nada	Antiparasitarios/ Agentes activos frente a los ectoparásitos



Sustancia farmacológicamente Activa	Residuo marcador	Especie animal	LMR	Tejidos diana	Otras disposiciones (con arreglo al artículo 14.7 del Reglamento (CE) no 470/2009)	Clasificación Terapéutica
Tetraciclina	Suma de mentobase y su 4-epímero	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 300 µg/kg 600 µg/kg 100 µg/kg 200 µg/kg	Músculo Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Tianfenicol	Tianfenicol	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Tilmicosina	Tilmicosina	Todas las demás especies destinadas a la producción de alimentos	50 µg/kg 50 µg/kg 1 000 µg/kg 1 000 µg/kg 50 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Tilosina	Tilosina A	Todas las especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 100 µg/kg 100 µg/kg 100 µg/kg 50 µg/kg 200 µg/kg	Músculo Grasa Hígado Riñón Leche Huevos	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Antibióticos
Trimetoprima	Trimetoprima	Todas las demás especies destinadas a la producción de alimentos	100 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg 50 µg/kg	Riñón Músculo Grasa Hígado Riñón Leche	Para los peces, el LMR en el músculo se refiere a «músculo y piel en proporciones naturales». Los LMR en la grasa, el hígado y el riñón no se aplican a los peces.	Antiinfecciosos/ Quimioterapéuticos



## ANEXO 10

### Rastreabilidad (o trazabilidad)

Rastreabilidad hacia atrás o “tracing”: capacidad de conocer, a partir de un producto, los diferentes ingredientes y otros elementos que han intervenido en su elaboración y proveedores de los mismos. Asimismo, este tipo de rastreabilidad permite identificar el origen de una unidad particular de un producto localizado en la cadena de suministro por referencia a los registros a los registros mantenidos. Los productos son trazados, generalmente, por razones de investigación, de quejas de los clientes y para su retiro desde el mercado.

Rastreabilidad interna o de proceso: información que permite relacionar los productos que se han recibido en la empresa (materias primas, aditivos, envases, etc.), las operaciones o procesos que estos han seguido dentro de la misma, los productos finales que salen, incluyendo los resultados de los autocontroles.

Rastreabilidad hacia delante o “tracking”: conocer el destino de un producto (qué y a quién se entrega), así como toda la información relativa a su comercialización. También se define como la capacidad de seguir el recorrido de un producto a través de la cadena de suministro. Los productos son rastreados generalmente por motivos de obsolescencia, manejo de inventarios y propósitos logísticos.

Como atributos de los sistemas de rastreabilidad en acuicultura, se pueden incluir la mejora en el control de calidad, mejora en la calidad del producto, minimiza la pérdida de producto, transparencia, información de almacenamiento y eficiencia en los negocios.

Aplicación de la rastreabilidad en la acuicultura: en la acuicultura hay que establecer los siguientes parámetros: el origen de la producción acuícola con los diferentes factores que hacen parte de su desarrollo, la historia de los procedimientos de la producción acuícola y la distribución y la ubicación del producto. Dentro de la cadena de producción, la rastreabilidad se da en la zona de cultivo (granja), en el procesamiento y durante la comercialización.

Rastreabilidad en el cultivo: en el caso de los centros de cultivo, estos deberán ser capaces de identificar desde el origen de la semilla, cuando corresponda, hasta el transporte de los organismos (peces, crustáceos o moluscos) a la planta de proceso y deberán proveer, al menos, la siguiente información:

- Especie o especies cultivadas, lugares y unidades de cultivo al interior de ellos, con las respectivas fechas y bitácoras (tiempo en que el grupo de peces se mantiene en cada unidad de cultivo: fecha de ingreso y egreso de peces)
- Medicaciones a las que fueron sometidos los organismos en cultivo (grupo): información precisa del profesional responsable de la prescripción y el personal encargado de la aplicación de los tratamientos en cada ocasión (nombre y fecha registrados)
- Alimentaciones recibidas por cada grupo, incluyendo personal responsable de las alimentaciones. Registro de cada tipo de alimento entregado (fábrica del alimento, fechas de entrega, cambios de alimentación de acuerdo a los requerimientos nutricionales, etc.)
- Para aquellos casos en que el centro de cultivo requiera aplicar procedimientos tales como desdobles, mezclas, selección, etc. esto deberá quedar consignado en el sistema de rastreabilidad
- Biomasa en cada centro y etapa de cultivo
- Registro de transportes, ya sea entre centros, o desde los centros hacia viveros flotantes o plantas de matanza y de proceso, con identificación de medios de transporte utilizados, fechas, grupos, desdobles, etc.
- Tiempos de estadía en viveros flotantes, cuando corresponda

Rastreabilidad en la planta de procesamiento: la rastreabilidad se aplicará tanto en las plantas de proceso como en



los lugares de almacenamiento, los que deberán desarrollar un sistema de rastreabilidad que considere al menos lo siguiente:

- Procedimiento: Cada establecimiento deberá definir un sistema de codificación de los lotes producidos (que involucre la información desde la materia prima hasta el producto final), el que deberá quedar claro y adecuadamente registrado e incorporado en la etiqueta del producto final para así poder realizar una correcta identificación en las etapas posteriores a la elaboración.
- Responsable de la rastreabilidad (nombre completo, correo electrónico, teléfono de contacto).
- Alcance: La profundidad y sistema de codificación para establecer una adecuada rastreabilidad, dependerá de los peligros asociados a las especies y el tipo de proceso al cual fueron sometidos y deberá considerar la siguiente información básica:
  - Recepción de materia prima: nombre y/o razón social, teléfono y domicilio del proveedor.
  - Respecto de la materia prima: nombre comercial, nombre científico, zona de captura o extracción, método de obtención, cantidad recibida, fecha recepción, medio y tiempo de transporte, documentación tributaria que avale esta.
- Cuando exista almacenamiento de materia prima, deberá estar claramente registrados sus movimientos (ingresos y salidas).
- Respecto de la producción deberá estar clara la fecha de elaboración, número o código de lote, fecha de vencimiento e identificación mínima del producto (nombre comercial, nombre científico, presentación, etc.).
- Para el almacenamiento de producto final, deberá estar registrada la identificación del almacén o cámara de almacenamiento, cantidad de producto y movimientos de producto (ingresos y salidas).
- En el registro de salida del producto deberá consignarse la información del cliente (nombre, domicilio, país), fecha de salida y medio de transporte.

Rastreabilidad en la distribución: la rastreabilidad en la distribución considera desde la salida del producto final desde el lugar de almacenamiento ya sea para su comercialización, transformación posterior o almacenamiento y deberá contener al menos la siguiente información: información del elaborador (nombre, domicilio, persona y teléfono de contacto, dirección, correo electrónico, etc.) e información del producto (etiquetado con datos completos según la normativa vigente).





## ANEXO 11

### Metrología Internacional

#### Unidades básicas.

Magnitud	Nombre	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Unidad de longitud: metro (m)  
El **metro** es la longitud de trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de 1/299,792,458 de segundo.

Unidad de masa  
El **kilogramo** (kg) es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo

Unidad de tiempo  
El **segundo** (s) es la duración de 9,192,631,770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

Unidad de intensidad de corriente eléctrica  
El **ampere** (A) es la intensidad de una corriente constante que manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría una fuerza igual a  $2 \cdot 10^{-7}$  newton por metro de longitud.

Unidad de temperatura termodinámica  
El **kelvin** (K), unidad de temperatura termodinámica, es la fracción 1/273.16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

Observación: Además de la temperatura termodinámica (símbolo T) expresada en kelvins, se utiliza también la temperatura Celsius (símbolo t) definida por la ecuación  $t = T - T_0$  donde  $T_0 = 273.15$  K por definición.

Unidad de cantidad de sustancia  
El **mol** (mol) es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kilogramos de carbono 12.

Cuando se emplee el mol, deben especificarse las unidades elementales, que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o grupos especificados de tales partículas.

Unidad de intensidad luminosa  
La **candela** (cd) es la unidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \cdot 10^{12}$  hertz y cuya intensidad energética en dicha dirección es 1/683 watt por estereorradián.

#### Nombres y símbolos especiales de múltiplos y submúltiplos decimales de unidades del Sistema Internacional de Metrología (SI) autorizados

Magnitud	Nombre	Símbolo	Relación
Volumen	litro	l o L	$1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
Masa	tonelada	t	103 kg

#### Unidades definidas a partir de las unidades SI, pero que no son múltiplos o submúltiplos decimales de dichas unidades.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Relación
Tiempo	minuto	min	60 s
	hora	h	3,600 s
	día	d	86,400 s



## Múltiplos y submúltiplos decimales

Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo
10 <sup>24</sup>	yotta	Y	10 <sup>-1</sup>	deci	d
10 <sup>21</sup>	zeta	Z	10 <sup>-2</sup>	centi	c
10 <sup>18</sup>	exa	E	10 <sup>-3</sup>	mili	m
10 <sup>15</sup>	peta	P	10 <sup>-6</sup>	micro	μ
10 <sup>12</sup>	tera	T	10 <sup>-9</sup>	nano	n
10 <sup>9</sup>	giga	G	10 <sup>-12</sup>	pico	p
10 <sup>6</sup>	mega	M	10 <sup>-15</sup>	femto	f
10 <sup>3</sup>	kilo	k	10 <sup>-18</sup>	atto	a
10 <sup>2</sup>	hecto	h	10 <sup>-21</sup>	zepto	z
10 <sup>1</sup>	deca	da	10 <sup>-24</sup>	yocto	y

### Escritura de los símbolos

Los símbolos de las Unidades SI, con raras excepciones como el caso del ohm ( $\Omega$ ), se expresan en caracteres romanos, en general, con minúsculas; sin embargo, si dichos símbolos corresponden a unidades derivadas de nombres propios, su letra inicial es mayúscula.

Ejemplo, A de ampere, J de joule.

Los símbolos no van seguidos de punto, ni toman la s para el plural. Por ejemplo, se escribe 5 kg, no 5 kgs.

Cuando el símbolo de un múltiplo o de un submúltiplo de una unidad lleva exponente, ésta afecta no solamente a la parte del símbolo que designa la unidad, sino al conjunto del símbolo. Por ejemplo, km<sup>2</sup> significa (km)<sup>2</sup>, área de un cuadrado que tiene un km de lado, o sea 10<sup>6</sup> metros cuadrados y nunca k(m<sup>2</sup>), lo que correspondería a 1000 metros cuadrados.

El símbolo de la unidad sigue al símbolo del prefijo, sin espacio. Por ejemplo, cm, mm, etc.

El producto de los símbolos de dos o más unidades se indica con preferencia por medio de un punto, como símbolo de multiplicación. Por ejemplo, newton-metro se puede escribir N·m o Nm, nunca mN, que significa milinewton.

Cuando una unidad derivada sea el cociente de otras dos, se puede utilizar la barra oblicua (/), la barra horizontal o bien potencias negativas, para evitar el denominador.

$$\text{m/s} \quad \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

No se debe introducir en una misma línea más de una barra oblicua, a menos que se añadan paréntesis, a fin de evitar toda ambigüedad. En los casos complejos pueden utilizarse paréntesis o potencias negativas.

m/s<sup>2</sup> o bien m·s<sup>-2</sup> pero no m/s/s. (Pa·s)/(kg/m<sup>3</sup>) pero no Pa·s/kg/m<sup>3</sup>

Los nombres de las unidades debidos a nombres propios de científicos eminentes deben de escribirse con idéntica ortografía que el nombre de éstos, pero con minúscula inicial. No obstante, serán igualmente aceptables sus denominaciones castellanizadas de uso habitual, siempre que estén reconocidas por la Real Academia de la Lengua. Por ejemplo, amperio, voltio, faradio, culombio, julio, ohmio, voltio, watio, weberio.

Los nombres de las unidades toman una s en el plural (ejemplo 10 newtons) excepto las que terminan en s, x o z.

En los números, la coma se utiliza solamente para separar la parte entera de la decimal. Para facilitar la lectura, los números pueden estar divididos en grupos de tres cifras (a partir de la coma, si hay alguna) estos grupos no se separan por puntos ni comas. Las separación en grupos no se utiliza para los números de cuatro cifras que designan un año.



## ABREVIATURAS

<b>ADN:</b>	Ácido desoxirribonucleico	<b>LMR:</b>	Límites Máximos de Residuos
<b>APPCC / HACCP:</b>	Análisis de peligros y puntos críticos de control (Hazard Analysis Critical Control Point (por sus siglas en inglés))	<b>MO:</b>	Materia orgánica
<b>ARN:</b>	Ácido ribonucleico	<b>mL:</b>	Mililitro
<b>BP:</b>	<i>Baculovirus penaei</i>	<b>N:</b>	Nitrógeno
<b>BPM:</b>	Manual de buenas prácticas de manejo	<b>NADA:</b>	New Animal Drug Application (proceso para la aprobación de una nueva droga [antimicrobiano] para uso animal, por sus siglas en inglés)
<b>cc:</b>	Centímetro cúbico	<b>NHP:</b>	Hepatopancreatitis necrotizante
<b>CE:</b>	Comunidad Europea	<b>OD:</b>	Oxígeno disuelto
<b>CPLs:</b>	Centros de producción larval	<b>OIE:</b>	Organización Mundial de Sanidad Animal
<b>EMEA:</b>	European Medicines Agency (Agencia Europea de Medicamentos, por sus siglas en inglés)	<b>OIRSA:</b>	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
<b>FAO:</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, por sus siglas en inglés)	<b>OSPESCA:</b>	Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano
<b>FCA:</b>	Factor de conversión alimenticia	<b>P:</b>	Fósforo
<b>FDA:</b>	U.S. Food and Drug Administration (Administración de los Estados Unidos para los Alimentos y Fármacos, por sus siglas en inglés)	<b>PCBs:</b>	Policlorobifenilos o bifenilos policlorados
<b>GAA:</b>	Global Aquaculture Alliance (Alianza Mundial de Acuicultura, por sus siglas en inglés)	<b>PCR:</b>	Polymerase Chain Reaction (Reacción en Cadena de la Polimerasa, por sus siglas en inglés)
<b>IHHNV:</b>	Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis Virus (Virus de la Necrosis Infecciosa Hipodérmica y Hematopoyética, por sus siglas en inglés)	<b>PLs:</b>	Postlarvas
<b>IMNV:</b>	Infectious Myonecrosis Virus (Virus de la Mionecrosis Infecciosa, por sus siglas en inglés)	<b>ppm:</b>	Partes por millón ( $\mu\text{L/L}$ , mg/kg o g/Ton)
<b>INAD:</b>	Investigation New Animal Drug (Nueva Droga para Investigación Animal, por sus siglas en inglés)	<b>PvNV:</b>	<i>Penaeus vannamei</i> nodavirus (nodavirus del <i>Penaeus vannamei</i> , por sus siglas en inglés)
<b>ISO:</b>	International Organization for Standardization (Organización Mundial para la Estandarización, por sus siglas en inglés)	<b>SANCO (DG SANCO):</b>	European Commission's Directorate-General for Health and Consumer (Dirección General de Sanidad y Protección del Consumidor, por sus siglas en inglés)
<b>LC50:</b>	Lethal Concentration 50 (concentración letal media, por sus siglas en inglés)	<b>POES:</b>	Procedimientos Operacionales Estandarizados de Saneamiento
		<b>TSV:</b>	Taura Syndrome Virus (Virus del Síndrome de Taura, por sus siglas en inglés)
		<b>UFC:</b>	Unidades formadoras de colonia
		<b>WSSV:</b>	White Spot Syndrome Virus (Virus del Síndrome de la Mancha Blanca, por sus siglas en inglés)
		<b>YHV:</b>	Yellow Head Virus (Virus de la Cabeza Amarilla)



## GLOSARIO

**Acuicultura:** cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción; por ejemplo: concentrar poblaciones de peces, alimentarlos o protegerlos de los depredadores. La cría supone asimismo tener la propiedad de las poblaciones de peces que se estén cultivando.

**Aforar:** añadir disolvente (agua por ejemplo) a un recipiente que tiene una marca que nos indica el volumen conocido y precisamente medido que cabe en dicho recipiente hasta esa marca.

**Agente patógeno:** ver “Patógeno”

**Aguas servidas:** las aguas servidas o aguas negras son los desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. Llevan disueltas o en suspensión una serie de materias orgánicas e inorgánicas. Proviene de la descarga de sumideros, fregaderos, inodoros, cocinas, lavanderías (detergentes), residuos de origen industrial (aceites, grasas, curtiembres, etc.). Donde existen sistemas de alcantarillado todas confluyen a un sistema colector de aguas cloacales, que debería terminar en una planta de tratamiento.

**Aguas estuarinas:** son aguas de un sistema estuarino producto de la mezcla del agua dulce proveniente de la tierra, con el agua del mar. En las aguas estuarinas se presentan condiciones muy especiales: cuando la marea sube penetra el agua salada y cuando la marea baja sale el agua dulce hacia el mar. Al mezclarse las aguas las condiciones ecológicas cambian radicalmente.

**Albina:** área naturalmente desprovista o con escasa vegetación arbórea, cercana a fuentes de aguas salobres, la cual se inunda periódicamente por influencia del flujo de las mareas. Está conformada por tierras dedicadas a la extracción de sal del agua de mar y utilizadas de igual manera para la cría de camarones. Son salitrosas por efecto de las mareas que las bañan periódicamente (aguajes), planas, con leve pendiente y están en transición entre los manglares, estuarios y tierras dulces.

**Anegar:** inundar con agua o con cualquier otro líquido un objeto o un lugar; ahogar en agua.

**Antimicrobiano:** compuestos químicos o naturales (antibióticos) obtenidos de microorganismos, plantas o por vía sintética, utilizados para matar (bactericidas) o inhibir el crecimiento (bacteriostáticos) de microorganismos como bacterias, hongos y protozoarios. Su uso en acuicultura debe estar sujeto a la susceptibilidad del agente a tratar y a la aprobación que exista para ser utilizado en terapias curativas.

**Antropogénico:** se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles.

**Autoridad competente:** en referencia a la producción de camarón de cultivo, es la entidad gubernamental (oficial) de un país encargada de la regulación, ordenación y control de las actividades relacionadas con todos los aspectos que involucra la actividad camaronera. Por ejemplo, la sanidad acuícola, legalización de la actividad, cuarentena, inocuidad, importaciones, exportaciones y aspectos ambientales relacionados. Según la OIE la Autoridad Competente designa a los Servicios Veterinarios, o cualquier otra Autoridad de un Miembro, que tienen la responsabilidad de poner en práctica o de supervisar la aplicación de las medidas zoonitarias y otras normas recomendadas en el Código Acuático de la OIE y la competencia necesaria para ello.

**Bandejas de alimentación:** accesorio donde se coloca el alimento del camarón evitando que el mismo entre en contacto con el sedimento y permitiendo estimar con mejor resultado el consumo de alimento.

**Buenas prácticas acuícolas:** procedimientos rutinarios y de adopción voluntaria, aplicados en las granjas y cuyo obje-



tivo es alcanzar una producción aceptable en términos de inocuidad, precio y calidad, sin comprometer negativamente el ambiente.

**Biofloc:** comprende un 70-80% de materia orgánica incluyendo a las bacterias heterótrofas, las algas (dinoflagelados y diatomeas), hongos, ciliados, flagelados, rotíferos, nemátodos, metazoarios y detritos orgánicos. Su composición cambia rápidamente y con frecuencia durante el ciclo. Las partículas de “floc” son aglutinadas por material bacteriano rico en enzimas y polisacáridos; su diámetro promedio es de 0.2 mm y se incrementa hasta 2 mm hacia el final del ciclo. Los flocs están compuestos e un 25% a 56% por proteína, 25% a 29% carbón orgánico y tienen altos niveles de aminoácidos.

**Biofiltro:** los biofiltros, también denominados filtros biológicos, son dispositivos que eliminan una amplia gama de compuestos contaminantes desde una corriente de fluido (aire o agua) mediante un proceso biológico.

**Bioseguridad:** según la FAO y la OIE, consiste en el estado ideal en el que se establecen medidas para prevenir la introducción y la propagación de la enfermedad, o el enfoque o los principios utilizados para lograr esta circunstancia. Las medidas de bioseguridad deben ser implementadas para minimizar los riesgos del ingreso de enfermedades a las unidades de producción individual (bioexclusión), así como para evitar los riesgos de transmisión hacia afuera (biocontención) y hacia adelante a través de la cadena del mercado.

**Bajamar:** marea baja, momento opuesto a pleamar, en que el mar alcanza su menor altura.

**Bastidor:** armazón de madera o metal que sirve de soporte a otros elementos.

**Bentónicos:** comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos. El bentos se distingue del plancton y del necton, formados por organismos que habitan en la columna de agua.

**Biodegradable:** se le llama al producto o sustancia que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales. En consecuencia,

todas las sustancias son biodegradables y su diferencia radica en el tiempo que tardan los agentes biológicos en descomponerlas en elementos químicos.

**Biomasa:** materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

**Biota:** conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada; se puede designar al repertorio de especies de un compartimento del ecosistema, como el suelo, la rizósfera o el fondo en un ecosistema acuático.

**Cadena de frío:** es la continuidad de los medios empleados sucesivamente para mantener la temperatura de conservación de los camarones desde la cosecha hasta el consumidor final.

**Cadena trófica:** (del griego throphe: alimentación), es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente. También conocida como cadena alimenticia, es la corriente de energía y nutrientes que se establece entre las distintas especies de un ecosistema en relación con su nutrición.

**Cal:** producto calcáreo de uso acuícola, como el Hidróxido de Calcio, Carbonato de Calcio y Óxido de Calcio.

**Calidad del agua:** es la suma de las características físicas, químicas y biológicas así como de factores bióticos y abióticos, que influyen sobre el uso de un cuerpo de agua en función del desempeño de las especies que en este se mantengan.

**Canibalismo:** conducta que consiste en la práctica de alimentarse de miembros de la propia especie.

Carbonato cálcico o carbonato de calcio: es el producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98.5% de contenido en  $\text{CaCO}_3$ .

**Capacidad de carga:** es el nivel de población que puede soportar un medio ambiente dado, sin sufrir un impacto negativo significativo (número máximo de individuos que puede soportar una superficie). Se determina cuando el



crecimiento de los organismos en cultivo, se detiene debido a un incremento en la densidad de individuos y el alimento disponible es sólo suficiente para mantener una población limitada.

**Choclo:** nombre que se designa al olor o sabor a maíz (choclo) que adquiere el camarón cuando ocurre un incremento significativo en las poblaciones de algas cianófitas, bacterias y hongos en el cultivo. Este mal sabor es producido por desechos metabólicos de las cianófitas *Anabaena* sp. y *Oscillatoria* sp. que liberan toxinas orgánicas como la geosmina (produce sabor a tierra) y el metilisoborneol (MIB) (produce sabor a moho). Se puede utilizar el sulfato de cobre y el diuron (un derivado de la urea) para disminuir la concentración de estas algas.

**Código de conducta para la pesca responsable:** conjunto de principios y normas internacionales de comportamiento, para el sector pesquero y de la acuicultura. El objetivo de este código de aplicación voluntaria, es garantizar la conservación efectiva, la gestión y el fomento de los recursos acuáticos vivos. El Código fue elaborado por la FAO en colaboración con más de 170 de los gobiernos de sus países miembros, organizaciones intergubernamentales, representantes de la industria pesquera y organizaciones no gubernamentales. La ejecución del Código compete a los gobiernos de los países, en cooperación con su industria y comunidades de pescadores; la función de la FAO consiste en proporcionar apoyo para esas actividades.

**Compostaje o “composting”:** es el proceso biológico aeróbico (con alta presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica, mediante el cual los microorganismos actúan rápidamente degradando restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos o rurales, permitiendo obtener “compost” que es un abono excelente para la agricultura.

**Corona del muro:** es la parte superior de la sección transversal del muro de una granja camaronera que permite el paso de vehículos y, en ocasión, es revestida con material selecto (tosca) para facilitar el movimiento permanente de equipo liviano y pesado.

**Crash de algas:** también se le conoce como quiebre de algas o quiebre del fitoplancton y consiste en la muerte masiva y súbita de microalgas en un cuerpo de agua (ej: estanque). Como consecuencia, aumenta la demanda bioquímica de oxígeno (BOD) por la acción de bacterias que degradan las algas muertas y disminuye la producción de oxígeno en este cuerpo de agua por falta de microalgas (fotosintéticas). Este evento puede hacer colapsar peligrosamente a una población en cultivo, debido a la rápida caída de la concentración de oxígeno disuelto y a cambios bruscos en el pH.

**Cuarentena:** medida que consiste en mantener un grupo de animales acuáticos aislados, sin ningún contacto directo o indirecto con otros animales acuáticos, para someterlos a observación durante un período de tiempo determinado y, si es necesario, a pruebas de diagnóstico o a tratamiento, con inclusión del tratamiento también de las aguas efluentes. Código Acuático, OIE 2009.

**Cultivos extensivos:** acuicultura de baja densidad que se practica en pozas o estanques para la subsistencia de los acuicultores; es un sistema de producción artesanal que se caracteriza por cuerpos de agua grandes en los cuales hay un control muy limitado por parte del productor. La infraestructura es deficiente para un adecuado suministro de agua, recambio y cosecha, así como para implementar medidas de bioseguridad o buenas prácticas de manejo. Depende en gran medida de la naturaleza y en la mayoría de los casos los organismos para la producción son silvestres. Los resultados de producción son relativamente deficientes y la productividad primaria y/o la cadena trófica del estanque son la base de la alimentación.

**Cultivos semi-intensivos:** acuicultura que se considera entre los sistemas extensivo e intensivo. Se caracteriza por una infraestructura integrada, que permite la implementación de procesos tecnológicos puntuales que facilitan la operación de producción. Utiliza cargas moderadas de organismos en cuerpos de agua que son controlados parcialmente. El alimento es en parte natural obtenido mediante la fertilización de los cuerpos de agua y en parte alimento suplementario proporcionado por el acuicultor.

**Cultivos intensivos:** sistemas de cultivo de organismos acuáticos que para el caso de camarones utiliza densida-



des altas de siembra (más de 25/m<sup>2</sup>). Exige un especial diseño de la infraestructura (tamaño de estanques y aireación permanente, entre otros), así como grandes medidas de bioseguridad y de manejo altamente tecnificado (manejo de fondos, alimentación, flora microbiana, calidad del agua y control de enfermedades). La alimentación de los camarones depende en su mayor parte de una dieta artificial suministrada por el productor y complementada por alimento natural (flocs).

**Cultivos superintensivos:** sistemas de cultivo de organismos acuáticos con densidades extremadamente altas y grandes medidas de control, con alimento artificial en su totalidad y en muchos casos, con aireadores para mantener mejor control de la concentración de oxígeno disuelto; éstos, deben estar diseñados para soportar la demanda de oxígeno del sistema. A diferencia de los intensivos, los fondos de las unidades de producción son revestidas principalmente por una cubierta plástica.

**Cuerpo de agua:** es una masa o extensión de agua como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra u otro planeta. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como estanques, pero la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada, dulce o salobre.

**Depredador:** organismo que mantiene un tipo de relación interespecífica consistente en la caza y muerte que sufren algunas especies (presa) por parte de especies generalmente de mayor tamaño (depredadores). En el caso de las granjas camaroneras, los depredadores serían las aves, algunos crustáceos, peces y lagartos, entre otros; su presa sería el camarón.

**Desarrollo sostenible:** de acuerdo con la FAO es el manejo y la conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo sostenible (en los sectores agrícola, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

**Desinfección:** reducción, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos, de una cantidad de microorganismos en el medio ambiente, a un nivel que no comprometa la inocuidad ni la aptitud de los alimentos. El objetivo de la desinfección es reducir la cantidad de microorganismos vivos. Para ser efectiva, la desinfección debe ser precedida por una minuciosa limpieza.

**Detritos orgánicos:** restos vegetales y animales en descomposición. Capa de material que se encuentra compuesta de hojas muertas de plantas, alimento que no ha sido consumido, excrementos de camarones o peces, mudas, algas muertas, etc.

**Diádomos:** son peces migratorios que se mueven entre el mar y las aguas dulces. Pueden ser de tres tipos: anádomos (pasan mayormente en el mar pero entran a aguas dulces para reproducirse; ej.: Salmón), catádomos (pasan mayormente en aguas dulces pero van al mar para reproducirse; ej.: Anguila) y anfídomos (se mueven entre el mar y las aguas dulces y viceversa, pero no por causas reproductivas; ej.: Lisas). Los potamódromos son peces migratorios de aguas dulces (ej.: Trucha) y los oceanódromos son peces migratorios en el mar (ej.: Atún).

**Disco Secchi:** es un instrumento estándar utilizado para medir la visibilidad relativa o la profundidad de penetración de la luz en el agua en centímetros. En un canal reservorio o un estanque de cultivo de camarones, permite conocer la turbidez del agua dada por la concentración de sólidos en suspensión, principalmente fitoplancton (microalgas).

**Encalado:** proceso mediante el cual se aplica cal sobre el fondo de un estanque, aunque eventualmente se hace en el agua de estanques llenos a manera de lechada (cal diluida en agua). La aplicación de cal incluye productos a base de Calcio según el propósito, tales como Carbonato (elevar el pH), Hidróxido (bajar la carga de bacterias) y Óxido (bajar carga de bacterias y materia orgánica). Sus nombres comunes son cal agrícola, cal apagada y cal viva, respectivamente).

**Endémicos:** en epidemiología, una endemia (del griego **Ενδημία**, “en una población”) es un proceso patológico que se mantiene a lo largo de mucho tiempo en una pobla-



ción o zona geográfica determinada. Generalmente se trata de patologías infecciosas. La enfermedad se mantiene a lo largo del tiempo en un nivel estable, incluyendo variaciones estacionales. Por tanto, es una enfermedad localizada en un lugar determinado y con un alto número de individuos afectados.

**Enfermedades emergentes:** designa una enfermedad grave recién identificada, de causa determinada o aún indeterminada, que puede ser propagada a y entre poblaciones, por medio del comercio de animales acuáticos y/o productos de animales acuáticos. Código Acuático, OIE 2009.

**Enfermedades transfronterizas:** son aquellas de gran importancia económica y comercial para la seguridad alimentaria en un considerable número de países; se pueden propagar fácilmente a otros países y alcanzar proporciones de epidemia y exigen la cooperación entre naciones para su manejo y control, incluida su exclusión. Anteriormente eran llamadas “enfermedades exóticas”.

**Epibionte:** organismo no parásito que vive por lo menos una fase de su ciclo vital encima de otro de mayor tamaño, al cual generalmente no le causa ningún problema.

**Erradicar:** aplicación de medidas zoonosanitarias para eliminar una plaga de un área de producción dentro de una granja camaronera.

**Estación lluviosa:** invierno; período del año en el que se producen precipitaciones frecuentes, el cielo está comúnmente nublado, la humedad ambiental es elevada y hay poco viento.

**Estación seca:** verano; período del año en el que se producen muy pocas o ninguna precipitación, el cielo está comúnmente despejado (sin nubes), la humedad relativa suele ser baja y se está bajo el efecto de los vientos Alisios (del norte).

**Estanque:** es una de las estructuras que componen una granja acuícola, la cual es diseñada y construida bajo especificaciones técnicas, que permiten el cultivo eficiente de organismos acuáticos. En granjas camaroneras los estanques están conformados por un muro, una meseta, canales de cosecha, estructuras de entrada, de salida y de cosecha.

**Estratificación:** separación del agua contenida en un estanque o un canal reservorio en estratos o capas. Existen dos tipos de gradientes que causan la estratificación: los físicos, producidos por la temperatura y los químicos, producidos por la diferente composición química de las aguas superficiales y profundas.

**Estructura de control:** estructura generalmente de concreto (compuerta o alcantarilla), que permite controlar la entrada de agua mediante filtrado con mallas, así como la salida de la misma a través de tablas reguladoras de paso durante los recambios o la cosecha.

**Estuario:** la palabra estuario vino a nuestro vocabulario del latín, *aestuarium*, que quiere decir un área bajo las influencias de las mareas. Se define como un área de la costa donde el agua dulce proveniente de la tierra, se mezcla con el agua del mar produciendo variaciones amplias en la salinidad con los cambios de marea. El mangle es la especie vegetal que predomina, así como una gran variedad de especies marinas y terrestres adaptadas perfectamente a estos cambios.

**Eutroficación:** enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático. Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de lagos y embalses, que provoca un exceso de fitoplancton.

**Fertilizante:** producto químico que aporta nutrientes a las plantas; puede ser orgánico e inorgánico, natural o sintético y es aplicado al suelo, al follaje de las plantas o en el agua para el caso de cultivos acuícolas. También se le llama abono.

**Filtración:** uso de bolsos de tela o de mallas para retener partículas y organismos durante la fase de llenado de un canal reservorio o un estanque. Así mismo, consiste en el uso de mallas en las estructuras de salida, para evitar la fuga de camarones y el ingreso de organismos foráneos durante las mareas altas.

**Fitoplancton:** en biología marina y limnología, es el nombre dado al conjunto de los organismos acuáticos autótrofos del plancton, que tienen capacidad fotosintética y que viven





dispersos en el agua. El nombre proviene de los términos griegos, **φύτον** (phyton, “planta”) y **πλαγκτος** (“plánktos”, “vagabundo” o “el que va dando tumbos”).

**Flóculos (flocs):** en sistemas de cultivos acuícolas, se pueden definir como aglomeraciones de partículas orgánicas en suspensión, altamente ricas en bacterias heterotróficas y constituidas como una importante fuente de alimento natural para los camarones. Su conformación y flotabilidad, está altamente relacionado con los sistemas de aireación constante instalados en los estanques.

**Finos (alimento):** micro-partículas de alimento peletizado producidas por el roce del alimento durante el empaque, almacenamiento y transporte de los sacos con pellets. Un alimento de buena calidad y sometido a buen manejo, debe llegar a la granja camaronera con nada o muy pocos finos (máximo 5%).

**Hidroestabilidad:** es la propiedad física que tienen los pellets de mantenerse intactos dentro del agua sin perder su forma o estructura. Suele medirse en horas y se evalúa in vitro utilizando un beaker con agua de mar y sin agitación. No debe ser inferior a 2 horas.

**Hidrografía:** estudio de todas las masas de agua de la Tierra y, en sentido más estricto, a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre una carta hidrográfica.

**Hidrología:** ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

**Higiene:** es el conjunto de conocimientos y técnicas que deben aplicar los individuos para el control de los factores que pueden ejercer efectos nocivos sobre su salud. La higiene personal es el concepto básico del aseo, limpieza y cuidado del propio cuerpo.

**Hipoxia:** condición de un organismo viviente o de una parte de este, en la cual hay privación de un suministro adecuado de oxígeno.

**Infiltración:** en hidrología hace referencia a la penetración del agua en el suelo y está sujeta en el caso de las granjas camaroneras al grado de compactación de los muros y a la porosidad del mismo suelo.

**Inocuidad alimentaria:** consideraciones y procesos de producción que buscan garantizar que el consumo de los alimentos no cause daño en la salud de los consumidores.

**Inocuo:** se refiere a aquello que no hace daño o no causa actividad negativa a la salud humana, animal o vegetal.

**Lejía:** solución de hidróxido sódico o potásico de gran poder desinfectante y blanqueador. Consiste en una disolución acuosa de hipoclorito de metales alcalinos (litio, sodio, potasio, etc.); a principios del siglo XX se usó masivamente con los nombres de Licor de Dakin y Agua de Labarraque; su empleo en soluciones diluidas se recomienda para el agua de bebida y para prevenir infecciones.

**Limnología:** es la rama de la ecología que estudia los ecosistemas acuáticos continentales (lagos, lagunas, ríos, charcas, marismas y estuarios), las interacciones entre los organismos acuáticos y su ambiente, que determinan su distribución y abundancia en dichos ecosistemas.

**Liner:** anglicismo que hace referencia a una membrana plástica de espesor variable, utilizada en acuicultura para cubrir el fondo y la parte interior de los muros, en estanques de cultivo de organismos acuáticos. Los liners tienen el objetivo de evitar la infiltración del agua y/o de aislar los organismos en cultivo, del sedimento del fondo del estanque.

**Maduración del agua:** período de tiempo que se deja un cuerpo de agua (reservorio o estanque) antes de la siembra de camarones (postlarvas o juveniles) para cultivo, durante el cual se promueve el crecimiento de fitoplancton y zooplancton mediante la fertilización con productos químicos ambientalmente aceptables.

**Microalgas:** algas acuáticas unicelulares, fitoplancton.

**Medidas zoonositarias:** cualquier legislación, reglamento o procedimiento oficial que tenga el propósito de prevenir la introducción y/o dispersión de plagas en una granja camaronera o en un área particular de la misma, o de limitar las repercusiones económicas de las plagas en el proceso de producción.



**Melaza:** producto derivado del procesamiento de la Caña de Azúcar, de coloración oscura, textura espesa y rico en diferentes azúcares. Se utiliza en acuicultura como fuente de Carbono para bacterias y microalgas de la columna de agua, favoreciendo el crecimiento de microorganismos que utilizan el azúcar como fuente de energía.

**Metabolismo:** consiste en todas las reacciones físicas y químicas de los nutrientes/substratos absorbidos por los organismos vivos, las cuales tienen lugar en las células con el fin de obtener los componentes necesarios para el mantenimiento de la vida.

**Metabolito:** sustancia producida por un organismo vivo como resultado de su metabolismo. Puede ser dañina para otros seres y, en el caso de los camarones, puede afectar su salud o la calidad del producto al momento de la cosecha como en el caso de los producidos por ciertas microalgas (ej.: Anabaena).

**Movimiento browniano:** movimiento aleatorio rápido y de oscilación de las partículas más pequeñas suspendidas en un líquido, sin cambio en la posición respectiva de las mismas. Movimiento molecular. Recibe su nombre en honor a Robert Brown quien lo describió en 1827.

**Necton:** se aplica al conjunto de los organismos marinos y dulceacuícolas que nadan activamente en las áreas acuáticas con influencia de la luz solar directa. El concepto contrasta con otros alternativos como plancton (organismos que viven en suspensión y se trasladan pasivamente), bentos (organismos que viven en el fondo, ya sean móviles o inmóviles), o pneuston (organismos que viven en la interfase agua/aire).

**Nivel de operación:** es la profundidad adecuada que debe mantener un estanque para garantizar una correcta operación del cultivo. En estanques con meseta, el nivel de las partes menos profundas deben ser de 1.0 m a 1.2 m.

**Nivel trófico:** en ecología hace referencia a cada uno de los conjuntos de especies o de organismos de un ecosistema, que coinciden por el turno que ocupan en la circulación de energía y nutrientes, es decir, a los que ocupan un lugar equivalente en la cadena trófica (cadena alimenticia).

**Overol:** del Inglés overall. Conocido también como mono, braga o mameluco; es una prenda de faena de una sola pieza que suele ponerse sobre la ropa corriente para protegerla.

**Palatabilidad:** conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo sea más o menos placentero al comerlo.

**Patógeno:** microorganismo capaz de producir enfermedad en personas, animales o plantas. Incluye principalmente a virus, bacterias, hongos y protozoarios.

**Pediluvio:** baño de pies tomado con fines desinfectantes. Consiste en una bandeja, recipiente o foso lleno de una solución desinfectante que se pone a la entrada de la granja, para que los visitantes desinfecten su calzado antes de ingresar.

**Pellet:** es una denominación genérica del idioma inglés, utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido. El término es utilizado en acuicultura para referirse a alimento procesado y listo para ser suministrado a los animales en cultivo (producto terminado).

**Peletizado:** proceso mediante el cual las materias primas son finamente divididas -algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar-, transformándolas en partículas más grandes y de naturaleza estable gracias a la aplicación de calor, humedad y presión mecánica, dando como resultado la formación de pellets.

**Peligro:** agente biológico, químico o físico que pueda comprometer la inocuidad alimentaria y/o la salud de los camarones.

**Período de transición:** meses del año en los cuales se pasa de estación seca a estación lluviosa o viceversa, sin que se tengan patrones climáticos definidos y estables.

**Pesca:** la FAO designa con este término la obtención de tres tipos de especies acuáticas: peces, crustáceos y moluscos. Esta puede conseguirse mediante captura por métodos artesanales o industriales.

**Pirita férrica:** también conocida como Pirita de hierro, consiste en el sulfuro de hierro ( $\text{FeS}_2$ ) que aparece con relativa



frecuencia en la naturaleza sólo o mezclado con otros minerales.

**Plaga:** cualquier especie, raza o biotipo animal, o agente patógeno dañino para el hombre, los insumos de la granja, el agua de consumo y de producción y, para el mismo camarón de cultivo (ej.: roedores, aves, insectos y especies acuáticas [peces y crustáceos]).

**Plan de bioseguridad:** designa un plan en el que se identifican las vías más probables de introducción y propagación de las enfermedades en una zona o un compartimento y se describen las medidas que se aplican o se aplicarán para reducir los riesgos de introducirlas y propagarlas.

**Plan de contingencia:** proceso de planificación avanzado ante una situación incierta, en el que se deciden escenarios y objetivos, se definen las acciones directivas y técnicas y se estructuran los posibles sistemas de respuesta con el fin de prevenir o responder mejor a una emergencia.

**Plan de emergencia:** designa un plan de trabajo documentado y destinado a garantizar la ejecución de las acciones, el cumplimiento de los requisitos y la disponibilidad de los recursos que requiere la erradicación o el control de brotes de determinadas enfermedades de los animales acuáticos.

**Pleamar:** o Marea Alta, momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas. El tiempo aproximado entre una pleamar y la bajamar es de 6 horas 12 minutos, completando un ciclo de 24 horas 50 minutos.

**Prebióticos:** a diferencia de los probióticos (compuestos de microorganismos vivos), son generalmente hidratos de carbono no digeribles, que estimulan el crecimiento y la actividad de bacterias beneficiosas.

**Principio activo:** es el ingrediente activo del cual está compuesto un producto con acción terapéutica, farmacológica o química; también se le conoce como “nombre genérico” de un producto y puede ser extraído de organismos vivos o sintetizado artificialmente.

**Probióticos:** son microorganismos vivos que se adicionan a un alimento que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos.

**Profiláctico:** proceso o producto que sirve para prevenir y proteger un individuo o una población del embate de una enfermedad.

**Prueba de estrés:** evaluación física que permite obtener una medida de la calidad de las postlarvas de un lote (tanque, embarque) y consiste en someterlas a cambios drásticos de temperatura y/o salinidad, para medir luego su supervivencia y condiciones físicas (nado, actividad, reflejos).

**Rastreabilidad (trazabilidad):** es una herramienta utilizada para rastrear el origen del producto y sus insumos dentro de la cadena de abastecimiento de alimentos, ya que permite identificar y registrar cada producto desde su origen hasta el final de la cadena de comercialización.

**Reciclar:** actividad que desarrollan muchas empresas y personas, consiste en rescatar la basura para volverla a procesar y que sea utilizada nuevamente.

**Registro:** documento que presenta los resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

**Reusar:** tratar de dar algún uso a la basura antes de tirarla; por ejemplo, forrar las cajas, frascos o latas y usarlas para guardar artículos.

**Ría:** forma que puede adoptar la desembocadura de un río, formando un valle costero sumergido o estuario que ha sido anegado por el mar y por una elevación de su nivel. Como consecuencia, se obtiene un brazo de mar que se interna en la costa, coincidiendo con la desembocadura de un río, que está regido también por las subidas y bajadas de las mareas. Término utilizado en Europa.

**Riesgo:** probabilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de dicho efecto, como consecuencia de un peligro potencial que se puede poner de manifiesto.

**Rodiluvio:** baño de llantas para vehículos utilizado para la desinfección de las superficies rodantes expuestas. Consiste en un foso (vado, surco, batea) generalmente ubicado en los lugares de acceso a una granja y que contiene una solución desinfectante para limpiar y desinfectar las ruedas de los vehículos.



**Rotovator:** apero agrícola para la labranza del suelo, que consiste en un arado rotativo con un eje de cuchillas de forma variable, que al girar remueven y desmenuzan la tierra.

**Rotulación:** consiste en toda inscripción, leyenda o disposición que se imprima, adhiera o grabe a un producto o a su envase, envoltura o embalaje y que identifique al mismo de acuerdo con las normas nacionales e internacionales.

**Roturación:** acción de labrar (arar) la superficie del terreno con una profundidad no superior a unos 30 centímetros. Con esta tarea se consigue oxigenar el terreno y se permite la incorporación de elementos agregados al suelo por acción humana o natural.

**Secchi:** ver definición en “Disco Secchi”

**Sección hidráulica:** dimensiones que debe tener un canal reservorio, drenaje o cualquier otra estructura utilizada para conducción de agua en una granja, basadas en un cálculo del volumen hídrico requerido. La hidráulica es la rama de la física e ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. La sección hidráulica óptima es aquella que para una sección, coeficiente de rugosidad y pendiente, conduce un caudal máximo de agua; la sección óptima tiene menor perímetro mojado, aunque hidráulicamente “óptima” no significa que sea necesariamente la mejor en términos económicos (excavación, canales, etc).

**Seguridad alimentaria:** la FAO define la seguridad alimentaria como el acceso material y económico de todos los miembros de la población en todo momento, a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y llevar una vida activa y sana.

**Semolina:** viene de sémola que es la harina gruesa (poco molida) que procede del trigo y de otros cereales

**Sostenibilidad:** se refiere al uso de tecnologías y servicios adecuados a las condiciones del ambiente y a la prevención de los impactos negativos, sean ellos sociales, económicos o ambientales, buscando la eficiencia en la producción de alimentos y la conservación de recursos naturales. Puede ser viable con la obtención de elevados niveles de productividad, tornándose necesario desarrollar e incorporar más tecnología.

**Suelos orgánicos:** Los suelos orgánicos son aquellos que contienen más de 10% de material orgánico. Los terraplenes no son estables si están hechos de material orgánico porque la materia orgánica se descompone cuando se expone al aire. Por la descomposición bacteriana de materia orgánica, las tierras orgánicas también conllevan a bajas concentraciones de oxígeno disuelto en la interfase suelo-agua

**Talud del muro:** corresponde a la pendiente de la sección transversal del muro. Generalmente se recomienda una relación de 2.5:1 hasta 3.5:1; para evitar que el muro sea erosionado por el oleaje o escorrentías de las lluvias.

**Tarrina:** envase pequeño con tapa usado para alimentos que deben conservarse en frío

**TCBS:** agar selectivo principalmente (pero no exclusivamente) para especies bacterianas del género *Vibrio*, constituido por Tiosulfato, Citrato, Bilis (sales biliares) y Sacarosa.

**Textura:** se refiere a la composición granulométrica del suelo, en función de la proporción (%) de arena, limo y arcilla que contenga.

**Tiempo de retiro:** días que se deben esperar entre el momento de suspender un fármaco utilizado en animales para consumo humano y el momento del sacrificio de los mismos. Respetar este tiempo de retiro, permitirá que los animales sacrificados no lleven residuos del fármaco y que mantengan los estándares de seguridad alimentaria.

**Vacío sanitario:** interrupción de la producción camaroneera después de cada ciclo de cultivo, para dejar reposar el ambiente y conseguir un secado (total o parcial) de los estanques, cortar el ciclo de las enfermedades y tener tiempo para realizar mejoras o reparaciones de la infraestructura de producción de la granja camaroneera.

**Vector mecánico:** cualquier elemento móvil como personas, animales, vehículos o equipos, en donde puede adherirse un agente patógeno y ser transportado de un lugar a otro, contaminando instalaciones que se encontraban libres de dicha infección.







**CONVENIO ENTRE LA  
ORGANIZACIÓN DEL SECTOR PESQUERO Y ACUÍCOLA DEL ISTMO CENTROAMERICANO  
(OSPESCA)  
Y EL  
ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA  
(OIRSA)**



**Oficina en SICA**

**Bld. Orden de Malta No. 470, Urb. Santa Elena  
Antiguo Cuscatlán, El Salvador, C.A.**

**Tel.: (503) 2248-8800**

**Fax: (503) 2248-8899**

**Correo Electrónico: [info.ospesca@sica.int](mailto:info.ospesca@sica.int)**

**Sitio web: [www.sica.int/ospesca](http://www.sica.int/ospesca)**



**Oficina en OIRSA**

**Calle Ramón Beloso, final pasaje Isolde, Col.  
Escalón, San Salvador, El Salvador, C.A.**

**Tel.: (503) 2209-9200**

**Fax: (503) 2263-1128**

**Correo Electrónico: [oirsa@oirsa.org](mailto:oirsa@oirsa.org)**

**Sitio web: [www.oirsa.org](http://www.oirsa.org)**