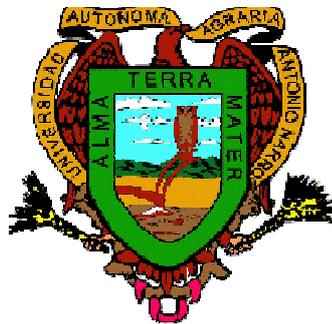


Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División Ciencia Animal

Departamento Recursos Naturales Renovables



Cultivo del Camarón Blanco *Penaeus vannamei* en México

POR:

ALDO MIGUEL RODRÍGUEZ VILLA

Monografía

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Febrero del 2013

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
División Ciencia Animal
Departamento Recursos Naturales Renovables

Cultivo del Camarón Blanco *Penaeus vannamei* en México

Por:

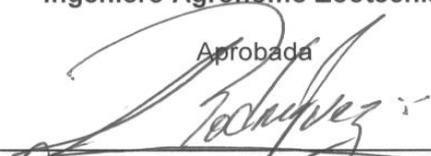
ALDO MIGUEL RODRÍGUEZ VILLA

Monografía

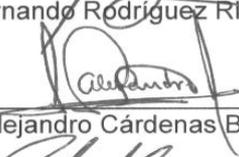
Que somete a consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial, para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

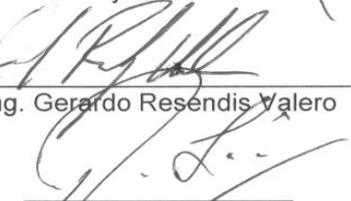
Aprobada


Dr. Alvaro Fernando Rodríguez Rivera


Ing. Roberto Canales Ruiz


MC. Alejandro Cárdenas Blanco


Ing. Gerardo Reséndis Valero


Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador División Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Febrero del 2013



DEDICATORIA

Con el más profundo respeto, cariño y administración a mis padres.

- Aldo Rodríguez Román.
- Luz del Alba Villa Nogueira.

Por darme el más preciado tesoro que es la vida y que con sus consejos me han llevado por el camino del bien y por el gran esfuerzo que hicieron para que yo lograra la meta de terminar mis estudios convirtiéndome en un Ing. Agrónomo Zootecnista.

A mis abuelos

- ❖ Miguel Ángel Villa.
- ❖ Luz María Nogueira.
- ❖ Neftali Rodríguez (+).
- ❖ Josefa Román.

A mis hermanos

- Alan Rodríguez Villa.
- Mauricio Isla Villa.
- Miguel Ángel Villa Nogueira.

Gracias por su apoyo incondicional a mis tíos/as.

- ❖ Patricia Villa
- ❖ Miguel A. Villa
- ❖ Cristina Villa
- ❖ Ma. Carmen Villa
- ❖ Juan Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Primeramente reitero el máximo agradecimiento a mi padre y a mi querida madre quien con su cariño y bendiciones me dieron el valor para enfrentar todas las adversidades que se me han presentado.

Al Doc. Álvaro F. Rodríguez Rivera, por su amistad y su apoyo incondicional que brindo para la realización del presente trabajo.

A los Ing. Roberto Cepeda Hernández; Ing. Sergio Rubén Reséndiz López por su amistad y apoyo durante mi trayectoria dentro de la UAAAN como un jugador de Football Americano (Buitres), ya que les debo grandes consejos y aprendizajes que me servirán a lo largo de mi vida profesional y personal.

A mis grandes amigos ya que con ello compartí grandes momentos durante los cuatro años y medio en que curse la carrera universitaria: Román Torres, Francisco Reyes, Alberto Badillo, Álvaro Rivera, Juan Pablo Arteaga, Carlos Campo, entre muchos más.

Por último y no menos importante a mi querida “alma terra mater” gracias por la gran oportunidad de pertenecer a una gran universidad donde conocí la hermandad, y obtuve muchos conocimientos.

Buitres por siempre... UAAAN

INDICE DE CONTENIDO

Concepto	Página
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	5
Palabras clave	5
MATERIALES Y MÉTODOS	6
REVISIÓN DE LITERATURA	7
1. Operación de la granja	7
1.1 Preparación de los estanques	7
1.1.1 Drenado total	8
1.1.2 Secado	8
1.1.3 Manejo de sedimentos	9
1.1.4 Aplicación de cal agrícola (encalado de los fondos)	10
1.1.5 Roturación del fondo del estanque	11
1.1.6 Llenado del estanque	12
2. Siembra de estanque	12
2.1 Fuentes de post-larvas	12
2.2 Aclimatación	13
2.2.1 Recepción de post-larva	15
2.2.2 Siembra de las post-larva	15
3. Manejo de la alimentación	16
3.1 Sistema de producción	16
3.1.1 Sistema extensivo	16
3.1.2 Sistema semi-intensivo	17
3.1.3 Sistema intensivo	17
3.2 Nutrición de peneidos	18
3.2.1 Proteínas	19

3.2.2 Lípidos	19
3.2.3 Carbohidrato	20
3.2.4 Vitaminas	21
3.2.5 Minerales	21
3.3 Programas de alimentación sugeridos por fabricantes de alimento para camarón.	21
3.4 Uso de charolas para ajustes de apetito y ajustes	22
4. Manejo de la calidad del agua	23
4.1 Monitoreo de calidad de agua	24
4.2 Parámetros de calidad de agua	24
4.2.1 Temperatura y salinidad	24
4.2.2 Oxígeno disuelto	25
4.2.3 El pH	25
4.2.4 Nutrientes	25
4.2.5 Amonio, Nitritos, Nitratos	26
4.2.6 Fósforo (fosfatos)	27
4.2.7 Clorofila "a"	27
4.2.8 Turbidez	27
4.2.9 Sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables	28
4.3 Demanda bioquímica de oxígeno	29
4.4 Recambio de agua	29
4.5 Aeración	30
5. Fertilización	31
5.1 Productividad en los estanques	32
6. Manejo de efluentes	32
7. Manejo durante la cosecha	33
7.1 Recomendaciones de la FAO	34
7.2 Procedimientos sanitarios del material y equipo durante la cosecha	35

8. Bioseguridad	36
9. Principales enfermedades del camarón en México	37
10. Impactos ambientales de la camaronicultura.	38
10.1 Eutrofización.	39
10.2 Salinización/acidificación de suelos y desmonte.	39
10.3 Destrucción de manglares.	40
10.4 Afectación a la producción pesquera local.	40
10.5 Otros impactos.	41
CONCLUSIONES	42
LITERATURA CITADA	44

INTRODUCCION

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

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

En el caso de América Latina y el Caribe, señala que la mayor tasa de crecimiento medio anual (22%), seguida por la región del Cercano Oriente (20%) y la región de África (12.7%). El crecimiento de la producción en Europa y en América del Norte se ha frenado de forma sustancial un 1% anual desde 2000. Francia y Japón que solían ser líderes.

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

2009).

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

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

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

En términos mundiales, no obstante, la producción de los principales grupos de especies sigue estando dominada por un grupo reducido de países. China

produce el 77% de todas las carpas (ciprínidos) y el 82% del suministro mundial de ostras (ostreidos). La región de Asia y el Pacífico produce el 98% de las carpas (*Ciprinus carpius*) y el 95% de las ostras totales. El 88% de los camarones y gambas (penaeidos) provienen también de esta región y los cinco mayores productores (China, Tailandia, Vietnam, Indonesia y la India) suministran el 81%. Noruega y Chile son los dos mayores productores mundiales de salmón (*Oncorhynchus kisutch* y *Salmo salar* - salmónidos) cultivado y se reparten el 33% y el 31%, respectivamente, de la producción mundial. Otros productores europeos suministran un 19% adicional (FAO, 2009).

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

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

Por el contrario, la captura de camarón que hasta inicios de la década del 2000 fue estratégica para Centroamérica, cada año es menor debido a los problemas de sobreexplotación de la pesquería y pese a las medidas de

ordenación implantadas. Es así que la producción se redujo de 15,017 TM en el año 2000 (3.8% de la producción regional) a 8,775 TM en el 2007 (2% del total Regional), mientras que el cultivo de este mismo recurso aumentó de 25,435 TM (6.5% de la producción) a 71,134 TM (16.4% del acumulado regional) durante el mismo período (OSPESCA, 2009).

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

Como respuesta a las demandas actuales de la Región Centroamericana en el campo de la sanidad acuícola, fue creado el Grupo *Ad hoc* del Programa de Sanidad Acuícola del OIRSA/OSPESCA-PRIPESCA, cuyo objetivo general es disponer de forma permanente con un equipo técnico especializado en el área de Sanidad Acuícola, dirigido por el Programa de Sanidad Acuícola de la Coordinación Regional de Salud Animal del OIRSA. Los objetivos y actividades del Grupo *Ad hoc* están inmersos en las estrategias de la Política de Integración de Pesca y Acuicultura del Istmo Centroamericano. En términos de participación, los países que integran OIRSA son Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, México y República Dominicana. Los países miembros de OSPESCA son los mismos exceptuando México.

Ambos Organismos (OIRSA/OSPESCA) han unido esfuerzos internacionales para el mejoramiento y la optimización de las actividades del sector camaronero en los países de la Región. Para ello, han desarrollado un importante despliegue técnico y logístico para la elaboración del presente

“Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*”, documento dirigido a productores, técnicos, estudiantes, profesores universitarios, profesionales de áreas afines y entidades privadas y oficiales de los países miembros de estos Organismos. Existen diferentes versiones diseñadas e implementadas para mejorar las prácticas de manejo en el cultivo de camarón a nivel mundial, pero básicamente todas comparten los mismos principios y enfoques, con diferencias que se deben a las características particulares de los países o regiones en donde han sido publicadas.

Todas las granjas de camarón deben cumplir con las regulaciones nacionales, regionales e internacionales aplicables a la industria camaronera, en lo relacionado con lo ambiental, sanitario, inocuidad, social, laboral y de tenencia de tierras. Las BPM no son procedimientos cuantitativos ni estáticos, no pueden ser codificados como una regulación permanente. Tienen la intención de guiar la actividad camaronera para maximizar su eficiencia, garantizar la sostenibilidad y minimizar los impactos ambientales y sociales, considerando siempre la inocuidad del producto

Objetivo general

Poner a disposición del productor las herramientas que permitan prevenir, mitigar o compensar aquellos impactos ambientales negativos que se generan como consecuencia de las actividades en las granjas camaroneras, lo que conlleve a que las operaciones de cultivo se desarrollen de manera una comprometida con el recurso marino y la sociedad.

Palabras clave: cultivo camarón, camarón blanco, México

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de la presente monografía se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, asimismo, se revisó revistas técnico científicas del Departamento Recursos Naturales Renovables, Biblioteca Central de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y en INTERNET, revistas tal como: Journal of Wildlife, Journal Science Wildlife, Wildlife Research, Journal Ictiology, Revista Ictiología, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology; Copeia; Ecology of Freshwater Fish, Journal of Biogeography, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, Northeastern Ichthyology Institute, Journal of Fish Biology, Journal Wildlife Australian, Australian Wildlife Research.

Una vez realizada la búsqueda de la bibliografía se procedió a la ubicación de la misma en los diversos apartados del capítulo de revisión de literatura.

REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo de camarón blanco *Penaeus vannamei* en México

1. Operación de la granja

La planificación, implementación de un protocolo ajustado a las condiciones de la granja y el manejo adecuado de la misma, permiten alcanzar al final del proceso productivo, los resultados económicos esperados, un aspecto importante en el manejo de la granja, es que desde la primera fase se establezca y mantengan las condiciones ambientales óptimas en el estanque, para que las postlarvas o juveniles se desarrollen normalmente, esto implica la implementación de vacíos sanitarios, preparación del fondo del estanque, una adecuada eliminación de depredadores y competidores, reducción de las posibilidades de estrés y manejo de la productividad natural. (<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/ManualBuenasPracticasCamaronCultivo2010.pdf>, consultada enero 15 2013).

1.1 Preparación de los estanques

El vaciado sanitario aplicado en toda la granja o en una parte de esta, permite tener el tiempo necesario para un buen secado y preparación de los estanques, esto contribuye al desarrollo de camarones sanos ya que favorece un equilibrio químico, físico y biológico en el estanque, el drenado, secado, manejo de sedimentos, limpieza, evaluación del estado del fondo y encalado, son actividades que contribuyen a disminuir los riesgos de enfermedades en los estanques, la desinfección del estanque comprende limpieza y tratamiento de estructuras y del fondo luego de cada cosecha, para lo cual se combina la acción de la radiación solar durante el secado, con la aplicación de cal u otros agentes químicos (ej.: cloro), el cloro y demás

agentes químicos, se deben usar de manera responsable ya que arrojados al medio ambiente podrían ocasionar mortalidad de la flora y fauna silvestre (Cuellar y col., 2010).

Al drenar los estanques para la cosecha, los nutrientes y el plancton son suspendidos y se descargan, y la capa floculante de material altamente orgánico y muchos de los organismos bentónicos que viven cerca de la interfase agua-suelo son expulsados, secar los estanques después de la cosecha es una práctica común, pero a veces los fondos se dejan secar en exceso y cuando son vueltos a llenar y sembrados, es muy escaso el plancton y el bentos que sirven de alimento natural, los estanques deben ser preparados antes de la siembra con técnicas que mejoren la abundancia de alimento natural para las postlarvas (Boyd, 2001).

1.1.1 Drenado total

El estanque debe ser drenado totalmente una vez finalizada la cosecha, luego se debe realizar la limpieza y desinfección de compuertas de entrada y salida, tuberías, tablas y bastidores, las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con hipoclorito de sodio u oxido de calcio (cal viva), una vez finalizado el drenaje, las compuertas de entrada y salida de agua de los estanques deben sellarse completamente para evitar la entrada de agua durante las mareas altas, en seguida, los suelos de los estanques deberán dejarse secar bajo el sol por diez a quince días o hasta que presenten grietas de 10 cm. de profundidad (Rojas y col., 2005).

1.1.2 Secado

El secado de los estanques después de la cosecha ayuda al éxito de la siguiente siembra, la exposición del suelo al sol oxidara la mayoría del material orgánico en el suelo y tan bien reduce la acidez, los estanques

deben ser diseñados con una pendiente teniendo en cuenta el proceso de secado, para facilitar el drenado de agua (Bryand y col., 2008).

Un buen secado y preparación de los estanques contribuye a un desarrollo saludable de los camarones, garantizando estanques libres de sustancias nocivas, patógenos y predadores que pudieran incrementar las mortalidades afectando el rendimiento final de las cosechas (Rojas y col., 2005).

Secar los estanques entre cultivos es una práctica común, acelera la descomposición de la materia orgánica acumulada durante el ciclo anterior, provee oxigenación y mejora las condiciones para las bacterias aeróbicas, permite también la oxidación de compuestos reducidos orgánicos e inorgánicos para mejorar la condición del suelo, mata los patógenos y hospederos que pudieran existir en el suelo; un secado de 2 a 3 semanas es usualmente adecuado, periodos más largos eliminan la humedad del suelo y disminuyen la actividad microbiana, en la estación lluviosa el secado adecuado puede no ser factible, pero como regla, el fondo debería ser bien secado al menos una vez al año (Boyd, 1995).

1.1.3 Manejo de sedimentos

El camarón pasa la mayor parte de su tiempo en el fondo del estanque, por lo que es esencial para su salud que los suelos sean mantenidos en buenas condiciones de manera permanente, un problema mayor es la acumulación de sedimento suelto, ya sea de fuentes externas al lugar o del sitio mismo (Cuéllar y col., 2010).

Usualmente no es necesario remover los sedimentos, pero si los canales interiores se llenan o particularmente si los estanques pierden volumen debido a la acumulación de sedimentos, su remoción puede ser necesaria, la

eliminación y depósito de estos sedimentos requiere de métodos específicos para cada granja de modo que se evite que los sedimentos sean lavados por la lluvia hacia los estanques y canales, o que impacten de modo adverso fuera de los estanques (Donovan, 1997).

1.1.4 Aplicación de cal agrícola (encalado de los fondos)

El mejor tiempo para la aplicación de cal es mientras el suelo aún conserva cierta humedad ya que esto ayuda a una mejor reacción neutralizadora y a una mejor incorporación de la cal al fondo, una vez que el encalado ha finalizado y cuando las condiciones del suelo lo permitan se recomienda remover el suelo usando arados o rastras mecánicas, esto permitirá la oxidación y degradación de la materia orgánica que se ha acumulado en los fondos (Rojas y col., 2005).

El encalado se lleva a cabo para subir el pH en el caso de suelos ácidos y para mejorar la alcalinidad del agua, muchos suelos son ácidos por naturaleza, ya que tienen bajas concentraciones de iones básicos o altas cantidades de materia orgánica, suelos con sulfato ácido potencial, llegan a ser altamente ácidos cuando se secan, porque la pirita férrica contenida en ellos es oxidada a ácido sulfúrico, en el cultivo de camarón, el encalado es altamente efectivo para neutralizar los ácidos del suelo y se constituye en una actividad de manejo útil y económicamente viable (Cuéllar y col., 2010). Aplicar cal agrícola (carbonato de calcio) al suelo húmedo para ajustar el pH del suelo (normalmente demasiado ácido) y oxidar el material orgánico, si el estanque no se puede secar por completo, se debe de usar cal hidratada o cal viva (óxido de calcio) para la desinfección (Bryand y col., 2008).

En estanques donde las enfermedades han sido un problema serio, el fondo puede ser tratado con un agente capaz de matar los organismos causantes de las enfermedades para disminuir la posibilidad de que la enfermedad reaparezca en el ciclo siguiente, la manera más efectiva y económica de desinfectar un estanque es aplicar cal viva (óxido de calcio, CaO) o cal hidratada (hidróxido de calcio, Ca (OH)₂) para elevar el pH del suelo arriba de 10 y matar los patógenos (Snow y Jones 1959).

Una dosis de 1000 kg/ha de cal viva o 1500 kg/ha de cal hidratada es usualmente suficiente para desinfectar el fondo de los estanques, elevar el pH y matar los patógenos y sus hospederos (Boyd, 1995).

1.1.5 Roturación del fondo del estanque

Es recomendable el roturado (arado o volteado) del fondo de los estanques cada uno o dos años, según las condiciones propias de cada estanque o de la empresa; con esto, se logra dar mejores condiciones al suelo para garantizar un ambiente apropiado para el engorde del camarón (aireación, mineralización, desinfección y oxidación) (Cuéllar y col., 2010).

La oxigenación del suelo puede mejorar al pasar la grada sobre el fondo durante la época seca, los suelos de textura pesada (arcillosos y arcilloso-terrosos) se benefician más del gradeo que los livianos (arenosos, arenoso-terrosos, y terrosos), debería usarse una grada de discos a una profundidad de 10-15 centímetros (Boyd, 2001).

1.1.6 Llenado del estanque

El proceso de llenado debe ser lento y con supervisión estricta, para garantizar un filtrado puntual (limpieza de mallas y bolsos); además se debe implementar una revisión diaria de los mismos para garantizar su condición, los filtros no deben ser removidos de las estructuras de entrada y salida durante por lo menos los primeros 30 días de cultivo, con el fin de evitar la fuga accidental de las postlarvas (Cuéllar y col., 2010).

El agua que entra al estanque debe ser filtrada través de filtros con luz de malla de 500 micras o menor. Estos filtros deben dejarse en las compuertas durante los primeros 30 días de cultivo con el fin de evitar la fuga accidental de las postlarvas. Estos filtros podrán ser cambiados por otros de luz de malla de 1000 micras los que se podrán mantener hasta el final de ciclo de cultivo (Rojas y col., 2005).

2. Siembra de estanque

El proceso de siembra de los estanques, es definitivo para el éxito del cultivo y, por consiguiente, se deben tomar en consideración todas las recomendaciones relacionadas con la fuente y calidad de las postlarvas, aclimatación y siembra de las mismas en los estanques (Cuéllar y col., 2010).

2.1 Fuentes de post-larvas

El asegurar la obtención de postlarvas saludables y vigorosas es condición necesaria para un buen inicio del ciclo de cultivo, contar con una fuente confiable de postlarvas contribuye a asegurar el éxito económico de la cosecha, la compra de postlarvas de dudosa salud y calidad constituye un alto riesgo tanto económico como ambiental dado que la introducción a las

granjas de animales enfermos o portadores de agentes infecciosos facilita la transmisión y dispersión de enfermedades contagiosas pudiendo hasta llegar a contagiar a las poblaciones naturales de camarones, las postlarvas de buena calidad deben estar libres de organismos infecciosos y presentar un buen estado de salud general, además, deben presentar un buen desarrollo y estado nutricional acorde con su edad (Rojas y col., 2005).

El éxito de una granja, están condicionados entre otros factores a la disponibilidad de una fuente confiable de postlarvas de buena calidad, deben estar libres de organismos infecciosos (WSSV, IHHNV, YHV, TSV, *PvNV*, BP, IMNV y NHP) y presentar un buen estado de salud general, además, deben presentar un buen desarrollo branquial y tener un desarrollo morfológico acorde con su edad (estadio vs. longitud en mm) (Cuéllar y col., 2010).

Cabe mencionar que actualmente está prohibido el uso de larvas silvestres para su engorda (NOM-030-PESC-2000).

2.2 Aclimatación

Para que el cultivo tierra adentro de camarón marino tenga éxito, es necesario que se realice un proceso de aclimatación de las postlarvas (PLs) (Nunes & Velásquez 2001), transfiriéndose desde un sistema de crianza de alta salinidad a condiciones de engorde de baja salinidad (McGraw y col., 2002).

Los protocolos de acondicionamiento difieren enormemente entre laboratorios y granjas (Nunes & Velásquez 2001); en muchos casos se usan los mismos protocolos utilizados en los cultivos en agua de mar, y

frecuentemente se basan en la experiencia práctica y no en la científica (McGraw y col., 2002).

Las postlarvas de camarón constituyen uno de los insumos más costosos en la producción de camarón de cultivo, durante el proceso de aclimatación, todos los esfuerzos del personal técnico deben enfocarse en reducir al máximo el estrés y la mortalidad de las postlarvas mientras estas se adaptan gradualmente a las nuevas condiciones de calidad de agua de los estanques, una aclimatación exitosa contribuye a asegurar el éxito económico del ciclo de cultivo (Cuéllar y col., 2010).

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

<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/ManualBuenasPracticasCamaronCultivo2010.pdf>, consultada enero 17 2013).

Proveer alimentación durante la aclimatación ayudará a las postlarvas a tener más energía para soportar el estrés ocasionado por la aclimatación, para esto se recomienda el uso de nauplios vivos de Artemia, yema de huevo (cocida) tamizada finamente, hojuela comercial, o artemia congelada (Villalon, 1991).

La variación de los parámetros monitoreados en el agua de aclimatación deben fluctuar de la siguiente manera: Temperatura 0.5°C, salinidad 1.5 ppm y el pH 0.15, cada media hora. (BANCOMEXT, 1999).

2.2.1 Recepción de Post-larvas.

Se debe realizar algunas evaluaciones: prueba de nado, prueba de estrés de salinidad (someter a 0 partes por mil durante media hora, igualando Temperatura y pH de transporte obteniendo mínimo 85% de sobrevivencia), observaciones al microscopio para revisar: desarrollo branquial, detección de parásitos, observación de deformidades.

<http://www.cosaes.com/ProtocoloSanitarioCOSAES.pdf>, consultado enero 20 2013).

2.2.2 Siembra de la postlarva

Antes del inicio del proceso de siembra se debe garantizar que el estanque reúna una serie de condiciones que favorezcan un buen desarrollo del cultivo, estas se enmarcan en un nivel hídrico adecuado del estanque, buena concentración de fitoplancton (principalmente diatomeas) y parámetros físico-químicos normales; esto no excluye monitorear dichos parámetros durante el proceso de aclimatación y en el momento de la siembra (Cuéllar y col., 2010).

Durante la liberación de postlarva, también deben ser muy bien inspeccionados los estanques antes de sembrarlos para asegurar un Bloom adecuado de algas y la ausencia de predadores, es ideal el liberar las postlarvas en la parte más fresca del día, cuando los trabajadores están descansados y menos prontos a cometer errores (Granvil D. Treece 2001.). La densidad de siembra estará determinada por criterios técnicos y deberá de ajustarse a la capacidad de manejo, a las características de los estanques, y a los antecedentes de los ciclos anteriores, la talla mínima de siembra será de pl 12 condicionada a que cumpla con los requisitos señalados a continuación (<http://www.cosaes.com/Protocolo.pdf>, consultado enero 20 2013).

3. Manejo de la alimentación

La alimentación constituye gran parte del costo de la producción acuícola, y por ello es considerado como el factor de mayor importancia económica en esta actividad. Mucho se ha estudiado acerca de los requerimientos nutricionales de las diferentes especies de camarón que se cultivan en el mundo, en especial *Litopenaeus vannamei* (Davis y col., 2004).

Los camarones básicamente son organismos omnívoros, variando sus preferencias de acuerdo a los diferentes estadios de su ciclo de vida (Robertson y col., 1992; Martínez, 1993).

Durante sus primeras etapas de vida, el alimento que consumen es de origen planctónico y, conforme su desarrollo, su dieta varía de acuerdo al comportamiento bentónico que adquieren, ingiriendo algas, moluscos, detritus y otros crustáceos (Martínez 1993; Martínez y Torres 1995).

3.1 Sistemas de producción

Conforme se incrementan las densidades de siembra, las granjas camaroneras requieren menos área por unidad producida, la tecnología requerida es más sofisticada y los costos de capital se incrementan significativamente, los sistemas de producción que se practican en México son: Extensivo, Semi-intensivo, Intensivo (SEPESCA 1994).

3.1.1 Sistema extensivo

En el cultivo extensivo se consideran todos los sistemas estuarinos a los cuales se les hace obras de dragado, construcción de canales, apertura de las bocas, construcción e instalación de tapos y posteriormente se hacen encierros (Sáenz, 1987); generalmente estos tienen áreas entre 1 a 300 has y se siembran con una densidad desde 1 hasta 10 org/m² (Salaices, 1992).

No se proporciona alimentación suplementaria ya que los camarones silvestres se alimentan de la productividad natural de los estuarios (Clifford, 1985). En estos sistemas el recambio es sólo el de marea (5% al 10% diario) y no se tiene control de parámetros fisicoquímicos. La sobrevivencia es muy baja porque tampoco hay control de competidores y/o depredadores. Las cosechas se realizan con redes y trampas de bambú en los tapos, aprovechando los niveles de la marea y la migración de los organismos adultos hacia el mar, obteniendo rendimientos desde 50 hasta 500 kg /ha/año (Valdenebro, 1997).

3.1.2 Sistema semi-intensivo

El sistema semi-intensivo se caracteriza por el uso y manejo de estanques de dimensiones desde 5 hasta 25 ha ubicados por arriba del nivel máximo de mareas (Valdenebro, 1997). Se aplica fertilización con abonos orgánicos e inorgánicos. El recambio de agua en los estanques es entre 10 y 20% y se utiliza para mitigar la eutrofización causada por la adición de alimentación suplementaria. Este sistema permite altas tasas de alimentación sin necesidad de aireación suplementaria (Brune y Drapcho, 1991). La aplicación del sistema de dos fases es factible (Villarreal, 1994) y se apoya en una maternización de postlarvas en viveros hasta alcanzar un peso entre 0.5 y 1 g a una densidad de 60 a 150 org/m² (Sáenz, 1987) que posteriormente son sembradas en los estanques de engorda a densidades desde 25.000 hasta 200.000 crías/Ha. con una producción entre 500 y 5000 Kg (con cabeza)/ ha/año (Valdenebro, 1997).

3.1.3 Sistema intensivo

El sistema intensivo de cultivo de camarón se desarrolla en estanques que tienen entre 0.01 y 5 ha (Valdenebro, 1997), y se utilizan densidades desde

50 hasta 500 org/m² (Sáenz, 1987). El sistema de cultivo se basa principalmente en alimentación artificial, con alto contenido de proteína aplicado de manera frecuente. El recambio de agua es de 30% diario o más, con aireación constante. En general este sistema se caracteriza por un nivel de intensificación alto donde se controlan todos los parámetros que influyen en el cultivo. Clifford (1994), informa sobre cosechas altamente productivas y rentables que pueden lograrse utilizando una tecnología de alimentación semi-intensiva que no contribuye al deterioro ambiental (se han obtenido hasta 2.800 kg/ha sin aireación y sin problemas de oxígeno disuelto).

3.2 Nutrición de Peneidos

La nutrición comprende los procesos químicos y fisiológicos que proveen de nutrientes al animal para sus funciones normales, de mantenimiento y crecimiento, por lo tanto, involucra la ingestión, digestión, absorción, transporte de nutrientes y la eliminación de desechos (Akiyama y Dominy 1989; Zendejas 1991).

Los alimentos suplementarios son una fuente de nutrientes que suplen el alimento natural, dando lugar así un incremento en la capacidad de producción de camarón (Zendejas 1991). Además, también necesitan de sustancias nutritivas en adecuada proporción para su crecimiento, reproducción y el desarrollo normal de sus funciones metabólicas (Akiyama y Dominy 1989). Los requerimientos de nutrientes en la dieta de toda especie cultivada pueden ser considerados en grupos de nutrientes como proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales (Rodríguez y Reprieto 1984; Tacon 1990).

3.2.1 Proteínas

Los crustáceos como otros animales se alimentan para satisfacer sus necesidades energéticas, la cantidad de proteína en la dieta debe estar balanceada con la cantidad de energía disponible para de esta manera alcanzar una ingestión óptima y una buena tasa de conversión (D'Abrano y Sheen 1996). Cuando la energía está disponible, la proteína es utilizada para el crecimiento (Akiyama y col., 1991).

El nivel óptimo de proteínas en la dieta de los crustáceos oscila entre 30 y 57% (Forster 1975; Kanazawa 1985; Akiyama y Dominy 1989). Colvin y Brand (1977) han señalado que el requerimiento proteico para un óptimo crecimiento y eficiencia alimenticia en *Penaeus vannamei* es de 30%

Los estudios sobre requerimientos proteicos han correlacionado las propiedades nutritivas de las proteínas con su contenido y composición de aminoácidos, las proteínas nutritivas para una determinada especie suelen ser aquellas en las que su contenido en aminoácidos es semejante a la composición de la especie (Deshimaru y Shigeno, 1972).

3.2.2 Lípidos

Son una fuente concentrada de energía, y de ácidos grasos esenciales para el adecuado desarrollo y supervivencia del camarón (Zendejas, 1991). El nivel óptimo en la dieta de crustáceos oscila entre 6 y 10% (Forster, 1975; Tacon, 1990; Akiyama y col., 1991).

La función principal de los ácidos grasos esenciales se relaciona con su papel como componente de fosfolípidos y precursores de prostaglandinas (Akiyama y col., 1991). Los camarones no pueden sintetizar colesterol,

muchos esteroides y componentes esenciales como hormonas, ácidos biliares y vitamina D son sintetizados a partir del colesterol (Kanazawa et al. 1971, Cruz-Suárez et al. 1996). Estos compuestos mantienen la flexibilidad y permeabilidad de las membranas celulares, y participan en la activación de ciertas enzimas (Akiyama y col., 1991).

Por otro lado, los lípidos son considerados importantes en la palatabilidad de las dietas (New, 1987). En general los niveles de lípidos en raciones comerciales para camarón varían de 6 a 7.5%.

3.2.3 Carbohidratos

Son utilizados metabólicamente como fuente para la producción de energía, en la síntesis de quitina, en la formación de esteroides y de ácidos grasos (New, 1976; Cruz, 1988; Martínez, 1993). La principal forma de almacenamiento de carbohidratos en los animales es el glucógeno (Akiyama y col., 1991).

Los carbohidratos son generalmente la fuente barata de energía en los alimentos (New, 1987), pero su utilización por el camarón es limitada (Akiyama y Dominy 1989). Sin embargo, en la ausencia de carbohidratos, el camarón podría utilizar proteína para mantener sus necesidades de energía (Akiyama y col., 1991).

Investigaciones realizadas con camarones indican que estos crustáceos son capaces de utilizar polisacáridos complejos tales como el glucógeno, almidón y dextrina de manera más eficiente que los azúcares simples como la glucosa (Andrews y Sick 1972).

3.2.4 Vitaminas

La deficiencia vitamínica implica una reducción de crecimiento y mayor propensión a enfermedades, las vitaminas C, E y muchas de las pertenecientes al complejo B se necesitan en la dieta de crustáceos, por ejemplo el déficit de una de estas vitaminas en larvas de resulta en un atraso de la metamorfosis y alta mortalidad durante el desarrollo lar-vario (Kanazawa., 1985).

En sistemas de cultivo donde la capacidad de carga del estanque no exceda niveles de 250 g/m², el alimento natural puede ser suficiente para abastecer algunas o todas las vitaminas esenciales. Los requerimientos vitamínicos para camarón son influenciados por el tamaño del organismo, edad, tasa de crecimiento, condiciones ambientales e interacción entre nutrientes (Akiyama y Dominy, 1989).

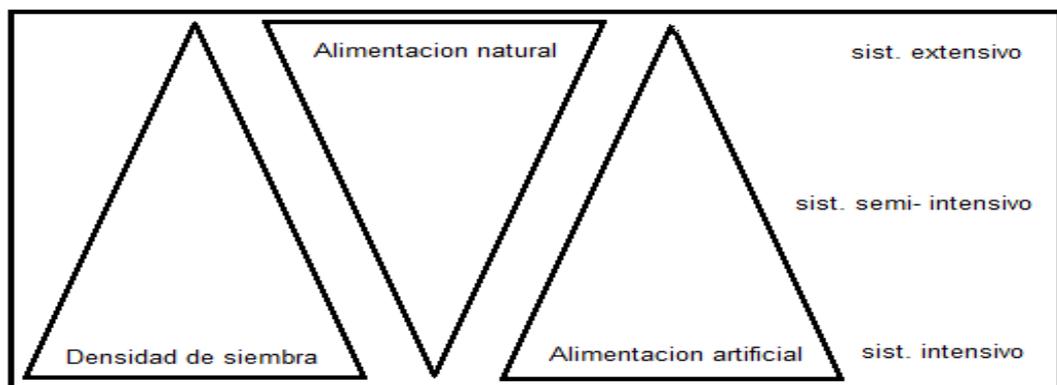
3.2.5 Minerales

Existen aproximadamente 20 elementos inorgánicos que realizan funciones esenciales en el organismo (Akiyama y Dominy, 1989). Son importantes en los procesos metabólicos del calcio y fósforo que intervienen en la síntesis del exoesqueleto (Martínez.,1993), ayudan a mantener el balance osmótico, son constituyentes estructurales de tejidos e intervienen en la transmisión de impulsos nerviosos y en la contracción muscular (New ,1987; Zendejas, 1991). La cantidad total de minerales que se incluyen en las dietas comerciales oscila entre 2 y 7%.

3.3 Programas de alimentación sugeridos por fabricantes de alimento para camarón.

El desarrollo de un régimen de alimentación para camarón en sistemas de cultivo intensivo requiere primero del entendimiento básico de la nutrición y requerimientos de nutrientes en la dieta del animal (Tacon, 1990; 1996).

Actualmente, las dietas disponibles comercialmente contienen proteína de fuentes animales y vegetales, lípidos, complementadas con vitaminas, colorantes, attractantes y minerales (Villarreal,1995). En los sistemas de cultivo intensivo, los camarones dependen prioritariamente del aporte nutricional que pueda tener el alimento balanceado (1990). De acuerdo con varios autores (Tacon, 1990; Clifford, 1994; Zendejas, 1994) los camarones deben ser alimentados de forma frecuente, preferiblemente más de una vez al día.



La nutrición de crustáceos en los sistemas de cultivo (Tacon, 1990).

3.4 Uso de charolas para ajustes de apetito y ajustes

El alimento balanceado en este sistema es el mayor costo de producción en una granja camaronera y desde que se inició el proceso de su tecnificación en los años 80, muchos esfuerzos se realizaron para bajar este costo, cabe recordar que no es simplemente cuestión de costo; dar alimento en exceso contribuye a la degradación de la calidad del fondo de la piscina, donde puede ocurrir hasta hipoxia y anoxia, ciertamente estresante para el camarón y potencialmente mortal, además, los excesos de alimentos contribuyen a una sobrecarga de los efluentes en nutrientes, lo que se debe evitar para la sustentabilidad de la actividad (Chamberlain, 1997).

Viacasa (1995) resumió las razones por haber desarrollado este sistema de charolas, para optimizar el uso del alimento balanceado: (1) el mantenimiento de un medio ambiente sano es favorecido mediante el uso razonable de alimento, reduciendo el alimento desperdiciado; (2) las fluctuaciones de las condiciones ambientales provocan variaciones sensibles en el apetito y el crecimiento del camarón; (3) las variaciones en la calidad de la semilla sembrada contribuyen a diferencias notables en crecimiento y supervivencia; (4) el control de enfermedades bacterianas es facilitado mediante la incorporación de antibióticos a los alimentos balanceados que deben ser consumidos en su totalidad para evitar residuos indeseables en el ambiente y contribuir a la aplicación de la dosis eficaz en el camarón.

Las bandejas de alimentación son una manera simple de determinar cuánto están comiendo los camarones y así evitar la sobrealimentación ya que los camarones no comen cuando están bajo estrés como resultado de enfermedades o condiciones ambientales pobres en el estanque (Rojas y col., 2005).

4. Manejo de la calidad del agua

La producción de la acuicultura depende de la salud del ecosistema donde se realiza. En este sentido, la fuente de agua para cualquier sistema de cultivo es crítica para el éxito de una empresa. Generalmente, la selección de una especie para cultivo está basada en sus requerimientos de calidad de agua (Villarreal, 1984). Por ello es necesario el conocimiento de parámetros indicadores para diferentes épocas del año y áreas geográficas (RPI, 1989).

La calidad del agua del estanque, es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos, estos deben ser adecuados y mantenidos dentro de rangos

aceptables para el buen desarrollo del camarón, en caso contrario, la población de cultivo podría pasar a tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final. (<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/ManualBuenasPracticasCamaronCultivo2010.pdf>, consultada enero 25 2013).

4.1 Monitoreo de la calidad del agua

Es técnicamente imposible pretender manejar la producción en una granja, sin contar con equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros. Éstos incluyen por lo menos un disco Secchi, medidor de oxígeno disuelto (oxímetro), medidor de pH, termómetros, microscopio y medidor de salinidad (refractómetro) (Cuéllar y col., 2010).

4.2 Parámetros de calidad de agua.

Los parámetros más frecuentemente monitoreados para el manejo de estanquería y definición de la calidad de agua son: temperatura (°C), salinidad (‰), pH, oxígeno disuelto, turbidez, nitritos (N-NO₂), nitratos (N-NO₃), amonio (N-NH₄), fosfatos (P-PO₄), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos sedimentables (SS).

4.2.1 Temperatura y Salinidad

El camarón es poiquiloterma, por lo tanto la temperatura influye de manera directa sobre su metabolismo. Normalmente la mayoría de los peneidos pueden encontrarse en temperaturas entre 18 y 35°C, así como en salinidades bajas (10 ‰) ó altas (45 ‰) porque son eurihalinos. Las condiciones de temperatura y salinidad del agua requerida para su cultivo varían con la selección de la especie y con el tipo de cultivo (Seidman y

Lawrence, 1985; RPI, 1989; Boyd, 1990). Las temperaturas óptimas del agua para un crecimiento rápido se consideran entre 25 y 30 °C y la salinidad fluctúa en un intervalo desde 25 hasta 35 ‰ (CRIP, 1987).

4.2.2 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el agua es uno de los parámetros más importantes en la cría de camarones; el grado de solubilidad de este elemento depende de la temperatura, salinidad y materia orgánica. La concentración mínima de oxígeno disuelto que puede ser tolerada por un camarón varía con la talla y tiempo de exposición (CRIP, 1987). Se pueden encontrar variaciones de oxígeno disuelto en estanques de cultivo de camarón debido a la influencia de la variación circadiana (Boyd, 1990). En general el nivel óptimo de oxígeno disuelto debe mantenerse por encima de 5 mg/l; sin embargo, los camarones pueden vivir en niveles de oxígeno disuelto de hasta 2 mg/l (Seidman y Lawrence, 1985). CRIP (1987) señala un intervalo desde 3 hasta 9 mg/l de oxígeno disuelto como normal, determinado en horas de la madrugada y de la tarde respectivamente.

4.2.3 El pH

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno que indica si el agua es ácida, neutra o básica. Para obtener un mejor crecimiento, es preferente un pH alcalino. Algunos intervalos son señalados como óptimos: 8-8.4 (Boyd, 1990), 7.2-8.2 (CRIP, 1987), y 8.1-9 (Clifford, 1994).

4.2.4 Nutrientes

Las plantas acuáticas requieren para su crecimiento de todos o la mayoría de los siguientes nutrientes: Carbono, Oxígeno, Nitrógeno, Azufre, Calcio,

Magnesio, Potasio, Sodio, Manganeso, Cloro, Hierro, Zinc, Cobre, Boro, Cobalto y Molibdeno (Boyd, 1996).

El Fósforo es el principal nutriente que limita la producción de fitoplancton tanto en agua dulce como en agua salobre en los estanques. El Nitrógeno también es un nutriente limitante, pero normalmente es menos crítico que el Fósforo. Los fertilizantes suministran nutrientes, principalmente Nitrógeno y Fósforo para estimular el crecimiento de fitoplancton y aumentar las cadenas alimentarias que culminan en camarón (Boyd, 1996). Para el agua del estanque, son adecuadas concentraciones entre 0.1 y 0.3 mg/l de Fósforo total y entre 0.5 y 1 mg/l de Nitrógeno total. Una concentración mayor de Nitrógeno y Fósforo puede propiciar un crecimiento excesivo de plantas acuáticas, especialmente de fitoplancton (Boyd, 1996).

4.2.5 Amonio, Nitritos, Nitratos

El Nitrógeno de desecho metabólico es la sustancia más comúnmente encontrada en el agua de estanques de cultivo de camarón y se presenta como: ion amonio (N-NH_4^+). El nivel máximo aceptable de amonio es de 0.1 mg/l (Boyd, 1990). En el caso de los nitritos (N-NO_2) son también tóxicos para el camarón y un nivel máximo permisible es de alrededor de 5 mg/l (RPI, 1989). Los nitratos (N-NO_3) son menos tóxicos; los camarones se han encontrado en promedio de concentración de hasta 500 mg/l por periodos de tiempo cortos sin ningún efecto negativo aparente (RPI, 1989). La concentración de cada uno de estos nutrientes en el estanque está influenciada por la temperatura, salinidad y pH.

4.2.6 Fósforo (fosfatos)

El Fósforo es un nutriente esencial que se encuentra en forma disuelta (90%) y en forma particulada (3-7.5%) se presenta como: Fósforo orgánico soluble en ácido (3-15%), fosfolípidos (4-29%), ortofosfatos (12-59%), oligopolianiones (3-11%), poli-P-RNA (15-74%). Los compuestos de Fósforo tales como adenosin trifosfato y coenzimas nucleótidas tienen un papel clave en la fotosíntesis y otros procesos vegetales. El fitoplancton satisface sus requerimientos de este elemento por asimilación directa de los ortofosfatos (Contreras, 1984). Clifford (1994) menciona un intervalo ideal de ortofosfatos (P-PO₄) entre 0.1 y 0.3 mg/l.

4.2.7 Clorofila "a".

La clorofila "a", es el pigmento fotosintético primario presente en los organismos fotosintetizadores productores de oxígeno como las algas. Con base en concentraciones de fitoplancton, estimado como clorofila "a" en estanques fertilizados y no fertilizados se encontraron valores promedio de 62.7 µg/l y 7.4 µg/l respectivamente (Boyd, 1973). Hopher (1962) presenta datos en estanques no fertilizados entre 8.8 y 115 µg/l y valores desde 103.4 hasta 212.3 µg/l en estanques fertilizados. Un intervalo ideal se considera entre 55 y 75 µg/l (Clifford, 1994).

4.2.8 Turbidez

La turbidez del agua causada por plancton es generalmente deseable en estanques acuícolas; algunos pastos indeseables bajo el agua son eliminados por el zooplancton, los florecimientos de fitoplancton favorecen la producción de camarones por medio de la estimulación de organismos para su alimentación, por otra parte, la turbidez causada por las sustancias

húmicas, no son directamente dañinas para los camarones, pero tales aguas son normalmente distróficas por la acidez, niveles bajos de nutrientes y penetración limitada de luz para fotosíntesis (Boyd, 1982).

Un tipo indeseable de turbidez es la resultante de las partículas suspendidas de arcilla que también evita la penetración de luz, afectando adversamente la productividad ya que las partículas pueden sedimentarse y destruir las comunidades bentónicas (Boyd, 1990). Un intervalo ideal de turbidez del agua se considera entre 35 y 45 cm medido con el disco de Secchi (Clifford, 1994; Boyd, 1996).

4.2.9 Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables

El total de sólidos suspendidos (SST) tiende a incrementarse sobre el curso del ciclo de cultivo y se tienen registros de valores de 157.7 y 157.3 en estanques con recambio de agua de 0% (con diferente densidad), 196.2 y 183.3 en estanques con recambio de agua de 2.5 y 25% y 178.9 mg/l en canal de llamada (Hopkins y col., 1993).

Fenómenos tales como lluvias y vientos, así como las actividades de alimentación, recambio de agua y aireación favorecen la presencia de sólidos suspendidos en los estanques. Concentraciones altas de sólidos suspendidos ocasionan problemas de taponamiento de branquias en los camarones, insuficiente transparencia y filtración de luz, sedimentación de nutrientes por el fenómeno de floculación o sólidos sedimentables, y además los desechos de alimento y la muerte de fitoplancton provocan acidificación del agua, bajas concentraciones de oxígeno disuelto y altos niveles de amonía. Clifford (1994) recomienda un intervalo ideal de sólidos suspendidos entre 50 y 150 mg/l.

Martínez (1993) informó que en estanques a cielo abierto el aporte de sólidos suspendidos acarreado por el viento, provocó zonas anóxicas y altas mortalidades a causa de la acumulación de restos orgánicos en estado de descomposición que quedaron atrapados entre grandes cantidades de arena en el fondo, todo ello en menos de 24 horas.

4.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) constituye uno de los parámetros más importantes para medir el posible consumo de oxígeno provocado por una carga orgánica (De la Lanza, 1990). La población de microorganismos en un ambiente dado es proporcional a la cantidad de alimento orgánico biodegradable en el mismo. Si se introduce una cierta cantidad de materia biodegradable en el agua, la demanda bioquímica es proporcional.

La determinación de la DBO no es generalmente significativa para los acuicultores porque mucha de la DBO de la muestra de agua del estanque es resultado de la respiración de plancton, además el organismo responde rápidamente a la disminución de oxígeno, por esta razón se utiliza más el porcentaje de consumo de oxígeno por hora como un valor de DBO (Boyd, 1990). Sin embargo, la determinación de la DBO proporciona resultados más precisos con los cuales se puede tener una idea de la capacidad de carga del estanque.

4.4 Recambio de agua.

El recambio de agua es usado para reducir la salinidad, para lavar el exceso de nutrientes y plancton, así como para reducir la concentración de amonio, la cantidad de recambio de agua comúnmente utilizada en el cultivo de camarón es entre 10 y 20 % del volumen del estanque por día, sin embargo

existe muy poca información científica para apoyar ésta práctica (Boyd, 1996).

Los estanques son extremadamente eficientes en asimilar las porciones agregadas de Carbono, Nitrógeno y Fósforo que no son convertidos en carne de camarón, pero si el recambio de agua es mayor, estas sustancias son descargadas del estanque antes de que puedan ser asimiladas, de esta forma, el potencial de contaminación de la camaronicultura aumenta como una función del incremento del recambio de agua, desde las perspectivas tanto económicas como ambientales, el intercambio de agua solamente debe ser utilizado cuando sea necesario (Boyd, 1996).

Martínez y *col.* (1995) utilizaron cuatro tasas de recambio de agua (5, 7.5, 10 y 15%) en estanques experimentales de 200 m² y comprobaron que hubo pequeñas diferencias entre los tratamientos con respecto a la calidad de agua, desarrollo y sobrevivencia, sin embargo, en recambios por debajo del 5% la calidad de agua fue crítica para el cultivo de camarón.

4.5 Aeración

La aireación es una fuente importante de oxígeno cuando los niveles de concentración de éste son bajos en el agua del estanque, especialmente en estanques de cultivo intensivo, el oxígeno disuelto es quizás el factor más importante en el medio de cultivo y es necesario para el mejor aprovechamiento del alimento, mejor crecimiento y mejor supervivencia del camarón, esto puede ser logrado mediante aparatos de aireación, en la acuicultura se emplean los siguientes métodos de aireación: 1) por gravedad, 2) aireación de superficie, 3) aireación por difusores y 4) aireación por turbina (<http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/.pdf>, consultado enero 25 2013.)

En sistemas de cultivo de alta densidad, los aireadores son usados principalmente para: proporcionar oxígeno disuelto; mantener limpio el fondo del estanque; mezclar el agua del estanque y así asegurar que todo el plancton esté expuesto a la luz solar; evitar la estratificación e incrementar la transferencia del elemento oxígeno.

(<http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/.pdf>, consultado enero 25 2013.)

5. Fertilización

El objetivo de la fertilización es promover el crecimiento de plantas (fitoplancton y algas), estos organismos constituyen el primer escalón en la cadena alimenticia del ecosistema del estanque, el fitoplancton es responsable de convertir la energía solar y nutrientes en biomasa y este proceso es referido como productividad primaria, el fitoplancton y la meiofauna constituyen las fuentes de alimento para la productividad secundaria, organismos tales como el zooplancton que a su vez son comidos por los camarones (Rojas y col., 2005).

La fertilización es una actividad rutinaria durante el ciclo de cultivo ya que sirve para restituir nutrientes y organismos alimenticios que se pierden durante el recambio de agua y la cosecha, el alimento también actúa como un fertilizante y una vez que la alimentación se inicia se requiere de menos aplicaciones de fertilizante, en la medida en que los granjeros tienden a recambiar menos agua o a eliminar el recambio, las tasas de fertilización se reducen (Granvil, 2001).

Los fertilizantes orgánicos pueden ser beneficiosos en la preparación de estanques ya que contienen una población microbiana y substrato detrítico

para su desarrollo, los más comúnmente usados son el estiércol (de pollo, ganado, cerdo, pato), semolina de arroz, harina de semilla de algodón, desperdicios del proceso de la caña de azúcar, cáscara de arroz quemada, y pellets de pasto bermuda (<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/.pdf> consultada enero 26 2013)

5.1 Productividad en los estanques

Una buena productividad natural, permite tener un ahorro en cuanto a alimento artificial (pellets) se refiere, la concentración y tipo de algas (fitoplancton) presente en la columna de agua, tiene un efecto directo en la calidad del agua, estas producen oxígeno durante las horas de luz debido a la fotosíntesis, ya que se produce una tasa de oxígeno mayor a la que ellas consumen durante su respiración, también ayudan a controlar las concentraciones de amoníaco, absorbiéndolo del agua (Cuéllar y col., 2010).

Cuando las poblaciones de fitoplancton son excesivas, la respiración del mismo causará baja concentración de OD durante la noche, también, por complejas razones limnológicas, las poblaciones densas de algas pueden morir rápidamente (“crash” de algas), causando un alto consumo de oxígeno por su rápida descomposición, este proceso reduce el oxígeno para los camarones y puede causar mortalidades masivas por hipoxia prolongada. (<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/.pdf> consultada enero 26 2013.)

6. Manejo de efluentes

Las prácticas de manejo para el desarrollo sostenible y amigable de la

acuicultura con respecto al manejo de efluentes comprenden una serie de puntos, dentro de los cuales se consideran la selección del lugar, requerimientos de diseño, uso de tratamientos, estrategias de manejo o protocolos operacionales con el objetivo de reducir o eliminar desechos y técnicas para capturar, tratar y reciclar efluentes y productos de desechos provenientes de instalaciones acuícolas (Howerton, 2001).

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 eutrofización 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 alimentación 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 y col., 1993, 1995a, 1995b).

7. Manejo durante la cosecha

Antes de iniciar la cosecha, se debe elaborar un plan donde quede definido en cada paso, quién, cuándo, cómo y dónde deben cumplirse las actividades de la operación, personal, materiales y equipo; además, para asegurar la preparación de los estanques y el cumplimiento de los tiempos de retiro de los alimentos medicados, para proceder con la cosecha, los camarones deben reunir ciertas condiciones tales como: tamaño apropiado, buen estado sanitario (ausencia de enfermedades en ese momento), características

organolépticas apropiadas y condiciones físicas aceptables según las exigencias del mercado (Cuéllar y col., 2010).

7.1 Recomendaciones de la FAO

- Revisar todo el proceso de pesca con el objetivo de que el trabajo se haga más rápido y todo el tiempo en un ambiente frío.
- Mejorar la organización haciendo una planificación de las pescas y preparando toda esta actividad con anticipación
- Hay que saber parar una pesca cuando las condiciones óptimas no están reunidas.
- Realizar muestreos durante toda esta actividad, anotar el peso de cada pesada en el modelo correspondiente.
- Para mejorar el flujo de camarón que salen del estanque en el futuro haría falta construir los túneles de salida de forma cuadrada en lugar de los tubos. También hace falta construir estanques con buenos drenajes.
- Para un mejor control del trabajo haría falta cosechar en un solo punto del estanque en lugar de 2 ó 3 puntos lejanos unos de los otros, para esto hay que prever la construcción de compuertas de mayor capacidad.
- Haría falta integrar en el plan anual de producción el factor calidad que permitirá comparar la eficiencia de las diferentes camaroneras. La búsqueda de la calidad además de la cantidad impulsará los cambios necesarios para mejorar la calidad de la pesca.
(<http://www.fao.org/docrep/.htm> consultado febrero 01 2013.)

Contar con hielo elaborado con agua potable, en cantidades suficientes y que siga los estándares de las normas oficiales mexicanas correspondientes (NOM-029-SSA1-1993), ya que los organismos deben matarse por medio de shock térmico por lo que es de suma importancia contar con cantidades de

hielo suficiente para este propósito y su adecuada conservación (4°C.) hasta la planta de procesamiento.

(<http://www.cesaibc.org/pdf/Protocolosanitariocrustaceos/.pdf> consultado febrero 01 2013.)

7.2 Procedimientos sanitarios del material y equipo durante la cosecha

1. Se debe contar con buen abastecimiento de agua limpia, agua del estanque, de preferencia con presión que siga los estándares internacionales.
2. Hielo elaborado con agua dulce potable que siga los estándares de las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.
3. Contar con suficiente material para llevar a cabo la cosecha de manera adecuada (redes, chinchorros, recipientes, cubetas, mangueras, etc.).
4. Dicho material no debe de ser tóxico.
5. Todo el material debe de ser fácil de limpiar, es decir no debe de tener dobleces, esquinas pronunciadas etc.
6. Todo el material y los recipientes en donde se va a entrar en contacto con el producto debe de ser desinfectado apropiadamente.
7. Los materiales tales como recipientes, cubetas, entre otros, no deben presentar orillas o superficies punzo cortantes que puedan dañar a los trabajadores y contaminar al producto.
8. Cerca del lugar de la cosecha no debe de haber materiales que puedan contaminar tales como residuos de diesel, aceite, gasolina, cal, basura etc.
9. La aplicación de meta bisulfito de sodio debe ser acorde con las concentraciones máximas permitidas y tomando las precauciones señaladas por el fabricante o distribuidor autorizado. El nivel de uso recomendado no debe exceder las 100 partes por millón en la granja (100 miligramos por kilo de producto). La FDA ha declarado como obligatorio, el

declarar la presencia de sulfitos en la etiqueta de los alimentos en los que se ha utilizado, a menos que el nivel residual sea menor a las 10 partes por millón. Por esta razón, el nivel residual de sulfitos deberá monitorearse durante la recepción en planta.

10. Se reitera que se debe de evitar totalmente la presencia de animales domésticos en la granja, la estancia de los perros de vigilancia debe estar controlada, durante el cultivo y la cosecha.

(<http://www.cosaes.com/ProtocoloSanitarioCOSAES.pdf> consultado febrero 01 2013.)

8. Bioseguridad

En términos de impacto económico, las enfermedades más importantes que afectan el cultivo de camarones peneidos en Asia, la región Indo-Pacífica y las Américas son de origen infeccioso, de entre estas, las más relevantes son causadas por virus, las pandemias ocasionadas por los virus de camarones peneidos tales como WSSV (Mancha Blanca) y TSV (Síndrome de Taura), y en menor grado IHNV (Virus de la Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa) y YHV (Cabeza Amarilla) le han ocasionado a la industria camaronícola pérdidas de cultivos, empleos, e ingresos por exportaciones, lo cual se traduce en millones de dólares, el impacto social y económico resultado de las pandemias causadas por estos patógenos en países en los que el cultivo del camarón constituye una industria significativa ha sido profundo. A raíz de las pandemias virales, la industria de la camaronicultura ha buscado formas de restaurar sus niveles de producción a aquellos alcanzados durante los años "pre-virus", para llegar a esto la aplicación de la Bioseguridad es clave (Donald, 2001).

A raíz de las epizootias causadas principalmente por los virus de camarones TSV y WSSV, que arrasaron las regiones de cultivo más importantes de Asia

y América, la industria de la camaricultura parece decidida a usar cualquiera de los conceptos de bioseguridad que pudieran ser aplicables en sus granjas (Donald, 2001).

Las siguientes herramientas y principios son claves en cualquier esfuerzo de exclusión de patógenos:

- ❖ Disponibilidad de métodos de diagnóstico y detección adecuados para los patógenos de importancia
- ❖ Control de las poblaciones de camarón en cultivo.
- ❖ Control ambiental adecuado para prevenir la introducción de patógenos de importancia
- ❖ Desarrollo y continúa implementación de políticas y prácticas de manejo que excluyan patógenos.
- ❖ Métodos de desinfección y erradicación de patógenos para contener y erradicar los contagios causados por patógenos de importancia.

(<http://cesaibc.org/pdf/infointeres/crustaceos/bioseguridadencultivo.pdf> consultado febrero 02 2013.)

9. Principales enfermedades del camarón en México

Entre las enfermedades certificables ocasionadas por virus más importantes se encuentran las siguientes:

- ❖ Virus del Síndrome de Taura (TSV)
- ❖ Virus de la Cabeza Amarilla (YHV)
- ❖ Síndrome del Virus de la Mancha Blanca (WSSV)
- ❖ Virus de la necrosis Infecciosa Hipodermal y
- ❖ Hematopoyética (IHHNV)
- ❖ Baculovirus Polihedrosis Nuclear (MBV)

(<http://www.xoc.uam.mx/pronalsa/boletin/.pdf> consultado febrero 02 2013.)

Enfermedades de camarones causadas por bacterias, hongos y parásitos

En los camarones peneidos que se encuentran en sistemas de cultivo intensivo, semi-intensivo o su per-intensivo, o en sistemas donde haya una mala calidad del agua, se desarrollan con frecuencia algunas formas de enfermedades causadas por bacterias, hongos o parásitos.

- ❖ Vibriosis (*Vibrio sp.*)
- ❖ Necrosis Hepatopancreática (*Alpha proteobacteria.*)
- ❖ Micobacteriosis (*Mycobacterium spp.*)
- ❖ Micosis larval (*Lagenidium spp.*)
- ❖ Fusiarosis (*Fusarium*)
- ❖ Enfermedad del Camarón de Algodón (Agasoma, Ameson y Pleistophora.)
- ❖ Gregarinas (Nemetopsis sp., Cephalolobus sp., Paraophioidina)

(<http://www.xoc.uam.mx/pronalsa/boletin/.pdf> consultado febrero 02 2013.)

10. Impactos ambientales de la camaronicultura.

Hace 10 años, se consideraba que la camaronicultura regional no causaba daños ambientales Significativos (WWF, 2000; Hardin, 1994), pero actualmente se reconoce lo contrario (Diagnóstico y Planificación Nacional de la Pesca y Acuicultura en México. 2008).

10.1 Eutrofización.

El cultivo de camarón se basa en la maximización del crecimiento individual a través de la administración de alimento artificial y/o fertilizantes inorgánicos (Hernández, 1991; Martínez y col., 1998). Por eso, es común que el alimento y los fertilizantes se administren en exceso, pero las tasas de transformación de alimento en biomasa de camarón rara vez son mayores al 50%, por lo que la formación de sedimentos y nitrógeno disuelto en el agua es inevitable (González., 2007). La liberación de grandes cantidades de agua de desecho con sedimentos y nitrógeno asolva y eutorfiza a los sistemas costeros (Lawrence, 1998; Molina, 1998; Ruiz y Paez, 2004).

Al finalizar un ciclo de cultivo, el agua residual de una poza puede contener nitrógeno y fósforo en concentraciones comparables a las aguas negras producidas por 100 personas en un año (Paez, 1997). Estos efectos se acentúan al aplicar técnicas de cultivo con bajo intercambio de agua (Martinez, 1998), pero el agua residual pueden utilizarse en un segundo ciclo de producción sin aplicar más alimento y mejorando la calidad del agua después del segundo uso (Martinez y col., 1996).

10.2 Salinización/acidificación de suelos y desmonte.

Cuando las granjas de cultivo son abandonadas por haber sido poco productivas o por haber tenido incidencia de enfermedades, los suelos quedan hipersalinos, ácidos y erosionados (Lluch y col., 2007). Las cualidades químicas del suelo también se alteran con la aplicación de cal para tratar de eliminar enfermedades. El sistema de cultivo empleado en Sinaloa y Sonora ha requerido desmontar amplias extensiones de terreno para la instalación de granjas. En Baja California Sur se ha recomendado

que las granjas sean instaladas sobre la línea de costa, para evitar dañar la vegetación por desmonte (Gonzalez y col., 2004).

10.3 Destrucción de manglares.

Extensiones importantes de mangle han sido destruidas por la expansión urbana e industrial en México (Brand, 1982; Ruiz, 2003; PNUMA, 2003). Se estima que a inicios de la década de 1990 se destruyeron 10,000 Ha de mangle para construir granjas camaronícolas en el Golfo (Flores y col., 1992). Se estima que más recientemente, se perdieron 7,200 Ha de mangle en Marismas Nacionales (área relevante para el reclutamiento de muchas especies comerciales y no comerciales (Croome, 1995; Anónimo, 2005), debido a la expansión de la agricultura, la urbanización y la camaronicultura (Kovacs, 2001; López, 2002).

La transformación de mangles en estanques de cultivo los convierte en emisores permanentes de carbono y su producción pesquera decae de forma importante por la extracción descontrolada de postlarvas (Kovacs, 1999, EJF, 2004).

Algunos consideran que al menos una tercera parte de las granjas camaroneras de Marismas Nacionales han incumplido con la normatividad ambiental vigente en su construcción y operación (Ruiz y col., 2003)

10.4 Afectación a la producción pesquera local.

El bombeo de agua marina hacia las pozas de cultivo succiona larvas de todo el conjunto de vertebrados e invertebrados locales. La succión de agua en zonas relevantes para el reclutamiento de recursos pesqueros (p. ej. mangle) puede reducir la producción pesquera y este es un reclamo

constante de los pescadores ribereños aledaños a granjas camaroneras. Se estima que el bombeo de agua por granjas de camarón con extensiones >4,000 Ha puede extraer postlarvas silvestres en cantidad suficiente para reducir la producción local de camarón silvestre (Aburto y col., 2008; García, 1989, Valenzuela., 2004).

Los nutrientes y la presencia de larvas de otras especies acuáticas en las pozas de cultivo ocasionan el establecimiento de comunidades biológicas diversas, así como la producción de peces y otros crustáceos distintos al camarón con tallas y calidades comerciales (Hendrickx y col., 1996). Desde hace 30 años se propuso que las granjas de camarón fueran integrales y practicasen el policultivo (Sasso, 1978), pero la ausencia de precios atractivos para las otras especies cultivadas desincentivó la práctica.

10.4 Otros impactos.

Los estanques de cultivo pueden generar florecimientos algales que deterioran la calidad del agua marina aledaña, o bien, especies exóticas utilizadas como alimento pueden escapar de las pozas al entorno (Paez y col., 2003). El crecimiento de algunas especies de camarón se incrementa en aguas de baja salinidad y la práctica extendida de esta técnica en el noroeste de México puede amenazar la disponibilidad de agua dulce (Paez y col., 2007).

CONCLUSIONES

De los diferentes países Latinoamericanos, se menciona que México es el país con mayor potencialidad relativo al cultivo del camarón, ello es consecuencia de la enorme longitud de costas que tiene nuestro país, así como a su clima tropical. Además cuenta con una enorme diversidad de especies que se adaptan al cultivo, aunado a la amplia experiencia en el procesamiento y mercado del camarón. Considerándose al buen vecino de un enorme potencial económico, los Estados Unidos el que durante muchos años fue su principal comprador. En atención al cambio en la Ley de Pesca lo que ha favorecido la actividad pesquera consecuencia de ello es un desarrollo explosivo, principalmente en Sinaloa donde en la actualidad existen más de 120 granjas.

Además es menester considerar el creciente potencial que está obligado a salvar numerosos problemas de carácter legal (como el de la propiedad de la tierra), financiero (falta de créditos), falta de abastecimiento de postlarvas, problemas con el clima, calidad de agua y suelo, problemas de origen técnico como falta de una industria alimenticia para la acuicultura, problemas de origen sanitario, falta de profesionistas de alto nivel preparados en suficiente número para resolver los problemas, así como para desarrollar y/o transferir tecnología de otros países adaptándola a las condiciones, necesidades y características del país.

El desarrollo del cultivo de camarón en México se está desplegando dinámicamente y según las estadísticas, a pesar de los numerosos problemas de origen financiero, técnico y de mercado que existen, el número de granjas, la superficie en hectáreas, el número de estanques y la producción se han incrementado, crecientemente en Sinaloa, Nayarit, asimismo, iniciando actividades en Chiapas y Sonora.

El mercado es la variable principal que México tiene que considerar. Fue a inicios del año 1996, en que el mercado con el vecino país al norte, camarón continúa acelerado y el volumen de camarón importado y el consumo han aumentado significativamente alcanzando cifras sin precedentes. EN ese mismo año otros países; Tailandia, Ecuador, China, India e Indonesia son los principales importadores y México está en sexto lugar. Si bien el gobierno de México ha abierto el mercado para la importación de camarón a México, dicha acción ha provocado que haya una reducción en los precios en el mercado, dando como consecuencia que los productores de camarón por acuicultura se vean castigados en el precio y no puedan competir a nivel precio con los países antes mencionados.

LITERATURA CITADA

- Aburto-Oropeza, O.; E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray & E. Sala. 2008.** Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 105(30):10456–10459. *Acuícola Magazine*. Sep-Oct.:28-35.
- Akiyama, D.M. y Chwang, N.L.M. 1989.** Shrimp feed requirements and feed management pp 75-82. In: D.M. Akiyama (Ed). *Proceedings of the Southeast Asia shrimp farm management workshop*,
- Akiyama, D.M. y Dominy, W.G. 1989.** Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry, pp 1-50. En: *Texas shrimp manual, vol. 1: Grow-out technology*. Texas Agricultural Extension Service and Texas A M University Sea Grant College USA.
- Akiyama, D.M., Dominy, W.G. y Addison, L.L. 1991.** Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry, pp 80-98. In: D.M. Akiyama y Tan R.K. (Eds). *Proceeding of the aquaculture feed processing and nutrition workshop*. September 19-25, 1991. Singapore.
- Andrews, J.W. y Sick L.V. 1972.** Studies the nutritional requirements of penaeid shrimp. *Proc. World Maricult. Soc.* 3:403-414
- Anónimo. 2005.** Estudios previos justificativos para la creación de un Área Natural Protegida (ANP) a nivel federal en Marismas Nacionales, Nayarit.
- BANCOMEXT, 1999.** Camarón Mexicano; Cultivo en Granjas. Banco Nacional de Comercio Exterior. México, D.F. 224 pp.
- Boyd, C.E. 1973.** Summer algal communities and primary productivity in fish ponds *Hydrobiology*. 41: 357-390 pp.
- Boyd, C.E. 1982.** Water quality in management for ponds fish culture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama, USA, 382 pp.

- Boyd, C.E. 1990.** Water quality in ponds for aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama, USA, 482 pp.
- Boyd, C.E. 1995.** Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture. Chapman and Hall, New York, New York, USA. 348 pp.
- Boyd, C.E. 1996.** Pond bottom soil and water quality management for pond aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama, USA, 62 pp.
- Brand, T.E. 1982.** Potential use of mangrove lagoons in mariculture: Baja California, Mexico. *Atlantica* 5(2):16.
- Brune, E.D. y C.M. Drapcho. 1991.** Fed pond aquaculture. Aquaculture System engineering, Proceedings of the World Aquaculture Society and the American Society of Agricultural Engineers Jointly Sponsored Session, American Society of Agricultural Engineer, St. Joseph, Michigan, USA, pp. 15-33.
- Chamberlain, G.W., 1997.** Sustainability of world shrimp farming. Symposium on Fisheries Management- Global Trends, Seattle, WA, USA. 28 p.
- Claude E. Boyd, 2001.** Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama 36849 USA
- Clifford, C.H. 1994.** El manejo de estanques camaroneros (Un caso de estudio sobre el manejo de estanques de camarón) pp I-39. En. Zendejas-Hernández, J. (Ed) Memoria del Seminario Internacional de Camaronicultura en México Camarón '94., Ralston Purina Internacional. Sin. Feb. 10-12, 1994. México.
- Clifford, H. C. 1985.** Semi-intensive shrimp farming. En: G. W. Chamberlain (Ed.), Texas shrimp farming manual, Texas agriculture extension service, Texas shrimp farming workshop, 19-20 noviembre 1985, Corpus Christi, Texas, USA.

- Clifford, H. C. 1994.** Semi-intensive sensation: A case study in marine shrimp pond management, *World Aquaculture*, 25(3):6-18.
- Colvin, L.B. y C.W. 1977.** The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycles stages in controlled environment system. *J. World Mat-iculture Soc.*, 8: 821-840.
- CRIP, 1987.** Manual de cría de camarones peneidos. Centro Regional de Investigación Pesquera (unidad Mazatlán), Instituto Nacional de la Pesca, Mazatlán, Sin, 120 pp.
- Croome, M.; R. Wolotira & W. Henwood. 1995.** Marine Region 15: Northeast Pacific. In: A global representative system of marine protected areas
- Cruz, S. E. 1988.** Nutrición y alimentación del camarón. *Acuavisión* 14: 32-34.
- Cruz-Suárez E., Ricque, D.M y Domínguez V.P. 1996.** Utilización de la lecitina en la nutrición acuícola: Crustáceos, pp 45-79. En: Mendoza, Cruz-Suárez y Ricque (Eds.). *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 7-9 de noviembre de 1994.
- Cuéllar-Anjel, J., C. Lara, V. Morales, A. De Gracia y O. García Suárez. 2010.** Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA,C.A. pp. 132.
- D´Abramo, L. y Sheen, S. 1996.** Requerimiento nutricionales, formulación de dietas y practicas alimenticias para el cultivo *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 7-9 de noviembre 1994. Monterrey, N.L., México.
- Daniel L. Bryand, Andrea L. Kadilak, Sandro R. Pani., 2008.** WPI Mechanical Engineering. WPI Chemical Engineering, WPI Civil Engineering... *Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón en Costa Rica*
- Davis, A., T.M. Samocha y Bullis R.A. (2004):** Practical diets for *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) working towards organics

and/or all plant production diets. En: Cruz L.E., D. Ricque, M.G. Nieto, D.A. Villarreal, U. Scholtz y M.L. González (eds.), Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del Séptimo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. pp. 202-214. Hermosillo, Sonora, México.

De la Lanza, G.E. 1990. La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, 315 pp

Deshimaru, O. y Shigeno, K. 1972. Introduction to the artificial diet for prawn, *Penaeus japonicas* Aquaculture 1: 115-133.

Diagnóstico y Planificación Nacional de la Pesca y Acuicultura en México. 2008. CIBNOR-SAGARPA.

Donald V. Lightner y Carlos. R. Pantoja 2001. Departamento de Ciencias Veterinarias y Microbiología Universidad de Arizona, Tucson, AZ 85721 U.S.A.

Donovan, D. 1997. Environmental code of practice for Australian prawn farmers. Kuruma, Australia Pty. Ltd., East Brisbane, Australia. 37 pp.

EJF. 2004. Farming The Sea, Costing The Earth: Why We Must Green The Blue Revolution. Environmental Justice Foundation, London, UK.

Flores-Verdugo Francisco, F. González-Farias, D.S. Zamorano & P. Ramírez-

Forster, J.R.M. 1975. Studies the development of compounded diets for prawns, pp. 229-248. In: Proceedings of the First International Conference on aquaculture nutrition

García. 1992. Mangrove ecosystems of the Pacific coast of Mexico: distribution, structure, litterfall, and detritus dynamics. In Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press Inc.. 269-288 p.

González-Félix, M.L. & M.P. Velázquez. 2007. Un panorama de los presupuestos de nitrógeno para cultivo de camarón. Panorama

- Gonzalez-Ocampo, H; H. Romero-Schmidt; V. Serrano-Pinto; C. Arguelles; F. Salinas; A. Rodriguez; A. Castellanos & A. Ortega-Rubio. 2004.** Environmental impacts of two kind of ponds for shrimp production at Northwest Mexico. *J. Environ. Biol.* 25(1):27-38.
- Gracia, G.A. 1989.** Impacto de la explotación de postlarvas sobre la pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767). *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.* 16(2):255-262.
- Granvil D. Treece 2001.** Texas A&M University Sea Grant College Program 2700 Earl Rudder Frwy. South College Station, Texas 77845.
- Hardin, M. 1994.** Mexico- Aquaculture Project. EA Category A. World Bank Environmental Assessment/Analysis Reports.
- Hendrickx, M.E.; J. Salgado-Barragan & M.A. Meda-Martinez. 1996.** Abundance and diversity of macrofauna (fish and decapod crustaceans) in *Penaeus vannamei* culture ponds in western Mexico. *Aquaculture.* 143(1):61-73.
- Hepher, B. 1962.** Primary production in fish ponds and its application to fertilization experiments, *Limnology oceanographic*, 7: 131-135.
- Hernandez Llamas, A. & F.J. Magallon Barajas. 1991.** Análisis bioeconómico del cultivo de camarón azul *Penaeus stylirostris* con fertilizantes orgánicos e inorgánicos y alimentación balanceada. *Oceanides* 6(2):267-281.
- 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.**
- 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.
July 26- August 11, 1989. Singapore

- Kanazama, A. 1985.** Nutrition of penaeid prawns and shrimps, pp. 123-130.
In: Y. Taki, L. H. Primavera and J.A. Llobrera (Ed.). Proceedings of
the first international conference on the culture of penaeid
prawns/shrimps. Aquacult. Dept. Southeast Asian Fish. Dev. Center
Iloilo, Philippines.
- Kanazama, A. 1985.** Nutrition of penaeid prawns and shrimps, pp. 123-130.
In: Y. Taki, L. H. Primavera and J.A. Llobrera (Ed.). Proceedings of
the international the of penaeid prawns/ shrimps. Aquacult. Dept.
Southeast Fish. Dev. Center Iloilo, Philippines.
- Kanazawa., A.; Tanaka, N.; Teshima, S. y K. Kashiwada. 1971.** Nutricional
requirements of prawn - II. Requirements for sterols. *Bull. Jap. Soc.
Sci. Fish.*,37:211-215
- Kovacs, J.M. 1999.** Multiple approaches for assessing mangrove use and
mangrove change following anthropogenic and natural disturbances:
A case study of the Mexican Pacific. Dissertation. Univ. of Western
Ontario. 168 p.
- Kovacs, J.M.; J. Wang & M. Blanco-Correa. 2001.** Mapping disturbances in
a mangrove forest using multi-date Landsat TM imagery. *Env.
Management* 27(5): 763-776.
- Lawrence, A.M.; M. Velasco; R. Montoya & T.M. Samocha. 1998.**
Sustainable shrimp farming: the need for "environmentally friendly"
feeds and feed management strategies. 4 Simp. Int. Nutricion Acuic.
281-284.
- Lluch-Cota, S.E. E.A. Aragon-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Auriolles-
Gamboa, J.J. Bautista-Romero, R.C. Brusca, R. Cervantes-
Duarte, R. Cortés-Altamirano, P. Del-Monte-Luna, A. Esquivel-
Herrera, G. Fernández, M.E. Hendrickx, S. Hernández-Vázquez,
H. Herrera-Cervantes, M. Kahru, M. Lavín, D. Lluch-Belda, D.B.**

- Lluch- Cota, J. López-Martínez, S.G. Marinone, M.O. Nevárez-Martínez, S. Ortega-García, E. Palacios-Castro, A. Parés-Sierra, G. Ponce-Díaz, M. Ramírez-Rodríguez, C.A. Salinas-Zavala, R.A. Schwartzlose & A.P. Sierra-Beltrán. 2007.** The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Prog. Oceanogr.* 73:1-26.
- López Portillo, J. y E. Ezcurra. 2002.** Los manglares de México: Una revisión. *Madera y Bosques. Número Especial.* 27-51 p. Martínez-Cordova, L.R.; H. Villarreal Colmenares & M.A. Porchas Cornejo. 1996. Culture of white shrimp *Penaeus vannamei* without food in a discharge lagoon of a shrimp farm. *World Aquacul.* 27(4):68-69.
- Martínez Cordova, L.R. 1998.** Comportamiento y manejo ecológico de estanques de cultivo de camarón con bajo recambio de agua. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 21 p.
- Martínez, C.L.R. H. Villarreal y M.A. Porchas. 1995.** Culture of white shrimp *Penaeus vannamei* in reduced water exchange ponds in Sonora, México, *World Aquaculture*, 26 (3): 2.
- Martínez, L.R. 1993.** Camaronicultura: bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos, Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, AGT Editor, México D.F., 233 pp.
- Martínez, S. L. y Torres V.M. 1995.** Producción de semilla de camarones peneidos en laboratorio, pp. 21-59. En: Rodríguez, H., G. Polo R. O. Mora Fundamentos de acuicultura marina. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Serie Fundamentos Núm. 2. Bogota, Colombia.
- Martínez-Cordova R.L. 1993.** Camaronicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos. A.G.T. Editor. México, D.F. 233 p.
- Martínez-Cordova, L.R.; M.A. Corchas-Cornejo; H. Villarreal-Colemanes; J.A. Calderon-Perez & J. Naranjo-Paramo. 1998.**

Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. *Aquacult. Eng.* 17(1):21-28.

- McGraw W & J Scarpa. 2002.** Determining on concentrations for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate* 5 (3): 36.
- McGraw W, Davis D, Teichert-Coddington D & D Rouse. 2002.** Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: Influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. *Journal of World Aquaculture Society* 33 (1): 78 - 84.
- Molina Poveda, C. 1998.** Disminución de la proteína en el alimento del camarón como una estrategia para reducir el impacto ambiental. 4 Simp. Int. Nutricion Acuic. 285-301.
- New, M.B. 1976.** A review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture*, 9:101-144.
- New, M.B. 1987.** Feed and feeding of fish and shrimp. A manual the preparation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. F.A.O., Rome, 275 p.
- NOM-030-PESC-2000.** Norma Oficial Mexicana, que establece los requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y *Artemia (Artemia spp.)*, para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo. Publicado en el D.O.F. el 10 de diciembre del 2001.
- Nunes A & C Velásquez. 2001.** Low-salinity, inland shrimp culture in Brazil and Ecuador: economic, disease issues move farms away from coasts. *The Advocate* 4 (3): 62 - 64.
- Paez-Osuna, F.; A. Gracia; F. Flores-Verdugo; L.P. Lyle-Fritch; R. Alonso-Rodriguez; A. Roque & A.C. Ruiz-Fernandez. 2003.**

Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California ecoregion. *Mar. Pollut. Bull.* 46(7):806-815.

Paez-Osuna, F.; S.R. Guerrero-Galvan; A.C. Ruiz-Fernandez & R. Espinoza-Angulo. 1997. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in north-western Mexico. *Mar. Poll. Bull.* 34(5):290-297.

Perez-Velazquez, M.; M. González-Félix & F. Jaimes- Bustamante. 2007. Crecimiento de *Litopenaeus vannamei* cultivado en salinidades extremas. *Panorama Acuícola Magazine*. Nov-Dic 2007.

PNUMA. 2003. Plan de Acción para la Protección y Desarrollo Sostenible del Medio Marino y Costero del Pacífico Nordeste. Informe de la Reunión de Expertos Designados por los Gobiernos sobre la Transferencia de Tecnologías Ecológicamente Racionales para el Manejo Sostenible de los Ecosistemas de Manglar en América Latina y el Gran Caribe. PNUMA/COCATRAM/PNE IG.3. Informativo 8. 97 p.

Robertson, L., Addison, L.L. y Castille, F.L. 1992, Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture and Fisheries Management*, 24:1-6.

Rodríguez-Marín, M.F. y Reprieto-García, J.F. (Eds) 1984 El Cultivo del camarón azul *Penaeus stylirostris* Stimpson. Sigma Gráfica S.A. de C.V. Sonora, México. 126 p.

Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).

RPI, 1989. Penaeid technology short course, CET del Mar, La Paz B.C. S. México. pp 1-10

Ruiz-Fernandez, A.C. & F. Paez-Osuna. 2004. Comparative survey of the influent and effluent water quality of shrimp ponds on Mexican farms. *Water Environ. Res.* 76(1).

- Ruíz-Luna, A.; C.A. Berlanga-Robles & J. Acosta-Velázquez. 2003.** Bases para el ordenamiento ecológico de la zona costera del norte de Nayarit, México. VI Semana de Geomática del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), el Instituto de Geomática (IG), el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía - sede Cataluña (COETT) y la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB).
- Ruíz-Luna, A.; J. Acosta-Velázquez y C.A. Berlanga-Robles. 2003.** Expansión de la camaronicultura sobre humedales costeros de Sinaloa, México. VI Semana de Geomática del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), el Instituto de Geomática (IzG), el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía - sede Cataluña (COETT) y la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB).
- Sáenz, P.G. 1987.** El Cultivo de Camarón en México. En: Instituto Nacional de la Pesca (Ed.), Los recursos del mar y la investigación, Secretaría de Pesca, Tomo 1, pp. 35-44.
- Salaices, H.P. 1992.** Biología de camarón. Informe técnico de la Unidad de Educación Ciencia y Tecnología del Mar, México, D.F., 94 pp.
- Sasso Yada, L. 1978.** Tecnología de cultivos en aguas continentales: Granjas de producción. II. Simp. Latinoam. Acuicultura.
- 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.
- Seidman, E.R. y A.L. Lawrence. 1985.** Growth feed digestibility and proximate body consumption of juvenile *Penaeus vannamei* and *Penaeus monodon* grown at different dissolved oxygen levels, World Mariculture Society., 16: 333-346.
- SEPESCA 1994..** Cultivo de camarón. Colección Nacional de Manuales de Capacitación Pesquera. México. Instituto Nacional de La Pesca. 24
- Snow, J. R. and R. O. Jones. 1959.** Some effects of lime applications to warmwater hatchery ponds. Proceedings of the Annual Conference of

the Southeastern Association of the Game and Fish Commission
13:95-101.

- Stokes. 1995b.** Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. *Estuaries* 18:25-42.
- Tacon, A.G.J 1990.** Standard methods for the nutrition feeding of and shrimp. Volume 3. Feeding methods. Argent Press, Redmond, Washington, USA, 208 p.
- Tacon, A.G.J.1996.** Nutritional studies crustaceans and the problems of applying research finding to practical farming systems. *Aquaculture Nutrition*, 1:165-174.
- Valdenebro, O.R. 1997.** El cultivo del camarón (segunda parte), *Revista UNIÓN*, 3(1):26-28.
- Valenzuela Quinones, W.; J.A. Lopez Limon & E.A. Aragon Noriega. 2004.** Impacto del cultivo de camarón por succión de larvas de peces y camarón mediante el bombeo de granjas acuícolas en Navachiste, Sinaloa. *Hidrobiologica* 14(2):105-112.
- Viacasa, M., 1995.** Feeding trays for commecial shrimp farming in Peru. . *World Aquaculture Magazine*, World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. 26-2, 11-17.
- Villalón, J. 1991.** Practical Manual for semi-intensive ommercial production of marine shrimp.
- Villarreal, C.H.1995.** Utilización de la langostilla en la acuicultura, pp. 179-191, En: Auriolles-Gamboa y Balart E.F. (Eds.). *La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.
- Villarreal, H.C. 1984.** Water quality in aquaculture. Proceedings of the F.A.C.T. Conference in Aquaculture in Australia Kooralbyn, Qld October 12-13, 18 pp.

Villarreal, H.C. 1994. Evaluación de tecnologías de cultivo de camarón: optimización de los esquemas de producción en el Noroeste de México. Informe técnico, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C., La Paz, B.C.S., 10 pp.

WWF. 2000. Shrimp aquaculture, people and the environment on the Gulf of California.

Zendejas, J.1991. Alimentos para camarón y sistemas de alimentación, pp 1-14 **En:** Purina, S.A. Taller sobre el cultivo de camarón. Mazatlán, Sinaloa, Julio 17-19, 1991. México.

<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/ManualBuenasPracticasCamaronCultivo2010.pdf>

<http://www.cosaes.com/ProtocoloSanitarioCOSAES.pdf>

<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/5%20Fertilization.pdf>

http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/Archivos//DOC_204_1.pdf,

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AC397S/AC397S02.htm>

<http://www.cesaibc.org/pdf/Protocolosanitariocrustaceos/SanitarioFinal.pdf>

<http://cesaibc.org/pdf/infointeres/crustaceos/bioseguridadencultivo.pdf>

<http://www.xoc.uam.mx/pronalsa/boletin/Boletin%2014.pdf>