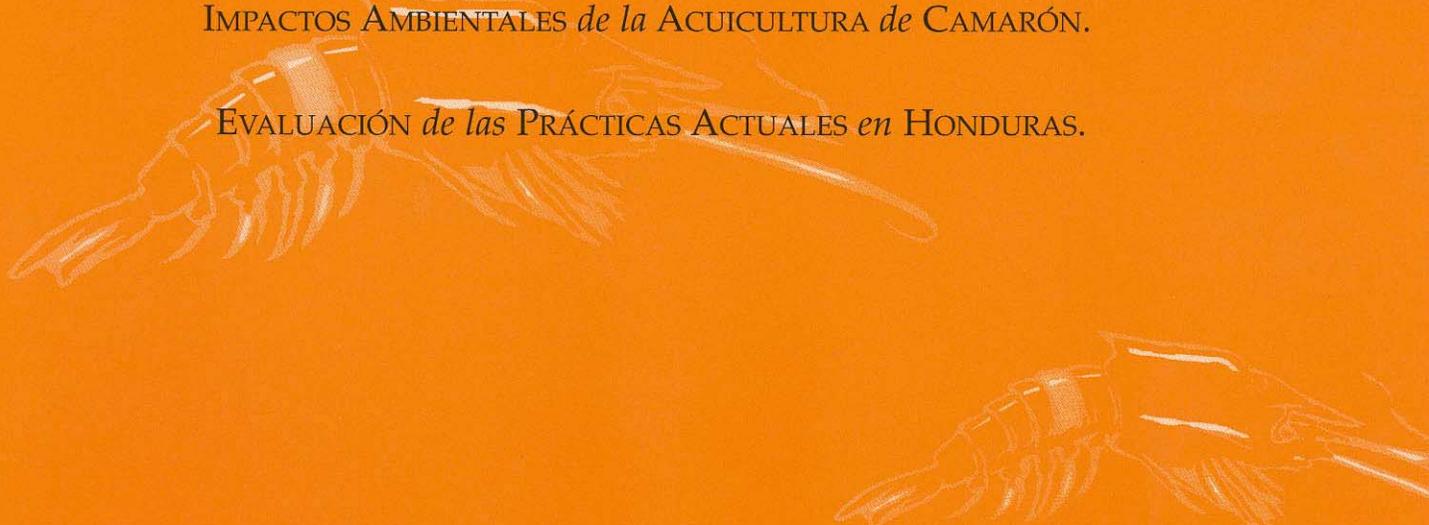


BUENAS PRÁCTICAS *de MANEJO en el* CULTIVO *de CAMARÓN* *en HONDURAS*

UNA GUÍA *para* INCREMENTAR *la* EFICIENCIA *y* REDUCIR *los*
IMPACTOS AMBIENTALES *de la* ACUICULTURA *de* CAMARÓN.

EVALUACIÓN *de las* PRÁCTICAS ACTUALES *en* HONDURAS.



COASTAL RESOURCES CENTER

University of Rhode Island

BUENAS PRÁCTICAS *de* MANEJO *en el* CULTIVO *de* CAMARÓN *en* HONDURAS

UNA GUÍA *para* INCREMENTAR *la* EFICIENCIA *y* REDUCIR LOS
IMPACTOS AMBIENTALES *de la* ACUICULTURA *de* CAMARÓN.

EVALUACIÓN *de las* PRÁCTICAS ACTUALES *en* HONDURAS.

Preparado por
María C. Haws, Claude E. Boyd y Bartholomew W. Green

Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH).
Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island.
Universidad Auburn, Departamento de Pesquerías y Acuicultura.

Marzo del 2001

INDICE

Prefacio	1
1.0 Razones para el desarrollo de BPM	3
2.0 Características de las BPM	5
3.0 Quiénes se pueden beneficiar de las BPM	8
4.0 Metodología usada en el desarrollo de la Guía de BPM	9
5.0 Alcance e intención de las BPM	11
6.0 Características de la industria de camarón en Honduras	13
7.0 Selección del sitio para ubicar las camaroneras	17
7.1 Topografía	18
7.2 Hidrología e Hidrografía	19
7.3 Características del suelo	20
7.4 Consideraciones de infraestructura y operación	21
8.0 Diseño y Construcción de la Camaronera	23
8.1 Diseño General	23
8.2 Estaciones de bombeo	24
8.3 Canales de abastecimiento de agua	25
8.4 Construcción de estanques y bordos	27
8.5 Canales de descarga y alimentación	32
9.0 Operación de la granja	34
9.1 Fuente de postlarvas	34
9.2 Preparación de estanques	39
9.3 Densidad de siembra	39
9.4 Alimentos y manejo de alimento	40
9.5 Fertilización y manejo de fitoplancton	47

9.6 Recambio de agua y suministro de agua dulce _____	50
9.7 Manejo de oxígeno disuelto _____	56
9.8 Encalado _____	57
9.9 Manejo de la salud del camarón _____	59
9.10 Agentes químicos y biológicos _____	66
9.11 Manejo del fondo y del sedimento del estanque _____	67
9.12 Control de depredadores _____	68
9.13 Manejo de efluentes _____	68
9.14 Monitoreo de la calidad del agua _____	72
10.0 Toma de decisiones y manejo de operaciones _____	74
11.0 Efectos de un desastre natural (Huracán Mitch) en el manejo de las camaroneras _____	76
12.0 Conclusiones y recomendaciones _____	78
12.1 Recomendaciones específicas _____	79
13.0 Nota para los lectores y agradecimientos _____	87
Apéndice A	
Materiales y métodos de la encuesta de campo para evaluar el nivel de adopción de las BPM _____	88
Apéndice B	
Resumen de los resultados de la encuesta de campo para evaluar el nivel de adopción de las BPM _____	90
Referencias _____	92

RESUMEN

Esta Guía presenta una serie de prácticas que pueden ser utilizadas para mejorar la eficiencia y reducir los impactos ambientales negativos del cultivo de camarón. Se denominan Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y no Mejores Prácticas de Manejo (MPM), porque las mejores formas de reducir los impactos ambientales en el cultivo de camarón están en desarrollo. Estas prácticas fueron desarrolladas específicamente para el cultivo de camarón en América Latina y representan un esfuerzo para avanzar desde los Códigos Genéricos de Prácticas preparados a nivel internacional, a prácticas aplicables a industrias regionales específicas.

Las BPM recomendadas, se desarrollaron mediante un proceso participativo y con la asistencia de la Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH). Muchas de las prácticas son aplicables al cultivo de camarón en cualquier parte del mundo y a cualquier otro tipo de acuicultura en estanques.

Son previsibles y deseables posteriores modificaciones y refinamientos de las BPM como resultado de la colaboración continua entre los productores de camarón y los investigadores acuícolas. Se llevó a cabo una encuesta de campo para evaluar el grado de adopción, por los productores Hondureños de camarón, de algunas BPM seleccionadas por considerarse las más críticas, incluyendo las prácticas de manejo en alimentación, fertilización y salud del camarón.

Los resultados de la encuesta indicaron que la adopción de estas prácticas es de alrededor del 70%. En el proceso de conducción de la encuesta de campo, se detectaron algunas zonas donde se requieren mejoras; esta información puede ser usada para guiar las prioridades de investigación, entrenamiento y extensión.

PREFACIO

Esta Guía propone algunas prácticas para mejorar la eficiencia y reducir los impactos ambientales del cultivo de camarón. Es una Guía sobre Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y no sobre las Mejores Prácticas de Manejo (MPM), porque las mejores formas de reducir los impactos ambientales en el cultivo de camarón están aún en desarrollo. Las prácticas fueron desarrolladas específicamente para el cultivo de camarón en Honduras, aunque la mayoría podría aplicarse en los otros países de América Latina. El desarrollo de esta Guía representa un esfuerzo para avanzar desde los códigos genéricos de prácticas preparados a nivel internacional, hacia prácticas aplicables a industrias regionales específicas.

La propuesta proviene de un consenso procesado durante dos años que algunos científicos, miembros representativos de la industria en Honduras y administradores ambientales lograron, sobre lo que bajo las circunstancias actuales constituye una buena práctica de manejo que podría ser implementada por

productores. Antes de la escritura de esta Guía, se llevó a cabo una encuesta de campo para evaluar el grado de adopción, por los productores Hondureños de camarón, de algunas BPM seleccionadas por considerarse las más críticas, incluyendo las prácticas de manejo en alimentación, fertilización y salud del camarón. Los resultados de la encuesta indicaron que la adopción de tales prácticas fue de alrededor del 70%. Durante la encuesta de campo se detectaron ciertas zonas donde se requiere de mejoras; las recomendaciones sobre investigación, capacitación y extensión, para esas zonas, se presentan en este documento.

Los éxitos tempranos de este esfuerzo han animado a iniciar varios proyectos y actividades en América Central y México que construyeron directamente sobre el trabajo y las conclusiones descritas en este reporte. Estas actividades están siendo auspiciadas por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID),

el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y la Fundación David y Lucile Packard.

Este reporte fue preparado en colaboración con la Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH) y con fondos de ANDAH y de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Oficina Regional del Desarrollo Sostenible, División para Latinoamérica y el Caribe. El Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island (CRC-URI), proveyó el liderazgo total para el esfuerzo. El CRC está dedicado al manejo de los ecosistemas costeros en todo el mundo. A través de un acuerdo de cooperación con USAID, el CRC ha sido líder de una serie de actividades de investigación aplicadas al desarrollo de métodos y estrategias para realzar la sostenibilidad ambiental y económica del cultivo de camarón. El Departamento de Pesquerías y Acuicultura de la Universidad de Auburn (Department of Fisheries and Allied

Aquacultures), está dedicado al desarrollo sostenible de la acuicultura y las pesquerías, y tiene programas de investigación en los Estados Unidos y otros países.

Los autores son: la Dra. María C. Haws, Universidad de Hawai en Hilo, el Dr. Claude E. Boyd y el Dr. Bartholomew W. Green del Centro Internacional para ambientes Acuícolas y Acuáticos (International Center for Aquaculture and Aquatic Environments), del Departamento de Pesquerías y Acuicultura de la Universidad de Auburn. Un equipo de expertos internacionales revisaron y proveyeron comentarios sobre el contenido de borradores y versiones iniciales. El apoyo financiero para esta publicación fue dado en parte por la Universidad de Auburn.

RAZONES *para el* DESARROLLO *de* BPM

Como otras formas de acuicultura, la del camarón tiene un brillante futuro. La acuicultura de camarón ha crecido rápidamente, desde representar menos del 10% de la producción mundial total de camarones en 1984, a casi un 25% a partir de 1990 (FAO, 1996). Debido a que la demanda por productos pesqueros continúa ascendiendo mientras disminuye la población natural de peces, se ha creado un nicho creciente para la acuicultura. La producción de camarón se ha convertido en una nueva e importante industria exportadora en los países Latinoamericanos, con efectos significativos en el uso de recursos naturales, en las economías locales y regionales, y en las comunidades adyacentes a las áreas de la industria. Conforme la acuicultura de camarón continúe creciendo y presionando los recursos costeros, la sostenibilidad de esa industria dependerá cada vez más del éxito que logre en minimizar los impactos, maximizar los beneficios, y mantener la base de recursos naturales que la hacen posible.

La regulación racional de la acuicultura no puede llevarse a cabo sin un fundamento científico sólido. Entre las precondiciones necesarias para una acuicultura sostenible están: políticas adecuadas, legislación fun-

cional, y estándares ambientales apropiados. En muchos países, puede no haber guías para el manejo ambiental ni legislación para hacerlo posible. En otros casos, los lineamientos de política y la legislación existentes pueden no ser enteramente aplicables a las formas específicas de la acuicultura, o pueden no ser adecuadas la capacidad financiera e institucional para implementar las iniciativas de manejo ambiental efectivo. Incluso puede ocurrir que un bien concebido e implementado planteamiento normativo puede ser inadecuado para la tarea de asegurar una acuicultura sostenible.

La acuicultura de camarón toma muchas formas y cada una puede ser practicada de varias maneras. Las decisiones que afectan al ambiente y a la productividad son tomadas día a día por individuos con un amplio rango de capacidades técnicas. La diversidad y complejidad de esta actividad hace difícil desarrollar una normativa que sea a la vez suficientemente extensa y flexible como para que los productores puedan adaptarse a las circunstancias cambiantes y mantener la habilidad de innovación.

Sea o no efectiva la normativa, los productores (siendo los responsables del manejo diario de las operaciones de acuicultura) juegan un papel muy importante en la formulación e implementación de las mejores prácticas

1.0

disponibles. Estas limitaciones hacen pensar que promulgar y poner en práctica en un futuro inmediato un juego de regulaciones razonables y prácticas para gobernar el desarrollo de la acuicultura de camarón, será difícil en muchos países.

Un enfoque más rápido para cimentar el desarrollo futuro de iniciativas ambientales con bases científicas sólidas, es la formulación y prueba de buenas prácticas por productores, investigadores y administradores ambientales, para ser usadas por los productores. La autoregulación, fundada en una sólida capacidad técnica de los productores, puede hacer que la acuicultura de camarón, o cualquier tipo de acuicultura, sea más

responsable ambientalmente. Esto ocurrirá sin la necesidad de regulación gubernamental, si los productores se convencen de que existen incentivos para hacerlo así.

Por otra parte, la industria del camarón no está aislada. Otras industrias impactan el ambiente y pueden afectar las operaciones del cultivo de camarón, que para ser operaciones exitosas dependen del mantenimiento de la calidad ambiental. Así, mientras el desarrollo de Buenas Prácticas de Manejo es un paso positivo hacia adelante, otras industrias que ocupen el mismo ecosistema requieren de autoregulaciones similares, para que la protección ambiental sea efectiva.

CARACTERÍSTICAS *de las* BPM

La experiencia práctica y la investigación científica han progresado en muchos frentes y proveen de una base suficiente para el desarrollo de BPM en el cultivo de camarón.

Phillips (1995), Boyd y Tucker (1998) y Boyd (1997a) discutieron métodos generales para reducir los impactos ambientales de la acuicultura en estanques. Brunson (1997) preparó un código de prácticas para criar bagre en canales, que es aplicable en algunos aspectos al cultivo de camarón. Boyd y Queiroz (1997) discutieron el manejo de los efluentes de agua de estanques de acuicultura. Tookwinas (1996) considera formas de aminorar el impacto ambiental de granjas camaroneras intensivas en Tailandia. La Asociación de Naciones Asiáticas del Sureste (Association of Southeast Asian Nations, 1997) preparó un manual para la homogenización de buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón. Donovan (1997) preparó un “Código de Prácticas Ambientales” para granjeros de camarón de Australia. Dixon (1997) presentó un código de prácticas ambientales para la industria de cultivo de camarón en Belice. Boyd et al. (1998a) discutieron las variables que deberán ser consideradas para desarrollar una acuicultura más

amigable con el ambiente. Boyd y Massaut (1998) discuten el papel que juegan los suelos en la selección del sitio, en la construcción y operación de las granjas de acuicultura.

Varias organizaciones han tomado también a su cargo el desarrollo de códigos voluntarios de prácticas o guías. Un nuevo grupo de industriales de camarón, Alianza Global de Acuicultura (Global Aquaculture Alliance, GAA), ha preparado un código general de prácticas para las granjas de camarón (Boyd 1998). La GAA planea mejorar continuamente este código de prácticas conforme la tecnología avance y fomentar en otros grupos el uso del código general de prácticas como base para elaborar códigos de práctica más específicos. La FAO patrocinó, en 1997, la elaboración de códigos de prácticas voluntarias “Consulta Técnica sobre políticas para un cultivo de camarón sostenible, FAO Bangkok” (Bangkok FAO Technical Consultation on Policies for Sustainable Shrimp Culture) en donde se resaltan una serie de consideraciones para trabajar hacia la sostenibilidad a nivel estatal (FAO, 1997). Dos organizaciones no gubernamentales, la Red de Acción del Camarón Industrial (Industrial Shrimp Action Network) y el Fondo para la Defensa del Ambiente (Environmental Defense Fund), también produjeron versiones de BPM en 1998.

2.0

En resumen, hay amplio interés en códigos de prácticas para minimizar el impacto potencial de las granjas de camarón. Los códigos mencionados son usualmente similares en sus objetivos, aunque difieren en su especificación y alcance. Estos códigos intentan definir características de prácticas sostenibles y plantean objetivos a ser cumplidos. Comúnmente, los métodos para cumplir estos objetivos están definidos de modo genérico, y la generalidad de sus recomendaciones es apropiada.

La meta de esta iniciativa es construir sobre la base científica actual y sobre los esfuerzos pioneros en manejo ambiental, (identificando las mejores técnicas existentes y las estrategias para cumplir los objetivos especificados en los diferentes códigos de prácticas). Reconociendo que la industria del camarón en Latinoamérica y el Caribe, difiere en forma importante de otras industrias regionales, se hace un esfuerzo para seleccionar métodos y estrategias que sean específicos y apropiados para la industria en esta región.

El nivel de detalle para cada tópico cubierto variará de acuerdo con el estado actual del conocimiento y con las técnicas disponibles. Por ejemplo, las guías para la construcción de estanques son mucho más específicas que las de alimentación y fertilización por dos razones: la construcción de estanques tiene

una larga historia y sus prácticas están más cercanas a la optimización que las relacionadas con proveer buena nutrición al camarón; también es menos probable que la construcción se vea afectada que la nutrición, por las complejas interacciones ambientales. El grado de especificación que es posible definir para cada tópico, es un indicador de cuales áreas en el campo requieren más pruebas y refinamiento, o cuál necesita más flexibilidad. Es claro que un mejoramiento importante en las prácticas de alimentación y de fertilización será posibilitado por investigaciones posteriores.

Hay que anotar también que hay un alto grado de variabilidad entre las granjas camaroneras, (ecosistemas donde están localizadas, fuentes de agua, variaciones estacionales) que afectarán la naturaleza y el desarrollo de BMP. La consideración de esta variabilidad es importante en la determinación de la especificidad de las BPM.

Los métodos y estrategias incluidos en esta Guía se denominan “Buenas Prácticas de Manejo” (BPM), en reconocimiento de que la industria está en desarrollo constante y mejorando su capacidad técnica, así que el uso de los términos “Mejores Prácticas de Manejo o BPM” a menudo usados en Manejo Ambiental, no son enteramente adecuados. Nuevos y mejores métodos estarán

disponibles a medida que el conocimiento y la práctica avancen. Por otra parte, también hay que reconocer que en algunos casos puede existir mejor tecnología para resolver algunos problemas, pero que su uso puede no ser factible por una variedad de razones.

Las BPM no deben ser vistas como procedimientos cuantitativos, estáticos, que pueden ser codificados como una regulación permanente. Aparte del hecho de que se desarrollarán mejores métodos en el futuro, inclusive dentro del contexto actual, el buen manejo de

las granjas camaroneras requiere un grado de flexibilidad y buen juicio de parte del administrador, para reaccionar adecuadamente frente a los cambios ambientales, económicos y sociales. Las BPM tienen la intención de guiar, y no de restringir arbitrariamente a los administradores de granjas.

El atractivo de las BP propuestas descansa en su naturaleza voluntaria. Como prácticas voluntarias, pueden ser continuamente probadas y modificadas por los investigadores y productores.

3.0 QUIÉNES SE PUEDEN BENEFICIAR *de las* BPM

Los beneficios son de diverso tipo, y los productores de camarón son los mayores beneficiarios.

El desarrollo de las BPM provee a los líderes de la industria de un proceso y de un mecanismo de decisiones enfocado en el desarrollo de los mejores usos de los recursos naturales que son precondition para la sostenibilidad de su industria.

Todas las industrias son heterogéneas en la habilidad de cada productor para identificar y afinar las buenas prácticas del negocio, y todas las industrias tienen también unos cuantos individuos innovadores que guían al resto. Promover las BPM en cada región, está en el interés de los productores progresistas, porque la calidad del ambiente local está sujeta a las presiones ejercidas por todos los usuarios. El empleo de buenas prácticas demuestra responsabilidad de la industria y enaltece su imagen en el mercado.

La implementación de BPM produce incentivos económicos. La mayoría de las BPM aumentan la eficiencia productiva y reducen los impactos potenciales. Adicionalmente, los productores y otros usuarios pueden concebir las BPM como una guía para establecer crite-

rios de *certificación* y diferenciación del producto y mejorar sus ventajas en el mercado.

Los investigadores y extensionistas pueden usar las BPM para guiar sus esfuerzos de investigación, y para enfocar la asistencia técnica. La existencia de un conjunto de BPM reconocidas como tales provee una base común para discusión y colaboración entre la industria y los especialistas, colaboración particularmente útil porque la mejora de algunas prácticas específicas requiere de investigación y desarrollo continuos.

Los administradores de recursos se pueden beneficiar con las BPM que ayudan a identificar medios prácticos para mantener la calidad ambiental. Por ejemplo, las relativas a la buena práctica de construcción y localización de camaroneras, pueden proveer una base sólida para mejorar la clasificación del uso del suelo y su zonificación. Las BPM pueden ayudar a crear conciencia sobre la complejidad de la industria y proveer un mejor entendimiento técnico de este campo para que los encargados de los recursos puedan formular regulaciones y políticas sensatas.

Los nuevos productores (o las industrias en otros países), pueden desarrollar sus versiones específicas de BPM, usando el modelo hondureño descrito a continuación.

METODOLOGÍA USADA *en el* DESARROLLO *de* BPM

Colaboración para el desarrollo de BPM

La iniciativa para las BPM se fundó en trabajos de investigadores individuales y organizaciones que desarrollaron códigos voluntarios de prácticas, usándolos como un marco conceptual para guiar la elaboración de lineamientos más específicos y factibles de ser implementados. La estrategia empleada en este trabajo, ha sido la identificación y valoración de medios tangibles para avanzar del concepto a la práctica. Este esfuerzo servirá como un paradigma para desarrollar formas en las que administradores costeros, investigadores e industriales, trabajen juntos y compartan sus conocimientos y experiencia para promover la implementación de buenas prácticas. El primer paso en este proceso es: llegar a un mutuo entendimiento y consenso de lo que son las BPM y sus métodos, basándose en el mejor conocimiento técnico y científico que esté a la mano.

La metodología usada en este proyecto fue puesta a consideración de los usuarios para su consulta y colaboración. El primer paso fue desarrollar un juego preliminar de BPM, que sirviera como un punto de partida para discusión y análisis y que representara el mejor juicio de especialistas técnicos, científicos de la academia e industriales. La primera versión de BPM fue preparada por Claude E. Boyd (Universidad Auburn), con amplia experiencia

en acuicultura del camarón, calidad del agua y química de sedimentos, y quien ha sido líder en la preparación de otros códigos de prácticas voluntarias. Fue asistido por los administradores costeros James Tobey (Economista) y Maria Haws (Ecóloga) del Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island. Un proceso de consulta preliminar empezó con la Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH), con ayuda de Bartholomew Green (Universidad Auburn, Pond Dynamics/Aquaculture Cooperative Research Support Program o PD/A CRSP), quien ha estado involucrado activamente en investigaciones sobre cultivo del camarón y monitoreo ambiental en Honduras. El primer borrador se elaboró para servir como referencia amplia para desarrollar BPM basadas en trabajos previos y para proveer un punto de partida para discusión con la asociación de productores.

El primer borrador de BPM fue revisado por un conjunto de especialistas en cultivo de camarón y administradores de recursos, incluida la ANDAH. En este punto, el trabajo fue estrechamente enfocado a las prácticas apropiadas para la industria semintensiva de Honduras. La ANDAH fue entonces fundamental, al aportar información y lecciones aprendidas sobre la experiencia Hondureña en el cultivo de camarón. Las BPM presentadas aquí son, en consecuencia, el consenso de investigadores, especialistas técnicos y productores de camarón. Comprende las prácticas

que lograron los objetivos deseados, y que permanecieron factibles de implementación bajo las condiciones actuales de la industria.

Las BPM están basadas en el mejor conocimiento actual de los industriales y expertos técnicos. Sin embargo, es común que en cualquier industria las prácticas actuales estén retrasadas respecto a las buenas prácticas generalmente aceptadas. Fue necesario la comparación de las BPM con las prácticas que la industria actualmente instrumenta, para determinar su nivel de adopción. Adicionalmente, donde se encuentra que una BPM no se practica abiertamente, el determinar las razones por las que no se ejecuta provee información útil para desarrollar estrategias de capacitación y extensión que mejoren el grado de adopción. Un mejor entendimiento de las prácticas de la industria y del proceso de toma de decisiones en el manejo de una granja de camarón, es importante como medio para tener BPM “aterrizadas,” ya que algunas BPM pueden simplemente no ser factibles, demasiado costosas o, de alguna manera, inaceptables; consecuentemente, algunas BPM específicas necesitarán ser modificadas antes de su implementación.

Una encuesta de campo fue diseñada para caracterizar las prácticas en la industria y para determinar el nivel de adopción. La encuesta se enfocó en temas de BPM, seleccionados y escogidos como prioritarios para la industria, esto es: salud del camarón, fertilización y alimentación. Miembros de la industria sintieron

que esas eran las áreas críticas que más afectaban la producción y eran posibles de cambio. No todas las áreas de las BPM se prestan para esta forma de estudio, ya que recolectar los datos requeridos o hacer observaciones pueden no ser factibles o estar fuera del alcance de este trabajo. Por ejemplo, poca información fue recolectada sobre la construcción de estanques, ya que ninguna construcción se estaba llevando a cabo durante la encuesta y se consideró que ningún dato histórico era confiable. Adicionalmente, la encuesta se llevó a cabo después de que el huracán Mitch devastara la industria camaronera y sus alrededores, en Octubre de 1998. El huracán destruyó la infraestructura e impactó financieramente a la industria. Algunas preguntas fueron añadidas a la encuesta para determinar si el daño pudo ser prevenido por medio del uso de diferentes estrategias de construcción o localización de las granjas, o si las prácticas de manejo habían cambiado debido a las dificultades económicas que las granjas estaban experimentando.

Las BPM sobre manejo de alimentación, fertilización y salud del camarón, evaluadas en la encuesta, están listadas en el Apéndice A. Para facilitar la comparación frente a las BPM recomendadas, los resultados de la encuesta están insertados en puntos claves a lo largo de este documento, en cuadros de texto. Los resultados cuantitativos de la encuesta están resumidos en el Apéndice B.

ALCANCE e INTENCIÓN *de las BPM*

La propuesta es una lista de prácticas y métodos que pueden ser adaptados de modo específico para una granja en particular, de forma que permitan los más altos beneficios al menor costo. Las BPM propuestas están diseñadas para cumplir dos funciones: incrementar la eficiencia costo-beneficio de la producción, y minimizar los impactos ambientales fuera de la camaronera. Algunas BPM pueden parecer dirigidas solo a la eficiencia en producción mientras otras parecerán solamente dirigidas a la protección ambiental, pero la mayoría de las BPM tienen efectos positivos tanto en la eficiencia de la producción como en el ambiente, aunque la tasa costo-beneficio ambiental variará considerablemente.

En realidad, los dos aspectos de las BPM no pueden ser separados y deben manejarse en conjunto. La producción con eficiencia costo-beneficio, depende a la larga de mantener la calidad ambiental. A la inversa, mejorar las prácticas que contribuyen a optimizar la eficiencia en producción a la larga, tendrán generalmente un efecto positivo en los impactos ambientales. Un ejemplo es el incremento de la eficiencia en el uso de los alimentos y fertilizantes: tales prácticas reducen costos, pero también incrementan la calidad del efluente.

La Guía incluye un amplio espectro de prácticas, abarca desde los principios fundamentales (tales como tasas de alimentación y siembra) hasta los que parecen detalles triviales de construcción. Sin embargo, la buena administración a veces consiste en hacer apropiadamente varias pequeñas cosas, en lugar de hacer uno o dos grandes cambios. Los estanques son ecosistemas acuáticos y su manejo debe verse como el manejo de un ecosistema, lo cual requiere de un entendimiento sólido de la interrelación de las prácticas y sus efectos. Como en la mayoría de los ecosistemas, un pequeño cambio o muchos pequeños cambios efectuados uno tras otro, pueden tener efectos significativos.

Las BPM no son recomendaciones finales y estáticas. Debido a que la tecnología y la capacidad humana evolucionan continuamente, para cumplir su propósito de mejorar la eficiencia y reducir los impactos, las BPM requieren evaluaciones y refinamientos periódicos. Parte clave de la actualización periódica, es obtener información de calidad sobre los beneficios y costos de su efectividad. Así mismo, el análisis de los aspectos socioeconómicos merece un estudio especial, de tal forma de poder desarrollar y evaluar lineamientos (específicos al sitio de localización de camaroneras, por ejemplo) para resaltar los beneficios sociales inherentes a la acuicultura del camarón.

Las BPM propuestas cubren la mayoría de las actividades del cultivo de camarón: selección del sitio, diseño, construcción y operación de la granja. La encuesta de campo se limitó a áreas claves, seleccionadas por los científicos y colaboradores de la industria, por ser las más críticas en términos de proteger el ambiente y de incrementar los réditos económicos. Algunas limitaciones en tiempo y recursos impusieron a su vez otras en el rango de tópicos a ser cubiertos durante la encuesta de campo. Las áreas se seleccionaron también considerando la factibilidad de recolectar

información confiable y adecuada, dadas las condiciones del campo.

La industria puede afectar y ser afectada por parámetros socioeconómicos. Apegarse a las BPM descritas aquí para la localización y operación de las camaroneras, tendrá beneficios socioeconómicos ya que la calidad ambiental, la protección de la salud y la seguridad pública, y los desarrollos económicos son factores claves en la determinación de la calidad de vida de los residentes de las áreas donde hay granjas camaroneras.

CARACTERÍSTICAS de la INDUSTRIA de CAMARÓN en HONDURAS

La industria de camarón considerada en este estudio está localizada al sur de Honduras y la mayoría de las granjas están situadas en la región oriental del Golfo de Fonseca (en la vecindad de la Bahía Monypenny). El cultivo del camarón dio comienzo en Honduras a principios de los 1970's, y desde 1985, el área total de cultivo se ha incrementado de menos de 1,000 hectáreas hasta 15,000 hectáreas en 1999 (Figura 1). La edad promedio de las granjas era de 8.3 años, siendo la más vieja una de 26 años y la más nueva de 1.5 años. El desarrollo del cultivo de camarón tuvo lugar en Nicaragua en los años 1990's. Aunque este estudio solo considera las granjas hondureñas, desde una perspectiva de ecosistema, la industria en los dos países puede ser considerada como una sola industria.

El área total de estanques de las 29 granjas visitadas suma 11,378 hectáreas y representó el 78% del total del área de estanques en 1999. El tamaño de los estanques varía entre ocho y 3,220 ha, con un promedio de 392 ha por

granja. Las granjas tienen un promedio de 28 estanques (el rango es de 2 a 146) y a menudo tienen tanto estanques de producción como de precría, pero predominan los estanques de producción. Los estanques de precría eran usados ya fuera para almacenar postlarvas (PLs) de camarón silvestre recolectada en tiempos de abundancia o para crecimiento.

En 1999, la producción total de camarón entero de las granjas encuestadas (principalmente *Penaeus vannamei* y una pequeña cantidad de *P. stylirostris*, generalmente como captura de PLs silvestres) se estimó en 13,577,443 Kg. El promedio de la producción total para 1999 se estima en 468,188 Kg de camarón con cabeza, por granja. El rango de la producción total de camarón por granja para 1999 es de 7,500 a 4,123,609 Kg.

6.0

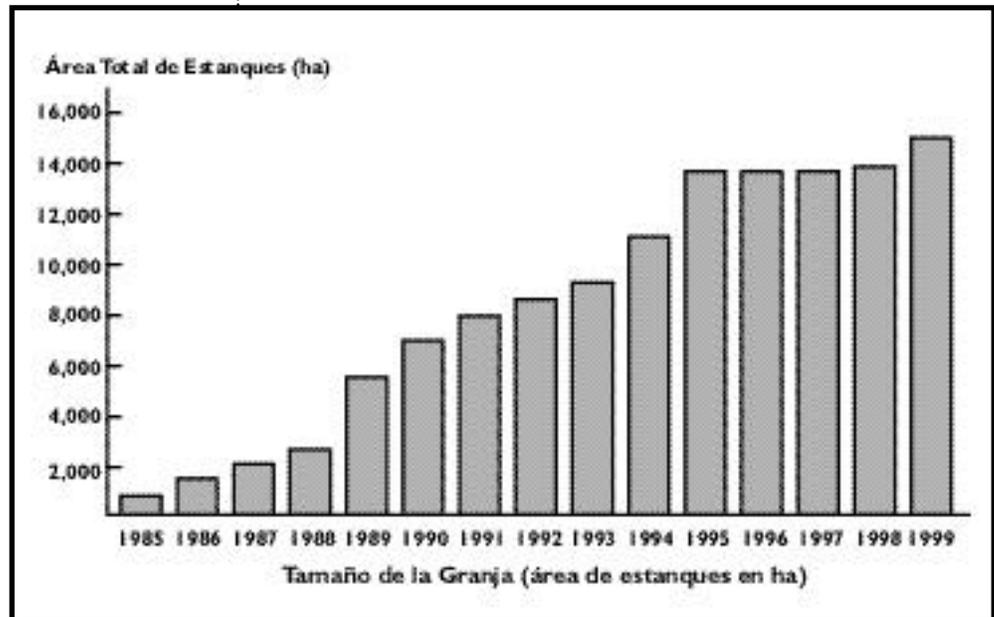


Figura 1. Área total de estanques de camarón (en hectáreas) en el sur de Honduras de 1985 a 1999.

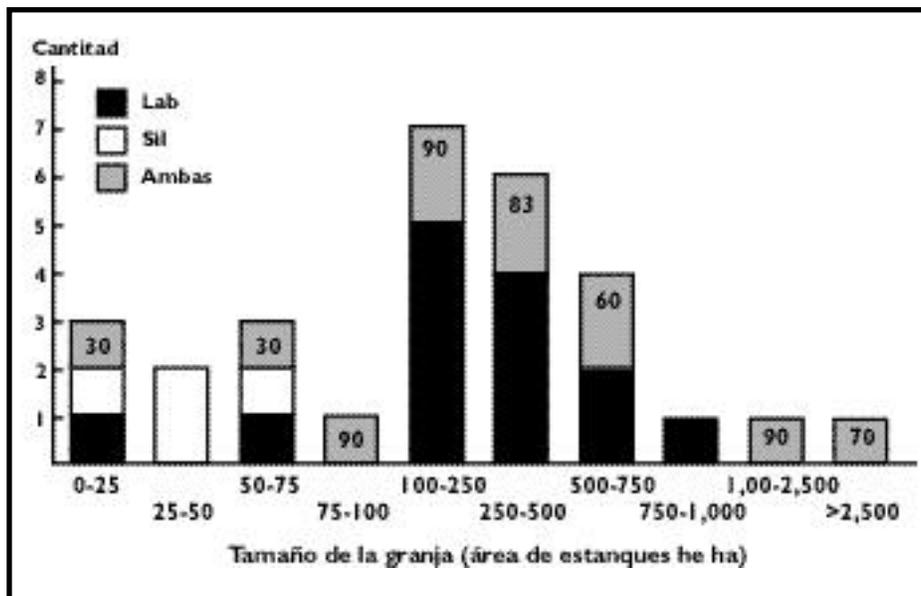


Figura 2. Histograma que muestra el número de granjas por rango de tamaño y la fuente de postlarvas de camarón sembradas en los estanques. La postlarva de camarón puede provenir de laboratorios (lab), captura silvestre (sil) o una combinación de estas dos fuentes (ambas). El número dentro del área gris (ambos) de cada barra es el porcentaje promedio de postlarvas de camarón provenientes de laboratorios, requeridas por la granja.

La fuente de postlarvas de camarón se muestra en la Figura 2. Catorce (48.3% de las granjas encuestadas) sembraron solamente postlarva producida en laboratorio, cuatro (13.8%) sembraron exclusivamente PLs silvestres, mientras que las once granjas restantes (37.9%) usaron PLs obtenidas de ambas fuentes. De las granjas que usaron tanto PLs de laboratorio como silvestres, el 66.4% de PLs, en promedio, fueron producidas en laboratorio; las PLs producidas en laboratorio representan del 30 al 90% del total de los requerimientos para estas granjas. No se detectó ninguna relación entre el tamaño de la granja y la fuente de PLs. Mientras que las cuatro granjas que usaron exclusivamente PLs silvestres tienen un rango total de área de estanques entre ocho y 54 ha, las que usaron

PLs de ambas fuentes tienen un rango total de área de estanques entre 23 y 3,220 ha, y las que usaron solamente PLs de laboratorio tienen un rango entre 22 y 990 ha. Todas las granjas actualmente practican la siembra directa de PLs en sus estanques de producción. En dos granjas, los estanques de precría fueron utilizados para almacenar el excedente de PLs silvestres para sembrarlas posteriormente en los estanques de producción en el siguiente ciclo productivo. Sin embargo, los estanques de precría son usados para almacenar solo del cinco a 20% de todas las PLs uti-

lizadas en estas dos granjas. Las densidades de siembra final en los estanques de producción tuvieron un rango de cinco a 15 PLs/m² colocando a las granjas Hondureñas en la categoría de extensivas a semintensivas

Todo incluido, el período de crecimiento dura un promedio de 111 (\pm DS) \pm 17 días. La duración del ciclo productivo varía entre la estación de estiaje y la de lluvias en 18 granjas (62.1% del total). En estas granjas, el ciclo productivo en la estación de estiaje dura un promedio de 115 (\pm DS) \pm 14 días (rango: 90 a 150 días), comparado con la duración del ciclo en la estación de lluvias de 103 (\pm DS) \pm 14 días (rango: 83 a 130 días). La estación de lluvias en Honduras generalmente ocurre de Mayo hasta

Noviembre, mientras que la estación de estiaje comienza en Diciembre y termina en Mayo. La duración del ciclo productivo durante ambas estaciones fue similar en 11 granjas (37.9% del total) y promedió de 115 ± 20 días. (Rango: 90 a 150 días).

Un importante factor que hay que tomar en consideración en el desarrollo de las BPM para la industria hondureña son los cambios estacionales: temperatura del agua, abundancia de PLs, calidad del agua, y otros factores que requerirán cambios en las prácticas de alimentación, fertilización y manejo de la calidad del agua. Las BPM deben considerar estos los cambios estacionales y dirigirse específicamente a las necesidades de manejo derivadas de esos cambios.

Las prácticas relacionadas a la alimentación, fertilización, control de la calidad del agua, manejo de la salud del camarón y otras prácticas operativas se describen en detalle en secciones individuales.

La supervivencia del camarón en 27 granjas (93.1% del total de las granjas) tiene un rango de 22.5 a 50% y promedia 34. 9%; dos administradores no tuvieron datos disponibles de supervivencia. La supervivencia del camarón es mejor durante la estación de lluvias según reportan los administradores de 21 granjas (72.4% del total). El rango de supervivencia durante este período fluctúa del 30 al 50%,

comparado con el 15 al 30% de supervivencia durante la estación de estiaje. Cuatro administradores sienten que la supervivencia es similar a través de todo el año. Otros cuatro no tienen opinión o son inexpertos por tener poco tiempo trabajando en la granja. Administradores a los que se les pidió que calcularan el porcentaje de la producción que se perdió por enfermedades, respondieron que las enfermedades son responsables en promedio del 82.5% de las pérdidas de la producción, (mencionan que factores como manejo, robo, etc., son responsables de las demás pérdidas). Las respuestas tuvieron un rango del 0 al 100% de pérdida de producción atribuida a enfermedades. Los puntos de referencia que los administradores citan más a menudo en sus estimaciones, pérdida de producción ocasionada por enfermedades son los rendimientos correspondientes a las condiciones anteriores al Virus del Síndrome de Taura (TSV) o anteriores al Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV).

Los porcentajes históricos de supervivencia variaron del 60 al 80% mientras que los rendimientos históricos variaron de 816 a 1,134 Kg por ha de camarón entero por ciclo. Un administrador siente que las reducciones en el rendimiento han sido transitorias, mientras que otro reporta que su punto de referencia es por comparación con otros productores. Dos administradores no tuvieron opinión.

Los administradores de granjas reportan ocho razones para decidir la cosecha de un estanque. Veintiséis administradores (89.7% del total) dicen considerar múltiples criterios mientras que tres dicen considerar sólo uno (dos citan el tamaño del camarón y uno cita la obtención de ganancias económicas óptimas). El tamaño del camarón es el criterio más común para decidir la cosecha, (82.8% de los administradores), seguido por el precio del camarón (65.5% de los administradores) y el brote de alguna enfermedad (41.4% de los administradores). El resto de los criterios son citados por el 20.7% o menos de los administradores. Aunque que es positivo que cinco administradores (17.2% del total) mencionen la optimización de las ganancias como criterio, este número es muy escaso. El acento en la estrategia de manejo tiene gran impacto sobre el desarrollo de las BPM: las prácticas que contribuyen a incrementar el rendimiento tienen importantes diferencias de aquellas que buscan la optimización de ganancias. Las BPM que tienden a favorecer el uso eficiente de los recursos se acercan mucho a la meta de optimizar ganancias.

Dieciocho administradores de granjas reportan que son responsables de las decisiones de manejo de rutina en la granja, mientras que los once administradores restantes comparten la responsabilidad de las decisiones con el director técnico de la compañía y/o con el técnico consultor. Los administradores obtienen información técnica de una variedad de fuentes,

incluidas el director técnico de la compañía, los consultores técnicos, las conversaciones con otros administradores, bibliografía internacional y reuniones nacionales e internacionales sobre acuicultura y comercio, asociaciones internacionales de empresarios, cursos cortos suministrados por la Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH).

Los administradores reportan que en promedio cada granja tiene 53 empleados permanentes (Rango: 5 a 350 empleados) y un total de 1,549 personas son empleadas permanentemente en las granjas encuestadas. Las granjas también emplean cantidades variables de trabajadores eventuales. Algunas estimaciones colocan el número de empleos en las granjas y en actividades relacionadas en cerca de 12,000 (Corrales, comunicación personal).

El huracán Mitch (Octubre de 1998) dañó severamente la infraestructura de la industria y del área circunvecina, aunque su recuperación fue relativamente rápida. Muchas granjas intentaron sembrar tan pronto como las aguas bajaron de nivel y fue reparado el daño a los estanques. El esfuerzo para la recuperación y los problemas por nuevas enfermedades han cambiado significativamente la cara de la industria hondureña. La encuesta fue hecha nueve meses después del huracán y se hizo un esfuerzo para conocer cualquier cambio en las prácticas o estrategia de manejo que hubieran resultado del huracán.

SELECCIÓN DEL SITIO *para* UBICAR *las* CAMARONERAS

La selección del sitio y los métodos de construcción son críticos en el cultivo del camarón. Muchos de los problemas asociados con la acuicultura resultan de la falta de atención a los detalles en las etapas de la planificación y de construcción del proyecto camaronero. Las BPM se dirigen a los aspectos de la selección de un buen sitio para las operaciones individuales, pero se requiere otro nivel de planeación para manejar la industrias en su conjunto y evitar los problemas asociados con el sobredesarrollo (cuando las operaciones exceden la capacidad de carga del sistema). A pesar de todo, si cada operación está bien localizada, los problemas de manejo de la industria total serán menores.

Es importante reconocer que casi cualquier terreno sobre el cual se pueda construir un estanque para camarón satisface alguna función, y que todas las funciones tienen valores asociados, en lo comercial, ambiental, social o, inclusive, estético. Asegurar un sitio adecuado es complicado si se lo considera desde la perspectiva de un ecosistema y además desde la perspectiva social.

Hay dos niveles de consideraciones: interno al sitio y externo al sitio. Algunas de las categorías mayores a ser consideradas en la selección son:

- 1) la eficiencia costo-beneficio y la salud ambiental;
- 2) el valor del sitio donde se va a operar una granja de camarón en relación con su valor intrínseco previo (el costo de oportunidad);
- 3) los efectos en la economía local y regional y en sus sociedades sean positivos; y
- 4) los cambios en el valor de otros sitios dentro del mismo ecosistema como resultado del cultivo.

Determinar si un terreno es adecuado puede ser complicado si se lo evalúa de acuerdo a los cuatro factores. Cada sitio tiene un juego único de características que determinarán la



La mayoría de los estanques en Honduras fueron construidos fuera de las áreas de manglar, como éste que sigue el contorno de la línea natural del manglar

factibilidad biológica, social, ambiental, operacional y financiera y los efectos de producir camarón allí. Aunque algunas características son indiscutibles (ejemplo: acceso a una fuente adecuada de agua), otras no lo son (sopesar los factores en convertir un terreno que está cumpliendo una función a otra función diferente).

Evaluar los sitios de acuerdo a las categorías dos, tres y cuatro arriba descritas cae principalmente sobre los legisladores y los administradores de recursos, porque los efectos sociales, económicos y ambientales de gran escala están más allá del dominio de la mayoría de los acuicultores de camarón. Los productores tienen la responsabilidad principal de determinar la factibilidad del sitio para producir camarón (categoría uno) y pueden tomar en consideración algunos de los efectos directos que sus operaciones tienen en producir cambios, ya sea positivos o negativos, en las otras categorías. El costo en que se incurrirá al construir en un sitio en particular deberá ser determinado durante el análisis de factibilidad.

Este documento considera algunos aspectos de cada una de las categorías de criterios, pero su enfoque es sobre las BPM que influyen la factibilidad biológica, y sólo advierten de algunos cambios adversos en el valor del sitio y en el ecosistema adyacente. El valor dado a cada criterio cuando se determina la

factibilidad de un sitio en particular variará según la región, la especie de camarón usada para el cultivo y la estrategia operativa (intensiva, semintensiva o extensiva).

La topografía del terreno, la hidrología, la hidrografía, y las características del suelo son algunos de los factores importantes a ser considerados en la selección del lugar.

7.1 TOPOGRAFÍA

Las granjas no deben estar dentro de los bosques de manglar.

Las áreas de manglar están ampliamente reconocidas como sitios pobres para construir estanques camaroneros por su alto valor ecológico y porque sus características biofísicas tienden a producir problemas en el manejo de los estanques. La construcción de estanques en terrenos más altos evita a largo plazo problemas de manejo, baja los costos de construcción y permite construir instalaciones y accesos mejores y más duraderos. (McVey, 1988; Poernomo, 1990). En algunos casos, las estaciones de bombeo y los canales pueden requerir la remoción limitada de mangle, pero esto necesita un cuidadoso diseño de la estructura y la mitigación a través del replante de mangle (8.2).

Los estanques no deberán estar en zonas ribereñas inundables, sino preferiblemente en áreas con el menor riesgo de inundación.

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 azolve 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.

Los estanques deberán situarse en terrenos planos con pendientes suaves (2 a 3% o menos).

Generalmente es más difícil y caro construir estanques en terrenos dispares y con pendientes altas, los cuales requieren que se saque más tierra y se instalen más bombas para permitir que los estanques sean llenados y drenados adecuadamente. La habilidad para llenar y drenar rápida y completamente los estanques es esencial para el manejo efectivo de la calidad del fondo y del agua. (Yoo y Boyd 1994).

Cuando sea posible, conviene construir estanques en áreas con mínima cobertura vegetal.

Al construir los estanques en áreas con poca vegetación los costos de construcción se reducen y la probabilidad de que el sitio sea un área ambientalmente sensitiva es menor.

7.2 HIDROLOGÍA E HIDROGRAFÍA

El estudio topográfico del sitio deberá revelar las variaciones anuales de las temporadas de lluvias y de estiaje.

El diseño de estructuras y las vías de agua sin tomar en cuenta las variaciones estacionales del clima e hidrología puede 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 estacional y anual deberán ser cuidadosamente estudiadas. El daño por inundaciones puede ser prevenido si se entienden los comportamientos de las avenidas (Simon 1976).

El requerimiento anual de agua para el estanque deberá determinarse dentro del proceso de planeación.

Las necesidades de agua para la operación de la granja deben ser calculadas con una base realista, tomando en cuenta variables tales como métodos de manejo, tasas de evaporación, tasas de filtración y planes de expansión (Boyd 1995b). La consideración de la variación anual del suministro de agua permitirá saber si las necesidades de la granja podrán ser satisfechas, y el conocimiento de los otros usos del agua en el área podrá ayudar a manejar los conflictos con otros usuarios.

Una fuente disponible de agua dulce de buena calidad deberá ser identificada.

El agua dulce que será necesaria para beber y para propósitos sanitarios, puede ser transportada en camiones hasta la granja.

El agua dulce no debe ser mezclada con agua salobre o agua marina para ajustar la salinidad.

Es un uso de agua dulce no necesario para la producción de camarón (Boyd 1999a).

Evite localizar granjas en áreas intermareales (dentro de los rangos normales de las mareas).

Se recomienda generalmente que los estanques sean construidos en áreas fuera del rango de las mareas, porque son probablemente sensitivas desde el punto de vista ambiental. Algunos estanques, particularmente los viejos, usados para cultivo extensivo, han sido diseñados para depender de la acción de las mareas para el recambio de agua. Esta ya no es una estrategia recomendada, ya que ahora se reconoce que no es necesario mantener tasas altas de recambio de agua y porque este tipo de estanques no pueden ser drenados adecuadamente ni sus fondos secados fácilmente. Cuando los estanques son construidos en áreas de inundación temporal por pleamares, deben tomarse especiales precauciones de ingeniería para evitar los efectos de las mareas altas y de las tormentas. En todos los casos debe considerarse el rango de mareas, ya que influye en los sistemas de bombeo y en el drenaje.

7.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Deberán evitarse las áreas con suelos potencialmente ácidos y con sulfatos.

Los suelos potencialmente ácidos y con sulfatos contienen 0.75% de azufre total o más (Soil Survey Staff 1994). El azufre se puede oxidar causando un pH extremadamente bajo (Dent 1986). Así que 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 (Mikkelsen y Camberato 1995), y pueden colocarse capas de tierra no ácida sobre suelos potencialmente ácidos y con sulfatos (Lin 1986; Hajek y Boyd 1994).

Los suelos orgánicos no deberán ser usados para la construcción de estanques.

Los suelos orgánicos son aquellos que contienen 20% o más de material orgánico (Soil Survey Staff 1994). 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 (Boyd 1992).

La textura del sedimento deberá ser de composición apropiada a una profundidad mayor que la del fondo terminado del estanque.

El sedimento debe tener una adecuada mezcla de partículas de arena, limo y arcilla para proveer una conductividad hidráulica suficientemente baja y prevenir el exceso de filtración. También debe tener una textura que permita su compactación, resista abultamientos y provea terraplenes con buen acabado y estabilidad (McCarty 1998). Un error común es asumir que la tierra debe tener un alto contenido de arcilla. Una tierra conteniendo sólo el 10 o 15% de arcilla con una buena mezcla de arena y limo es mucho más deseable para estanques de camarón u otros estanques de acuicultura que una tierra con 30% o más de arcilla. Para fondos que no tengan materiales con propiedades deseables, a veces es posible traer tierra de otro lugar para hacer una capa de buena tierra sobre el fondo existente (Yoo y Boyd 1994; Hajek y Boyd 1994).

El sedimento no deberá contener contaminantes.

Áreas expuestas a otras actividades industriales previas, a desarrollo urbanos o sujetas a la influencia de drenes agrícolas, pueden tener acumulaciones de agroquímicos u otros materiales dañinos.

7.4 CONSIDERACIONES DE INFRAESTRUCTURA Y OPERACIÓN

Las granjas deberán estar en áreas donde exista infraestructura básica y acceso a los insumos de la industria, en caso contrario se provocarán costos adicionales a la empresa.

A menudo, la presencia o ausencia de un componente deseable está fuera del control de los productores. La planificación de empresas individuales y sus estudios de factibilidad determinarán cómo se pueden satisfacer sus necesidades de operación y si el proyecto puede operar razonablemente.

Los costos y riesgos asociados a la operación de una granja tienen implicaciones más allá del éxito o fracaso de la operación individual. Los fracasos de una empresa tienen efectos socioeconómicos y a veces ambientales, por esto se incluyen como BPM una serie de lineamientos operativos y de administración. Tomar en cuenta estos lineamientos generales incrementará la probabilidad de desarrollar una operación con efectos beneficiosos.

La granja deberá tener acceso fácil todo el año.

Se requiere un acceso adecuado al sitio, ya sea por agua o tierra, porque la operación implica que toneladas de materiales y camarón serán movidas hacia y desde el lugar. En los casos en que se deban construir caminos, la destrucción de áreas ambientalmente sensitivas puede ser evitada haciendo una cuidadosa planificación y mediante mitigación de los impactos. Una parte clave para esto es evitar cambios en la hidrología que puedan producir impactos ambientales o daño a los caminos.

Debe haber comunicación por radio o teléfono.

Una buena comunicación es necesaria para propósitos operacionales.

Se debe disponer de un abasto de alimentos balanceados de buena calidad, a precio razonable.

Los alimentos representan uno de los insumos más caros para el productor: un abasto de alimento de alta calidad a precio razonable es clave desde el punto de vista financiero. Los alimentos de baja o dudosa calidad pueden llevar a una sobrealimentación, con sobrecarga del efluente y problemas en el manejo de los fondos. Un alimento de alta calidad no necesariamente será el de más alto contenido de proteínas; investigaciones recientes demuestran que los alimentos con menor contenido de proteínas pueden ser igual de efectivos y son más baratos.

Disponibilidad de materiales y equipos de construcción.

Los estanques mal diseñados y construcción incurren en costos financieros, operativos y ambientales. Para construir y operar granjas de una manera exitosa es fundamental disponer de materiales y equipos a precios razonables. Especificaciones detalladas para la construcción de estanques se dan en la sección 8.0.

Deberá estar a la mano un medio para transportar el camarón a una procesadora cercana, dentro del tiempo en que se pueda conservar en buenas condiciones.

Si la cosecha no cuenta con una forma de transporte rápida, segura y a un costo eficiente, al lugar de procesamiento, hay una gran probabilidad de que la operación no sea económicamente factible.

Deberá haber una fuente confiable y suficiente de hielo de buena calidad.

El manejo apropiado de la cosecha ayuda a asegurar que se obtengan mejores precios y se reduzca el desperdicio del producto.

La mano de obra deberá estar bien entrenada.

La operación de cualquier empresa depende de la productividad de su fuerza laboral. Cuando se seleccione el sitio para la granja se debe considerar la disponibilidad de obreros y técnicos calificados. La falta de trabajadores o la necesidad de llevarlos desde otras áreas, incrementa la probabilidad de dificultades técnicas y de conflictos sociales. Invertir en la capacitación y el desarrollo de una fuerza laboral local con marcado interés en la operación, incrementa notablemente la probabilidad de éxito.

Deberá haber un abasto confiable de postlarva.

Este abasto es esencial para mantener la producción. La postlarva se obtiene generalmente de una o más fuentes: 1) postlarvas silvestres; 2) producción de un laboratorio local; 3) producción de un laboratorio lejano. Cada fuente tiene beneficios y riesgos asociados como se discutirá en la sección 9.1

DISEÑO y CONSTRUCCIÓN de la CAMARONERA

Un buen conocimiento de los principios de diseño y construcción pueden ayudar en tres objetivos: protección de los recursos naturales, eficiencia operativa, y reducción de los costos de construcción. El código de prácticas GAA establece “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 buenas prácticas 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. Una excepción es que los costos iniciales para acondicionar ciertas características de un sitio específico, o para proteger los recursos, pueden ser más altos pero esto puede ser compensado al reducir los costos de mantenimiento durante la vida del proyecto.

Es problemático hacer recomendaciones cuantitativas específicas para algunos aspectos del diseño y operación de una granja, porque la interrelación en ciertos factores depende de numerosas características especí-

ficas del sitio. Por ejemplo, hay una considerable interacción entre el tamaño de la granja, las densidades de siembra y la tasa de recambio de agua. Seleccionar escalas y niveles apropiados en estos aspectos requiere de una estrecha coordinación y comunicación entre los especialistas en el cultivo del camarón y los profesionales de la construcción durante las etapas de diseño y construcción. También se requiere de un cierto grado de flexibilidad y hay que ser cauteloso para no manejar las BPM como condiciones límite o de frontera. Para este fin, se hacen algunas recomendaciones cuantitativas con el afán de enfocarse en metas razonables, mientras se reconoce que el manejo adaptable y el buen juicio son y serán siempre necesarios.

8.1 DISEÑO GENERAL

Se debe 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 estanquería de la erosión que causan las mareas y el viento (Primavera 1993). La presencia de vegetación también ayuda a prevenir el acarreo del sedimento de la granja a los cuerpos de agua (Brooks et al. 1997).

Deberán mantenerse los accesos tradicionales usados por la gente local y los corredores de los animales migratorios.

Donde sea posible, la granja deberá ser diseñada para mantener las rutas de los recursos y de migración actualmente en uso, o proveer alternativas. Esto puede ser particularmente importante cuando una granja grande, o un conjunto de granjas son planeadas para un área, porque cuando algunos cuerpos de agua se rodean de estanques, pueden llegar a ser casi inaccesibles para los usuarios tradicionales de los recursos.

El tamaño de la granja deberá ser proporcional al abasto de agua y su demanda y a la capacidad estimada del cuerpo de agua receptor para diluir, transportar y asimilar los efluentes.

La evaluación oportuna del abasto de agua, tanto para asegurar el recambio adecuado de agua para la(s) granja(s), como para determinar la capacidad de asimilar los efluentes, dependerá de numerosos factores que deben ser evaluados para cada sitio específicamente. Una guía general es que 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. El uso del agua por la camaronera no debe disminuir el abasto de agua a otros residentes y no 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.

Es especialmente importante que el tráfico marítimo no cause erosión en los taludes de los estanques. Estas áreas son también usadas para transportar químicos y combustible, así que deberá tenerse cuidado de que no sean vertidas al agua sustancias potencialmente dañinas.

La orientación de los estanques deberá considerar los vientos predominantes para reducir la erosión.

La erosión del viento y del oleaje pueden dañar seriamente los terraplenes de los estanques (Yoo y Boyd 1994). Orientar los estanques para que la erosión se minimice, reduce los costos de mantenimiento y la turbidez.

Los puntos de descarga finales deberán estar localizados lejos de los puntos de toma de agua y colocados en áreas que permitirán una rápida dilución de los efluentes de los estanques.

Se debe evitar la entrada de efluentes, ya sea de la misma granja o de otras. 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.

8.2 Estaciones de bombeo

El uso las bombas para llenar los estanques y asegurar el adecuado recambio de agua, es un

costo operativo fuerte para una granja y puede ser también una fuente de daño ambiental si las estaciones de bombeo no están apropiadamente diseñadas, localizadas y operadas.

Use varias bombas que sean eficientes.

Las bombas grandes deberán ser usadas porque son más eficientes que las pequeñas (Simon 1976). 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.

Las estaciones de bombeo deberán estar localizadas donde la calidad de agua sea máxima y evitando áreas donde pueda ocurrir daño ambiental.

Se debe poner particular atención en evitar que la toma de agua tome una mezcla de efluentes de los estanques de camarón o de otras fuentes industriales. Incluso si no hay presencia de otras industrias, se prefiere una localidad con buena tasa de recambio de agua. Por ejemplo, las cabeceras de los estuarios, durante la temporada de estiaje, pueden tener menor calidad de agua debido a la reducción en los escurrimientos de agua dulce, pobre recambio por mareas y evaporación.

Cuando sea posible, las estaciones de bombeo deberán estar retiradas de la orilla y o hacerse más estéticas.

La única evidencia de un estanque de

camarón puede ser la estación de bombeo. Muchos estanques camaroneros están localizados en áreas donde se han incrementado las actividades turísticas. Reducir los impactos visuales es útil en la presentación de una buena imagen del cultivo de camarón y para reducir los conflictos potenciales.

La remoción de mangle deberá ser minimizada cuando se construyan las estaciones de bombeo.

Dejar el mangle tan intacto como sea posible ayuda a estabilizar las áreas circunvecinas y puede proveer una pantalla para la estación de bombeo.

8.3 CANALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El diseño y construcción de los canales de abastecimiento de agua juega un importante papel 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. Los canales de abastecimiento de agua no sólo actúan como conductores de agua, sino que pueden servir también para remover sedimentos y posiblemente para tratar los efluentes. Donde quiera que los estanques estén localizados muy juntos unos de los otros, es importante localizar y diseñar los canales de abastecimiento de agua y los canales de descarga de manera que la descarga de un estanque no degrade la calidad de agua suministrada a otros estanques.



Se ha tenido cuidado en sólo cortar una pequeña área del borde del manglar para permitir el bombeo. La construcción de esta granja de camarón no provocó más cortes del manglar. Evitar el corte excesivo de mangle también ayuda a reducir los impactos visuales de las granjas.

La remoción de mangle se minimizará cuando se construyan canales y estaciones de bombeo.

Aún cuando los estanques se construyan fuera de las áreas de manglar, el acceso al agua requerirá el corte algo de mangle para construir las estaciones de bombeo y los canales. El diseño de la granja debe asegurar que la superficie de manglar intervenido será mínima. El corte de manglar deberá ser mitigado plantando manglares en algún otro lado (Field 1996).

Los canales deberán ser diseñados para minimizar la erosión por lluvia, para prevenir el desgaste de los taludes y del fondo por la corriente de agua.

Se deberán usar los estándares y procedimientos de diseño que consideran: propiedades del terreno, pendiente, flujo de agua, mejor sección hidráulica, etc. (Wheaton 1997; Yoo y Boyd 1994).

Los canales no deberán crear barreras a las corrientes naturales de agua.

Alterar los cursos naturales de agua puede impactar áreas sensibles. Las inundaciones o la erosión resultantes dañarán los canales. 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 atarjeas (alcantarillas) 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.

Si los canales pasan a través de zonas de agua dulce o áreas agrícolas, no deberá haber filtración ni deberán causar la intrusión de agua salina.

Donde la conductividad hidráulica de la tierra es alta, la filtración puede ser limitada evitando áreas arenosas o de grava o recubriendo el canal con plástico. Deberán

hacerse estudios de sedimento en las áreas donde se proyectan los canales. Un diseño inteligente puede limitar la longitud de los canales, con lo cual se reducen los costos y se minimiza la filtración.

Se deberán construir áreas de sedimentación en las cabeceras de los canales de toma de agua, para permitir el asentamiento de la carga de sedimentos antes que el agua entre al estanque.

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 (Boyd 1995a). 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 uno puede ser limpiado mientras el otro continúa en función.

Los canales de entrada y el sistema de distribución, deberán ser diseñados para permitir que el agua fluya por gravedad.

Si los métodos de ingeniería son usados para proveer una pendiente suficiente para que el agua fluya por gravedad, se minimizará la necesidad de estaciones de bombeo dentro del sistema de cultivo. Esto

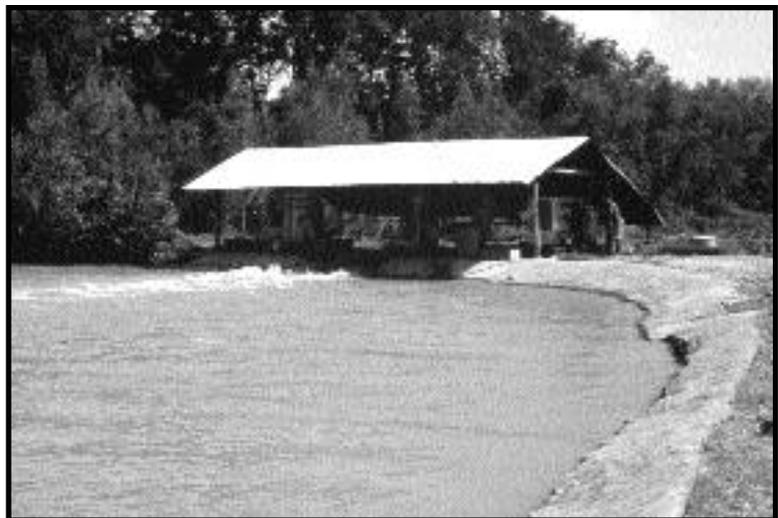
reduce el consumo de energía, costos adicionales de construcción y operación.

8.4 CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES Y BORDES

La buena construcción de los estanques jugará un papel importante en casi todos los aspectos operativos de una granja. Estanques



Los canales de drenaje requieren de una buena construcción, estabilización y mantenimiento para evitar la erosión.



Los canales de drenaje con bordes en pendiente y vegetación estabilizante (pero adecuadamente podada) como estos mangles, no tendrán problemas de erosión.

pobrementemente diseñados y construidos conducen a costos de mantenimiento altos, ponen la cosecha en riesgo, hacen más difícil y menos rentable su manejo, e impactan negativamente el ambiente. Ya que los estanques camaroneros a menudo son construidos en áreas costeras bajas, son particularmente vulnerables a desastres naturales como inundaciones y huracanes. Los impactos ambientales de los estanques pobremente diseñados y construidos pueden incluir: requerimiento excesivo de agua, baja calidad de agua, incrementos en los sólidos en suspensión de los efluentes. Las prácticas de construcción que están enlistadas abajo, ayudarán a construir estructuras duraderas, incrementarán la facilidad de manejo y no dejarán efectos adversos persistentes. Las buenas prácticas de construcción y de localización ayudarán a reducir el daño causado por algunos desastres naturales.

La planeación se consultará con un ingeniero calificado y un constructor experimentado deberá encargarse de la construcción.

Personal calificado y con experiencia en construir instalaciones para acuicultura, usará buenas prácticas de construcción. Es altamente recomendable contratar y capacitar a trabajadores locales en las técnicas de construcción. Donde esto no es posible, debe ser llevado al sitio personal calificado para proveer supervisión al proyecto y asistir con el entrenamiento.

El terreno debe estar completamente limpio de material vegetal y los bordes deben sellarse al terreno mediante compactación, para prevenir las filtraciones por debajo.

La filtración por debajo de los bordes del estanque impide un drenado y secado adecuados, lo cual reduce la productividad del estanque con el tiempo. Quitar toda la vegetación antes de construir y compactar los bordes, permitirá que los bordes se fusionen a la tierra y sellen el estanque.

Los bordes deben ser compactados de acuerdo al tamaño y características de las partículas (textura) del terreno, para reducir su erosión, filtración y deslizamiento.

Los taludes exteriores del borde, sin contacto con el agua, pueden tener una pendiente hasta de 2:1, pero los taludes interiores y aquellos expuestos al agua, deberán tener pendientes no más grandes que 2.5: 1. Textos comunes de ingeniería de suelos tal como el de McCarty (1998) proveen guías sobre los taludes para diferentes terrenos.

Los bordes deberán tener la altura suficiente para prevenir daños por inundaciones, tormentas y oleaje, pero la parte libre del borde debe permitir que los vientos mezclen las aguas del estanque.

Usualmente, 0.5 m de borde libre es suficiente.

La anchura mínima de los bordes debe ser de 2.5 m y de 3.7 m o más si se los usa como camino.

Los bordes sin el ancho adecuado o que son débiles debido a material flojo o mal compactado, pueden presentar fugas de agua o cuartearse y aumentar los costos de mantenimiento y pérdidas de varios tipos. La continua erosión o alteración de los bordes puede aumentar la carga de los sólidos suspendidos que fluyen hacia áreas ambientalmente sensitivas.

Los bordes deberán ser bien compactados durante la construcción.

La prueba estándar Proctor o alguna variación es útil para determinar los requerimientos de compactación (McCarty 1998).

Los fondos deberán ser parejos, con pendientes adecuadas para drenados suficientes y secados completos.

El drenado completo es esencial para la cosecha rápida y para permitir que el fondo se seque entre las cosechas (Boyd 1995a). Donde no sea posible el drenado completo, se pueden usar bombas auxiliares para vaciar el estanque durante la cosecha. Esto incrementa el tiempo de cosecha y el consumo de energía. La pendiente promedio para permitir un drenado rápido, deberá ser de 0.5 a 1 m por kilómetro. Volver a sembrar un estanque que no ha sido completamente drenado y secado puede favorecer la transmisión de enfer-

medades entre cosechas y provocar la reducción de la calidad del material del fondo (Boyd 1995a).

Los estanques deberán ser lo bastante someros como para facilitar su manejo y la buena circulación del agua, pero lo bastante profundos como para prevenir el crecimiento de plantas.

Idealmente, un estanque debe tener alrededor de uno a 1.2 m de profundidad en el lado más somero y 1.5 a 2 m. de profundidad en su lado de drenado. Cuando los estanques exceden esta profundidad, es menos probable que el viento provea suficiente circulación interna para prevenir condiciones anóxicas o hipóxicas en el fondo del estanque. Las sustancias tóxicas resultantes de la falta de oxígeno cerca del fondo, donde los desperdicios se acumulan, pueden dañar al camarón y producir problemas de calidad de agua (Boyd 1995a). Por otra parte los estanques someros permiten que penetre suficiente luz al fondo del estanque y alientan el crecimiento de plantas bentónicas. No hay ventajas en la producción al hacer más profundos los estanques y, ya que su construcción y mantenimiento son más caros, tampoco hay ventaja económicas.

Para facilitar la cosecha, deberá ser construida una compuerta de concreto en la parte exterior del borde del estanque, en su parte más profunda.

Tal estructura facilita la cosecha, ya que concentra la biomasa de camarón facilitando su

colecta y ayuda al drenado completo del estanque. El camarón cosechado de esta forma será de más alta calidad ya que será menos probable que adquiera algún sabor desfavorable (Lovel y Broce 1985).

Para minimizar la erosión, los escurrimientos y las dificultades de construcción se debe tomar en cuenta las características del sitio y manejar las corrientes locales de agua.

La construcción requiere condiciones secas si se van a usar métodos apropiados de construcción y compactación de los bordes. Esto se logra construyendo en la estación de estiaje y haciendo previsiones para desviar los escurrimientos de las áreas circunvecinas. Al mismo tiempo, se debe intentar no interferir con los abastos de agua de los residentes locales y para las áreas aledañas. Se debe evitar que escurrimientos con carga de sedimentos y contaminantes provenientes del sitio de construcción, ingresen a cuerpos de agua locales sin que pasen primero a través de áreas de sedimentación o de amortiguamiento. De nuevo, el estudio hidrológico en ambas estaciones, la de lluvias y de estiaje, puede proveer información para que los planificadores y operadores manejen los flujos de agua en el sitio de construcción.

Las vías de acceso deberán tener instaladas atarjeas (alcantarillas) 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. A menos que se asegure el drenado de estos caminos, colocando atarjeas (alcantarillas) del tamaño adecuado, el camino levantado puede actuar como una represa y causar inundación. En este caso, el camino corre el riesgo de ser barrido por las aguas.

En la construcción de terracería se deben considerar las diferencias en las características del suelo y modificar las técnicas de construcción conforme se vuelva necesario.

Las propiedades del suelo pueden variar dentro del sitio, así que se requieren pruebas del suelo a lo largo de todo el sitio durante la etapa de planeación. El diseño deberá ser ajustado de acuerdo a esto. Un ingeniero calificado y un equipo de construcción experimentado pueden entonces construir las terracerías requeridas (bordes, canales y caminos).

Se debe alentar el crecimiento de vegetación en las partes de los canales y bordes que estén arriba del nivel del agua.

La tierra laborable sacada durante la construcción del estanque debe ser distribuida en las partes de los canales y bordes que estén arriba del nivel del agua para provocar el crecimiento de una cubierta vegetal apropiada. Una cubierta adecuada de vegetación, consistente en plantas tolerantes a la salinidad, debe ser

colocada en las áreas expuestas de los canales y bordes para prevenir la erosión. La vegetación a menudo tarda en establecerse en material del subsuelo, por lo que reusar la tierra laborable en los bordes y canales, provee un mejor sustrato de tierra para el crecimiento de las plantas. En algunos casos, la falta de agua dulce puede dificultar el establecimiento de cubiertas vegetales tales como el pasto. Se puede permitir que el mangle colonice a lo largo de los canales y bordes para estabilizar estas estructuras, si se toma cuidado de que los abastos de agua no se obstruyan y que la inte-

gridad estructural de los bordes no sea perjudicada. En algunos casos, sin embargo, la alta salinidad o la falta de agua dulce durante el estiaje pueden inhibir o prevenir el crecimiento.

Los combustibles y lubricantes deben ser almacenados y usados de modo que se prevengan los derrames.

Se debe construir muros de contención alrededor de todos los lugares donde se almacene combustible para protección de las áreas adyacentes en caso de un derrame. En



Los mangles a menudo colonizan las áreas de los estanques. También pueden ser plantados donde se necesite reforzar los bordes que se estén erosionando. Algunos acuicultores han hecho viveros de mangle (ver el recuadro) para reforestación y otros fines.



Los tanques de combustible y otros recipientes con sustancias peligrosas deben de ser rodeados de muros retenedores en caso de que ocurra un derrame.

cada granja se deben desarrollar protocolos para ser usados en caso de derrames.

Deben implementarse Planes HAACP en la granja, para todos los materiales.

Se requiere etiquetar todos los combustibles, lubricantes y químicos y una hoja de especificaciones técnicas debe estar a la mano para cada producto para explicar su adecuado almacenaje y uso en el sitio (USDA, 1995).

Todo el material residual debe ser removido del sitio y retirado con responsabilidad una vez que la construcción haya concluido.

La manera de lograr esto variará de acuerdo con el tipo de residuo y la situación de la granja. Los residuos orgánicos pueden convertirse en abono o ser enterrados. Los residuos del procesamiento de camarón pueden

ser convertidos en productos alimenticios o en abono. El residuo inorgánico puede ser incinerado o enterrado en fosas selladas. En el caso de residuos peligrosos tales como químicos, combustibles usados, pintura etc., se debe investigar y seguir las regulaciones locales y sus procedimientos, si no existen se debe buscar

asistencia técnica al respecto.

8.5 CANALES DE DESCARGA Y ALIMENTACIÓN

El diseño apropiado de canales de alimentación y descarga previene daño ambiental al minimizar impactos en el ecosistema circunvecino y al ayudar a un mejor manejo del estanque.

Estructuras de alimentación y cosecha deben instalarse en cada estanque para controlar el flujo.

Estas estructuras de entrada y salida de agua deben ser de tamaño adecuado para permitir un pronto drenado (uno o dos días) y un rápido llenado (tres a cuatro días). Las aberturas deberán ser protegidas con mallas para prevenir la entrada de otros organismos y prevenir que el camarón se escape. Las mayas deben ser limpiadas diariamente.

Los canales no deben crear barreras a arroyos o ríos, escorrentías de las aguas lluvias o a los flujos de las mareas.

Vea la sección 8.3 para una explicación completa.

Debe construirse trampas de sedimentos o áreas de sedimentación en los canales de descarga para sacar los sólidos suspendidos en los efluentes.

La extracción de sólidos suspendidos por métodos pasivos no es cara y puede mejorar en mucho la calidad del agua del efluente. Como se mencionó en la sección 8.3, los métodos para sacar los sólidos suspendidos están aún en etapa experimental.

Los efluentes nunca deberán descargarse en cuerpos de agua dulce o en áreas agrícolas.

Los efluentes de agua salobre (salinidades menores a la marina) pueden descargarse solamente en cuerpos de agua salina (salinidades cercanas a la marina), para no arriesgar la intrusión salina y la acumulación de sal que pueda dañar tierras dulces o contaminar cuerpos de agua dulce (Primavera 1993; Boyd 1997 a).



La estaciones de bombeo se encuentran donde el volumen de agua es escaso y posiblemente de mala calidad.

9.0 OPERACIÓN *de la* GRANJA

Para alcanzar un cultivo de camarón ambientalmente sostenible y rentable, se requiere de operaciones eficientes. Eficiencia económica y reducción de los impactos ambientales van ligados. Producción eficiente significa menos desperdicio, y por tanto menor probabilidad de impactos ambientales. Las BPM aplicadas a la operación de las camaroneras contemplan varios métodos para reducir el desperdicio en la mayoría de las fases de la operación, esto conlleva múltiples beneficios al bajar los costos y mantener la calidad ambiental.

La mayoría de las BPM presentadas aquí tienen la intención de ser guías o estrategias que deben ser adaptadas a las condiciones de cada granja. Los administradores necesitarán vigilar constantemente los resultados de sus operaciones y modificarlas de acuerdo a las circunstancias. Cada granja debe desarrollar un plan operativo basado en las BPM de esta Guía, así como un plan de monitoreo. Es necesario llevar un buen registro para que los resultados puedan ser seguidos y analizados.

9.1 FUENTE DE POSTLARVAS

El éxito de una granja, así como la viabilidad de una industria regional, están condicionados a disponer de una fuente confiable de postlarvas. La producción masiva de postlar-

va económica, de alta calidad y viabilidad, es la clave para una acuicultura moderna de camarón (Boyd y Clay, 1998).

Las dos principales fuentes de postlarva son la captura silvestre y la producción de laboratorio. Ambas fuentes ofrecen ciertos beneficios e impactos potenciales. El uso de postlarva de laboratorio reducirá la captura de postlarva silvestre y la pesca de especies asociadas y así protegerá la biodiversidad; pero esto no sugiere que el desarrollo de laboratorios y el uso de la postlarva producida en ellos no tendrá implicaciones ambientales, sociales y económicas. Si se aspira a que los laboratorios operen sin efectos ambientales adversos se requieren protocolos muy precisos. Por otra parte, mientras la industria global incrementa su dependencia de la producción de laboratorio, el bienestar económico de mucha gente que depende de la captura de postlarva silvestre se ve afectado.

Una discusión amplia sobre la tecnología de producción de postlarvas en laboratorio y sus efectos, está mas allá de los alcances de este documento, pero se hacen breves recomendaciones de BPM que pueden evitar la mayoría de los problemas severos asociados con las fuentes de postlarva.

El cultivo deberá estar limitado a las especies endémicas al área y que han sido históricamente

usadas en operaciones comerciales de acuicultura.

Se debe evitar la introducción de nuevas especies de camarón. Entre los efectos negativos potenciales asociados con la introducción de especies exóticas están la competencia con organismos nativos, introducción de enfermedades, cambios en la cadena alimenticia, modificación del hábitat (Courteney 1992).

Preferentemente debe usarse postlarva producida en laboratorios locales.

Usar postlarva producida localmente ofrece la ventaja de prevenir la expansión de enfermedades, proveer empleo local, reducir pérdidas de postlarva y disminuir los costos. Cuando no hay laboratorios locales o donde la producción es insuficiente para la industria, se puede usar postlarva silvestre. En estos casos, se debe tener cuidado de usar métodos de captura que no afecten, sin necesidad, las poblaciones de otras especies que se encuentren en los estuarios.

Como en cualquier pesquería, la pesquería de postlarvas de camarón en cada área, deberá ser manejada bajo un plan de manejo pesquero. Cuando se capture la larva

CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS ENTRE POSTLARVAS DE LABORATORIO Y SILVESTRES A CONSIDERAR EN LA FORMULACIÓN DE BPM

La producción de laboratorio y pesquería de post-larvas silvestres son practicadas de muchas formas en diferentes partes del mundo. Ambas pueden ser usadas como fuente de post larva dentro de la región donde se practique el cultivo de camarón. Una documentación cuantitativa y rigurosa, sobre la extensión y la intensidad de los beneficios e impactos, es insuficiente para hacer declaraciones definitivas acerca de las BPM aplicables a la industria en su totalidad. La comparación entre las ventajas y las desventajas de las dos fuentes hace sobresalir algunos problemas que deberán ser tomados en consideración al formular las BPM para la industria. Se deberá notar que las características listadas abajo variarán geográficamente y que hay muy poca investigación para evaluar esto en el contexto Hondureño.

PRODUCCIÓN EN LABORATORIO

Ventajas

Permite la domesticación de los reproductores, ejemplo optimización de características de cultivo deseadas
Abasto continuo todo el año
Producción de líneas SPR o SPF
El control de calidad es posible
No hay fauna acompañante
Se produce solo la especie deseada
Provee empleo

Desventajas

Introducción de especies exóticas
La alteración de la caracterización genética de líneas domésticas es posible pero no ha sido demostrado
La post larva puede tener menor tasa de supervivencia
Desplazamiento de la pesquería de post larvas
Efectos desconocidos en las poblaciones de camarón
Si se usan reproductores silvestres, la población silvestre de camarón puede sobre explotarse

CAPTURA SILVESTRE

Ventajas

Ofrece empleo principalmente a pobladores marginados
Usa especies nativas
La post larva puede ser más barata
Permite cultivar camarón en áreas sin capacidad de desarrollar laboratorios
Mayores tasas de supervivencia

Desventajas

Pesca incidental, fauna acompañante
Efluentes de los laboratorios
Resulta en la captura de varias especies de camarón
Mal manejo puede causar estrés y pérdidas
Abasto irregular
La post larva puede ser más cara
Uso de niños como mano de obra
Puede ser más caro

silvestre, la fauna acompañante deberá ser regresada rápidamente al agua (Boyd y Clay 1998).

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA – FUENTE DE POSTLARVAS

Catorce (48.3%) de las granjas sembraron solamente postlarva (PLs) producida en laboratorio, cuatro (13.8%) sembraron exclusivamente PLs silvestres, mientras que las once granjas restantes (37.9%) usaron PLs obtenidas de ambas fuentes. De las granjas que usaron tanto PLs de laboratorio y silvestres, 66.4% de PLs, en promedio, fueron producidas en laboratorio; las PLs producidas en laboratorio representan del 30 al 90% del total de los requerimientos de PLs para estas granjas.

No se detectó ninguna relación entre el tamaño de la granja y la fuente de PLs usada. Mientras que las cuatro granjas que usaron exclusivamente PLs silvestres tienen un rango total de área de estanques entre ocho y 54 has, las granjas que usaron PLs de ambas fuentes tienen un rango total de área de estanques de 23 a 3,220 has, y las granjas que usaron solamente PLs de laboratorio tienen un rango de 22 a 990 ha, de área total de estanques.

Todas las granjas actualmente practican la siembra directa de PLs en sus estanques de producción. En dos granjas, los estanques de precría fueron utilizados para almacenar el excedente de PLs silvestres para sembrarlas posteriormente en los estanques de producción en el siguiente ciclo productivo. Sin embargo, los estanques de precría son usados para almacenar solo del 5 a 20% de todas las PLs utilizadas en estas dos granjas. Las densidades de siembra final en los estanques de producción tuvieron un rango de 5 a 15 PLs/m² colocando a las granjas Hondureñas en la categoría de extensivas a semintensivas.

Las granjas Hondureñas están, por lo anterior, en alineación general con las BPM que recomiendan usar especies locales. La decisión de usar postlarvas de laboratorio o silvestres depende de una variedad de factores relacionados con el abasto, disposición y precio. No hay ningún indicador que la pesquería de postlarvas silvestres produzca algún impacto ambiental; esta pesquería artesanal ofrece beneficios económicos a la población local.

Deberá alentarse la domesticación del camarón.

El aumento en la disponibilidad de laboratorios y tecnología mejorada, hará factible la domesticación del camarón para cultivo. Los esfuerzos en esta dirección ya han producido beneficios en la forma de líneas resistentes a patógenos específicos (SPR) y libres de patógenos específicos (SPF). La domesticación del camarón entraña la promesa de mejorar la eficiencia de producción y de evitar el desperdicio. Se puede producir líneas domesticadas que estén genéticamente mejor acondicionadas para sobrevivir bajo las condiciones de cultivo.

Un ejemplo de esto pudieran ser las líneas con rápido crecimiento consumiendo alimento de bajo contenido proteico. Asegurar un abasto constante de postlarvas sanas a lo largo del año, ayudará a estabilizar la producción y dará a los administradores más opciones de manejo. La pesquería de postlarva silvestre, al igual que la mayoría de las pesquerías en los países en desarrollo, ha probado ser difícil de evaluar y administrar. Los laboratorios pueden construirse y administrarse bajo control, por lo que podrán producir postlarvas con pocos o menores impactos y muchos beneficios.

La importación de postlarvas deberá hacerse de acuerdo a la regulación nacional vigente. En ausencia de una regulación apropiada, se deberán seguir los lineamientos internacionales

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA – EVALUACIÓN DE LA SALUD DE LAS PLS DE CAMARÓN

El camarón adulto y juvenil se analiza para determinar la presencia de patógenos. Seis enfermedades virales y bacterianas son comúnmente reportadas en el camarón hondureño (Tabla 5). Las prácticas implementadas para el manejo de la salud del camarón en las granjas encuestadas son detalladas en la Tabla 6. Catorce (48.3%) granjas actualmente realizan análisis de sus PLS, para detectar el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) con pruebas PCR. Generalmente esas granjas requieren que los proveedores de PLS, especialmente de fuera de Honduras, provean los resultados PCR para los embarques de PLS de sus laboratorios. Estas granjas ocasionalmente también evaluarán, por PCR, la presencia de WSSV en camarón con sospecha de estar infectado, sin embargo, estas muestras deben ser enviadas a laboratorios en Tegucigalpa o los Estados Unidos.

Dieciséis (55.2%) de las granjas usan la prueba dot-blot para el WSSV; tres de estas granjas primero corren la prueba spot-on, y solo corren la prueba dot-blot para WSSV y para el virus de infección hipodérmica y necrosis hematopoiética (IHHNV) después de un resultado positivo en el spot-on. Las trece granjas restantes no usan el dot-blot para WSSV. Solamente cinco (17.2%) granjas usan el dot-blot para diagnosticar el síndrome del virus del Taura. Trece (44.8%) granjas también diagnosticaron IHHNV usando la prueba del dot-blot. Casi todas (89.7%) las granjas llevan a cabo alguna clase de evaluación de la salud del camarón al menos semanalmente. Esta evaluación puede consistir en exámenes macroscópicos en el campo para detectar los síntomas generales para cualquiera de las enfermedades, y también en análisis histopatológicos de laboratorio, realizados semanalmente por un microbiólogo. Las granjas a menudo combinan las evaluaciones de campo y laboratorio en su plan de manejo de la salud del camarón.

Dos sitios en Honduras tienen capacidad para llevar a cabo la prueba PCR: la Universidad Nacional Autónoma de Honduras y un laboratorio privado de diagnóstico,

ambos localizados en Tegucigalpa. Algunas granjas mandan muestras para análisis PCR a los EE.UU. El Laboratorio de Patología Acuática de ANDAH, localizado en Choluteca, está en el proceso de instalación de su propio equipo PCR y deberá estar listo para estos análisis a finales de septiembre de 1999. Se espera una gran demanda de análisis PCR para WSSV en el Laboratorio de Patología Acuática de ANDAH, una vez que su equipo esté instalado, dada la localización central del laboratorio respecto de la industria.

La siembra de PLS sanas es otro componente de las prácticas del manejo de la salud del camarón. En adición a lo anterior, pruebas PCR / dot-blot y exámenes de laboratorio y campo, las PLS son sujetas a pruebas de estrés antes de su siembra en alrededor de la mitad (51.7%) de las granjas encuestadas. Las pruebas de estrés se llevan a cabo a menudo en los laboratorios locales o en los centros de aclimatación fuera de las granjas antes de que las PLS sean transportadas a la granja para su siembra. Dos de las pruebas de estrés más comunes son: una súbita reducción de la salinidad ambiental a agua dulce (0 partes por mil, ppm), por un período de 15 a 30 minutos, antes de que la salinidad se regrese a su valor ambiental (nueve granjas); y sumergir las PLS en una solución de formalina de (100 mg/l) por 30 minutos (tres granjas). Tanto muestras de PLS como la totalidad de la población son sujetas a las pruebas de estrés.

Las otras dos pruebas de estrés reportadas son: aumentar la densidad de PLS en una muestra provocando aglomeración por 24 horas; y un súbito incremento de la temperatura del agua de 22 a 28 grados centígrados. La siembra de PLS en estanques de producción en todas las granjas se lleva a cabo en las horas más frías del día, ejemplo: las horas anteriores al amanecer; el proceso de aclimatación incluye el ajuste lento de la salinidad y la temperatura del agua de transporte a la del estanque de producción. El proceso se controla con cuidado por técnicos, para asegurar que las PLS no sufran estrés y que las concentraciones de oxígeno disuelto permanezcan altas todo el tiempo.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA – EVALUACIÓN DE LA SALUD DE LAS POSTLARVAS DE CAMARÓN, (CONT.)

El hecho de que la mayoría de los administradores intenten, ya sea filtrar o analizar la postlarva para detectar enfermedades, indica que la industria reconoce la importancia de estas prácticas. Existen lagunas en el número de granjeros que no llevan a cabo estas pruebas, la variación en el número y tipo de pruebas llevadas a cabo y la disponibilidad de laboratorios en el área inmediata. Aunque las muestras

pueden ser enviadas a Tegucigalpa o EE.UU., esto es costoso, lento y puede interferir con el tiempo de resiembra de los estanques. Mejorar esta situación puede ser un asunto de entrenamiento en algunos casos, pero la construcción de laboratorios y la disponibilidad de personal entrenado en el sur de Honduras ayudará a los granjeros a implementar estas pruebas.

La importación de postlarva formula numerosos riesgos ambientales y financieros. Estos riesgos involucran la transmisión de enfermedades, introducción de especies exóticas o líneas genéticas diferentes, mortalidad durante el transporte, y a veces desabasto en tiempos críticos. Cuando las postlarvas son importadas, deberán seguirse los lin-

eamientos de la OIE (Oficina Internacional de Epizootias, Organización Mundial de Salud Animal, 1995), o en el caso Hondureño, las regulaciones de OIRSA.

Antes de su siembra, la postlarva debe ser examinada para detectar signos de enfermedad y para evaluar su calidad.



Las post larvas deben ser lentamente aclimatadas antes de ser transportadas a la granja para así reducir el estrés y el período de aclimatación en el área de estanques.

Sin tener en cuenta la fuente de abasto, la postlarva debe ser examinada por personal calificado para detectar señales de enfermedad. También pueden ser sujetas a pruebas de estrés para determinar su fortaleza (Clifford 1994). Si los resultados están fuera de los parámetros normales, la postlarva no debe ser sembrada, sino destruida, y el agua que la contenía debe ser desinfectada con cloro u otro desinfectante apropiado.

9.2 PREPARACIÓN DE ESTANQUES

Los fondos de los estanques deben ser secados completamente cuando menos después de tres o cuatro ciclos de producción y con más frecuencia cuando se piense que es aconsejable.

El estanque debe ser secado hasta que el fondo desarrolle cuarteaduras de aproximadamente 5 a 10 cm de profundidad. Esto sirve para oxidar sustancias reducidas y acelerar la descomposición de la materia orgánica. El ciclo de secado es especialmente importante para oxidar y detoxificar los sulfuros inorgánicos presentes en el suelo del estanque. El secado también matará a los organismos parásitos.

9.3 DENSIDAD DE SIEMBRA

Determinar las densidades de siembra es una de las decisiones más críticas que un administrador pueda hacer. Desde la perspectiva de

PRÁCTICA DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA – PREPARACIÓN DE ESTANQUES

Cerca del 59% de los granjeros secan el fondo de los estanques. Esto se hace generalmente durante la estación de estiaje. La esterilización del fondo de los estanques también se lleva a cabo por la mayoría de los granjeros cuando el estanque es drenado (Ver 9.8) a través de la aplicación de cal, aunque esto no es practicado de la manera más efectiva.

maximizar la eficiencia en la producción, el objetivo es cosechar la más alta densidad de camarón de un tamaño específico, sin incrementar los costos unitarios. Desde una perspectiva ambiental, el manejo de la densidad de siembra girará alrededor de reducir los insumos al estanque y luego reducir las salidas de residuos en los efluentes.

La tasa de siembra depende de un sin número de factores, tales como la tasa de mortalidad esperada, la habilidad para manejar la calidad del agua, los costos de la postlarva y otros

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: DENSIDAD DE SIEMBRA

Todas las granjas practican actualmente la siembra directa de postlarvas (PLs) en sus estanques de producción. En dos granjas los estanques de precría se utilizaron para almacenar el excedente de PLs silvestres para sembrarlas en los estanques de producción en el siguiente ciclo productivo. Sin embargo, los estanques de precría son usados para almacenar sólo del cinco a 20% de todas las PLs utilizadas en estas dos granjas. Las densidades de siembra final en los estanques de producción tienen un rango de cinco a 15 PLs/m².

Esta densidad de siembra, coloca a las granjas Hondureñas en la categoría de extensivas a semintensivas. Históricamente, los operadores Hondureños han tratado de mantener las densidades de siembra relativamente bajas, basados en la teoría de que esto evita la necesidad de suministros excesivos de alimento y fertilizantes y ayuda a protegerse contra las enfermedades epidémicas que fueron observadas en Ecuador y Asia.

costos operativos. Las tasas máximas de siembra para un cultivo semi-intensivo, serán aquellas que puedan mantenerse sin aireación y sin mortalidad excesiva. Las densidades excesivas de siembra y las altas tasas de alimentación conllevan a una pobre calidad de agua que provocará estrés al camarón y lo hará más susceptible a las enfermedades. La calidad de agua del efluente tiende a deteriorarse cuando se incrementan las tasas de alimentación (Dierburg y Kiattisimkul 1996).

La determinación de una densidad de siembra adecuada depende de la calidad de agua, el diseño del estanque, las tasas de recambio de agua, la posibilidad de aireación mecánica, experiencia del personal y de la capacidad técnica en general. Las BPM proveen guías que pueden ayudar a determinar rangos razonables, más que límites absolutos, para las densidades de siembra del cultivo semi-intensivo, que resulten en cosechas rentables mientras intentan minimizar las cargas en los efluentes.

La densidad de siembra debe determinarse con base en la supervivencia y la capacidad de carga.

La densidad máxima de siembra depende de manera muy importante del sitio. Deberá tomarse en consideración las tasas típicas de mortalidad para cada área, porque la alta mortalidad por enfermedades puede inicialmente requerir como compensación altas

densidades de siembra. También será determinante en la densidad de siembra la capacidad de carga de estanques individuales, basada en concentraciones de oxígeno disuelto (OD), productividad, calidad de suelo y agua. Producir cosechas más frecuentes de camarón más pequeño o cosechas menos frecuentes de camarón grande, son opciones de manejo que necesitan ser consideradas en relación con los ingresos totales y con los potenciales impactos ambientales.

Para estanques semintensivos sin aireación mecánica, las densidades de carga en la cosecha deberán estar generalmente en el rango de 10 a 15 camarones/m².

La densidad de carga final de camarón en un estanque semi-intensivo sin aireación mecánica no excederá generalmente este número debido a las limitaciones generadas por los niveles de oxígeno disuelto y la capacidad de carga del sistema. Exceder este rango requerirá generalmente de más alimento que resultará en un abundante crecimiento de fitoplancton y en una baja del oxígeno a menos que se use aireación mecánica.

9.4 ALIMENTOS Y MANEJO DE ALIMENTO

La nutrición del camarón está basada en alimentos manufacturados provistos por el granjero y una variedad de organismos (algas, pequeños invertebrados bentónicos, detritus orgánicos) que son parte de la pro-

ductividad natural. Los nutrientes en el alimento manufacturado que no son convertidos en carne de camarón entran al agua y fertilizan el estanque (Boyd 1990). 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 de que el granjero intensificara el cultivo. Las tasas altas de alimentación pueden llevar a niveles abundantes de fitoplancton y a una alta demanda de oxígeno en la noche. Alimentar más de lo que el camarón consume puede contaminar el fondo del estanque con alimento descompuesto y posiblemente causar deterioros en la calidad del fondo.

La productividad natural es importante en los estanques camaro-

neros y especialmente en las etapas tempranas de crecimiento cuando la postlarva es pequeña. El uso de fertilizantes puede estimular la productividad natural cuando las

INVESTIGACIONES APLICADAS A REDUCIR EL CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN ALIMENTO EN LAS GRANJAS DE CAMARÓN DE HONDURAS

BENEFICIOS.

Reducir el contenido de proteínas en el alimento puede tener múltiples beneficios. Los alimentos con alto contenido de proteínas son un gasto mayor en la producción de camarón. Reducir el contenido de proteínas, que es una fuente de nitrógeno, baja la entrada de nitrógeno en los estanques. Alimentos de camarón típicos contienen de un 30% a un 40% de proteínas. Ya que el pescado es la principal fuente de proteínas en alimentos de acuicultura, reduciendo el contenido de proteínas ayudamos a proteger otros recursos marinos, haciendo del camarón una dieta alternativa con una sólida base nutricional.

COMPLEJIDADES.

Determinar qué tanto se puede reducir las proteínas sin dañar la cosecha es complicado, porque hay muchos factores que determinan cómo se alimenta el camarón y cómo utiliza la proteína en la dieta. El metabolismo del camarón y otras dinámicas del estanque que afectan la nutrición del camarón son afectadas por factores estacionales, especie cultivada, temperaturas, calidad del agua, tipo de proteína, características del alimento y muchos otros factores. Esto varía grandemente entre granjas individuales e industrias regionales. Las investigaciones enfocadas a

optimizar la eficiencia del alimento deben tomar en consideración estos factores, que son específicos para cada localidad.

ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

La industria del camarón de Honduras (ANDAH), en colaboración con el proyecto PD/A CRSP-Universidad de Auburn, ha investigado este asunto mediante pruebas en estanques bajo condiciones apropiadas para la industria local.

Los estanques de camarón manejados semi-intensivamente en Choluteca, Honduras, fueron sembrados con cinco u 11 juveniles de *Penaeus vannamei* por metro cuadrado. El camarón en cada densidad fue alimentado con alimento conteniendo 20% o 40% de proteínas, seis días por semana. El experimento se repitió durante las estaciones de estiaje y de lluvias. El volumen de camarón producido, su peso promedio, la conversión alimenticia y variables relacionadas con la calidad de agua, no fueron afectados por el contenido de proteína de la dieta en ninguno de los dos experimentos. Así, el contenido de proteína de raciones formuladas para cultivo semi-intensivo de *P. vannamei* puede ser reducido a 20% (Teichert-Coddington y Rodríguez, 1995).

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: MANEJO DE ALIMENTO

Los alimentos para el camarón contienen de 20 a 25% de proteína cruda. Veinte administradores (69.0% del total) usan alimento con 25% de proteína como su principal alimento, mientras que ocho (27.6% del total) usan alimento con 20% de proteína. Tres de los administradores que usan alimento con 20% de proteínas como su alimento primario, también usan alimento con 25% de proteína para "levantar" al camarón cuando las muestras de crecimiento indican que el crecimiento se ha estancado. Similarmente, tres administradores que usan el alimento de 25% de proteína como su ración primaria, también usan alimento de 30% o 35% de pro-

do a la biomasa del camarón en el estanque en 28 granjas (96.6% del total). La biomasa en el estanque se estima tomando muestras de población para determinar el peso individual promedio y ajustando la población inicial por la mortalidad esperada. Solo un administrador de granja basa su tasa de alimentación en el consumo medido en las charolas de alimentación. El crecimiento del camarón en el estanque es registrado semanalmente en 28 granjas y dos veces por semana en una granja (Tabla 2).

Las muestras de crecimiento se empiezan a tomar en promedio a los 23.8 días después de la siembra, mientras que las de población se toman a un promedio de 35.6 días después de la siembra. Las muestras de población son usadas para estimar la población de camarón de un estanque y se llevan a cabo en 28 granjas usando redes tipo atarraya. El procedimiento involucra determinar el

número promedio de camarones capturados en un promedio de nueve lances de red por hectárea, multiplicando este número por la razón del área del estanque y el área de la red, y multiplicando este resultado por un factor de corrección derivado empíricamente. Varios administradores de granjas también usan curvas de mortalidad derivadas empíricamente en combinación con los resultados del muestreo de población, mientras que un administrador usa solo las curvas de mortalidad para ajustar la población de camarón en los estanques.

Los administradores de granjas siguen una de dos estrategias generales de alimentación: el primer suministro de alimento ocurre de uno a siete días o de tres a seis semanas después de la siembra. Donde el ali-

teína para "levantar" al camarón. Un administrador usa alimento con 22%, 25%, 31%, y 35% de proteína, dependiendo del crecimiento del camarón. La mayoría de los administradores (82.8% del total) usan el mismo alimento a lo largo de todo el año. Cuatro administradores (13.8% del total) usan alimento con contenido más alto de proteína o porcentaje más alto de proteína animal durante la estación de lluvias. El alimento es almacenado un promedio de 20.6 días (DS + 15.4 días; rango: 0 – 60 días) anteriores a su uso. El alimento se revisa para detectar moho antes de su uso en 28 granjas (96.6%), y el alimento mohoso no es usado para nada en 26 granjas. Tres administradores han usado alimento mohoso, dañado por el huracán Mitch, como fertilizante para el estanque.

La tasa de alimentación del camarón se ajusta de acuer-

TABLA 1.

PROMEDIO DE DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA, FRECUENCIA DE MUESTRAS SUBSIGUIENTES DE CRECIMIENTO DE CAMARÓN Y POBLACIÓN ESTIMADA EN ESTANQUES DE ENGORDA EN 29 GRANJAS EN EL SUR DE HONDURAS

Inician	Número de granjas	Frecuencia (± DS)	Rango	Promedio (± DS)	Rango
Muestras de crecimiento	29	23.8 ± 8.7	1 – 40	7.2 ± 1.3	7 – 14
Muestras de población	28	35.6 ± 7.7	20 - 45	15.5 ± 4.6	7 – 24

mento es suministrado desde la siembra, pequeñas cantidades de alimento (de dos a seis kilogramos por hectárea) son distribuidos diariamente o cada dos días hasta que se toma la primera muestra de crecimiento, a partir de aquí, la tasa de alimentación es calculada en base a la biomasa de camarón. Las cuadrillas de alimentación de los estanques son supervisadas activamente en todas las granjas. Donde el primer suministro de alimento se retarda de tres a seis semanas, la ración del alimento siempre se basa en la biomasa del

camarón. El camarón obtiene nutrientes para su crecimiento de la productividad natural durante este periodo inicial de tres a seis semanas; la fertilización del estanque estimula la productividad natural que sustituye a las raciones comerciales. El primer suministro de alimento, en todas las granjas, se da en promedio 15 días después de la siembra (Tabla 2). Solamente 22 administradores de granjas (75.9% del total) saben las tasas de alimentación que usan en la granja. Los administradores de granjas restantes dependen en el director o consultor técnico para que les provea esta información. La tasa de alimentación inicial diaria promedio es del 11.7% de la biomasa del camarón, decreciendo a un promedio diario de 2.4% de la biomasa de camarón poco antes de la cosecha (Tabla 2).

El alimento es suministrado al camarón dos veces al día en promedio. En 10 granjas (34% del total) el alimento es suministrado una vez al día, en 16 granjas (55% del total) el alimento es suministrado dos veces al día, en dos granjas (7% del total) el alimento es suministrado tres veces al día, y en una granja (3% del total) el alimento es suministrado cuatro veces al día. El alimento es distribuido sobre la superficie del estanque desde un bote en 27 granjas (93.1% del total de las granjas), distribuido completamente en charolas alimentadoras (15 charolas por hectárea) en una granja y distribuido

TABLA 2.
PRÁCTICAS DE ALIMENTACIÓN EN 29 CAMARONERAS
EN EL SUR DE HONDURAS

Variable	Número de granjas	Promedio (\pm SD)	Rango
Primera ración (días después de siembra)			
todas las granjas	29	15 \pm 12	1-45
primera ración al sembrar	10	2 \pm 1.3	1-5
primera ración diferida	19	22 \pm 9.9	14-45
Tasa inicial de alimentación	22	11.7 \pm 8.8	1-35
Tasa final de alimentación	22	2.4 \pm 0.9	1-4
Frecuencia de alimentación (veces al día)	29	2 \pm 1	1-4
Tasa máxima de alimentación por día (kg/ha)	29	22.5 \pm 8.0	4.5-36.3

desde el borde del estanque en una granja. El bote alimentador generalmente toma una ruta en zigzag a través del estanque para asegurar la distribución de alimento a través de todo el estanque.

En las granjas que alimentan una vez al día, la distribución de alimentos empieza cerca de las 0800 horas y se continúa hasta completarla; dependiendo del tamaño de la granja, la distribución del alimento toma desde varias horas hasta el día completo, éstas granjas emplean un número mínimo de cuadrillas alimentadoras. Donde el alimento es suministrado dos veces al día, generalmente la primera distribución principia a las 700h y la segunda empieza a las 1300h. Si el alimento es suministrado más de dos veces al día, la ración adicional generalmente se da durante las últimas horas de la tarde o por la noche. Todos los administradores mantienen registros escritos diarios del alimento aplicado a los estanques. Los administradores reportan un promedio máximo de la ración de alimentación diaria de 22.5 \pm 8 Kg por hectárea. Veintiún administradores (72.4% del total) dicen no tener un limite superior para la ración diaria de alimento, ocho (27.6% del total) reportan que no exceden un promedio diario de ración alimenticia de 35 \pm 8.8 Kg por hectárea. (Rango: 27 – 45 Kg/ha).

Prácticas de la Industria Hondureña: Manejo de alimento, (Cont.)

Veintisiete administradores (93.1% del total) saben que el factor de conversión alimenticia (FCA) del alimento se calcula dividiendo la cantidad total de alimento suministrado entre el peso fresco total de todo el camarón cosechado. Dos administradores dependen del director o consultor técnico para hacer este cálculo. La mayoría de las granjas reiniciaron su producción en los primeros meses de 1999 después de la total o casi total pérdida sufrida por el huracán Mitch. Las estrategias de manejo usadas por los administradores han cambiado en varias granjas como resultado del huracán y la aparición de WSSV. Según los reportes de los administradores el promedio (\pm DS) de FCA para el año a la fecha, es 1.36 ± 0.49 ; el rango del FCA es de 0.09 - 2.43. Dos administradores no saben el FCA para sus granjas. Otros 2 administradores están justamente empezando y todavía no tienen datos a la mano.

Debido al cambio de estrategia en el manejo de los estanques, muchos administradores no tienen la información completa sobre sus FCA en la estación de estiaje y en la lluviosa, así que los administradores reportan los FCA históricos generalmente desde 1998. Quince administradores reportan variaciones estacionales en los FCA. La conversión de alimento es más baja durante la estación lluviosa y con promedios (\pm DS) 1.36 ± 0.30 , comparados al promedio de la estación de estiaje (\pm DS) FCA de 1.60 ± 0.47 . El rango de los FCA es similar para la estación lluviosa (0.77 - 2.00) y la estación de estiaje (0.50 - 2.25). Veintisiete administradores (93.1% del total) reportan no tener acumulaciones de alimento en el fondo de los estanques cuando se cosecha. Un administrador no sabe si hay o no acumulación de alimentos en el fondo de los estanques a la cosecha. Catorce granjas usan como mecanismo para detectar alimento no consumido en los fondos de los estanques durante el ciclo de cultivo, la presencia de alimento en los lances de la red durante los muestreos de población o de crecimiento semanales. No hay datos a la mano para una granja en su primer año de operación.

Veintiseis administradores (89.7% del total) son incapaces de determinar una tasa específica de alimentación y reportan que no tienen respuesta a la pre-

gunta sobre cuál tasa de alimentación causa problemas con la concentración de oxígeno disuelto en el estanque. Dos reportan que una tasa de 45 Kg por ha por día causará problemas con la concentración de oxígeno disuelto. Un administrador reporta que una tasa de alimentación que exceda 18 Kg por ha al día, sin recambio de agua, causará una baja inaceptable en la concentración de oxígeno disuelto en el estanque.

Los administradores de granjas citan siete razones para suspender la aplicación de alimento a un estanque (Tabla 13). Cinco administradores (17.2% del total) suspenden la aplicación de alimento por una sola razón: baja concentración de oxígeno disuelto (cuatro administradores) o por enfermedad. El 82.8% de los administradores restantes, citan múltiples razones para suspender la aplicación de alimento a un estanque. La baja concentración de OD y las enfermedades son las dos razones más comunes para suspender la alimentación. La aplicación de alimento se suspende cuando la concentración media de OD se encuentra en 2.2 mg/l.

El manejo del alimento parece ser bueno como se evidencia en los FCA que están en un rango aceptable. La mayoría de los granjeros intentan monitorear el crecimiento del camarón, consumo de alimento y FCA a través de un programa de muestreo regular. En años recientes, los granjeros han reducido también el contenido de proteínas en los alimentos. También el alimento es suministrado con frecuencia de manera intencional para promover el buen consumo y las cuadrillas son vigiladas. También se vigilan los efectos de las tasas de alimentación sobre la calidad del agua.

Aunque parece que la importancia del manejo del alimento es reconocida, no todos los granjeros se apegan a todas las BPM recomendadas. Los granjeros presentan amplias variaciones en sus métodos de monitoreo y control del alimento y la calidad del agua. Posteriores mejoras son posibles a medida que un mayor número de granjeros adopten métodos más regulares y confiables de monitoreo y control. El cambio en la estrategia de manejo hacia incrementar las ganancias en lugar de la producción puede motivar esta adopción e implementación en el futuro.

tasas de alimentación son bajas, sin embargo cuando avanza el ciclo de cultivo el suministro de alimento puede incrementarse y la cantidad de fertilizantes reducirse para proteger la calidad del agua (Boyd 1990). La producción será baja en los estanques fertilizados sin alimentación. De ahí que es más eficiente el uso de alimentos manufacturados e incrementar la producción por unidad de área.

El régimen de alimentación deberá tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.

Usar alimento de alta calidad, peletizado, con un mínimo de "finos" y buena estabilidad.

El alimento peletizado deberá ser formulado para retener su forma por varias horas para que permanezca intacto y el camarón pueda comerlo. El alimento que se desintegra rápidamente no puede ser consumido por el camarón y se convierte en una fuente muy cara de nutrientes. También echa a perder el fondo y lleva a un deterioro de la calidad del agua.

El pescado no debe ser utilizado como alimento.

El uso de pescado como alimento causa más problemas en la calidad del agua que los alimentos formulados y puede transmitir enfermedades.

El alimento debe ser guardado en instalaciones frescas, secas y a salvo de pestes.

Alimento mohoso nunca deberá ser usado en los estanques (Brunson 1997).

Los niveles de nitrógeno y fósforo en los alimentos deberán ser tan bajos como sea posible sin sacrificar la calidad del alimento. Se debe tener precaución porque los límites inferiores de estos componentes son aún desconocidos.

El nitrógeno y el fósforo en los alimentos son caros y causan eutrofización en los estanques y en los cuerpos de agua que los reciben. Los alimentos no deben contener más nitrógeno y fósforo que los necesarios para los requerimientos del camarón.

Hace falta mucha investigación en esta área pero el granjero puede experimentar en una pequeña escala con alimentos que contengan bajas cantidades de estos componentes, para determinar los niveles apropiados para una granja en particular. En áreas donde la calidad del alimento no está garantizada por los vendedores, el alimento deberá ser analizado por laboratorios independientes para verificar su contenido. Esto ayudará a calcular las tasas de alimentación y a mantener el contenido del alimento en los niveles deseados.

La eficiente aplicación de los alimentos requiere atención a lo siguiente:

Los alimentos deben ser usados de tal manera que rindan el máximo beneficio y a la vez reduzcan los costos y los impactos potenciales.

El cálculo de los requerimientos de alimento debe estar basado en estimaciones periódicas de biomasa y en la formulación del alimento.

Los requerimientos de alimento variarán con el crecimiento del camarón y con el nivel de productividad natural en el estanque. Las tasas de alimentación pueden ser calculadas con base en tablas estándares, pero deben ser ajustadas semanalmente de acuerdo a la tasa de crecimiento del camarón en estanques individuales. El uso juicioso del alimento requiere un muestreo periódico del crecimiento del camarón y el monitoreo de las condiciones del estanque. Además, los cálculos del alimento deberán incluir la compensación por la mortalidad esperada. Muchas granjas han desarrollado curvas de mortalidad esperada para el ciclo de crecimiento.

Considere el uso de charolas para monitorear las actividades de alimentación.

Las charolas de alimentación proporcionan una forma simple de determinar cuán bien está comiendo el camarón, para evitar la sobrealimentación. Esto reducirá el costo, protegerá el fondo del estanque y la calidad del agua. El camarón no come bien cuando sufre estrés por enfermedad o condiciones ambientales pobres. Así, las charolas de alimentación proporcionan un medio de monitoreo biológico de las condiciones ambientales en los estanques. Algunos granjeros han empezado a alimentar solo en charolas. Los

beneficios y la efectividad económica de este método aún no se han determinado.

Disperse el alimento uniformemente sobre la superficie del estanque evitando grandes y repetidas aplicaciones en pequeñas áreas.

Grandes aplicaciones de alimento en pequeñas áreas pueden llevar al apilamiento de alimento no consumido, y a daños en la calidad del fondo. El camarón puede encontrar alimento más fácilmente si se le ofrece en muchos lugares, Ejemplo dispérselo uniformemente sobre toda la superficie del estanque o colóquelo en charolas por todo el estanque.

Suministre el alimento diario en más de una aplicación por día cuando sea posible.

Esto permite una mejor utilización del alimento por el camarón con menos desperdicio.

No alimente cuando las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) sean menores de 2.5 mg/l.

La alimentación se inhibe cuando las concentraciones de OD caen por debajo de 2.5 mg/l. La aplicación del alimento en estos casos se desperdicia y puede causar problemas en la calidad del agua. Espere hasta que las concentraciones de OD se eleven a por lo menos tres o cuatro mg/l. Si las concentraciones de OD son crónicamente bajas, las tasas de alimentación son probablemente excesivas para la capacidad asimilativa del estanque.

9.5 FERTILIZACIÓN Y MANEJO DE FITOPLANCTON

Los fertilizantes contienen nutrientes que promueven el crecimiento del fitoplancton, que es el primer eslabón en la cadena alimenticia del estanque, la cual culmina en carne de camarón. Una buena productividad natural ahorra alimento manufacturado. La concentración y tipo de alga presente en la columna de agua tiene un efecto directo en la calidad del agua. Las algas producen oxígeno durante las horas de luz solar. También ayudan a controlar las concentraciones de amoníaco absorbiéndolo del agua (Tucker et al. 1984). Sin embargo, la concentración excesiva de algas puede dar por resultado bajas concentraciones de oxígeno disuelto. La proliferación de ciertas especies de algas verde-azules puede ser tóxica para el camarón, o puede producir compuestos olorosos que impartan un sabor desagradable al camarón haciéndolo inaceptable para los consumidores (Lovell y Broce 1985).

Los fertilizantes químicos se deben usar solamente cuando sea necesario incrementar la abundancia de fitoplancton.

Esta práctica reduce la innecesaria adición de nutrientes a los estanques, baja los costos y mejora la calidad del agua del efluente. Hay que monitorear la calidad del agua con un Disco de Secchi para estimar la penetración de luz en un estanque. Las lecturas óptimas de un Disco de Secchi están en el rango de 25 a 40 cm.



Frecuentemente, los administradores de estanques basan la fertilización de los mismos en el color que presenten. Análisis adicionales como conteo e identificación de algas podrían ser necesarios.

Lecturas mayores que 40 cm indican un bajo nivel de algas y la necesidad de incrementar los nutrientes con fertilizantes. Nunca se debe permitir que las lecturas Secchi caigan debajo de 25 cm ya que esto indica una alta densidad en la población de algas. Donde las densidades de fitoplancton son excesivas, la respiración de la comunidad de fitoplancton causará baja concentración de OD durante la noche. También, por complejas razones limnológicas, las poblaciones densas de algas pueden morir rápidamente, causando un alto consumo de oxígeno por la descomposición de la biomasa de algas (Boyd et al. 1997; Barica 1975). Esto reduce el oxígeno para los camarones y puede causar mortalidades masivas.

Se debe evitar aplicaciones excesivas de fertilizantes con urea y amonio.

La urea se hidroliza en amoníaco. El amoníaco puede ser tóxico para el camarón y los organismos acuáticos de los cuerpos de agua que reciben los efluentes si las aplicaciones en los estanques son muy altas. El amoníaco también demanda oxígeno y crea acidez cuando es convertido en nitrato por bacterias nitrificantes (Mitchell 1992).

Se prefiere el uso de fertilizantes líquidos, pero si se usan fertilizantes granulados se deberá asegurar su disolución.

TABLA 3.

PREFERENCIAS POR COLOR DE AGUA Y GRUPO DE FITOPLANCTON EN LOS ESTANQUES REPORTADAS POR 29 ADMINISTRADORES DE GRANJAS CAMARONERAS EN EL SUR DE HONDURAS.

Preferencia	Número de administradores
Color del agua del estanque	
Verde	1
Verde claro	1
Verde esmeralda	2
Verde mar	1
Verde oliva	1
Verde oscuro	2
Amarillo-verde	4
Café-verdoso	1
Amarillo-café	8
Café dorado	3
Café claro	2
Café	2
Cualquiera menos verdes fuertes	1
Fitoplancton	
Diatomeas	21
Sin preferencia	7
Disgusto por las verdes/azules-verdes	1

Los fertilizantes granulados tienden a asentarse en el fondo donde se disuelven y el fósforo es rápidamente absorbido por el sedimento y no entra en la columna de agua donde puede ser usado por las plantas (Teichert – Coddington et al., 1997). 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, estos 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.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: FERTILIZACIÓN

Veinticinco administradores de granjas tienen y usan un disco Secchi, mientras que cuatro administradores o no lo tienen o no lo usan. Solamente dos granjeros compraron el disco mientras que en 23 granjas el disco fue fabricado localmente. El diámetro del disco es de 20 cm. (10 granjas), de 25 cm (8 granjas), de 30 cm (5 granjas) y de 40 cm (uno granja). Mientras que las mediciones del disco Secchi son usadas para guiar las decisiones sobre la fertilización del estanque en 17 granjas, las mediciones con el disco Secchi son rutinarias en 25 granjas. Las granjas tienen un promedio de 2.3 personas (Rango: uno a seis) responsables de las medidas de visibilidad disco Secchi (VDS). La visibilidad del disco Secchi es medida por una metodología que varía ligeramente de una granja a otra. La mayor variación está en la hora en que se mide la VDS. La técnica recomendada es medir la VDS entre las 1100h y las 1300h cuando el sol está en su cenit. Las medidas en las granjas toman de 30 minutos a dos horas. Diez granjas (40% de las granjas que usan el disco Secchi) empiezan sus medidas de VDS a las 1100h o 1200h. La medida de la visibilidad del disco Secchi se inicia a las: 06h00 en una granja, 800h en una granja, 900h en tres granjas, 1000h en cinco granjas, 1300h en tres granjas, 1400h en una granja y 1500h en una granja. En 19 granjas, la VDS se mide solo en la estructura de salida del estanque. En cuatro granjas se mide en la estructura de salida y en la de entrada, desde un bote en medio de cada estanque en otra granja y siempre desde la posición donde levanta el viento en la última granja. Las frecuencia de medidas de la VDS tiene un rango desde diario a una vez por semana.

Mientras que tres administradores de granjas reportan que las concentraciones de amoníaco en las aguas de los estanques son medidas semanalmente, ningún administrador reporta el monitoreo de concentra-

ciones de nitrógeno o fósforo en el agua de los estanques para guiar las decisiones de fertilización del estanque. De hecho, ningún administrador reporta el uso de fertilizantes para mantener una concentración específica de nitrógeno o fósforo en las aguas del estanque.

Veinte administradores de veintiún granjas que usan fertilizantes, recambian el agua en estanques que han sido fertilizados solo en respuesta a un criterio específico, ejemplo: bajas concentraciones de OD, o después de 1.5 a siete días. Sólo cuatro de estos administradores reducen las tasas de recambio de agua en 25 a 50% en estanques recientemente fertilizados, y sólo por no más de cuatro días después de que el recambio de agua se reanuda.

Las poblaciones de fitoplancton son también cuantificadas a través de la observación visual del color del agua del estanque y por conteo del fitoplancton. El color del agua es registrado diariamente en 10 granjas. Conteos de fitoplancton se realizan en cinco granjas, usualmente con intervalos de siete a 10 días. Las preferencias de los administradores por el color del agua del estanque varían desde un verde mar a un verde esmeralda a un amarillo/dorado-café o cualquiera menos verde fuerte (Tabla 10). Los tres colores más preferidos de agua son: en orden descendente, amarillo/café, amarillo/verde y café/dorado (Tabla 3). Los administradores expresan su preferencia por un solo tipo de fitoplancton: diatomeas. Veintiún administradores (72.4% del total) prefieren que las poblaciones de fitoplancton en los estanques estén compuestas principalmente por diatomeas (Tabla 3). Siete administradores no tienen preferencia por un grupo predominante de fitoplancton. Un administrador declara su disgusto por algas verdes y verde-azules.

INVESTIGACIÓN APLICADA EN LA REDUCCIÓN DEL USO DE FERTILIZANTES EN LOS ESTANQUES DE HONDURAS

BENEFICIOS

Los fertilizantes son usados para proveer nutrientes para el fitoplancton e indirectamente para el zooplancton. Estos organismos son consumidos por el camarón y pueden proveer una fuente significativa de alimento, reduciendo así la necesidad de añadir alimentos formulados en el cultivo semi-intensivo de camarón. La habilidad para reducir la fertilización sin afectar la producción, aminora los costos de producción y puede mejorar, bajo ciertas circunstancias, la calidad del agua del efluente.

COMPLEJIDADES

La necesidad de fertilizantes depende de muchos factores con interrelaciones complejas. Estos factores incluyen calidad del suelo y agua, temperatura, concentraciones de nutrientes en cuerpos de agua locales, y características de las poblaciones locales de fitoplancton. Todos estos varían grandemente entre granjas e inclusive entre estanques individuales. Es importante no reducir mucho la fertilización ya que esto puede afectar la productividad natural e incrementar la necesidad de alimentos formulados.

ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

Con referencia a su localización en el golfo de Honduras o en los estuarios ribereños, los estanques camaroneros en Honduras están clasificados como de bahía o ribereños. Las granjas ribereñas reciben más nutrientes exógenos de los escurrimientos de las cuencas cercanas (Corrales et al 1998). Una investigación

fue conducida en Honduras por el proyecto PD/A CRSP de la Universidad Auburn, para investigar el nivel óptimo de fertilización en estos dos tipos de granjas.

Los resultados indicaron que los fertilizantes pueden ser reducidos o eliminados para las granjas de tipo ribereño donde las aguas ya eran ricas en nutrientes. En comparación, las granjas localizadas en las bahías del golfo de Fonseca tienen fuentes de agua que son muy bajas en nutrientes, en cuyo caso la fertilización puede ser beneficiosa. Más aún, este estudio fue conducido al tiempo que las tasas de recambio de agua eran relativamente altas, lo que quiere decir que los nutrientes del fertilizante fueron arrastrados fuera de los estanques en cada recambio de agua. Así los resultados indican que la fertilización puede ser reducida o eliminada, solo a aquellas granjas cuya fuente de agua es alta en nutrientes (ejemplo: granjas ribereñas).

Actualmente, las tasas de recambio de agua han sido reducidas dramáticamente en muchas granjas en Honduras. Hay un renovado interés en fertilizar los estanques que están sujetos a bajas tasas de recambio de agua en una base a como lo vayan necesitando. En estas situaciones, la fertilización puede ser benéfica ya que los nutrientes aplicados son retenidos en el estanque y estimulan la productividad natural, lo cual a la vez puede actuar para ahorrar alimento (Green y Teichert-Coddington 1990; Rodríguez et al. 1991).

Los fertilizantes deben ser almacenados en lugares limpios y secos, lejos de chispas y sus derrames deben ser evitados.

Algunos fertilizantes, ejemplo: 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 duros. Los nutrientes del fertilizante que se derraman pueden contaminar cuerpos de agua locales con nutrientes.

9.6 RECAMBIO DE AGUA Y SUMINISTRO DE AGUA DULCE

El recambio de agua ha sido históricamente usado en el cultivo extensivo del camarón para: suministrar al estanque agua con nutrientes y organismos que sirvan de alimento al camarón, prevenir la alta salinidad en la estación de estiaje y suministrar oxígeno. La práctica se ha continuado en el cultivo intensivo y semi-intensivo del camarón porque se

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: FERTILIZACIÓN, (CONT.)

Veintiséis (89.7% del total) administradores de granjas reportan que a ellos les gustaría tener un florecimiento de fitoplancton en el estanque antes de que el camarón sea sembrado. La estimulación del florecimiento del plancton puede o no involucrar la aplicación de fertilizantes químicos. Los fertilizantes pueden ser aplicados solamente durante la estación de estiaje, cuando muchos administradores sienten que la fuente de agua es menos fértil. Los administradores sienten que la fertilidad de la fuente de agua durante la estación lluviosa es suficientemente alta para obviar la necesidad de aplicación de fertilizantes en muchas granjas, especialmente en aquellas localizadas en estuarios ribereños. Ninguna granja usa estiércol de gallina como fertilizante de los estanques. De hecho, sólo una granja usa fertilizante orgánico: 22.7 kg/ha de estiércol seco de ganado, aplicado al fondo del estanque antes de inundarlo.

Los estanques son fertilizados en 21 granjas (72.4% del total). Sin embargo, un administrador ha suspendido la fertilización desde que ocurrió un brote de WSSV en los primeros meses de 1999 y no tiene planes de continuar la fertilización. Dos granjeros reportan el uso de cantidades mínimas de fertilizante porque la fuente de agua tiene suficiente contenido de nutrientes. Cuatro administradores reportan la fertilización de estanques solamente durante la estación de estiaje, cuando creen que las concentraciones de nutrientes en la fuente de agua son más bajas. Se usan cuatro fertilizantes: Urea (46-0-0; granular) es utilizada en 20 granjas (69.0% del total), fosfato diamónico

(18-46-0; FDA; granular) es usado en 17 granjas (58.6% del total), superfosfato triple (0-46-0; SFT, granular) es usado en tres granjas (10.3% del total) y el nitrato de amonio (34-0-0; granular) es usado en una granja. La urea y el nitrato de amonio se usan para abastecimiento de nitrógeno, mientras que FDA y SFT son fuentes de fósforo, aunque FDA también contiene nitrógeno. La urea y FDA son las fuentes más comunes de nitrógeno y fósforo, respectivamente.

El objetivo primario en todas las granjas que fertilizan los estanques, es el de establecer un florecimiento estable de plancton. El camarón se alimenta de la productividad natural resultante, lo que permite diferir la provisión de raciones comerciales de alimento hasta que el rápido crecimiento del camarón no pueda ser soportado por la producción natural, en cuyo caso el alimento puede ser suministrado a tasas más bajas. Dos administradores de granjas reportan que además ellos fertilizan para promover el crecimiento de diatomeas.

En 15 de las 21 granjas que fertilizan, se efectúa la disolución previa del fertilizante y luego se distribuye a través de todo el estanque desde un bote. En una granja, el fertilizante es colocado en una bolsa porosa y suspendido en la compuerta de entrada, así es disuelto y distribuido dentro del estanque por el agua entrante. El fertilizante es aplicado en cinco granjas (23.8% del total) al boleó sobre la superficie del estanque. En 18 granjas, el fertilizante se almacena en plataformas, en dos granjas sobre el piso del almacén y en una se compra conforme se necesita.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: FERTILIZACIÓN (CONT.)

Las tasas de aplicación de fertilizantes varían considerablemente entre las granjas. La proporción promedio de N:P es de 27.2:1 y 27.5:1 para fertilización inicial y para la normal, respectivamente (Tabla 9). La proporción de N:P decrece a 21.5:1 en las granjas que usan una tercera tasa de fertilización. Diecisiete administradores de granjas (58.6% del total) reportan que la necesidad de fertilización del estanque es determinada por la visibilidad del disco de Secchi (VDS). Con la fertilización se mantiene la visibilidad del disco de Secchi en el rango de 30 a 40 cm. Los administradores de 4 granjas aplican fertilizantes de manera rutinaria, usualmente cada semana. En 16 de 21 granjas (76.2% de las granjas que fertilizan) usan una tasa de fertilización inicial más alta que las tasas subsecuentes y el fertilizante se aplica mientras el estanque se llena o antes de la siembra del camarón. Una segunda (normal) tasa de fertilización es usada cuando el VDS excede el nivel de 30 a 40 cm y, además, pueden usar tasas adicionales intermedias si el VDS excede en mucho el rango de profundidad deseado. En seis granjas se usan tasas basadas en VDS, mientras que en 11 granjas usan tasas de fertilización que varían con el VDS. Para decidir la fertilización, dos administradores usan el conteo de plancton y uno también usa el color del estanque. Dos granjeros practican la fertilización como rutina con una tasa fija.

La tasa de fertilización no varía entre las estaciones de

lluvias y de estiaje en 14 de 21 granjas que fertilizan. Sin embargo, en siete granjas los grados de fertilización si varían de estación a estación. Durante la estación de lluvias, 5 granjas no fertilizan para nada y dos reducen las tasas de fertilización de 50 a 80 % cuando hay un incremento en el contenido de nutrientes en la fuente de agua. Las proporciones de N:P en los fertilizantes no varían estacionalmente.

Las prácticas de fertilización en las granjas de Honduras varían, pero la mayoría de ellas cuantifican usando el disco Secchi e intentan fertilizar en respuesta al florecimiento deseado del fitoplancton. Los medios para determinar el tipo de fitoplancton por observación no son necesariamente confiables y se expresa un amplio rango de preferencias por el color del estanque. Reduciendo el recambio de agua se intenta establecer un adecuado florecimiento del fitoplancton antes de la siembra y en su mantenimiento posterior. La mayoría de las granjas no hacen pruebas de los niveles de nitrógeno y fosfato, y muchas no varían sus tasas de fertilización apropiadamente de acuerdo con el cambio en los niveles de nutrientes en el agua durante las estaciones de lluvia y estiaje. La mayoría de las granjas pueden mejorar algunas prácticas de fertilización y esto puede ser promovido a través de proveer información técnica sobre toda la gama de prácticas deseables.

pensaba que los nutrientes, el amoníaco y el fitoplancton deben ser removidos de los estanques para mejorar la calidad del agua. En algunas áreas, un cierto grado de recambio de agua es necesario para prevenir la alta salinidad en la estación de estiaje. Sin embargo, ahora se piensa que el recambio de agua,

como método para manejar la calidad de agua, es cuestionable en la mayoría de las situaciones. El recambio de agua arrastra nutrientes y producción natural de los estanques semi-intensivos, y no está claro si los supuestos beneficios sobrepasan esta pérdida. También incrementa grandemente el

volumen del efluente. Muchos granjeros ahora se refieren al recambio de agua como una práctica riesgosa, porque de esta forma se puede introducir a los estanques contaminantes, enfermedades y organismos indeseables.

En estanques de cultivos intensivos, y en algún grado en los semintensivos, el deterioro de la calidad de agua puede venir de la excesiva densidad de carga y tasas de alimentación. Algunos problemas de calidad de agua pueden existir en las fuentes de agua locales, que pueden incrementar los problemas del manejo de la calidad de agua en el estanque, tales como cargas sedimentarias altas, baja productividad o contaminación. Así, una pobre calidad de agua en los estanques puede a menudo ser mejorada, de manera más eficientemente, regresando a una razonable densidad de carga y tasas de alimentación, antes que recambiar grandes volúmenes del agua. El recambio de agua es una práctica cara porque incrementa la cantidad que debe ser bombeada. Los nutrientes y la materia orgánica pueden ser arrastrados antes de que sean asimilados en los estanques y, posiblemente, provoquen eutroficación en los cuerpos de agua que reciben los efluentes. También, un gran movimiento de agua dentro de los

estaques y canales lleva a un aumento de los sólidos en suspensión de los efluentes y a otros problemas en la sedimentación de las aguas costeras.

Se debe considerar si los recambios de agua mejorarán la calidad de agua del estanque o si deberán ser consideradas otras alternativas.

El recambio de aguas rutinario es probablemente de poco beneficio, a menos que mejore la calidad del agua en los estanques. A menudo otros métodos pueden ser más efectivos en relación a los problemas de la calidad del agua. El recambio de agua puede ser necesario en algunos casos, tales como para reducir la alta salinidad en la estación de estiaje (Boyd 1997a). La salinidad usualmente puede ser controlada con una tasa de recambio de agua del 2 al 3% del volumen del estanque por día.



El bombeo para realizar el recambio del agua es uno de los mayores costos operativos de la acuicultura del camarón. Es posible hacer reducciones sustanciales en el recambio de agua sin ocasionar pérdidas en la producción.

INVESTIGACIÓN APLICADA SOBRE LOS EFECTOS DE LA REDUCCIÓN DE LAS TASAS DE RECAMBIO DE AGUA EN CULTIVOS SEMI-INTENSIVOS, EN RELACIÓN A LOS RENDIMIENTOS

BENEFICIOS

Los recambios de agua son practicados en los estanques de camarón con la creencia de que ello mejora la calidad de agua eliminando los residuos, incrementando las concentraciones de oxígeno disuelto y manteniendo la salinidad deseada. En América Central, las prácticas de manejo en camarónicas descansan en el recambio de agua porque la aireación mecánica raramente se utiliza (Teichert-Coddington 1995). Hay cierta duda sobre la efectividad de usar el recambio de agua como una herramienta en el manejo de la calidad de agua. Se necesitó una investigación para determinar si esto era benéfico, porque hay costos conocidos en el recambio de agua tales como el costo del combustible, requerimientos de mantenimiento, contribuciones a la sedimentación de canales y estanques, y la posibilidad de aumentar la descarga de nutrientes totales de los estanques.

COMPLEJIDADES

Los efectos del recambio de agua en los parámetros que determinan la calidad del agua de los estanques son poco conocidos. Adicionalmente, esos parámetros son también afectados por otros factores que pueden complicar los experimentos. Hay también efectos estacionales, diferencias en la calidad del agua de acuerdo a la fuente y prácticas de manejo diferentes, las cuales afectarán la eficacia de usar los recambios para mejorar la calidad del agua.

ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

Dos regímenes de recambio de agua fueron probados en los estanques cargados con *P. vannamei* en Choluteca, Honduras, durante la estación de lluvias y la de estiaje. El recambio de agua o se llevaba a cabo diariamente (10% del volumen del estanque) o sólo en respuesta a muy bajas concentraciones de oxígeno disuelto (<2.0 mg/l). Las variables de la calidad de agua fueron cuantificadas.

La producción bruta del camarón, el tamaño promedio y la tasa de supervivencia, no fueron significativamente diferentes en ninguno de los dos regímenes de recambio de agua, a pesar de que se observaron algunas diferencias en las variables de la calidad de agua. El recambio de agua pareció tener más efectos en la calidad del agua durante la estación de lluvias.

Mientras que los investigadores fueron incapaces de concluir que no había beneficio en el recambio de agua, los resultados indican que es posible bajar las tasas de recambio de aguas significativamente sin afectar las variables de importancia para la producción. Se sugiere que, por lo menos, el recambio de agua se puede diferir hasta la décima semana del ciclo productivo (Green et al. 1998).

No mezcle agua dulce de pozo con agua del estanque para controlar la salinidad.

El camarón puede ser cultivado en un amplio rango de salinidades (Ponce-Palafox et al. 1997), así que generalmente no hay necesidad

de diluir agua salada con agua dulce. Extraer agua dulce de pozos puede causar asentamientos de tierra y permitir la intrusión salina a acuíferos o a las tierras de agricultura circunvecinas (Liao 1986; Primavera 1993).

INVESTIGACIÓN APLICADA SOBRE LOS EFECTOS DE LA REDUCCIÓN DE LAS TASAS DE
RECAMBIO DE AGUA EN CULTIVOS SEMI-INTENSIVOS, EN RELACIÓN A LOS RENDIMIENTOS, CONT.

RECAMBIO DE AGUA

En 14 granjas (48.3% del total) se hace un recambio diario del agua de los estanques de producción y, en 15 granjas (51.7% del total), como respuesta a un criterio determinado por el administrador. Los administradores estiman el recambio diario entre un cinco y 15% del volumen del estanque, dependiendo de la capacidad de bombeo, la capacidad del reservorio y el número de estanques con crisis de oxígeno disuelto (OD). La visibilidad del disco Secchi y la concentración de OD son dos de los criterios más comunes usados, ya sean solos o en combinación, para tomar la decisión de recambiar el agua. Los criterios usados para decidir el recambio de agua comprenden: dos administradores toman su decisión basados solamente en la concentración del OD; tres, en la visibilidad del disco de Secchi; seis en ambas, tanto la concentración de OD como la visibilidad disco de Secchi (VDS); uno considera la concentración de OD y el color del agua; otro la VDS y el color del agua; uno el conteo de algas y otro el tamaño del camarón. La mayoría de las decisiones de recambiar el agua basadas en la concentración de OD usan un mínimo de concentración (3.0 a 3.5 mg/l) para iniciar el recambio de agua. En un par de granjas, una concentración de OD en la tarde superior de 17 a 18 mg/l

provoca la decisión de recambiar el agua. Y un administrador recambiará el agua si la concentración de OD en la tarde es de cuatro o cinco mg/l. Donde la VDS es usada para tomar la decisión de recambiar el agua, el rango crítico de la VDS es menor que 25 a 35 cm. Los dos administradores que usan el color del agua en su decisión, recambian el agua si el estanque es "verde brillante". Un administrador de granja incrementa el recambio de agua si se incrementa el conteo de algas.

La investigación conducida bajo condiciones hondureñas, indica que el recambio de agua rutinario puede no ser necesario. A pesar de esto, cerca de la mitad de las granjas hacen un recambio de agua diario, una práctica que ciertamente tiene costos económicos y puede posiblemente producir impactos ambientales. En el caso de granjeros que usan algún criterio para el recambio de agua, los criterios varían ampliamente. Mejoras en esta área pueden hacerse si un mayor número de granjeros adoptan criterios definidos para hacer los recambios, antes que recambiar el agua rutinariamente. El uso de niveles críticos de OD es una buena práctica en este caso y la mayoría de las granjas ya miden los niveles de OD regularmente (24 de 29 granjas).

Además, el agua dulce se ha convertido en un recurso escaso para uso doméstico en muchas partes del mundo, así que su uso innecesario debe ser evitado.

Vuelva a usar el agua donde ello sea práctico.

Algunas de las más nuevas prácticas de manejo comprenden el reciclaje del agua a través de un sistema de estanques que per-

miten 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.

9.7 MANEJO DE OXÍGENO DISUELTO

De todos los factores de calidad del agua, el OD es el más importante para una buena producción de camarón. Adherirse a buenos regímenes de alimentación acoplados con un buen monitoreo de la calidad del agua, es el primer paso para mantener adecuadas concentraciones del OD (arriba de tres a cuatro mg/l). Sin embargo, la aireación mecánica es necesaria en el cultivo intensivo del camarón. La aireación no es común en Latinoamérica, pero ha sido usada en algunas áreas, así que se ofrecen BPM generales. Los aireadores mecánicos deberán ser usados con cuidado, ya que es muy costoso comprarlos, operarlos y mantenerlos. Los aireadores pueden causar también erosión en el fondo de los estanques y en los muros, e incrementar la carga de contaminantes en los efluentes (Boyd 1997 b).

Las necesidades de aireación mecánica deben ser estimadas para que se evite la aireación excesiva.

La aireación excesiva desperdicia energía y causa erosión. Un equipo de aireación de un caballo de fuerza normalmente permitirá una producción de camarón adicional de 400 o 500 kg/ha por encima de la que es posible sin aireación (Boyd 1997b).

Deben usarse aireadores con buena eficiencia en la transferencia de oxígeno.

Usar aireadores eficientes reduce el número de aireadores usados, reduciendo también costos de operación y mantenimiento.

Deben usarse aireadores grandes (de 2 HP o más) porque causan menos erosión por unidad de fuerza que los aireadores más pequeños.

La mayor erosión ocurre inmediatamente en frente del aireador. Un aireador grande causará erosión en menos lugares de lo que lo harían varios aireadores pequeños.

La aireación deberá ser usada durante el ciclo de producción para regular la biomasa del camarón en el estanque.

No use aireación fuerte cuando no se necesite porque desperdicia energía e incrementa la erosión. La necesidad de aireación puede ser determinada a través del monitoreo frecuente de la calidad del agua.

Donde el estanque tiene múltiples aireadores, se deben operar menos aireadores en el día que en la noche.

Durante el día, la producción de oxígeno por la algas aumentará las concentraciones de OD naturalmente y se requerirá menos aireación.

Los aireadores deben ser colocados cuando menos a tres o cuatro m de las bases de los muros para reducir la erosión.

La erosión también puede ser minimizada reforzando las áreas de los muros frente a los aireadores, por compactación o con protección de piedras para reducir la erosión. Habrá que monitorear la aireación y si se observa erosión, recolocó el aireador para reducir las velocidades del agua en lugares críticos.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: MANEJO DEL OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto en estanques es medido en 27 de las 29 granjas. En tres granjas el oxígeno disuelto (OD) es medido ya sea cada dos días, semanalmente, o cuando el administrador siente que hay un problema. En las demás granjas, el OD es medido de dos a seis veces al día, con un promedio de tres veces al día. En promedio, el OD es medido una vez durante las horas de luz, más a menudo entre las 1400 y las 1600 horas, y dos veces durante la noche, más a menudo entre las 2400 y las 0600 horas. Las horas en que se mide el OD varían de granja a granja. Las medidas de oxígeno disuelto son hechas, más a menudo, desde la estructura de salida del agua. Cuando se mide dos veces, la medición se hace en la entrada y salida del estanque. La profundidad promedio de la medición del OD es de 68 cm. En cuatro granjas es medido en dos profundidades: una cerca de la superficie y la otra próxima al fondo.

Se toman cinco acciones en respuesta a la baja concentración de OD en un estanque. Dos admin-

istradores de granjas (6.9 % del total) tienen solamente una respuesta: incrementar el recambio de agua. Los demás citan múltiples respuestas para una crisis de OD en un estanque. Incrementar el recambio de agua es la primera respuesta implementada por todos los administradores de las 29 granjas. La suspensión de las raciones de alimento en el día o en la mañana ocurre en 26 granjas si la concentración de OD en el estanque es menor que 1.0 a 2.5 mg/l. La ración alimenticia diaria es reducida en un 50% en 7 granjas si la concentración de OD en el estanque es de 1.0 a 3.0 mg/l. En ocho granjas utilizan aireadores de emergencia (aireadores de paleta operados por tractor) y, en 12 granjas se usan botes a motor para airear el agua en el estanque.

El oxígeno disuelto se cuantifica cuidadosamente de manera rutinaria en las granjas. Con la posible excepción de medidas más consistentes en el caso de algunas granjas, los granjeros generalmente practican las BPM recomendadas en esta área.

Deben usarse los sistemas de aireación más sencillos y deberán ser apropiadamente mantenidos.

Los aireadores superficiales de paletas o los aireadores de hélice (propela) son los más fáciles de instalar y mantener, y son eficientes (Boyd y Ahmad 1987, Ahmad y Boyd 1988). Un buen mantenimiento es importante, porque la falla de un aireador puede causar mortalidad masiva de camarones.

9.8 ENCALADO

El encalado se lleva a cabo para incrementar el pH y la alcalinidad del agua, y para incrementar el pH de suelos ácidos. Muchos suelos son naturalmente ácidos porque 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 (Boyd 1955a). Se conoce que el encalado es altamente efectivo para neutralizar los ácidos del suelo y puede ser una herramienta de

TABLA 4.

OBJETIVOS MENCIONADOS PARA EL USO DE CAL EN LA CAMARONERA O EN ESTANQUES LLENOS, EN 29 GRANJAS DEL SUR DE HONDURAS. VEINTICINCO ADMINISTRADORES DE GRANJA REPORTAN EL USO DE CAL EN LA GRANJA Y VEINTIDOS REPORTAN LA APLICACIÓN DE CAL A ESTANQUES LLENOS. MUCHOS ADMINISTRADORES REPORTAN OBJETIVOS MÚLTIPLES DE ENCALAR.

Objetivo	Número de Administradores que Reportan	
	Uso en Granja	Aplicación a estanques llenos
Aumento del pH del fondo	4	–
Ajustar el pH del agua	4	–
Regular población de fitoplancton	7	8
Esterilizar el fondo del estanque	20	–
Mejorar la “textura” del camarón	5	5
Control de bacterias en el agua	2	14
Corregir mal sabor del camarón	1	4
Tratar charcas y canales de drenaje antes de llenar	1	–

manejo útil y barata. Los granjeros tienden a usar más cal de lo necesario, pero sobre encalar normalmente no es dañino a los estanques y rara vez causa excesivo pH en los efluentes.

La piedra caliza agrícola, más que la cal viva o la cal hidratada, debe ser usada para neutralizar la acidez del fondo.

La cal para agricultura no causa alto pH como la cal viva o la cal hidratada (Boyd y Masuda 1994). La cal viva y/o la cal hidratada son usadas en los fondos de los estanques cuando es necesario romper los ciclos de patógenos.

Las aguas con alcalinidad total arriba de 50 a 60 mg/l no deben ser encaladas.

Encalar aguas con alta alcalinidad es inefectivo ya que la cal no se disolverá en esta agua (Boyd y Masuda 1994). Usualmente sólo será necesario encalar entre cosechas.

Los materiales para encalar deben aplicarse uniformemente sobre la superficie del fondo del estanque y arar a una profundidad de 5 a 10 cm acelerará la reacción del material calizo.

La cal deberá entrar en contacto directo con todas las partes del fondo del estanque para ser efectiva. Arar ayuda a esparcir y mezclar la cal dentro del suelo más rápidamente. Esto ocurrirá naturalmente sin arar pero más despacio.

Los materiales calizos deben ser aplicados de acuerdo a las pruebas de suelo.

Muestras de suelo deberán ser recogidas de cuando menos diez puntos equidistantes a lo largo de una ruta en “S” desde la parte menos profunda del estanque a la parte más honda; las muestras se mezclan para tomar la sub muestra que será sometida al análisis. (Boyd y Tucker 1992).

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: ENCALADO

Los administradores de granjas fueron cuestionados acerca del uso de cal, dos veces durante la entrevista: una vez en el contexto de un uso general y otra vez en el contexto de encalar para remediar el agua. Veinticinco administradores reportaron el uso de cal en la granja. Once administradores citaron sólo una razón para el uso de cal, mientras 14 citaron múltiples razones (64 % citan dos objetivos y 36 % citan tres objetivos).

De las ocho razones dadas para el uso de cal en la granja, la esterilización del fondo del estanque es citada por 20 de los 25 administradores, mientras que el control de fitoplancton es citado por siete de los 25 administradores.

En la esterilización del fondo del estanque, la cal hidratada es distribuida sobre el fondo del estanque después del drenado del mismo. Veintidós administradores reportan la aplicación de cal al agua del estanque durante el ciclo de cultivo. Catorce administradores dan sólo una razón y ocho dan múltiples objetivos (88 % citan dos objetivos y 13 % citan tres) para aplicar cal al agua durante el ciclo de cultivo. Las dos razones más comunes para añadir cal a estanques

lentos son: control de bacterias (12 administradores) y para controlar la población de fitoplancton (ocho administradores). Cal hidratada $[Ca(OH)_2]$ se aplica en 21 granjas y cal viva (CaO) se aplica en una granja. La cal se aplica a los estanques llenos como una lechada de cal, mezclada con agua del mismo estanque. Las tasas de aplicación de cal varían considerablemente entre granjas, y algunas veces dentro de la misma granja, dependiendo del objetivo.

Dos de las más comunes razones para añadir cal a los estanques llenos para remediar el agua, es el control de bacterias (12 administradores) y para el control de las poblaciones de fitoplancton (ocho administradores).

La mayoría de los granjeros citan la esterilización del fondo del estanque como el objetivo principal del encalado y esta puede ser una de las pocas medidas preventivas a la mano para la prevención de enfermedades. A pesar de la importancia percibida y real de esta práctica, la aplicación de cal es solamente un 40 % del tratamiento recomendado y su aplicación en el estanque no es uniforme. Esta práctica puede mejorarse.

9.9 MANEJO DE LA SALUD DEL CAMARÓN

Hay mucho desconocimiento acerca de las enfermedades del camarón, sus causas y tratamientos. Las nuevas enfermedades introducidas han jugado un papel importante en las epidemias que han barrido áreas de cultivo del camarón por todo el mundo. Es sabido que 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 resistencia de animales cultivados. La razón de la virulencia de las recientes epidemias del camarón no está clara. Las precauciones consisten en evitar las condiciones de estrés en el cultivo y la introducción de nuevas enfermedades.



Quando la cal es aplicada adecuadamente, debe de cubrir el fondo del estanque. Una cantidad inapropiada ha sido aplicada en el estanque de la foto.

Se piensa que las enfermedades son introducidas a través del camarón importado (adultos y PLs), por los pájaros y posiblemente por humanos que viajan de granja en granja. 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.

Tres enfermedades principales han sido detectadas en las granjas durante los pasados 12 meses (Tabla 6). El Virus del Síndrome de Taura (TSV) y el Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV) son las dos enfermedades virales más comúnmente reportadas, mientras que la vibriosis es la enfer-

medad bacterial más comúnmente reportada. Los administradores de dos granjas reportaron no haber detectado enfermedades en la granja durante el año pasado.

Quando sea posible, se debe comprar post larva libre de enfermedades y de laboratorios de buena reputación.

Post larva libre o resistente a patógenos específicos (SPF o SPR)

están disponibles en algunos laboratorios. Estos linajes pueden ser una opción, aunque no siempre tienen buen desempeño. Se debe tener la precaución de saber que el laboratorio esté bien operado, y aun así, ha habido brotes de enfermedades en laboratorios certificados para producir post larva SPF. La post larva puede ser mantenida en tanques o estanques de cuarentena después de su embarque desde el laboratorio si hay alguna duda acerca de su salud, pero esto puede no filtrar todos los animales infectados. Sinderman (1988) da algunas guías para la cuarentena de animales marinos.

Se debe mantener una buena calidad de agua en los estanques.

El seguir las guías para manejo de los estanques dadas en este documento, incrementará grandemente la probabilidad de mantener las condiciones saludables para el

TABLA 5 . USO DE CAL, CLORO HTH Y SECADO COMO TRATAMIENTOS PARA ESTANQUES LLENOS O SECOS EN 29 GRANJAS CAMARONERAS EN LA REGIÓN SUR DE HONDURAS.

Tratamiento	Tasa de aplicación (kg/ha)			Objetivo / Comentarios
	Número de Granjas	Promedio	Rango	
Agua del Estanque				
Cal hidratada (Ca(OH) ₂)	21	59 ± 50	4.5-454	Control de bacterias y fitoplancton son objetivos más comunes. Se aplica como una lechada.
Óxido de calcio (CaO)	1	34	23-45	Control de fitoplancton y mal sabor.
Fondo del Estanque				
Cal hidratada	20	395 ± 302	45-1,089	Desinfecta el fondo del estanque. Se aplica al boleo.
Carbonato de calcio (CaCO ₃)	1	396	No hay datos disponibles	Ajusta el pH del suelo, no se ha usado en 2 años.
HTH (Cloro granular)	13	variable	No hay datos disponibles	Para envenenar charcas en el fondo del estanque.
Secado	17	N/D	N/D	Principalmente durante la temporada de estiaje.

TABLA 6.

ENFERMEDADES DEL CAMARÓN DETECTADAS, SEGÚN REPORTARON LOS ADMINISTRADORES DE 29 GRANJAS CAMARONERAS EN EL SUR DE HONDURAS DURANTE 1998 – 1999.

Enfermedad	No. de granjas reportadas	(% del Total)
Virus del Síndrome de Taura (TSV)	27	(93.1 %)
Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (VSSV)	20	(70.0 %)
Virus Infeccioso Hipodermal y Necrosis Hematopoiética (IHHNV)	13	(44.8 %)
Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP)	15	(51.7 %)
Baculovirus (BP)	8	(27.6 %)
Vibriosis (V)	24	(82.8 %)

crecimiento del camarón. Refiérase a las BPM, secciones 9.4, 9.5 y 9.14.

Deben ser identificadas las causas de mortalidad.

Si el camarón se empieza a morir, debe ser analizado en los laboratorios de las granjas o si es necesario en un laboratorio de patología certificado. La identificación de la causa de la enfermedad puede ayudar a identificar sus fuentes y puede permitir tomar medidas de prevención. Sin este diagnóstico, es muy poco lo que el granjero

puede hacer con efectividad.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: MANEJO DE LA SALUD DEL CAMARÓN

Varias prácticas de manejo de la salud del camarón son implementadas en las granjas encuestadas (Tabla 6).

Catorce (48.3 %) granjas actualmente están analizando las post larvas para detectar el Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV) por la prueba PCR. Generalmente, estas granjas requieren que los proveedores de PLs, especialmente de fuera de Honduras, declaren los resultados del PCR para los embarques de PLs desde sus laboratorios.

En adición a lo anterior, pruebas PCR /dot-blot y exámenes de laboratorio y campo, las PLs son sujetas a pruebas de estrés antes de su siembra en alrededor de la mitad (51.7%) de las granjas encuestadas. Las pruebas de estrés se llevan a cabo a menudo en los laboratorios locales o en los centros de aclimatación fuera de las granjas, antes de que las PLs sean transportadas a la granja para la siembra. Dos de las pruebas de estrés más comunes son: una súbita reducción de la salinidad ambiental a agua dulce (0 partes por mil, ppm), por un período de 15 a 30 minutos, antes de que la salinidad se regrese a su valor ambiental (nueve granjas); y, sumergir las PLs en una solución de formalina de (100 mg/l) por 30 minutos (tres granjas). Tanto muestras de PLs como la totalidad de la población son sujetas a las pruebas de estrés. Las otras dos pruebas de estrés reportadas son: aumentar la densidad de PLs en una muestra provocando aglomeración por 24 horas; y un súbito incremento de la temperatura del agua de 22 a 28 grados centígrados. La siembra de PLs en estanques de producción en todas las granjas se lleva a cabo en las horas más frías del día, ejemplo: las horas anteriores al amanecer; el proceso de aclimatación incluye el ajuste lento de la salinidad y la temperatura del agua de transporte a la del estanque de producción. El proceso se controla con cuidado por técnicos, para asegurar que las PLs no sufran estrés y que las concentraciones de oxígeno disuelto permanezcan altas todo el tiempo.

Las granjas también evalúan periódicamente el camarón usando PCR cuando se sospecha que esté infectado por el WSSV. Sin embargo, estas muestras deben ser enviadas a laboratorios en Tegucigalpa o los EE.UU. Se espera que la frecuencia del análisis PCR para WSSV se incrementará cuando la ANDAH instale su equipo PCR en su laboratorio de patología del camarón en Choluteca. Dieciséis (55.2%) de las granjas usan la prueba dot-blot para el WSSV; tres de estas granjas primero corren la prueba spot-on, y sólo corren la prueba dot-blot para WSSV y para el virus de infección hipodérmica y necrosis hematopoiética (IHHNV) después de un resultado positivo en el spot-on. Las trece granjas restantes no usan el dot-blot para WSSV. Solamente cinco (17.2%) granjas usan el dot-blot para diagnosticar el síndrome del virus del Taura. Trece (44.8%) granjas también diagnosticaron IHHNV usando la prueba del dot-blot. Casi todas (89.7%) las granjas llevan a cabo alguna clase de evaluación de la salud del camarón al menos semanalmente. Esta evaluación puede consistir en exámenes macroscópicos en el campo para detectar los síntomas generales para cualquiera de las enfermedades, y también en análisis histopatológicos de laboratorio, realizados semanalmente por un microbiólogo. Las granjas a menudo combinan las evaluaciones de campo y laboratorio en su plan de manejo de la salud del camarón.

Dos sitios en Honduras tienen capacidad actualmente de llevar a cabo la prueba PCR: la Universidad Nacional Autónoma de Honduras y un laboratorio privado de diagnóstico, ambos localizados en Tegucigalpa. Algunas granjas también mandan muestras para análisis PCR a los EE.UU. El Laboratorio de Patología Acuática de ANDAH, localizado en Choluteca, está en el proceso de instalación de su propio equipo PCR y deberá estar listo para empezar a llevar a cabo estos análisis a finales de septiembre de 1999. Se espera una gran demanda de análisis PCR para WSSV en el Laboratorio de Patología Acuática de ANDAH, una vez que su equipo esté instalado.

Si está disponible un tratamiento efectivo para la enfermedad, deberá ser utilizado pronta y apropiadamente para contener la enfermedad.

Hay muchos fármacos, remedios naturales y otros químicos que son vendidos para prevenir o curar enfermedades. Algunos de estos son inefectivos o son sólo efectivos para ciertas enfermedades. Algunas drogas, tales como los antibióticos, pueden ser dañinos si se usan de manera inapropiada. El uso inadecuado de productos químicos es costoso, algunos productos pueden contaminar el ambiente y los residuos de algunas medicinas que se acumulan en el camarón pueden poner en peligro la salud del consumidor. El uso cauteloso de los químicos terapéuticos, incluidos los antibióticos, es requerido. Si se van a usar químicos, debe buscarse asesoría técnica experimentada.

Información técnica sobre el uso de químicos terapéuticos debe ser desarrollada para las industrias regionales.

La industria de granjas de camarón debe preparar y aprobar una lista de químicos, usos terapéuticos e instrucciones para uso de químicos aprobados tal como se ha hecho en los Estados Unidos (Federal Joint Subcommittee on Aquaculture, 1994). Se necesitan dosis explícitas para cada químico aprobado.

El agua de los estanques no debe ser recambiada cuando existen problemas de enfermedad, particu-

larmente si se sospecha que un nuevo organismo causante de enfermedad puede estar involucrado.

El recambio de aguas entre estanques o hacia cuerpos de agua externos, propagará la enfermedad. En áreas donde la enfermedad es problema, limitar o eliminar la entrada de agua es una buena idea, ya que habrá menos oportunidad de que la enfermedad se propague desde granjas circunvecinas. Reciclar el agua reducirá la incidencia de brotes de enfermedad y minimizará la oportunidad de la entrada de agua con gérmenes patógenos.

Los estanques que han tenido alta mortalidad por enfermedades, no deben ser drenados hasta que los organismos causantes de la enfermedad hayan sido desactivados por cloración u otros medios.

Si las aguas de un estanque van a ser desinfectadas, se deben usar químicos biodegradables. Se debe dar un período adecuado de desintoxicación antes de que esas aguas sean liberadas o reutilizadas.

Los animales muertos y enfermos deben ser desechados de una manera sanitaria.

Por ejemplo, tratados con cal viva y enterrados o algún otro método adecuado.

La entrada de animales silvestres y el escape de animales domésticos deben ser minimizados colocando filtros en las compuertas de entrada o por otros métodos adecuados.

TABLA 7.
PRÁCTICAS DE MANEJO DE LA SALUD DEL CAMARÓN IMPLEMENTADAS
EN 29 GRANJAS DE CAMARÓN LOCALIZADAS EN EL SUR DE HONDURAS.

Práctica del manejo	Implementadas	No Implementadas	Comentarios
Prueba PCR para WSSV	14	15	Requerida a proveedores internacionales de PL. El número de análisis dentro del país se espera que aumente cuando ANDAH instale su equipo PCR en su laboratorio de patología de camarón.
Prueba Dot blot para WSSV	16	13	Tres granjas realizan la prueba dot blot solo después de dar positiva la prueba spot.
Prueba Dot blot para TSV	5	24	
Prueba Dot blot para IHNV	13	16	Tres granjas realizan la prueba dot blot solo después de dar positiva la prueba spot.
Evaluación bacteriológica, histológica, y por parásitos	26	3	Se combinan exámenes de campo y laboratorio. Los exámenes de campo pueden ser diarios. Los exámenes de laboratorio generalmente son semanales.
Pruebas de estrés para PLs	15	14	Vea el texto para su descripción.
Aclimatación de PLs previa a su siembra	29	0	Vea el texto para su descripción.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: MANEJO DE LA SALUD DEL CAMARÓN (CONT.)

Doce administradores de granjas, incluidos los dos que no reportaron enfermedades, declaran que ellos no tratan las enfermedades. Los 17 administradores de granjas restantes sí lo hacen. Alimento medicado, ya sea que contenga oxitetraciclina (OTC) o Sarafin, es manufacturado por una planta de alimento en Honduras y es usado en 12 granjas (41.4 % del total) para tratar enfermedades bacterianas. La oxitetraciclina se suministra como un tratamiento de 14 días y es usado por los granjeros principalmente para tratar hepatopancreatitis necrotizante (NHP).

El Sarafin se da como un tratamiento de cinco días y es usado principalmente para tratar vibriosis. Los administradores de cuatro granjas reportan que usan ambos alimentos medicados, OTC y Sarafin, mientras que los administradores de tres granjas reportan el uso de solamente alimento con OTC y un administrador infor-

ma que sólo usa alimento con Sarafin. Otros tratamientos para enfermedades reportados son cal, principalmente cal hidratada, aplicada ya sea al agua del estanque durante el ciclo de producción o al fondo del estanque entre ciclos, la cloración de las charcas remanentes en el fondo del estanque después del drenado con cloro HTH y el secado del fondo del estanque entre ciclos productivos. Solamente un granjero reporta que usa probióticos, pero no pudo nombrar el producto.

Más de la mitad (58.6 %) de los administradores de granjas reportan que tienen acceso a información técnica sobre el uso de químicos terapéuticos. De esos administradores, solamente a ocho (47.1 %) les gustaría tener acceso a información adicional, mientras 10 de 12 administradores (83.3 %) que no han tenido acceso a esta información, les gustaría tener acceso a información técnica sobre el uso de químicos terapéuticos.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: MANEJO DE LA SALUD DEL CAMARÓN (CONT.)

Nadie reporta el envenenamiento de un estanque con problemas de enfermedad. El camarón muerto recogido en 18 granjas (62.1 % del total) es desechado, e incinerado o enterrado. En el caso de una mortalidad masiva, los administradores de esas granjas reportan que los pájaros consumen la mayoría del camarón muerto. En cinco granjas (17.2 % del total), los administradores dejan el camarón muerto en los estanques; los pájaros consumen la mayoría de este camarón muerto. Los administradores de seis granjas reportan que el camarón muerto es desechado poniéndolo sobre los bordes del estanque, donde se seca y es consumido por los pájaros.

Solamente los filtros colocados a las entradas de los estanques pueden prevenir la entrada de animales silvestres dentro de los estanques. Un solo bastidor como filtro de pantalla en la entrada es usada en 23 granjas (93.1 % del total), bastidores dobles son usados en las entradas en cinco granjas y un granjero reporta no haber hecho nada para excluir a otros animales de los estanques. El tamaño más pequeño de la

luz de malla del filtro usado en las entradas es de 300 micras, pero son más comunes los filtros de 800 micras de tamaño de malla. En muchas granjas el tamaño de la malla se incrementa a un máximo de 6.4 milímetros, a medida que el ciclo de cultivo progresa para facilitar el recambio de agua.

La prevención de enfermedades es de gran importancia para la industria hondureña y generalmente se han dado pasos para prevenir enfermedades, ya que pocos tratamientos están disponibles. Las medidas preventivas incluyen bajas densidades de siembra, manejo de la calidad del agua, filtrado y pruebas de calidad de PLs, identificación de la causa de mortalidad, desinfección de los fondos de los estanques y tratamiento con alimentos medicados. La adopción e implementación de medidas preventivas varía considerablemente entre los granjeros, y puede incrementarse dando entrenamiento, asistencia técnica e incrementando la capacidad local para realizar análisis patológicos.

Mientras el potencial para diseminar las enfermedades en esta forma no ha sido documentado del todo, el aislar los estanques es un buen método preventivo.

Los fondos de los estanques con enfermedad deberán ser secados por dos o tres semanas. Trátelos con uno o dos toneladas por hectárea de cal viva para elevar el pH y desinfectar el estanque.

El tratamiento con cal viva o cal hidratada a 1,000 o 2,000 kg/ha matará a los organismos

que causan las enfermedades y a sus portadores. La cal debe ser aplicada uniformemente a todo el fondo del estanque.

Coopere y comuníquese con los granjeros vecinos discutiendo los problemas de la enfermedad para minimizar la proliferación de la enfermedad.

Las buenas prácticas, cuando son adoptadas por los granjeros vecinos, ayudarán a prevenir y combatir las enfermedades.



El agua que entra a los estanques debe ser cuidadosamente filtrada para evitar el paso de animales que pueden ser vectores de enfermedades o depredadores. La malla que se muestra en la foto no es adecuada, ya que sólo retiene a los peces grandes, permitiendo a otros organismos entrar al estanque.

9.10 AGENTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Un gran número de químicos son usados en acuicultura, pero sólo unos cuantos tienen efectos benéficos. Las más serias enfermedades de camarones son de naturaleza viral y no se pueden tratar con químicos terapéuticos comunes (Hopkins et al. 1995b). Muchos químicos anunciados para la acuicultura son inefectivos o dañinos, ya sea para el camarón, los trabajadores, el ambiente o los consumidores. Algunos químicos pueden causar efectos adversos tales como toxicidad o bioacumulación por la biota de los cuerpos de agua receptores. El uso cuidadoso de los químicos es requerido para bajar los costos y prevenir efectos dañinos. Listas aprobadas de

químicos y sus usos deben ser desarrolladas por los legisladores gubernamentales y los productores para guiar el uso de los mismos.

Los plaguicidas deberán ser usados apropiadamente.

Evite, en general, el uso de plaguicidas porque son tóxicos tanto dentro como afuera de los estanques. Algunas excepciones a esta regla son los compuestos

biodegradables, tales como el insecticida Sevin, cuyo uso puede ser estrictamente controlado. Las aguas de los estanques tratados no deben ser usadas hasta que estos compuestos hayan tenido tiempo suficiente para biodegradarse.

El uso de antibióticos y otros agentes anti-bacteriales debe ser limitado a las ocasiones en que se sospeche la presencia de un patógeno que sea susceptible al agente seleccionado.

Estos compuestos pueden causar efectos ambientales adversos cuando son descargados en los efluentes. Adicionalmente, bacterias patógenas resistentes a los antibióticos y dañinas al camarón y a los humanos pueden

ser creadas por el uso excesivo de antibióticos (Csavas 1990). También hay el peligro real de los residuos de estos compuestos en el camarón que sale al mercado. Como con el uso de todos los terapéuticos, el cumplir con el período de abstinencia aprobado es mandatorio para garantizar la seguridad alimenticia.

9.11 MANEJO DEL FONDO Y DEL SEDIMENTO DEL ESTANQUE

El camarón pasa la mayor parte de su tiempo en el fondo del estanque, así que es esencial para la salud del camarón que los suelos del fondo sean mantenidos en buenas condiciones todo el tiempo. Un problema mayor es la acumulación de sedimento suelto, ya sea de fuentes externas al sitio o del sitio mismo (Boyd 1995a). Algunas BPM para reducir la erosión y la acumulación del sedimento han sido listadas con anterioridad. A continuación se dan algunos aspectos adicionales del manejo del fondo y del sedimento.

Después del secado de los estanques, después de la cosecha, el sedimento acumulado debe ser regresado a las áreas de donde fue erosionado.

Esta práctica mantiene la integridad del fondo del estanque manteniendo nivelada la superficie. 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 com-

pactado a menos de que se vaya a usar aireación, en cuyo caso es esencial.

Los sedimentos deben ser extraídos de los estanques solamente cuando sea absolutamente necesario.

Los sedimentos usualmente no se acumularán, a menos de que haya una alta carga de sólidos suspendidos en el agua de entrada o que se haya incurrido en una severa sobre-alimentación o sobre fertilización. Para la primera, una área de sedimentación puede ser usada para retener los sólidos suspendidos. En el segundo caso, una revisión completa del régimen de alimentación y fertilización es necesaria. En algunos casos, los granjeros sacan la tierra de sitios donde los procesos anaeróbicos han generado acumulaciones de tierra tóxica y mal oliente. Esto debe ser resuelto haciendo un mejor manejo del agua y del suelo, como se ha mencionado en las BPM, antes que sacar la tierra, ya que hay muy pocos lugares adecuados para efectuar la disposición final y deshacerse de ella.

Si el pH del fondo es menor que siete, se debe aplicar cal agrícola entre cosechas.

La materia orgánica se descompone más rápidamente en un pH siete u ocho, esto se facilita con aplicación de cal.

Los fondos se deben secar por dos o tres semanas con intervalos mínimos de tres a cuatro cosechas y durante la estación de estiaje.

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.

Si los fondos de los estanques que usan aireación mecánica son arados entre cosechas, deben ser compactados antes de rellenarlos con agua.

La compactación ayuda a reducir la tendencia a la erosión por medios mecánicos durante el ciclo de producción.

Si debe ser extraído el sedimento de los estanques o de las áreas de sedimentación, el material sedimentario extraído debe ser dispuesto de una manera ambientalmente responsable.

No ponga el sedimento en cuerpos de aguas dulces o tierras dulces porque tiene una alta concentración de sal. La sal puede escurrirse del sedimento y contaminar estas áreas.

9.12 CONTROL DE DEPREDADORES

Los depredadores deben ser eliminados o se puede incurrir en grandes pérdidas económicas. Donde sea posible, deben ser elegidos los métodos más inofensivos para el ambiente que, también, deben ser efectivos.

Las compuertas de entrada y salida de los estanques deben tener mallas de filtración.

Esta práctica puede prevenir que los animales silvestres, tales como peces, entren a los estanques. También previene el escape de camarón.

Los estanques no deben colocarse muy cerca del manglar, porque los cangrejos y otros animales entrarán a los estanques.

Algunos organismos, amén de que pueden depredar al camarón, pueden también acarrear enfermedades o competir con el camarón por el alimento.

La depredación por pájaros debe ser minimizada por métodos no letales, si es posible.

Los métodos no letales incluyen el uso de redes, aparatos productores de ruido o el empleo de trabajadores para espantar a los pájaros.

9.13 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 conteniendo una alta carga de nutrientes que producen hipernutricación o eutroficación del cuerpo de agua receptor (Hopkins et al. 1995a). La composición del efluente de un estanque es un reflejo directo de las prácticas de manejo del estanque, particularmente de los regímenes de ali-

mentación y fertilización. Las concentraciones de contaminantes de los efluentes de los estanques no son tan extremadamente altos como los efluentes municipales o industriales, pero pueden tener una mayor concentración de sólidos en suspensión, nutrientes y materia orgánica que los cuerpos de agua que los reciben (Schwartz y Boyd 1994^a). Los niveles de descarga pueden ser reducidos usando varios métodos: mejoramiento en los métodos de manejo del estanque, reducción del recambio de agua y tratamiento del efluente (Hopkins et al. 1993, 1995a, 1995b).

Varias BPM para reducir el volumen y mejorar la calidad del efluente han sido listadas con anterioridad. Métodos adicionales para reducir los impactos de los efluentes se presentan a continuación.

El agua debe ser descargada de los estanques tan despacio como sea práctico, para minimizar la erosión.

Los estudios de Schwartz y Boyd (1994b) revelaron que el último 10 a 15% de agua descargada tenía muy alta concentración de nutrientes, materia orgánica y sólidos suspendidos que el agua descargada primero. Así, el último 10 o 20% de agua deberá ser descargado lentamente para minimizar la re-suspensión de sólidos en el agua que corre hacia fuera.



Los últimos estadios del drenaje de un estanque. Aunque el efluente contiene sedimentos, el volumen de agua cargada de sedimentos es mínimo en este caso. La colocación de un estanque de sedimento reduciría aún más la cantidad de sedimentos liberada.

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.

Esta práctica no sólo protege las terrazas y minimiza la erosión, también ayudará a reducir cualquier impacto potencial del efluente, porque menores volúmenes de agua son más fáciles de diluir. En los casos donde diferentes operaciones comparten puntos comunes de descarga y entrada de aguas, la coordinación de los itinerarios de los drena-

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: MANEJO DE EFLUENTES

El agua descargada de los estanques de acuicultura durante la etapa final de la cosecha tiene altas concentraciones de sólidos suspendidos que pueden impactar negativamente a los cuerpos de agua receptores. Si se puede aminorar la velocidad de descarga del efluente durante esta fase, los sólidos suspendidos tendrán una mayor oportunidad de asentarse en el canal de descarga antes de ser descargadas en el estuario. A los entrevistados se les hicieron tres preguntas en lo que respecta a posibles medios de reducir la descarga de sólidos asentables durante las etapas finales del drenado del estanque. Catorce administradores (48.3 % del total), declararon que no es factible bajar la velocidad de la salida de agua desde el estanque durante las etapas finales del drenado del estanque, mientras once administradores (37.9 % del total) dicen que es factible hacerlo. Tres administradores piensan que ello es posible pero no están seguros, mientras que un administrador no respondió.

En respuesta a la pregunta de que sí sería factible instalar un estanque de sedimentación en el sistema de canales de drenado existente, catorce administradores (48.3 % del total) declararon que no era factible por falta de espacio donde construir el estanque, diez (34.5 % del total) declararon que sí era factible, tres (10.3 % del total) declararon que puede ser posible, uno (3.4 % del total) declaró que tales estanques están instalados en las nuevas áreas construidas, pero que no es factible en las secciones más viejas de la granja por causa de limitaciones de espa-

cio, y un administrador no tuvo respuesta. En la pregunta acerca de si sería aceptable instalar un estanque de sedimentación en el sistema de canales de drenado de la granja, los mismos 14 administradores respondieron negativamente, dos (6.9 % del total) respondieron positivamente, ocho administradores (27.6 % del total) piensan que puede ser factible, tres administradores (10.3 % del total) piensan que puede ser factible sólo si el análisis de costo-beneficio sale positivo, un administrador ya tiene estanques de sedimentación construidos y un administrador no tiene respuesta. Debe ser reconocido que, aunque los administradores de las granjas influyen en esta decisión, no son los que toman la decisión final, más bien son los dueños de las granjas, especialmente en las grandes, quienes son responsables de tales decisiones. Los dueños de las granjas no fueron entrevistados durante esta encuesta.

El manejo de los efluentes es un área donde es posible hacer mejoras bajando la velocidad de descarga o construyendo estanques de sedimentación. Sin embargo, los obstáculos debidos a la localización, elevación u otras necesidades de manejo, tales como regular el tiempo de cosecha, pueden interferir con la adopción e implementación de estas prácticas. Dado que los administradores tuvieron opiniones divididas sobre estas preguntas, se puede necesitar un estudio posterior para determinar la factibilidad de dichas prácticas.

dos ayudará a mantener la calidad del agua suministrada en los recambios de agua.

La descarga de agua a través de los bosques de manglar u otras tierras anegadas salobres debe ser considerada y probada experimentalmente.

La descarga de efluentes a través del manglar o humedales salobres proveerá algún tratamiento biológico (Robertson y Phillips 1992). Aunque los manglares pueden ser usados eficientemente para tratar los efluentes, se debe tener cuidado de no cambiar el régi-

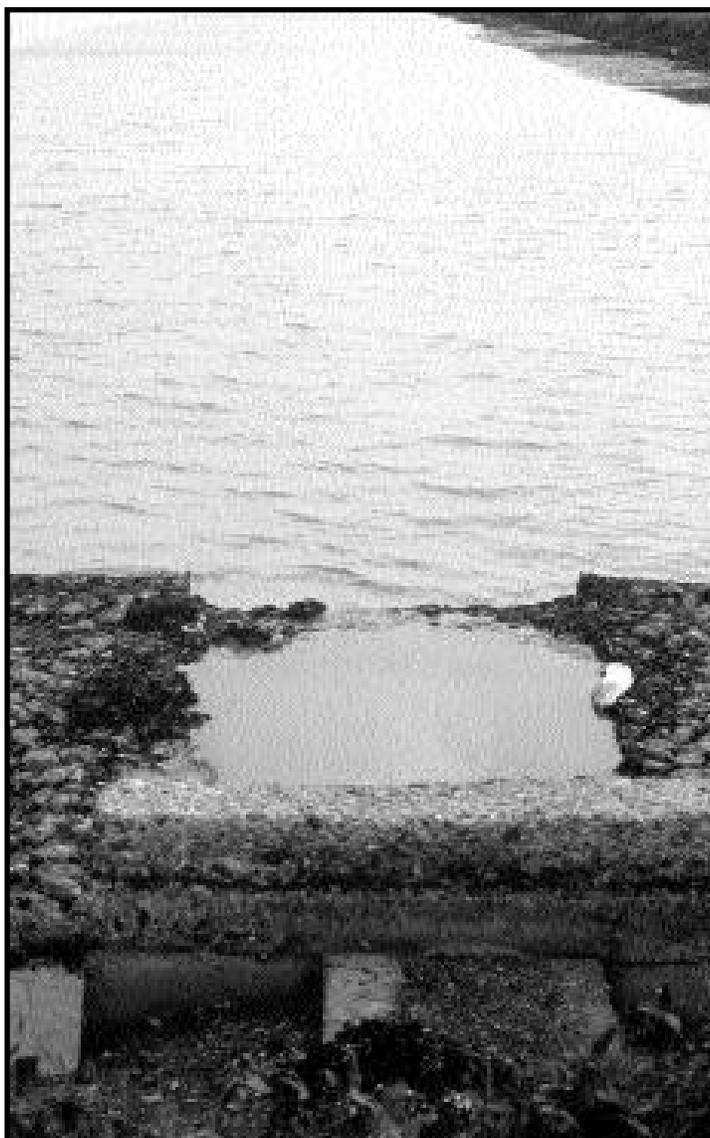
men de salinidad de las áreas de manglar al grado de que afecte su crecimiento. Si es factible, desde una perspectiva de ingeniería, descargar los efluentes a través del bosque de mangles u otras tierras anegadas, es aconsejable buscar el consejo de los expertos para evitar que se interrumpan las funciones naturales de estas áreas. El agua que contenga químicos, tales como cloro, debe permanecer en el estanque tratado el suficiente tiempo para que el químico se biodegrade, antes de descargarla en las áreas de manglar.

La existencia y uso de un área de sedimentación o trampa de sedimentos, puede mejorar el agua de entrada y del efluente.

La efectividad de áreas de sedimentación puede ser mejorada usando las siguientes prácticas:

Reduzca el flujo para incrementar el tiempo de retención hidráulica, tanto como sea posible, para incrementar la sedimentación.

El tiempo necesario para reducir la carga de sedimentos a límites aceptables de descarga, variará con la velocidad de la descarga, el diseño del área de sedimentación, la composición química del efluente y otros factores. Algunas pruebas pueden ser necesarias para determinar los flujos óptimos y los tiempos de retención. Sin embargo, un trabajo de Boyd et al. (1998b) sugiere que un tiempo de retención

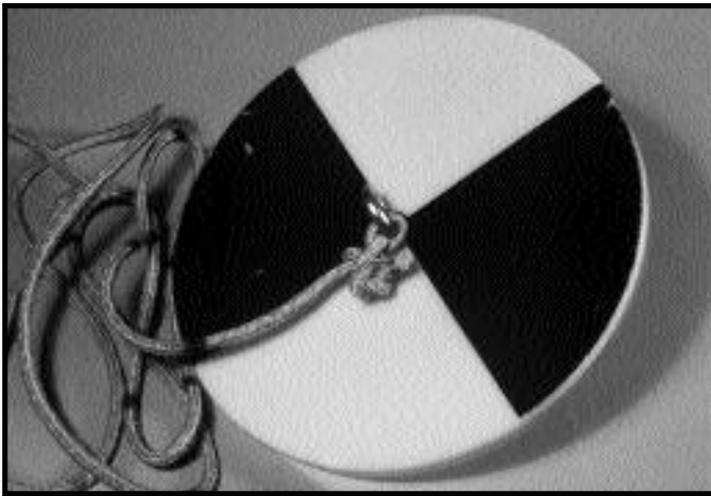


Estos gaviones hechos de rocas dentro de una malla de alambre y colocados alrededor de las entradas y salidas de agua ayudan a reducir la velocidad del agua, y con esto la erosión y la descarga de sedimentos.

de 6 horas es adecuado para mejorar en buena medida la calidad del efluente.

Descargue lentamente el agua de la parte superior de la trampa de sedimentos.

El agua de la superficie tendrá una carga menor de sólidos suspendidos que el agua más profunda. Descargar lentamente el agua



Disco de Secchi. El monitoreo de la calidad del agua es un elemento importante en el manejo de los estanques.

desde la parte superior de la trampa minimiza la re-suspensión de los sedimentos.

Prevenga la erosión en el punto de descarga final.

El disminuir el flujo, volumen o presión de la descarga, ayuda a disminuir la erosión. Reforzar las áreas alrededor de la descarga de agua o usar vertederos es también efectivo.

9.14 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. El monitoreo involucra: la medición de los parámetros de la calidad del agua, mantener cuidadosamente estos registros, el análisis de los datos obtenidos y el uso de los resultados interpretados para mejorar las prácticas de manejo. 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, puede ser vulnerable a otras influencias, tales como otras industrias, la agricultura, los cambios climáticos, etc.

PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA HONDUREÑA: MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los administradores hondureños intentan medir parámetros de calidad del agua claves de manera regular, sin embargo, las prácticas varían griemente. La razón para tomar las medidas y la integración de los resultados en la toma de decisiones, no son siempre claras. Esto se puede mejorar a través de entrenamiento y provisión de información.

Deberá ser notado que la mayoría de los granjeros hondureños han estado participando en un programa regional de monitoreo de agua iniciado por un proyecto de la Universidad Auburn-Honduras PD/A

CRSP y después continuado por ANDAH cuando el primer proyecto se terminó. Los datos obtenidos por este trabajo fueron diseminados y formaron la base de la toma de decisiones por la industria, como en el caso de la decisión de reducir el recambio de aguas durante la estación de estiaje. La participación y el apoyo financiero de ANDAH continuó inclusive después de que el huracán dejó a la industria en una situación financiera y operativa difícil. Esto puede ser tomado como un indicador de la importancia dada a la calidad del agua y el monitoreo ambiental por los granjeros del camarón

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.

Las medidas de calidad de agua deberán hacerse con frecuencia en todos los estanques.

Las horas ideales para hacer estas medidas son temprano en la mañana y a media tarde, excepto para la lectura con el Disco de Secchi. Esta debe acerse al mediodía para reducir el reflejo del sol en la superficie.

Las medidas de calidad del agua deben hacerse con frecuencia en la entrada y la salida del agua.

El conocimiento de la calidad del agua en la entrada y salida de los estanques provee un medio de comparación para las lecturas hechas en los estanques. Además, el impacto potencial del efluente necesita ser evaluado con referencia a la calidad del cuerpo de agua receptor.

Mantenga buenos registros de las medidas de la calidad del agua y úselos para refinar las prácticas de mantenimiento.

Los buenos registros permiten al granjero conocer lo que está ocurriendo en los estanques y hacer el manejo de la calidad del agua más predecible.

10.0 TOMA *de* DECISIONES y MANEJO *de* OPERACIONES

El proceso participativo del desarrollo de las BPM y los resultados de la encuesta de campo, llevan a algunas observaciones importantes referentes a la manera en que la toma de decisiones impacta a las operaciones de manejo y afecta la naturaleza de las BPM. Primero, la mayoría de los participantes y entrevistados eran administradores de granjas o personal técnico, seleccionados bajo la hipótesis de que ellos toman las decisiones de rutina acerca del manejo del estanque que afectan la factibilidad de la operación y la calidad ambiental. Esta hipótesis probó ser muy adecuada. Sin embargo, algunas decisiones pueden ser tomadas por otros; por ejemplo, se desconoce hasta qué punto los administradores toman decisiones relativas a los gastos mayores. Esto habla de la necesidad de hacer conciencia y solicitar información adicional a los dueños de la granja. Hay algunos temas de las BPM, tales como la renovación de estanques o las decisiones sobre su localización, que solamente pueden hacerse con la aprobación de los dueños.

Otro factor clave es la razón para tomar decisiones. Parte de esto depende de la capacidad técnica del personal. Aunque la mayoría del personal técnico parece estar bien entre-

nado y ser competente, se observaron ciertas prácticas que sugieren que inclusive estos individuos pueden ser beneficiados con información al día en asuntos técnicos y con entrenamiento.

En algunos casos, el personal técnico puede optar por tomar un curso de acción particular simplemente basado en la premisa de que esto puede ayudar y no hará daño. Esto es muy común cuando hay duda sobre el resultado de un curso específico de acción o cuando la base científica para una práctica es débil. Un ejemplo común en el cultivo del camarón es el uso de químicos terapéuticos y probióticos. Dado que hay muy pocos medios efectivos al alcance para tratar una enfermedad, y porque hay cierta probabilidad de que un tratamiento pueda tener algún efecto, a menudo se percibe como el único curso de acción, particularmente cuando la pérdida de la cosecha entera es la alternativa. Esto habla de la necesidad de la investigación aplicada, para continuar resolviendo algunos de los desconocimientos críticos en las prácticas de cultivo del camarón.

Otra área central que merece atención, es la habilidad de los granjeros para manejar un estanque como un ecosistema y buscar una estrategia para optimizar el resultado deseado. Las relaciones entre alimentación, fertilización y la calidad del agua, por ejemplo, no

son siempre claras para los operadores. Además, a estas relaciones es difícil darles seguimiento con precisión. Estos son temas complejos, como lo es manejar un estanque como ecosistema, inclusive bajo condiciones ideales. Los granjeros hondureños encaran un reto único impuesto por su localización, las circunstancias socioeconómicas y el ecosistema circunvecino. Se requiere buena habilidad técnica y algo de suerte para producir una cosecha redituable. Incrementar el entendimiento de los granjeros para manejar estratégicamente sus estanques en relación con el ecosistema vecino, debe ser un objetivo de cualquier programa de entrenamiento y extensión.

11.0 EFECTOS *de un* DESASTRE NATURAL (HURACÁN MITCH) *en el* MANEJO *de las* CAMARONERAS

El huracán Mitch golpeó a Honduras en Octubre de 1998, causando gran daño a la industria y a la nación. Las pérdidas y el costo para recuperarse impuso una carga financiera pesada a los granjeros del camarón. Como resultado, un significativo número de ellos parece haber cambiado sus estrategias de manejo.

En las encuestas, los administradores fueron cuestionados acerca de cómo habían modificado sus prácticas de manejo en la granja como resultado del huracán Mitch.

Veinticinco administradores (86.2 % del total) dieron una sola respuesta, mientras cuatro (13.8 %) dieron múltiples respuestas. Once administradores declararon que sus prácticas de manejo de la granja han permanecido sin cambio, mientras catorce respondieron que ahora buscan mayor eficiencia económica, a través de estar más pendientes de los costos e incrementar la eficiencia en la utilización de los insumos. Esto está en aparente contradicción a las respuestas relacionadas con el criterio usado en la toma de decisión de cosechar un estanque, donde sólo cinco administradores citan la optimación de las

ganancias económicas como un criterio. Tres administradores establecen explícitamente que ahora se concentran en maximizar las ganancias de la granja más que en maximizar la producción de camarón. Esto es un cambio significativo para los administradores de las granjas, ya que históricamente se han enfocado en maximizar la producción. Es difícil precisar con certeza el grado en que el huracán Mitch influyó en los cambios de manejo de las granjas y en la filosofía que yace detrás de ellos, dada la cercanía en el tiempo de los brotes de WSSV. Ambos eventos seguramente son claves en el origen de esos cambios.

Las BPM recomendadas aquí están en concordancia con el cambio de estrategia de manejo, ya que la mayoría de éstas promueven la eficiencia en términos de reducir los insumos, tales como alimento y fertilizante, mientras reducen costos, tales como los de bombeo.

Se pensó que el huracán podría aportar alguna claridad en las prácticas de cómo construir y localizar la camaronera, que pudieran ser mejoradas para reducir el daño de futuros desastres naturales. Veintiséis administradores (89.7 %) respondieron no haber hecho cambios en la infraestructura de la granja como resultado del huracán Mitch, salvo restaurar la infraestructura dañada a su estado original. Dos administradores repor-

tan haber incrementado la altura del muro perimetral de la granja, en las áreas donde las aguas inundantes entraron primero a la granja. Debe mencionarse que en muchas áreas, los niveles del agua se elevaron entre dos y tres metros. Los cambios en las prácticas de construcción no pueden prevenir el daño en casos tan severos; sin embargo, en desastres más leves, algunos cambios pueden ser útiles. Una manera que pudiera prevenir pérdidas en el futuro, es la elaboración de planes de contingencia para prevenir la pérdida de equipo y personal, asumiendo que sea emitido el aviso de peligro con anticipación.

12.0 CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

Algunos resultados importantes emergen de este trabajo. Primero, es posible que la industria, los investigadores y los administradores de recursos naturales trabajen juntos para desarrollar BPM mutuamente aceptables, que estén basadas en el conocimiento científico y que sean ambientalmente respetuosas. Segundo, la validez de este proceso se confirma a través de los resultados de la encuesta de campo, la cual indica que las BPM reflejan muy de cerca el mejor conocimiento técnico, en este campo, de los practicantes rutinarios. Tercero, las prácticas varían ampliamente entre los granjeros de camarón y su mejoramiento requerirá investigación aplicada y asistencia técnica. Cuarto, las BPM, como ahora se encuentran, representan un buen primer paso hacia la identificación y el mejoramiento de las prácticas, pero se necesitan trabajos posteriores para refinar y probar, de manera continua, mejores prácticas a medida que avance el conocimiento en estos temas.

Diseminar la información sobre las BPM para asegurar su amplia adopción, requerirá un esfuerzo significativo a través de programas de extensión y entrenamiento. Actualmente la ANDAH y un número de instituciones gubernamentales y educacionales llevan a cabo programas de entrenamiento y extensión, pero todas ellas están limitadas en su efectivi-

dad por razones que van desde la falta de recursos a una pobre planeación integrada. Desarrollar BPM y expandir el rango de los temas que cubren es un importante próximo paso, pero quizá más importante es el desarrollo de un programa de investigación cooperativa y de extensión, donde todos los usuarios institucionales planean y buscan estrategias de manera conjunta, para hacer extensión asistencial, con la asociación de industrias jugando un papel decisivo en la determinación de prioridades. Una oportunidad para que esto ocurra, se proveerá bajo la serie de proyectos de asistencia técnica dirigidos a los productores de camarón y otros sectores asociados, relacionados con el fondo de ayuda del huracán Mitch, que proveerá USAID/USDA en un futuro cercano.

Además, la ANDAH ha tomado pasos para adoptar, instrumentar e institucionalizar las BPM. A la fecha, 13,000 ha de las 18,000 ha de camaroneras en operación en la región sur de Honduras han firmado un acuerdo con ANDAH para usar las BPM. Ahora, dos retos existen: 1) implementar el uso de BPM de manera más amplia y uniforme, y 2) trabajar para lograr la adopción de BPM por los dueños de las 5,000 ha restantes. Estas son granjas chicas y medianas que serán objeto de capacitación en BPM a través de los esfuerzos conjuntos de ANDAH y USDA. La ANDAH también está trabajando en el mejoramiento de las prácticas creando "Equipos de

Mejoramiento Ambiental”, que supervisarán la implementación de las BPM y harán una revisión periódica de ellas. También hay interés en un monitoreo ambiental más amplio, creciendo sobre, e integrándose, a los esfuerzos de monitoreo actual y al desarrollo de una base de datos por el Laboratorio de Patología Choluteca y el Laboratorio de Calidad del Agua La Lujosa, y otro esfuerzo como lo es el inventario del recurso manglar.

12.1 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS

Las siguientes son recomendaciones técnicas basadas en los resultados de la encuesta de campo y comparadas con las BPM recomendadas. Sobre todo, los resultados de esta encuesta indican un alto nivel de adopción de las BPM en el manejo de la salud del camarón, fertilización y alimentación, por los granjeros de camarón en el sur de Honduras (Apéndice B). En muchos casos, BPM específicas se implementan en un 60 % o más en las granjas encuestadas. Un cierto número de recomendaciones son presentadas para estimular su discusión entre todos los usuarios de la industria del cultivo del camarón, a medida que ellos trabajan para incrementar la implementación de BPM en las granjas.

Recomendación: *La ANDAH debe tomar el liderazgo para trabajar con todos los granjeros de camarón en Honduras para incrementar la implementación de BPM. Esto podría realizarse mediante cursos de entrenamiento, boletines informativos y asistencia técnica a los granjeros.*

El examen de las PLs compradas en laboratorios, para evitar las enfermedades antes de su introducción a la granja, es un mecanismo importante para controlar la introducción y diseminación de enfermedades en la granja y en la industria.

Recomendación: *Los granjeros de camarón deben ser bien aconsejados en comprar PLs solamente de laboratorios con buena reputación, donde se practican medidas estrictas para controlar las enfermedades. La compra de PLs debe ser acompañada de una certificación que asegure el buen estado de salud de las PLs, libres de enfermedades. Los granjeros de camarón deben requerir pruebas PCR para WSSV, TSV e IHHNV, por cada embarque de PLs comprado a laboratorios foráneos. Un programa rutinario para detectar enfermedades deberá establecerse para los laboratorios hondureños que provean PLs a granjas asociadas y a otros clientes. Mientras que cerca del 50% de las granjas encuestadas requieren de una prueba PCR de WSSV para las PLs compradas a laboratorios, la mitad de las granjas encuestadas no lo requieren. Esta es una de las áreas donde la implementación de una BPM podría tener un impacto inmediato. Se espera que el análisis PCR para enfermedades virales se incremente una vez que el Laboratorio de Patología Acuática de la ANDAH complete la instalación de su equipo PCR. Es importante que el laboratorio de la ANDAH ocupe el liderazgo en la provisión de capacidad eficiente para los análisis de diagnóstico de las enfermedades existentes, y de las futuras. De hecho, el*

laboratorio de la ANDAH puede considerar un programa inicial de monitoreo para muestrear de manera aleatoria los embarques de PLs que vengan de fuentes foráneas, examinando las PLs para todas las enfermedades virales. Un programa similar deberá ser instituido para monitorear la persistencia de enfermedades virales en PLs silvestres hondureñas. Para ser verdaderamente efectivo, tal programa requeriría de la total participación de todos los segmentos de la industria y que la ANDAH encare el reto de educar a todos los productores de camarón, teniendo como referencia la importancia del mantenimiento de la salud del camarón.

Recomendación: Las granjas deben poner en cuarentena las PLs de camarón introducidas desde fuentes que no certifiquen que están libres de enfermedades, hasta que un laboratorio determine que están libres de enfermedades. Solamente cuando las PLs tengan la confirmación de estar libres de enfermedades, pueden ser sembradas en los estanques. Tanques aislados para cuarentena, diseñados de tal manera que el agua de entrada y la de descarga puedan ser esterilizadas, podrían ser diseñados e instalados. Preferentemente esta área de cuarentena estaría aislada de la granja, para minimizar la posibilidad de la introducción inadvertida de alguna enfermedad. Si esto no es posible, un área de cuarentena deberá ser establecida en un sector de la granja donde el acceso de entrada y salida pueda ser controlado estrictamente. El área de cuarentena deberá operar independientemente de las demás de la granja y tener su propio equipo,

suministros y personal. El control de enfermedades y su manejo, es un tema que requiere futura investigación y desarrollo, especialmente en las grandes granjas de sistema abierto que se encuentran en Latinoamérica.

Los administradores de granjas generalmente parecen tener éxito en el mantenimiento de la calidad del agua del estanque para asegurar que la población de camarones no sufra estrés. De hecho, la gran mayoría de los administradores de granjas encuestados, reportan que se llevan a cabo revisiones frecuentes y rutinarias de la salud de las poblaciones de camarón en los estanques. Esto le permite a cada administrador la oportunidad de decidir si llevan a cabo o no tratamientos contra los brotes de enfermedades bacterianas. El uso de alimento medicado, con niveles comerciales, para tratar las enfermedades bacteriales es moderado, sólo el 40 % de las granjas encuestadas usan alimento medicado. Brotes de enfermedades virales, ejemplo TSV, etc., se dejan que corran su curso. Dada la ausencia de tratamientos eficaces, a parte de mantener una muy buena calidad del agua y los sistemas abiertos usados para el crecimiento del camarón, es muy poco lo que los administradores comúnmente pueden hacer para combatir un brote de enfermedad viral.

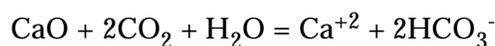
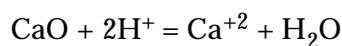
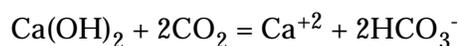
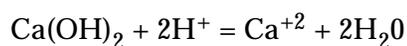
La esterilización de los fondos de los estanques es una acción establecida y efectiva para romper el ciclo de las enfermedades, sin

embargo, los administradores de granjas que fueron encuestados llevan a cabo esta práctica de manera incompleta. La cal hidratada es usada como desinfectante del fondo de los estanques en un 70 % de los casos, pero la tasa de aplicación es de sólo el 40 % de la tasa mínima recomendada. El pH del lodo de los estanques puede ser elevado a un pH 10 aplicando uno ton de cal viva (CaO) por ha, o 1.32 ton/ha de cal hidratada [Ca (OH)₂], pero la eliminación efectiva de patógenos se logra con un tratamiento de dos ton/ ha de cal viva o 2.64 ton/ha de cal hidratada (Boyd 1995). Boyd (1995) recomienda diferir el llenado y siembra del estanque de 10 a 14 días después haberse esterilizado el fondo del estanque. Así, hay espacio para mejorar el uso de cal viva o hidratada para la esterilización del fondo del estanque.

Recomendación: Los administradores de granjas deben hacer aplicaciones de cal de acuerdo a las recomendaciones.

Durante las visitas a las granjas se observó que la aplicación de cal hidratada en el fondo de los estanques no es homogénea y se concentra en las áreas cercanas a los muros de los estanques. La cal (viva o hidratada) debe ser dispersada uniformemente por todas las áreas del fondo del estanque para asegurar un tratamiento efectivo y los lodos del estanque deben estar húmedos para permitir que la cal se disuelva y penetre cuando menos diez cen-

tímetros en el lodo (Boyd 1995). La cal hidratada o la cal viva, al disolverse, actúan esterilizando el fondo del estanque al incrementar el pH arriba de 10. Este pico de pH es transitorio, permaneciendo en 10 por uno o dos días, el tiempo suficiente para matar los patógenos (Boyd y Masuda, 1994). La cal viva y la hidratada reaccionan para neutralizar la acidez:



La cal hidratada y la cal viva se originan de la piedra caliza. La cal viva es hecha por el calentamiento de la piedra caliza para quitarle el dióxido de carbono y darle paso al óxido de calcio y, al añadir agua a la cal viva produce cal hidratada. Mientras la piedra caliza puede estar compuesta de calcita (CaCO₃) o dolomita [CaMg(CO₃)₂], la piedra caliza raramente es pura calcita y a menudo contiene algo de carbonato de magnesio y otras impurezas. Las reacciones químicas del carbonato de magnesio y el carbonato de calcio son similares. Boyd y Masuda (1994) evaluaron dos cales hidratadas y tres cales vivas disponibles comercialmente en Honduras; una de las cales vivas realmente resultó ser cal hidratada (Tabla 8). Todas las cinco incrementaron el pH

TABLA 8.

PROPIEDADES DE LAS CALES HIDRATADAS Y VIVAS DISPONIBLES COMERCIALMENTE EN HONDURAS¹.

Producto	Composición Primaria	pH ²	Valor Neutralizante (%)	Clasificación de Eficiencia (%)
Cal Hidratada (Ineal Co., Cortes)	Ca(OH) ₂	12.2	113	100
Cal Hidratada (Colisa Co., Cortes)	Ca(OH) ₂	12.3	130	96
Cal viva (Siguatepeque)	Ca(OH) ₂	12.3	124	73
Cal viva (Siguatepeque)	CaO	12.3	151	34
Cal viva (Siguatepeque)	CaO	12.3	168	36

¹ Fuente Boyd y Masuda, 1994

² El pH fue medido en un lechada de 1 : 10 de cal : agua destilada

en una lechada de proporción 1:10 de cal y agua destilada, a un pH de 12.2 o mayor. El pH del fondo se incrementó a cerca de 11 cuando las cales fueron aplicadas a una tasa de uno ton/ha (Boyd y Masuda 1994).

El valor neutralizante (VN), definido como la cantidad de ácido que un material calizo puede neutralizar, comparado con carbonato de calcio puro de las pruebas de cales hondureñas hechas por Boyd y Masuda (1994; Tabla 8), generalmente fueron cercanas al VN para el hidróxido de calcio puro (135 %) y para el óxido de calcio (178.6 %). La clasificación de la eficiencia o el porcentaje de una muestra de cal que pasa por un tamiz de 60 micras de abertura, de las cales probadas, está en el rango de 34 a 100 % (Boyd y Masuda 1994). Sin embargo, los autores notaron que mientras algunas de estas muestras tenían una baja clasificación de eficiencia, los terrones de cal se rompen en pequeñas partículas cuando se mojan.

Veintidós administradores (76 % del total), reportaron que hacían aplicaciones de cal hidratada, como una lechada, a los estanques llenos. La razón más común para la aplicación, citada por 14 de los 22 administradores, fue el control de bacterias, mientras que la segunda razón más común, citada por ocho de los 22 administradores, fue el control de florecimientos de fitoplancton. La tasa promedio (\pm DS) de aplicación fue de 59 ± 50 Kg/ha.

Recomendación: *No hay evidencia científica para sustentar las aplicaciones continuas de cal hidratada a los estanques llenos por cualesquiera de las razones citadas en la Tabla 8. Sin una base científica para sustentar la decisión de aplicar cal hidratada en esta forma, ¿ que podría explicar la decisión? Es difícil argumentar que tales aplicaciones impactan negativamente la economía de la producción, ya que la cal no es cara y se necesita relativamente poco trabajo. Así, no hay incentivo económico sustancial para justificar la adopción o*

refutación de esta práctica. Durante las entrevistas, varios administradores externaron sus dudas sobre la efectividad de las aplicaciones de cal hidratada. Entre las razones dadas del porqué continuaban la práctica, fue que el presidente de la compañía o el dueño de la granja veían que todos los otros administradores de granjas estaban aplicando cal hidratada en respuesta a los brotes de enfermedades, así que ¿porqué no estaba el administrador de la granja haciendo lo mismo en su granja? Tanto los administradores de granjas como los dueños sienten que deben tomar alguna acción en respuesta a los brotes de enfermedad y la aplicación de cal hidratada a los estanques les provee un mecanismo para responder.

El secado de los fondos es otro método para desinfectar el fondo del estanque que también permite la oxidación de cualquier acumulación de materia orgánica.

Recomendación: Se debe permitir el secado de los fondos de siete a 14 días, hasta que se formen cuarteaduras profundas; el secado normalmente se realiza de mejor manera durante la estación de estiaje por razones obvias.

Recomendación: La información técnica acerca de las enfermedades del camarón y sus tratamientos, está disponible para algunos administradores, pero necesita difundirse más ampliamente, escrita en español y especialmente dirigida a los administradores, quienes, aunque algo sofisticados, no son ni patólogos ni especialistas en enfermedades. Boletines técnicos deberán ser preparados para las

enfermedades comunes del camarón en la región de Centroamérica, donde se describan los ciclos de vida, el agente causal, el diagnóstico de campo presuntivo, los procedimientos de diagnóstico definitivo y los procedimientos del manejo o tratamiento de la enfermedad. Esta última sección deberá estar basada en datos científicos, no en evidencia anecdótica de tratamientos empíricos. La distribución de tales boletines debe ser organizada y supervisada por ANDAH para asegurar que lleguen a la más amplia audiencia posible.

La industria del camarón en Honduras ha progresado sustancialmente durante la década pasada con respecto a la fertilización de estanques. En los primeros años de 1990, la fertilización regular fue incorporada como parte de la estrategia normal de producción, al parejo con los recambios de agua regulares y la alimentación. Así, los estanques eran fertilizados y entonces se cambiaba su agua de manera rutinaria, algunas veces aun cuando los fertilizantes habían sido aplicados en ese mismo día. El efecto neto era arrastrar los fertilizantes a los estuarios antes de que pudieran estimular la productividad primaria del estanque, razón por la cual el fertilizante era aplicado originalmente. Una investigación conducida por la Universidad de Auburn-Honduras PD/A CRSP, demostró que la fertilización era innecesaria en las estrategias de manejo de los estanques, como se practicaba entonces. Como resultado de esta investigación, ANDAH, a mediados de los años 90s, declaró una morato-

ria en la fertilización química por sus miembros, para reducir la carga de nutrientes en los efluentes de las granjas camaroneras. Durante la última mitad de la década, la investigación sobre la optimización en el uso de insumos por la PD/A CRSP de Honduras y los granjeros de camarón, contribuyó en cambios adicionales en las estrategias de manejo. Uno de los cambios más importantes, fue que las tasas de recambio de agua fueron decreciendo hasta llegar a ser sujetos a un gran control y el manejo del alimento fue mejorado. Los granjeros empezaron a experimentar de nuevo con la fertilización de los estanques, para manejar mejor la población de fitoplancton. Una meta deseada de la fertilización era establecer un florecimiento estable de fitoplancton desde el principio del ciclo de cultivo, el cual afectaría favorablemente la dinámica del oxígeno disuelto en el estanque. El incremento de la productividad natural que resultó de este tipo de fertilización, también permitiría un rápido crecimiento del camarón por más tiempo, antes de que el suministro de alimento suplementario se volviera necesario.

La fertilización es practicada en la mayoría de las granjas encuestadas. El manejo del fertilizante hoy en día es considerablemente más refinado que hace una década. El fertilizante es aún aplicado antes de la siembra para estimular la producción de fitoplancton, pero en lugar de continuar con las aplicaciones de rutina después de eso, los fertilizantes ahora son apli-

cados en 59 % de las granjas encuestadas (81 % de las granjas que usan fertilizantes) solamente en respuesta a profundidades específicas de la visibilidad del Disco de Secchi. Además, el recambio de agua es ahora manejado más cuidadosamente, recambiando solamente en respuesta a bajas concentraciones de OD, o diferida por 1.5 a siete días después de la fertilización. Así, el fertilizante aplicado tiene tiempo de ser asimilado por el fitoplancton, antes que es acarreado fuera del estanque en el agua de recambio. El fertilizante es previamente disuelto en agua del mismo estanque y la solución resultante es distribuida a través de todo el estanque desde un bote. Esta práctica es usada en 71 % de las granjas que usan fertilizante y asegura que los nutrientes del fertilizante queden disponibles para las poblaciones de fitoplancton en la columna de agua. Donde los fertilizantes son distribuidos al boleado sobre la superficie del estanque, los gránulos de fertilizante pueden hundirse hasta el fondo del estanque antes de disolverse completamente y los nutrientes, especialmente el fósforo, será absorbido por el lodo del estanque.

El manejo de la fertilización de estanques puede ser mejorado en algunas granjas. El disco de Secchi es una buena herramienta para usar en el manejo de la fertilización del estanque, sin embargo, esta medición es válida cuando la fuente de turbidez del estanque es el fitoplancton.

Recomendación: *Se recomienda que todas las granjas usen el Disco de Secchi para determinar la necesidad de fertilización en el estanque y que la visibilidad del Disco de Secchi sea medida entre las 11 y las 13 horas, cuando el sol está en el cenit. Otra recomendación es que el fertilizante debe ser disuelto en agua del estanque antes de que sea añadido al estanque. Es necesaria una investigación adicional para determinar las tasas óptimas de fertilización para las granjas localizadas en estuarios ribereños, donde las concentraciones de nutrientes naturalmente son altas, y en las bahías del golfo de Fonseca, donde las concentraciones ambientales de nutrientes son bajas. También, más investigaciones son necesarias para determinar si las tasas de fertilización en granjas sobre estuarios ribereños, pueden variar entre las estaciones de lluvias y de estiaje debido a la variación estacional de las concentraciones de nutrientes en los estuarios.*

Deberá ser notado que en estuarios que sirven como fuente de abastecimiento de agua a las granjas de camarón, las concentraciones de nutrientes son más altas durante la estación de estiaje que durante la de lluvias. Datos recolectados del proyecto de monitoreo de la calidad del agua en estuarios de la Universidad Auburn-Honduras PD/A CRSP, demostraron que las variables de la calidad del agua se incrementan durante la estación de estiaje como resultado de la reducción de la descarga del río, ausencia de lluvias y escurrimientos y por evaporación. Durante la estación lluviosa, el incremento en la descarga

del río y los escurrimientos de agua en la cuenca, drenan el estuario y reducen sus concentraciones de nutrientes. Sin embargo, cierto número de administradores de granjas erróneamente creen que la concentración de nutrientes de su fuente de agua es menor durante la estación de estiaje. Los administradores pueden pensar que la aparente menor turbidez del agua del estuario, la cual resulta de una menor concentración total de sólidos suspendidos durante la estación de estiaje, puede indicar menor fertilidad del agua, cuando lo opuesto es lo correcto.

El manejo del alimento en general parece estar bien desarrollado, como se evidenció por los factores de conversión alimenticia (FCA) y las prácticas de alimentación reportadas. Los FCA promedios reportados van de 1.36 a 1.60 para las estaciones lluviosa y de estiaje, respectivamente. La tasa de alimentación del camarón es ajustada semanalmente en base a la biomasa de camarones en 28 de 29 granjas y en el consumo de las charolas de alimento en las granjas restantes. Por el incremento de la productividad natural resultante de la fertilización del estanque, la alimentación es iniciada tres semanas después de sembrado el camarón en 19 de 29 granjas. La porción de alimento diaria es dividida en 2 raciones, una ofrecida en la mañana y la otra en la tarde. El alimento es distribuido desde un bote en 27 de 29 granjas. La tasa máxima diaria de alimentación es moderada y promedia 22.5 Kg/ha. Es poco probable

que estas tasas de alimentación resulten en bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua; casi 90 % de los administradores no reportan problemas con concentraciones de oxígeno disuelto en el estanque con las tasas de alimentación prevalecientes. En las granjas encuestadas se usa sólo alimento de camarón formulado comercialmente, raciones peletizadas que contienen de 20 a 25 % de proteína. No se usa pescado fresco y molido como alimento para el camarón en ninguna de las granjas encuestadas. Sólo alimentos para el camarón formulados comercialmente son usados en las granjas encuestadas. La calidad del alimento se mantiene a través de buenas condiciones de almacenamiento y una reposición promedio de 21 días.

Recomendación: Mientras que a los granjeros se les ordena que bajen los factores de conversión de alimento a los niveles comunes, ellos deberán continuar buscando reducciones adicionales, especialmente durante la estación de estiaje, cuando las concentraciones de nutrientes en estuarios son mayores. El desperdicio de nutrientes del alimento se incrementa cuando el FCA se incrementa, lo cual puede resultar en una mayor carga de nutrientes en los efluentes del estanque. Las cargas mayores de nutrientes en las aguas de los efluentes de los estanques durante la estación de estiaje pueden agravar las condiciones de la calidad del agua de un estuario, particularmente en la cabecera del mismo. Por lo tanto, es importante mejorar el FCA en la estación de estiaje. El uso de

charolas de alimentación puede incrementar la eficiencia de la alimentación. Sin embargo, los FCA reportados por la única granja que usa charolas de alimentación son 1.2 y 1.6 para las estaciones lluviosa y de estiaje, respectivamente. Los administradores pueden considerar estrategias de manejo de estanques alternativas durante la estación de estiaje, por ejemplo: menor tasa de alimentación o sustitución del alimento por fertilización química.

ANDAH conduce un monitoreo de la calidad del agua y de la patología del camarón. Datos de este esfuerzo han sido muy útiles en la definición e implementación de las BPM. Sin embargo, se puede hacer un mejor uso de estos datos. Se requiere de apoyo para realizar una interpretación y disseminación de esta información de una manera más rápida, para poder tomar decisiones oportunas. Además, para evaluar el estado de los ecosistemas y las fuentes de impactos, se requiere del monitoreo ecológico de otros indicadores, particularmente aquellos relacionados con otras industrias que están desfasadas con la industria de camarón en el monitoreo y en el desarrollo de BPM.

NOTA *para los* LECTORES y AGRADECIMIENTOS

Este documento es un trabajo en progreso. Se recibió financiamiento del Proyecto de Expansión del Libre Comercio Hemisférico de la USAID (Hemispheric Free Trade Expansion Project). Contribuciones sustanciales a este proyecto han sido hechas por colaboradores y revisores de la asociación hondureña de productores de camarón (ANDAH), la Universidad Auburn y el proyecto PDA / CSRP. Mientras que los sobresalientes esfuerzos y las contribuciones de estos grupos son reconocidas con gratitud, todos los errores y omisiones son responsabilidad de los autores. Modificaciones y refinamientos posteriores continuarán haciéndose sobre las BPM, a medida que el proyecto y sus colaboradores luchan por identificar y definir BPM para el cultivo sostenible del camarón en Latinoamérica, un proceso en evolución.

Reconocimiento y gratitud se deben a los líderes y a los miembros de la ANDAH, los cuales colaboraron en el desarrollo de las BPM. La ANDAH también financió la encuesta de campo y proveyó asistencia logística crítica. Sin su experiencia técnica, capacidad organizativa y apoyo a largo plazo al proceso de desarrollar BPM para su industria, este estudio no hubiera sido posible. El hecho de

que sus contribuciones más fuertes hayan venido después de recuperarse del huracán Mitch, es una demostración de su compromiso para crear una industria sostenible y de conservar la calidad ambiental.

Siete revisores anónimos de la industria, academia y organizaciones ambientales no lucrativas, hicieron contribuciones importantes al revisar múltiples borradores de este trabajo; su contribución técnica y guía, asistieron grandemente a los autores.

Agradecimientos muy especiales son rendidos al Dr. Brian Duncan, de la Universidad de Auburn, por su asistencia en facilitar la formación de una sociedad entre la CRC, ANDAH y la Universidad Auburn.

13.0

APÉNDICE A

MATERIALES Y MÉTODOS DE LA ENCUESTA DE CAMPO PARA EVALUAR EL NIVEL DE ADOPCIÓN DE LAS BPM

Se desarrolló un cuestionario con información aportada por la ANDAH, para evaluar el nivel de adopción de las Buenas Prácticas de Manejo seleccionadas, desarrolladas por Haws y Boyd (1999). Las BPM fueron evaluadas mediante el cuestionario, total o parcialmente, en las áreas de manejo de la salud de camarón, fertilización y alimentación. La aplicación del cuestionario fue planeada en colaboración con la Junta de Directores de la ANDAH y sus miembros. El soporte logístico para la aplicación del cuestionario en el campo fue provisto por la ANDAH.

LAS BPM EVALUADAS PARA LA SALUD DE CAMARÓN FUERON:

Cuando sea posible, se debe comprar post larva libre de enfermedades y de laboratorios de buena reputación.

Se debe mantener una buena calidad de agua en los estanques.

Deben ser identificadas las causas de mortalidad.

Antes de su siembra, la post-larva debe ser examinada para detectar signos de enfermedad y para evaluar su calidad.

Si está disponible un tratamiento efectivo para la enfermedad, deberá ser utilizado pronta y apropiadamente para contener la enfermedad.

Información técnica sobre el uso de químicos terapéuticos deberá ser desarrollada para las industrias regionales.

El agua de los estanques no debe ser recambiada cuando existen problemas de enfermedad, particularmente si se sospecha que un nuevo organismo causante de enfermedad puede estar involucrado.

Los estanques que han tenido serias mortalidades por enfermedad, no deberán ser drenados hasta que los organismos causantes de la enfermedad hayan sido desactivados por cloración u otros medios.

Los animales muertos y enfermos deben ser desechados de una manera sanitaria.

La entrada de animales silvestres y el escape de animales domésticos deberá ser minimizado colocando filtros en las compuertas de entrada o por otros métodos adecuados.

Los fondos de los estanques con enfermedad deberán ser secados por dos o tres semanas. Trátelos con uno o dos toneladas por hectárea de cal viva para elevar el pH y desinfectar el estanque.

Los fondos de los estanques deben ser secados completamente cuando menos después de tres o cuatro ciclos de producción y con más frecuencia cuando se piense que es aconsejable.

Coopere y comuníquese con los granjeros vecinos discutiendo los problemas de la enfermedad para minimizar la proliferación de la enfermedad.

El uso de antibióticos y otros agentes anti-bacteriales deberá ser limitado para ocasiones en que se sospeche la presencia de un patógeno que sea susceptible a este agente.

Las medidas de calidad de agua deberán hacerse con frecuencia en todos los estanques.

LAS BPM EVALUADAS PARA FERTILIZACIÓN FUERON:

Los fertilizantes químicos deberán usarse solamente cuando sea necesario incrementar la abundancia de fitoplancton.

Se deben evitar aplicaciones excesivas de fertilizantes con urea y amonio.

Se prefiere el uso de fertilizantes líquidos, pero si se usan fertilizantes granulados, uno de varios métodos deberá usarse para asegurar su disolución.

Si se hace necesario el uso de fertilizantes orgánicos, el uso de estiércoles debe ser evitado a menos de que su calidad pueda ser confirmada.

Los fertilizantes deben ser almacenados en lugares limpios y secos, lejos de chispas y sus derrames deben ser evitados.

Si el pH del fondo es menor de siete, se debe aplicar piedra caliza agrícola entre cosechas.

La piedra caliza agrícola, más que cal viva o cal hidratada, deberá ser usada para neutralizar la acidez del fondo.

Las aguas con alcalinidad total arriba de 50 a 60 mg/l no deberán ser encaladas.

Los materiales para encalar deberán aplicarse uniformemente sobre la superficie del fondo del estanque y ararse a una profundidad de cinco a 10 cm acelerará la reacción del material calizo.

Los materiales calizos deberán ser aplicados de acuerdo a las pruebas de suelo.

LAS BPM EVALUADAS PARA ALIMENTACIÓN FUERON:

Deberá usarse un alimento de alta calidad, peletizado, con un mínimo de "finos" y agua con buena estabilidad.

El pescado no debe ser utilizado como alimento.

El alimento debe ser guardado en instalaciones frescas, secas y a salvo de pestes.

Los niveles de nitrógeno y fósforo en los alimentos deberán ser tan bajos como sea posible sin sacrificar la calidad del alimento, aunque se debe tener precaución porque los límites inferiores de estos componentes son aún desconocidos.

El cálculo de los requerimientos de alimento deberá basarse en estimaciones periódicas de biomasa y en la formulación del alimento.

Considere el uso de charolas para monitorear las actividades de alimentación.

Disperse el alimento uniformemente sobre la superficie del estanque evitando grandes y repetidas aplicaciones en pequeñas áreas.

Suministre el alimento diario en más de una aplicación por día cuando sea posible.

No alimente cuando las concentraciones de oxígeno disuelto sean menores de 2.5 mg/l.

Los cuestionarios se llenaron durante Agosto de 1999 en 29 granjas del sur de Honduras. Se entrevistó al administrador de la granja, algunas veces acompañado por el director técnico de la compañía (donde fue posible). Las entrevistas se efectuaron en la granja en 26 de 29 casos; la poca accesibilidad a las tres granjas restantes evitó que se realizaran estas visitas. Una vez terminada la entrevista, se visitó la granja para observar las prácticas usadas y la implementación de las BPM.

APÉNDICE B

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE CAMPO PARA EVALUAR EL NIVEL DE ADOPCIÓN DE LAS BPM

BPM	Comentario
MANEJO DE LA SALUD DEL CAMARÓN	
A1	Todas las granjas se esfuerzan por comprar PLs libre de enfermedades a los laboratorios; cerca del 50 % de las granjas piden PCR para el WSSV y otros tipos de certificación de salud a los proveedores de PLs. Esto es más difícil cuando se compra PLs silvestres.
A2	Todas las granjas trabajan para mantener una buena calidad del agua en los estanques.
A3	Cerca del 90 % de las granjas llevan a cabo revisiones sanitarias frecuentes sobre el camarón sembrado, y son capaces de, presumiblemente, identificar muchas enfermedades en la granja. Está creciendo el uso del Laboratorio de Patología Acuática de la ANDAH y de laboratorios internacionales para confirmar los diagnósticos.
A4	Cerca del 50 % de las granjas sujetan a la PLs a una prueba de estrés antes de sembrarlas.
A5	Cerca del 40 % de las granjas encuestadas usan alimentos medicados disponibles comercialmente para tratar enfermedades bacteriales.
A6	Hay información técnica para algunos administradores, pero se necesita que esté disponible más ampliamente y en español.
A7	El agua en los estanques con brotes de enfermedades no se cambia a menos que se requiera por bajas concentraciones de OD.
A8	Ningún administrador envenena un estanque afectado por enfermedad, tampoco a ninguno le gustaría hacerlo en el futuro.
A9	La mayoría de las granjas desechan el camarón muerto incinerándolo o enterrándolo.
A10	En todas las granjas, las entradas de los estanques están protegidas por bastidores con filtros, algunas granjas usan doble bastidor.
A11	Cerca del 70 % de las granjas desinfectan los fondos de los estanques con cal hidratada, pero la tasa de aplicación es del 40 % del mínimo recomendado. Cerca del 59 % de los administradores secan los fondos de los estanques.
A12	Cerca del 59 % de los administradores secan los fondos de los estanques por un periodo largo de tiempo, principalmente en la estación de estiaje.
A13	Existe cierta comunicación entre los administradores de granjas; parece ser mejor entre los miembros de la ANDAH. La ANDAH podría tomar mayor liderazgo en hacer disponible, a todos los granjeros de camarón, información relevante.
A14	El uso de alimento medicado se reporta solamente en respuesta a enfermedades bacteriales y sólo en el 40 % de las granjas.
A15	El OD es medido diariamente en el 83 % de las granjas. El amoníaco es medido sólo en el 10 % de las granjas, pero las tasas de alimentación usadas difícilmente causarían problemas de amoníaco.

FERTILIZACIÓN

- B1 Cerca del 72 % de las granjas aplican fertilizantes químicos para incrementar la abundancia de fitoplancton en los estanques de producción.
- B2 Las tasas de fertilización van de bajas a moderadas.
- B3 Alrededor del 71 % de las granjas disuelven el fertilizante granulado antes de aplicarlo al estanque.
- B4 Solamente una granja utiliza fertilizante orgánico y con una tasa baja al llenar el estanque.
- B5 Cerca del 86 % de las granjas que fertilizan, guardan el fertilizante sobre plataformas en almacenes.
- B6 Sólo en una granja se aplica piedra caliza agrícola para ajustar el pH del fondo; no se ha hecho en los dos últimos años.
- B7 No se encala para incrementar la alcalinidad total, pero la cal hidratada se usa para otros propósitos, algunos cuya eficacia no ha sido demostrada.
- B8 Los materiales calizos generalmente son aplicados para desinfectar los fondos de los estanques; la aplicación sobre el fondo puede ser más uniforme; no se aplica arando.
- B9 Generalmente no se encala para ajustar el pH del suelo.

ALIMENTACIÓN

- C1 La calidad del alimento parece razonable, pero la evaluación del alimento no fue parte de esta encuesta.
- C2 El pescado no es usado como alimento.
- C3 El alimento es almacenado sobre plataformas en almacenes.
- C4 Los niveles de nitrógeno son moderados, ya que se usan alimentos con 20 o 25 % de proteína; el fósforo no se evaluó en esta encuesta.
- C5 La biomasa de camarón es determinada semanalmente en todas las granjas y la estimación de la biomasa se usa para calcular la ración de alimento en 28 granjas. Una granja basa la ración de alimento sólo en el consumo medido en las charolas de alimentación.
- C6 Una granja usa charolas de alimentación exclusivamente, otra granja usa las charolas en algunos estanques.
- C7 El alimento es distribuido desde un bote en 97 % de las granjas, los botes viajan en una ruta de zigzag a través del estanque.
- C8 En promedio, las granjas alimentan dos veces al día.
- C9 El alimento se suspende si la concentración promedio de OD en el estanque es menor del 2.2 mg/l.

REFERENCIAS

- Ahmad, T. and C.E. Boyd. 1988. Design and performance of paddlewheel aerators. *Aquacultural Engineering* 7:39-62.
- Association of Southeast Asian Nations (ASEAN). 1997. *Harmonization of good shrimp farm management practices*. ASEAN Fisheries Network Project, Thailand Department of Fisheries, Bangkok, Thailand.
- Barica, J. 1975. Summer kill risk in prairie ponds and possibilities of its prediction. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32:1283-1288.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.
- Boyd, C.E. 1992. Shrimp pond bottom soil and sediment management, pp. 166-181. In: J.A. Wyban, (ed.), *Proceedings Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Boyd, C.E. 1995a. *Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture*. Chapman and Hall, New York, New York, USA.
- Boyd, C.E. 1995b. Source water, soil and water quality impacts on sustainability in aquaculture, pp. 24-33. In: *Sustainable Aquaculture '95*, Pacific Congress on Marine Science and Technology, Honolulu, Hawaii, USA.
- Boyd, C.E. 1996. *Shrimp farming and the environment-a white paper*. National Shrimp Council, National Fisheries Institute, Arlington, Virginia, USA.
- Boyd, C.E. 1997a. Environmental issues in shrimp farming, pp. 9-23. In: D.E. Alston, B.W. Green, and H.C. Clifford III (eds.), *IV Simposio Centroamericano de Acuicultura*. Asociacion Nacional de Acuicultores de Honduras, Tegucigalpa, Honduras.
- Boyd, C.E. 1997b. Advances in pond aeration technology and practices. *INFOFISH International* 2/97:24-28.
- Boyd, C.E. 1998. *Draft code of practices for shrimp farming*. Global Aquaculture Alliance, St. Louis, Missouri, USA.
- Boyd, C.E. and T. Ahmad. 1987. *Evaluation of aerators for channel catfish farming*. Bulletin 584. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.
- Boyd, C.E. and J.W. Clay. 1998. Shrimp aquaculture and the environment. *Scientific American* 278 (June):58-65.
- Boyd, C.E. and L. Massaut. 1998. Soils in pond aquaculture. *Aquaculture Asia* 3 (January-March):6-10.
- Boyd, C.E. and K. Masuda. 1994. Characteristics of liming materials used in aquaculture ponds. *World Aquaculture* 25:76-79.
- Boyd, C.E. and J.F. Queiroz. 1997. Effluent management in pond aquaculture. *Aquaculture Asia* 2 (April-June):43-46.
- Boyd, C.E. and C.S. Tucker. 1995. Sustainability of channel catfish farming. *World Aquaculture* 26:45-53.
- Boyd, C.E. and C.S. Tucker. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality*. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA.
- Boyd, C.E., L. Massaut, and L. Weddig. 1998a. Procedures to lessen the environmental impacts of pond aquaculture. *INFOFISH International* 2/98:27-33.

- Boyd, C.E., A. Gross, and M. Rowan. 1998b. Laboratory study of sedimentation for improving quality of pond effluents. *Journal of Applied Aquaculture* 8:39-48.
- Boyd, C.E., E.E. Prather, and R.W. Parks. 1975. Sudden mortality of a massive phytoplankton bloom. *Weed Science* 23:61-67.
- Brooks, K.N., P.F. Folliet, H.M. Gregersen, and L.F. DeBano. 1997. *Hydrology and the Management of Watersheds*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Brunson, M. 1997. *Catfish quality assurance*. Mississippi Cooperative Extension Service, Publication 1873, Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi, USA.
- Clifford, H.C. III. 1994. Semi-intensive sensation. A case study in marine shrimp pond management. *World Aquaculture* 25: 6-12.
- Courtenay, W.R. 1992. A summary of fish introductions into the United States. In: M.R. DeVoe, (ed.), *Proceedings of the Conference and Workshop: Introductions and Transfers of Marine Species*, South Carolina Sea Grant Communications. Charleston, South Carolina, USA.
- Csavas, I. 1990. Shrimp aquaculture developments in Asia, pp. 207-222. In: M.B. New, H. Saram, and T. Singh (eds.), *Technical and economic aspects of shrimp farming*. Proceedings of the Aquatec '90 Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Dent, D. 1986. *Acid sulfate soils. A baseline for research and development*. International Institute of Land Reclamation and Development, Publication 39, Wageningen, The Netherlands.
- Dierberg, F.E. and W. Kiattisimukul. 1996. Issues, impacts, and implications of shrimp aquaculture in Thailand. *Environmental Management* 20:649-666.
- Dixon, H. 1997. *Environmental code of practice for the shrimp farming industry of Belize*. Unpublished Manuscript.
- Donovan, D.J. 1997. *Draft environmental code of practice for Australian prawn farmers*. Kuruma Australia Pty., Ltd., East Brisbane, Queensland, Australia.
- Federal Joint Subcommittee on Aquaculture. 1994. *Guide to drug, vaccine, and pesticide use in aquaculture*. Texas Agricultural Extension Service, Texas A and M University, College Station, Texas, USA.
- Field, C. (ed.). 1996. *Restoration of mangrove ecosystems*. International society for Mangrove Ecosystems, University of Ryukyus, Okinawa, Japan.
- Folke, A. and N. Kautsky. 1989. The role of ecosystems for sustainable development of aquaculture. *Ambio* 18:234-243.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. 1996. *Time series on aquaculture-quantities and values*. FAO Fisheries Information, Data and Statistics Unit, Rome, Italy.
- Green, B.W. and D.R. Teichert-Coddington. 1990. Lack of response of shrimp yield to different rates of inorganic fertilization in grow-out ponds. pp 20-21 In H.S. Egna, J. Bowman and M. McNamara (eds.). *Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Seventh Annual Administrative Report*, PD/ACRSP, Office of International Research and Development, Oregon State University, 400 Snell Hall, Corvallis, Oregon, USA.
- Green, B.W., D. R. Teichert-Coddington, C.E. Boyd, J. Wigglesworth, H. Corrales, D. Martinez and E. Ramirez. In press. *Influence of Daily Water Exchange Volume on Water Quality and Shrimp Production, Eighth Work Plan, Honduras Research 3 (HR3)*. Sixteenth Annual Administrative Report, Pond Dynamics/Aquaculture CRSP 1998, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.

- Hairston, J.E., S. Kown, J. Meetze, E.L. Norton, P.L. Dakes, V. Payne, and K.M. Rogers. 1995. *Protecting water quality on Alabama farms*. Alabama Soil and Water Conservation Committee, Montgomery, Alabama, USA.
- Hajek, B.F. and C.E. Boyd. 1994. Rating soil and water information for aquaculture. *Aquaculture Engineering* 13:115-128.
- Hopkins, J.S., C.L. Browdy, R.D. Hamilton, and J.A. Heffernan. 1995a. The effects of low-rate sand filtration coupled with careful feed management on effluent quality, pond water quality, and production of intensive shrimp ponds. *Estuaries* 18:116-123.
- Hopkins, J.S., P.A. Sandifer, M.R. DeVoe, A.F. Holland, C.L. Browdy, and A.D. Stokes. 1995b. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. *Estuaries* 18:25-42.
- Hopkins, J.S., P.A. Sandifer, C.L. Browdy, and J.D. Holloway. 1996. Comparison of exchange and no-exchange water management strategies for the intensive pond culture of marine shrimp. *Journal of Shellfish Research* 15:441-445.
- Hopkins, J.S., R.D. Hamilton, P.A. Sandifer, C.L. Browdy, and A.D. Stokes. 1993. Effects of water exchange rates on production, water quality, effluent characteristics, and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *Journal of the World Aquaculture Society* 24:304-320.
- Jory, D. 1998. World shrimp farming in 1997. *Aquaculture Magazine Buyer's Guide* 27:32-41.
- Liao, I.C. 1986. General introduction to the prawn pond system in Taiwan. *Agricultural Engineering* 5:219-234.
- Lin, C.K. 1986. Acidification and reclamation of acid sulfate soil fish ponds in Thailand, pp. 71-74. In: J.L. Maclean, L.B. Dixon, and L.V. Hosillos (eds.), *The First Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Lovell, R.T. and D. Broce. 1985. Cause of musty flavor in pond-cultured Penaid shrimp. *Aquaculture* 50:169-174.
- McCarty, D.F. 1998. *Essentials of Soil Mechanics and Foundations*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- McVey, J.P. 1988. Aquaculture in mangrove wetlands: a perspective from Southeast Asia, pp. 375-394. In D.D. Hook (ed.), *The Ecology and Management of Wetlands, Vol. 2. Management, Use and Value of Wetlands*, Timber Press, Portland, Oregon, USA.
- Mikkelsen, R.L. and J.J. Camberato. 1995. Potassium, sulfur, lime, and micronutrient fertilizers, pp. 109-137. In: J. E. Rechcigl (ed.), *Soil Amendments and Environmental Quality*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.
- Mitchell, R. (ed.). 1992. *Environmental Microbiology*. Wiley-Liss, New York, New York, USA.
- Phillips, J.J. 1995. Shrimp culture and the environment, pp. 37-62. In: T.U. Bagarinao and E.E.C. Flores (eds.), *Towards Sustainable Aquaculture in Southeast Asia and Japan*. SEAFDEC Aquaculture Department, Iloilo, Philippines.
- Phillips, M.J., C.K. Lin, and M.C.M. Beveridge. 1993. Shrimp culture and the environment: Lessons from the world's most rapidly expanding aquaculture sector, pp. 171-179. In: R.S.V. Pullin, H. Rosenthal, and J.L. Maclean (eds.), *Environment and Aquaculture in Developing Countries*. ICLARM Conference Proceedings 31, Manila, Philippines.

- Poernomo, A. 1990. Site selection for coastal shrimp ponds, pp. 3-19. In: M.B. New, H. De Saram, and T. Singh (eds.), *Technical and Economic Aspects of Shrimp Farming*. Proceedings of the Aquatec '90 Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Ponce-Palafox, J., C.A. Martinez-Palacios, and L.G. Ross. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture* 157:107-115.
- Primavera, J. H. 1993. A critical review of shrimp pond culture in the Philippines. *Reviews in Fisheries Science* 1:151-201.
- Robertson, A.I. and M. J. Phillips. 1995. Mangrove as filters of shrimp pond effluent: predictions and biogeochemical research needs. *Hydrobiologia* 295:311-321.
- Rodriguez, R., O.J. O'Hara and D.R. Teichert-Coddington. 1991. Efecto de la tasa de fertilización inorganica y calidad de agua sobre el crecimiento y economia en el cultivo semi-intensivo de camaron *Penaeus* spp. en Granjas marinas San Bernardo. pp 407-442 In *Proceedings, First Central American Symposium on Cultivated Shrimp*, 24-26 April, 1991. Tegucigalpa, Honduras.
- Schwartz, M.F. and C.E. Boyd. 1994a. Channel catfish pond effluents. *The Progressive Fish-Culturist* 56:273-281.
- Schwartz, M.F. and C.E. Boyd. 1994b. Effluent quality during harvest of channel catfish from watershed ponds. *The Progressive Fish-Culturist* 56:25-32.
- Simon, A.L. 1976. *Practical Hydraulics*. John Wiley and Sons, New York, New York, USA.
- Sinderman, C.J. 1988. Disease problems created by introduced species, pp. 394-398. In: C.J. Sinderman and D.V. Lightner (eds.), *Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture*. Elsevier Scientific Publishers, Amsterdam, The Netherlands.
- Soil Survey Staff. 1994. *Keys to Soil Taxonomy*. Soil conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- Tchobanoglous, G. and E.D. Schroeder. 1987. *Water Quality*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, USA.
- Teichert-Coddington, D.R., C.E. Boyd, and D.M. de Pinel. 1997. Solubility of selected inorganic fertilizers in brackishwater. *Journal of the World Aquaculture Society* 28:205-210.
- Teichert-Coddington, D.R., D. Martinez, and E. Ramirez. 1995. *Characterization of shrimp farm effluents in Honduras and chemical budget of selected nutrients*. Work Plan 7, Honduras Study 2. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Program, International Research and Development, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.
- Tookwinas, S. 1996. Environmental impact assessment for intensive marine shrimp farming in Thailand. *Thai Fisheries Gazette* 46:119-133.
- Tucker, C.S., S.W. Lloyd, and R.L. Busch. 1984. Relationships between phytoplankton periodicity and the concentrations of total and un-ionized ammonia in channel catfish ponds. *Hydrobiologia* 111:75-79.
- Wheaton, F.W. 1977. *Aquacultural Engineering*. Wiley-Interscience, New York, NY, USA.
- Yoo, K.H. and C.E. Boyd. 1994. *Hydrology and Water Supply for Pond Aquaculture*. Chapman and Hall, New York, New York, USA.

RECONOCIMIENTOS

Buenas Prácticas de Manejo en el Cultivo de Camarón en Honduras es una publicación preparada por Claude E. Boyd, Auburn, Alabama; Maria C. Haws, Coastal Resources Center, University of Rhode Island; and Bartholomew W. Green, Department of Fisheries and Allied Aquaculture, Auburn University, Alabama.

Este libro fue redactado por el departamento de comunicaciones del Coastal Resources Center at the University of Rhode Island, y diseñado por Teresa Rodriguez, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.

Este publicación es disponible en la página web de Coastal Resources Center: <http://crc.uri.edu>.