
PROTOCOLO SANITARIO 2005 PARA LAS JUNTAS LOCALES DE SANIDAD ACUICOLA

INTRODUCCION

Sonora es un estado que se ha caracterizado por la competitividad de sus actividades agropecuarias, en donde sin duda la sanidad animal y la sanidad vegetal han sido un pilar importante en el desarrollo y crecimiento de los cultivos que se practican. Estas experiencias han generado en el productor sonorense la cultura de la prevención de enfermedades más que la de corrección y tratamiento de las mismas. La actividad acuícola no es la excepción, y ante las diferentes eventualidades que se han presentado en el sector camaronícola durante los últimos años, a causa de diferentes patógenos en los Parques Acuícolas y en granjas independientes, se ha visto la necesidad de formular un protocolo sanitario, en el cual se marquen las estrategias para que los productores adopten buenas practicas de producción, que les ayuden a minimizar riesgos de enfermedades. Este protocolo que tiene sus bases en la normatividad vigente, ha sido enriquecido con los conocimientos de los propios productores, de instituciones de investigación y de técnicos con reconocido prestigio en Sonora.

El Protocolo de Sanidad considera medidas de bioseguridad que van más allá de las medidas que se puedan tomar en cada granja, considerando las características de infraestructura y medio ambiente de cada región productiva. Es un documento que deberá ser adoptado por consenso por todos los productores de camarón de cultivo de las diferentes Juntas Locales de Sanidad Acuícola en Sonora, así mismo es necesario mantener una coordinación muy estrecha con proveedores de insumos y servicios y considerar que la participación del gobierno federal y estatal es fundamental para el éxito de las medidas sanitarias que se adopten.

OBJETIVO

El objetivo de este documento es facilitar las herramientas para la aplicación de buenas prácticas de cultivo que permitan la prevención, detección temprana de enfermedades y en su momento evitar su dispersión.

PROTOCOLO SANITARIO

PREPARACION DE ESTANQUES Y RESERVORIO

La preparación de los estanques es el primer paso dentro del proceso productivo de las granjas camaroneras, por lo tanto es de suma importancia iniciar bien el ciclo con una buena preparación de estos tomando en cuenta los siguientes pasos:

1. Secado de estanques es obligatorio durante un periodo mínimo de 45 días.
2. Cuando persistan charcas ó cuando se pretenda realizar un segundo ciclo de cultivo, y de no habiéndose presentado problemas con enfermedades de alto impacto, se recomienda la aplicación de productos desinfectantes probados en acuicultura. (Ver Tabla No. 11).

3. Eliminación de restos de camarón, jaibas, peces, balanos u otros y ubicarlos en rellenos sanitarios o enterrarlos.
4. Limpieza, desinfección y reparación de mallas y estructuras de filtrado en estanques y reservorios.



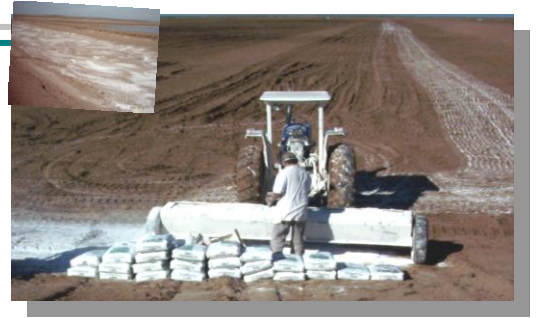
5. Repintar la escala de niveles de profundidad y código de identificación del estanque.
6. Establecer un análisis para la definición del área real de cultivo.

7. Reparar, desinfectar y limpiar tablonces de compuertas, bastidores de filtración y bolsas de malla.
8. Nivelar los fondos para evitar la formación de lagunas o charcas.



9. Preparación de fondos, es importante conocer el estado físico del fondo de los estanques, ya que es a partir de este punto después del secado, cuando se inicia el saneamiento de los fondos. Para lo cual es necesario enviar muestras al laboratorio y en base a los resultados de pH y materia orgánica, determinar las cantidades de carbonato de calcio o hidróxido de calcio que se utilizarán para estabilizar los parámetros más importantes y así tener fondos sanos para el buen desarrollo del cultivo. (ver anexos)

10. El encalado de estanque estará en función del pH, se recomienda manejar pH arriba de 7, y se sugiere un pH de operación entre 7 y 8.5 (ver anexo). Y de la materia orgánica que deberá ser menor a 3%.



➤ **Técnica sugerida del encalado:**

- a. Aplicar rastreo y/o barbecho
- b. Realizar análisis de suelos (pH y materia orgánica)
- c. Aplicar la totalidad de la cal recomendada por hectárea según los resultados de los análisis.
- d. Aplicar el segundo rastreo para disminuir el tamaño del terrón hasta donde sea posible y así aumentar su exposición al sol y homogenizar mejor estos productos con el suelo.
- e. Rehabilitar los canales de cosecha del interior del estanque.
- f. Iniciar el llenado del estanque a un nivel de 30 a 40 cm. y dejar reaccionar el agua con el suelo y la cal por 24 horas y después continuar el llenado del estanque.



11.- Las granjas deberán corregir los problemas de infraestructura interna y de uso común de todas las unidades que conforman la Junta Local.

Nota:

El Rastreo y/o el barbecho.- Deberá realizarse cada final de ciclo, para mejorar las condiciones del fondo.

MANTENIMIENTO DE LOS DRENES Y CANAL DE LLAMADA

- 1.- Limpieza de drenes y desinfección con óxido de calcio o cal.
- 2.- Nivelación y reparación de bordos.
- 3.- Mantenimiento de compuertas del dren.
- 4.- Dragado y limpieza del canal de llamada.
- 5.- Mantenimiento general al cárcamo de bombeo (mecánico, pintura, etc.), incluyendo la desinfección y reparación de las mallas, las cuales deben ser dobles y de 300 a 500 micras, con una longitud del tubo de acuerdo a la capacidad de bombeo (10 a 25 metros de largo por 1 a 1.5 de diámetro).
- 6.- Se deberá instalar un cerco de malla ciclónica en el canal de llamada para evitar el paso de basura y organismos silvestres.
- 7.- Los productores que estén realizando obras como canales de llamada, drenes o labores de mantenimiento; deberán suspender sus obras 20 días antes de que inicie el llenado del reservorio para la primer siembra de una de las granjas de su zona de influencia.
- 8.- Los productores que realicen obras nuevas en áreas de influencia de otras granjas, deberán notificar a la Junta Local correspondiente para obtener la anuencia.

LLENADO DEL RESERVORIO

1. Se recomienda la instalación de una estación de prefiltrado posterior al cárcamo de bombeo con una combinación de malla sardinera y mosquitera, para evitar la entrada de basura y de organismos de gran tamaño.

2. Se deberá instalar una estación de filtrado dentro del canal reservorio con mallas de 300 a 500 micras, para evitar la entrada de larvas de organismos silvestres.



3. Cuidar durante el llenado del reservorio que las mallas de filtración se mantengan limpias y cambiarlas periódicamente, disponiendo de los desechos enterrándolos en capas alternadas con cal o bien enviándolas a un relleno sanitario.

4. Se adicionara algún desinfectante como cloro a baja concentración (10 ppm al agua que sale del cárcamo de bombeo o tratar la columna de agua con óxido de calcio o cal (75Kg/ Ha).

5. Dejar sedimentar y madurar el agua en el reservorio (por lo menos de 24 a 48 horas).

6. Evitar el bombeo de agua al reservorio cuando:

- a. Se realicen trabajos de fumigación.
- b. Después de las lluvias.
- c. Cuando las granjas vecinas cosechen o drenen sus estanques, cuando exista una contingencia por enfermedades.
- d. En mareas bajas.
- e. Cuando se tenga presencia de mareas rojas.
- f. Cuando se observen organismos muertos en el canal de llamada.

LLENADO DE ESTANQUES

1. Otro aspecto importante es el llenado de los estanques. El filtrado de agua debe hacerse hasta 300 micras o menos. Esto con el fin de evitar la entrada de organismos depredadores, competidores y/o vectores de patógenos, que puedan afectar en un momento dado al camarón en cultivo.
2. En el llenado de los estanques el material y equipo que se utiliza, es exclusivo de un solo estanque, el cual se desinfecta cada vez que se utiliza.
3. Utilizar preferentemente el agua superficial del reservorio (con una densidad de fitoplancton mayor a 30,000 células por ml.), llenar gradualmente hasta una columna de 30 a 60 cm de la capacidad de cada estanque para favorecer la fertilización.
4. Cuidar que las mallas de filtración se mantengan limpias y cambiarlas periódicamente.



NOTA 1: Ningún proceso de desinfección deberá poner en riesgo la salud de los trabajadores. Se deberá utilizar el equipo de protección adecuado al trabajar con diferentes desinfectantes y/o productos químicos diversos.

NOTA 2: Los desinfectantes utilizados que deban ser diluidos deberán ser diluidos con agua clara (agua dulce).

NOTA 3: Es preferible utilizar aspersores (mochilas fumigadoras) ya que de esa manera se prepara una cantidad específica y cada vez que se utiliza la solución permanece limpia.

NOTA 4: Se recomienda formar cuadrillas de trabajo mismas que deberán trabajar en los mismos estanques para evitar la propagación de alguna enfermedad.

FERTILIZACION

La fertilización inicial de los estanques se realiza para estimular la producción de alimento natural y lograr tener la transparencia del agua dentro de los rangos apropiados. Es muy importante que los estanques estén completamente maduros al momento de realizar la siembra.

Durante el desarrollo del cultivo, la realización de esta actividad se debe de hacer cuidando que no sirva de instrumento de contaminación entre los estanques de la granja.

Existen dos métodos para iniciar la fertilización en los estanques, uno la aplicación en seco antes del llenado de los estanques, para lo cual se recomienda un análisis de nutrientes de los suelos, y en base a los resultados determinar las proporciones adecuadas de fertilizante.

El segundo método de fertilización es en húmedo, para lo cual se recomienda seguir el procedimiento descrito a continuación:

1. Cuando el estanque tenga del 50 al 60 % de su capacidad de agua para su operación, se recomienda fertilizar con ingredientes inorgánicos (Nitrógeno:Fósforo:Sílice) de acuerdo a los criterios de la zona.
2. No se recomienda el uso de fertilizantes orgánicos producto de desechos pecuarios.
3. Continuar el llenado paulatinamente con intervalos de 2 a 3 días para permitir el desarrollo del fitoplancton y dar tiempo para la maduración del agua del reservorio.
4. Con el disco de secchi se deberá tener una turbidez de 20 a 45 cm, corroborando que dicha turbidez sea por fitoplancton.

Nota: Si se utiliza urea como fertilizante se recomienda tomar precauciones en su aplicación.

SELECCION DE POSTLARVA

Es recomendable que el técnico de la granja que va a adquirir la postlarva, acuda al laboratorio que la proveerá para verificar la calidad del organismo que recibirá, deberá solicitar información respecto a las bitácoras de los tanques de cultivo larvario, deberá solicitar copia de los certificados sanitarios de los reproductores y de las mismas postlarvas, tener conocimiento del origen de los reproductores, realizar algunas pruebas de estrés en laboratorio, conocer el origen y calidad del agua utilizada por el laboratorio, (Consultar tabla No. 1). La preparación del transporte es una actividad propia del laboratorio, sin embargo es recomendable que el técnico de la granja participe al menos como observador.

Se prohíbe el uso de postlarva silvestre para su engorda en unidades de producción acuícola. Se utilizarán solamente nauplios o postlarvas libres de agentes patógenos, cuyos análisis provengan de laboratorios de diagnóstico aprobados por la SAGARPA (NOM EM 006 PESC 2004).

Tabla No. 1 Criterios para evaluar la calidad de la postlarva. (BANCOMEXT, 1999, modificada por COSAES, 2004)



Criterio	Inaceptable o condicionada	Aceptable	Recomendable
Tolerancia a los cambios de salinidad	Menor a 85%	85 – 90%	90 – 100%
Edad	Menor a 12 días	12 días	12 a 20 días
Peso	Menor a 3 mg	3-3.5 mg	Mayor a 3.5 mg
Dispersión de tamaños	Menor a 8 mm Mayor a 15% C V	8 mm 15% C V	Mayor a 8 mm Menor de 15% C V
Desarrollo branquial	Menor a 4 lamelas	4 a 5 lamelas completas	mayor a 5 lamelas completas
Ciego del intestino	Ausencia	Presencia	Presencia
Actividad	Inactivas, nado lento e irregular	Activas en agua sin movimiento	Nado rápido a contracorriente
Intestino	Vacío	Lleno	Muy lleno
Transparencia muscular	Opaco, blanquecino, hialino	Traslúcido, cristalino	Traslúcido, cristalino
Limpieza de apéndices	Sucia	Limpias	Limpia
Protozoarios	Epibiontes Gregarinas	Sin	Sin
Excoriaciones	Con	Sin	Ninguna
Virus	Sin	Sin	Sin
Necrosis	Con	Sin	Ninguna

TRANSPORTE DE POSTLARVAS

Es muy importante contar con todo lo necesario para no tener contratiempos en el camino; ni con el vehículo, ni con la postlarva. Mantener el oxígeno entre 7-10 mg/lit en el transportador y que nunca les falte alimento a las postlarvas. El transportador siempre debe desinfectarse antes y después de usarse.

Se deberá manejar la densidad adecuada de acuerdo al tiempo de transporte y tamaño de la postlarva.



El transporte de postlarva debe efectuarse acompañado siempre de la documentación que acredite su calidad sanitaria satisfactoria, (Certificado Sanitario, resultados de la verificación sanitaria que realizan los Comités de Sanidad Acuícola de los estados de origen, por cada lote que se transporta), mismos que serán requeridos por personal técnico del Comité de Sanidad Acuícola del estado de Sonora a su ingreso a la entidad o en las visitas de supervisión de siembra en la propia granja.

SIEMBRA

Las granjas que se dediquen a la engorda de camarón, deberán solicitar por escrito al Comité de Sanidad Acuícola el "**Permiso de Siembra**", mediante el que se autoriza la introducción de postlarvas a las instalaciones de cultivo, el Permiso se proporciona una vez que el Supervisor Técnico del COSAES ha verificado el cumplimiento de las acciones preoperativas, y teniendo el aval del Presidente de la Junta Local correspondiente.

Las fechas de siembra quedarán de la siguiente manera.

1. A partir del 1ro. de marzo en adelante cuando se trate de siembra directa en los estanques.
2. A partir del 1ro. de febrero cuando se realice en invernadero.
3. La fecha límite de siembra será determinada por las Juntas Locales correspondientes.

Los requisitos para llevar a cabo las siembras son los siguientes:

1. La larva sembrada en el estado de Sonora deberá ser de origen nacional, con el fin de reducir los riesgos de introducir agentes patógenos no presentes en el estado y en el país.
2. La densidad de siembra estará determinada por criterios técnicos y deberá ajustarse a la capacidad de manejo, a las características de los estanques, y a los antecedentes de los ciclos anteriores, y deberá tener el visto bueno de la Junta Local.



3. La talla mínima de siembra será de pl 12 condicionada a que cumpla con los requisitos señalados a continuación.

➤ **Recepción de Postlarvas.**

Al recibir la postlarva para la siembra se realiza una evaluación que consiste en:

1. Prueba de nado.
2. 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).
3. Observaciones al microscopio para revisar:
 - Desarrollo branquial
 - Detección de parásitos
 - Observación de deformidades



Uso de kits prácticos y que hayan demostrado ser eficientes para la detección de infecciones virales (opcional)

Cuando la postlarva evaluada no cumpla con los requisitos señalados anteriormente, no deberá sembrarse. La granja deberá notificar al supervisor técnico del COSAES para que de seguimiento al destino final de esa larva.

➤ **Aclimatación**

Una adecuada aclimatación a las nuevas condiciones que van a enfrentar las postlarvas, representa gran parte del éxito del cultivo.

Los equipos y utensilios empleados en la aclimatación de las postlarvas, deberán ser previamente desinfectados.

Una vez que se bajen las postlarvas a las tinas de aclimatación se recomienda esperar 30 minutos antes de dar inicio al proceso de aclimatación, esto con el propósito de bajar el estrés por manejo. Durante este tiempo se debe mantener suficiente aireación, oxigenación y alimentación.

Se deben registrar los parámetros fisicoquímicos del estanque, iniciando así la aclimatación, monitoreando durante este proceso los siguientes parámetros, Temperatura, pH, Oxígeno y Salinidad.



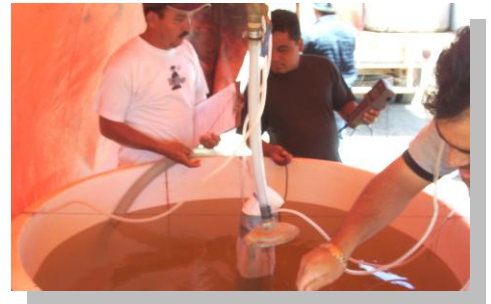
La densidad de aclimatación que se recomienda dependerá del tiempo de aclimatación estimado y se presenta en la Tabla No.2. Este proceso se realiza manteniendo un flujo continuo de agua, desviando el agua de recambio hacia el dren. La variación de los parámetros monitoreados en el agua de aclimatación deben fluctuar de la siguiente manera: Temperatura 0.5°C, salinidad 1.5 ppm y el pH 0.15, cada media hora. (BANCOMEXT, 1999)

Tabla No. 2 Densidades larvales óptimas durante la aclimatación. (Clifford, 1997)

<i>Duración total del proceso de aclimatación (horas)</i>	<i>Máxima densidad en tanques de aclimatación (PL' s/litro)</i>
1	600 – 800
2 - 6	400 – 600
7 - 12	200 – 400
13 - 24	100 – 200
> 24	100

Para el diagnóstico de enfermedades infecciosas que pudieran suscitarse en las postlarvas en los primeros días de cultivo, se recomienda tomar una muestra de las postlarvas sometidas a la prueba de estrés, hacer extracción de DNA y dividirlo en tres porciones quedando una en custodia del laboratorio productor de postlarvas, otra con el granjero y la última con el laboratorio tercero especialista.

Una vez que los organismos se han aclimatado, estos son sembrados en los estanques por medio de una manguera, procurando tomar una muestra testigo por triplicado para evaluar sobrevivencia a las 24, 48 y 72 horas. Cuando las sobrevivencias observadas sean menores de 75% se deberá informar al Supervisor Técnico de la Junta Local correspondiente.



DESARROLLO DEL CULTIVO

✓ **Detección de Patógenos.**

Es importante cuantificar, identificar y monitorear las poblaciones bacterianas y algunos otros patógenos, tanto en agua, fondos y en los organismos. Es recomendable que la granja cuente con un laboratorio de bacteriología para tal efecto, en el caso de no contar con este laboratorio, se deberá acudir a un laboratorio externo.

Desde la preparación de fondos hasta el final del ciclo, se debe llevar un control de los niveles de patógenos en el sistema general. Para lo cual es necesario realizar monitoreos semanales de poblaciones bacterianas y parásitos en los organismos, agua y fondo de los estanques.

✓ **Análisis Bacteriológicos de agua.**

Es importante determinar las cargas bacterianas desde el canal de llamada, canal reservorio y estanques. La periodicidad de estos muestreos será semanal.

✓ **Análisis Bacteriológicos de Fondos.**

En los fondos de los estanques es donde se depositan todos los desechos orgánicos, por lo cual, es necesario llevar un registro del comportamiento de las cargas bacterianas desde antes de la siembra y durante el ciclo. La periodicidad de estos muestreos será quincenal.

El comportamiento de las cargas bacterianas, monitoreadas a través de los análisis bacteriológicos nos indicaran los tratamientos a seguir para su control, el cual se logra con aplicaciones de cal y otros productos desinfectantes de amplio espectro. Es importante identificar la ubicación del problema en el estanque, para determinar el tipo y la presentación del producto a utilizar.

REVISIÓN DE SALUD DE LOS CAMARONES.

a).- **Observaciones macroscópicas (Signos externos).**

Cada semana se realiza un monitoreo de salud, el cual nos sirve para detectar algunos signos externos de problemas que podrían presentar los organismos en cultivo.

Este monitoreo consiste en tirar 6 lances con atarraya por la orilla del estanque, y los organismos capturados son revisados, poniendo especial atención en los siguientes aspectos:

1. Actividad del organismo.
2. Estado de muda.
3. Branquias (necrosis, presencia ó ausencia de suciedad).
4. Apariencia de intestino (lleno, medio ó vacío).
5. Consistencia física.
6. Estado físico de antenas (lisas, rugosas ó rotas, color).
7. Apariencia de urópodos (presencia ó ausencia de inflamación).
8. Exoesqueleto (presencia o ausencia necrosis).
9. Hepatopancreas (tamaño, consistencia y coloración).
10. Pigmentación.



NOTA: Considerar la evaluación de la presencia de fitoplancton y macroalgas (coloración) al momento de la revisión de branquias, cromatóforos expandidos y color de vacuolas lipídicas, adicionalmente preguntar al productor de alimento balanceado si están incluyendo en el alimento algunos tipos de pigmentos como carotenoides, etc.

La mayoría de los signos antes señalados sirven para una evaluación presuntiva de algún problema de tipo bacterial o viral en etapa inicial, los cuales son confirmados por medio de otros análisis que posteriormente se describen.

b).- Observaciones microscópicas (Signos internos).

Otro aspecto importante de la revisión semanal de los organismos, son las observaciones hechas al microscopio en las cuales se pone especial atención en los siguientes órganos:

NOTA: En las revisiones en fresco deberá de hacerse uso de solución salina estéril (NaCl 2%) o bien solución salina inyectable 0.9% (farmacias) lo que permitirá la observación adecuada de los parásitos, así como la dilución de la muestra a revisar.

➤ **Branquias.**

Se cortan algunas secciones de las Branquias, las cuales se montan en porta objetos y se observan al microscopio, buscando:

1. Epibiontes (Zoothamnium, Epistylis, Vorticela, etc.) y de Hongos (Langenidium y Fusarium).
2. Presencia de necrosis ó alguna otra anomalía.
3. Materia orgánica presente.
4. Microalgas bentónicas.
5. Infiltración hemocítica.



➤ **Hepatopancreas.**

Se extrae este órgano para realizar observaciones al microscopio donde se evalúa:

1. Morfología de túbulos (normales, estrangulados o deformes).
2. Densidad de lípidos (abundantes, reducidos y/o escasos).
3. Presencia de necrosis.
4. Infiltración hemocítica.



➤ **Intestino.**

Otro órgano importante para determinar el estado de salud en los camarones es la observación al microscopio del intestino medio, en donde se detectará:

1. Inflamaciones, causadas por algas verde-azules.
2. Incidencia de parásitos del tipo Gregarinas.
3. Tipo y cantidad de alimento contenido.



➤ **Hemolinfa.**

1. Tiempo de coagulación.
2. Cuenta total de hemocitos.

HERRAMIENTAS DE APOYO

Para realizar todo el trabajo descrito anteriormente es necesario contar con un laboratorio de campo, equipado con material y equipo para realizar:

1. Análisis bacteriológicos de:
 - Agua.
 - Fondos.
2. Análisis bacteriológicos de organismos en:
 - Hemolinfa.
 - Intestino.
 - Hepatopancreas.
3. Uso de Kits prácticos y que han demostrado ser eficientes en la detección de infecciones vírales:



El uso de esta serie de análisis se hace minuciosamente cada semana a todos los estanques, pero además periódicamente se envían a otros laboratorios, para análisis de histopatología y/o PCR. Esto nos sirve para tener un punto de comparación y estandarizar los criterios de interpretación de resultados.

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

La bioseguridad se refiere al conjunto de medidas pro activas encaminadas a la prevención y o disminución del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas bacterianas o virales y parasitarias, a poblaciones de animales limpios y sanos. (Zendejas, 1999).

➤ **Control de accesos**

Creación de vados y arcos sanitarios específicos para cada micro región, así como la operación de casetas sanitarias y registro de acceso.

Solicitar que los proveedores de insumos asignen un solo transporte por cada micro región, y en la medida de lo posible que estos vehículos no ingresen a las granjas, por lo que se deberá crear centros de acopio a la entrada de las granjas o ubicar las bodegas en esta zona. No se deberá permitir la introducción de vehículos particulares a las granjas.

➤ **Desinfección de vehículos.**

Esta deberá realizarse al ingreso del parque acuícola o granja, utilizando desinfectantes de amplio espectro.

➤ **Desinfección del equipo de trabajo y personal.**

El equipo de trabajo deberá desinfectarse siempre que se utilice en un estanque y antes de utilizarse en otro, y antes de ingresar al almacén una vez que se ha terminado de utilizar. El lavado de filtros y bastidores deberá realizarse en un área especial alejada del reservorio.

➤ **Medidas de seguridad e higiene.**

- a).- Evitar que existan animales domésticos sueltos en la granja.
- b).- Evitar utilizar equipos de otras granjas.
- c).- Limpieza general de la granja.

-
- d).- Designar áreas específicas para la ubicación de contenedores de desechos peligrosos, productos químicos, combustibles. Para evitar la contaminación cruzada con alimentos y otros insumos.
 - e).- Designar áreas para el depósito temporal de desechos no peligrosos.
 - f).- Se deberá contar en cada granja con baños y letrinas ecológicas acondicionadas de acuerdo al tamaño de la granja.
 - g).- Se prohíbe la interacción de equipos: de medición, pangas ,atarrayas, personas, etc. En las áreas comunes. (Chávez, Higuera, 2003)

Nota: Para mayor información consultar el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaría, de SENASICA.

➤ **Recirculación de agua.**

Con el propósito de minimizar riesgos de transmisión de enfermedades de alto impacto, queda prohibido para todas las granjas descargar aguas en cuerpos de agua que son fuente de abastecimiento de ellas mismas o de otras granjas.

Nota: Se trataran como casos especiales las Juntas Locales de Agiabampo y Siari.

- **Mantener los parámetros fisicoquímicos y biológicos ideales de la calidad del agua.**

Tabla No. 3 Parámetros ideales de la calidad del agua para el cultivo de camarón (*L. vannamei*). (Zendejas, 1999)

Parámetro	Intervalo Ideal
Temperatura (°C)	23 – 30
Oxígeno disuelto (mg/l)	6.0 – 10.0
Dióxido de carbono (mg/l)	< 20
Salinidad (ppt.)	15 – 27*
pH	8.1 – 9.0
Alcalinidad (mg/l CaCO₃)	100 – 140
Transparencia (cm)	35 – 45
Amonio total (mg/l)	0.1 – 1.0
Amonia no-ionizado (mg/l)	< 0.1
Sulfuro de hidrógeno total (mg/l)	< 0.1
Sulfuro de hidrógeno no-ionizado (mg/l)	< 0.005
Nitritos (N-NO₂, en mg/l)	< 0.5
Nitratos (N-NO₃, en mg/l)	0.4 – 0.8
Nitrógeno total inorgánico Nitritos (mg/l)	0.5 – 2.0
Silicatos Nitritos (mg/l)	2.0 – 4.0
Fósforo reactivo (PO₄, en mg/l)	0.1 – 0.3
Clorofila a (microgramos)	50 – 75
Sólidos totales en suspensión (mg/l)	50 – 150
Potencial Redox en el fondo(mV)	400 – 500

***Nota:** En Sonora se opera con buenos resultados con salinidades de 35 a 42 ppt.

La temperatura y oxígeno disuelto deben medirse dos veces por día en la superficie y en fondo de cada estanque para determinar si los estanques están estratificados. (el OD del fondo puede medirse doblando la porción terminal del cable del oxímetro en forma de U, amarrando el electrodo al cable por medio de una liga para que la membrana no esté en contacto con el fondo del estanque y se pueda tomar una medida de 12 a 14 cm del fondo uniformemente) Las lecturas deben registrarse gráficamente para cada estanque. (Clifford, 1997)

El monitoreo de pH en agua es recomendable realizarlo dos veces por día en agua, por la mañana y por la tarde. Y no deberá de fluctuar en más de 0.5 unidades de pH de la mañana hasta la tarde. (Clifford, 1997). La medición de pH en sedimento del estanque es recomendable realizarla cuando menos semanalmente.

MEDIDAS SANITARIAS EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO

➤ **Alimentación.**

- 1) Diseñar un programa de alimentación que muestre claramente la cantidad y periodicidad del alimento de acuerdo a: especie, temperatura del agua, fase de desarrollo y preferencias alimenticias del camarón durante los días de desarrollo del cultivo.
- 2) Estos programas deberán ser ajustados continuamente de acuerdo al crecimiento y biomasa estimada en función de los muestreos de población.
- 3) Las enfermedades virales no se curan, se previenen. Se debe evitar el uso de alimentos con antibióticos con fines preventivos. Su aplicación cuando sea necesario será acorde a la NOM EM 006 PESC 2004.
- 4) Cuando se utilicen antibióticos se deberá cumplir con los tiempos de retiro que especifique la norma vigente, realizar aleatoriamente análisis de concentración y tipo de antibiótico adicionado al alimento.
- 5) Se deberá tener estricto cuidado en el manejo de los alimentos, procurando que estos sean almacenados en bodegas que garanticen la integridad de los insumos, así mismo que eviten que sean contaminados con hongos (responsables de la producción de aflatoxinas) o insectos. Se deberá tener especial cuidado en las fechas de elaboración. Los alimentos no se deben exponer por tiempos prolongados a la luz y/o calor del sol. Los cambios de alimento se deben realizar en forma gradual.
- 6) No se debe dejar de alimentar un cultivo por periodos prolongados.
- 7) El alimento se deberá aplicar de forma homogénea en el estanque.
- 8) Se recomienda el uso de charolas o testigos de alimentación para hacer el ajuste de cada una de las raciones.

- 9) En la acuicultura nacional esta prohibido el uso del cloranfenicol y furazolidona.
(Ver Tabla No. 13)

➤ **Fertilización.**

Se puede hacer con el uso de una bomba de alta presión para dosificar el fertilizante por la orilla del estanque. Cuando se hace con el apoyo de una lancha, hay que desinfectar el equipo antes de pasar a otro estanque. La transparencia del agua no debe de ser mayor de 50 cm. ya que permitiría la penetración de luz al fondo, provocando una posible proliferación de macroalgas y estrés en los camarones. No se recomienda aplicar urea cuando se tenga problemas de vibriosis.

Se deberá hacer uso de fertilizantes específicos y aprobados para acuicultura.

➤ **Biometrías.**

Estas se realizan semanalmente, por la orilla del estanque desde los muelles (para evitar meterse al estanque), también se pueden realizar en lancha a velocidades bajas para no estresar al camarón. Se deberá desinfectar todo el equipo al terminar el muestreo en cada estanque. Los organismos muestreados no deberán regresar al estanque.

➤ **Poblacionales.**

Estos se realizan en la madrugada o al anochecer tirando entre 6 a 8 lances de atarraya por ha.

En condiciones especiales que se requiera hacer un sondeo se deberá tirar de 2 a 3 atarrayas por Ha. para evitar al máximo el estrés en el muestreo, de preferencia hacerlos únicamente cuando haya dudas acerca de la población existente.

➤ **Detección de enfermedades.**

Todos los productores están obligados a notificar dentro de las primeras 24 horas, cualquier indicio o sospecha de enfermedades virales a la Junta Local de Sanidad

correspondiente y al Supervisor Técnico del Comité de Sanidad Acuícola, para determinar las acciones a seguir de manera inmediata.

La comunicación de presencia de brotes infecciosos será dada a conocer a la brevedad posible al principal afectado, a las granjas de la Junta Local a la cual pertenece la granja afectada, y al personal de CONAPESCA por el Comité de Sanidad Acuícola, siendo este el único vocero autorizado para difundir esta información.

➤ **Cosecha.**

Con el objetivo de prevenir la diseminación de enfermedades infecciosas y evitar que los organismos cosechados presenten residuos de antibióticos o algún otro contaminante que pueda significar un riesgo para el consumo humano, se ha establecido el "**Permiso de Cosecha**" como una herramienta de control de estos factores. Para la obtención de este documento



se deberá llenar una solicitud que expedirá el Comité de Sanidad Acuícola a la cual se deberá anexar el programa de precosechas y cosechas finales de la granja solicitante. Una vez entregados estos documentos, el Supervisor Técnico verificará que se hayan cumplido los tiempos de retiro después de lo cual se entregará el Permiso de Cosecha. Cuando se considere necesario y para cumplir con los programas de control de contaminantes que implemente SENASICA, el personal técnico del Comité de Sanidad Acuícola tomará muestras de camarón para realizar los análisis pertinentes.

Con el objeto de que las granjas puedan corroborar previo a sus cosechas, la ausencia de residuos de antibióticos en los camarones de cultivo, se deberá dar cumplimiento a lo siguiente:

- 1.- Tomar muestras de los camarones en cultivo de conformidad con el anexo de la norma oficial mexicana NOM-O30-PESC-2000.
- 2.- Las muestras deberán ser enviadas para su procesamiento a un laboratorio tercero especialista aprobado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- 3.- Las plantas procesadoras que reciban camarón cultivado, deberán exigir los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas, en las que se especifique la ausencia de antibióticos, particularmente **cloranfenicol y furazolidona**.

4.- No se debe cosechar en caso de que los resultados de las pruebas de laboratorio indiquen la presencia de residuos de antibióticos; hasta que nuevos análisis demuestren su ausencia.

La fecha máxima para concluir las cosechas debe ser el día 15 de diciembre. Al término de las cosechas se deberá drenar completamente los estanques bombeando de ser necesario el agua de las charcas que puedan quedar aisladas en el piso de los estanques, las charcas que no puedan ser vaciadas totalmente deberán ser tratadas con cloro 10 ppm), óxido de calcio o cal (Ver anexos). Se deberá recoger los organismos muertos que hayan quedado y finalmente se deberá sellar las compuertas de salida.

Con el objeto de establecer la **calidad e inocuidad** de los camarones cultivados, antes de ser cosechados, deberá aplicarse el siguiente procedimiento:

➤ **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. (Chávez, Higuera, 2003)

Con el propósito de evitar una contaminación entre granjas se recomienda que todos los productores soliciten a los operadores de los camiones que acuden por el producto de cosecha, la boleta de sanitización que avale que este transporte ha sido desinfectado al salir de su planta o bien en el Punto de Verificación de Estación Don.

Es recomendable que cada granja cuente con sus propias taras destiladoras, y se desinfecten antes y después de cada cosecha.



Se recomienda el establecimiento de estaciones de cosecha en las entradas de las granjas, para evitar que los camiones que transportan la cosecha pasen al interior de la granja, ya que estos pueden contaminar otros estanques al derramar agua del hielo derretido. Esta agua puede contaminarse con desechos de camarones de granjas con problemas de enfermedades.

El camarón cosechado debe lavarse muy bien antes de ser colocado en los contenedores de transporte (huevos), aquí se mata el camarón por shock térmico. Posteriormente se transporta el camarón en el mismo huevo a la estación de cosecha donde se pesa y se enhiela el producto. Es necesario tener como mínimo 2 equipos para realizar esta operación.



PROCEDIMIENTO DE COSECHA ANTE LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES DE ALTO IMPACTO.

Cuando en una granja de camarón se confirme la presencia de enfermedades virales de alto impacto, se deberán reunir las granjas de la Junta Local correspondiente, para determinar las acciones a seguir con el propósito de minimizar los riesgos sanitarios. A continuación se enumeran las siguientes acciones que podrían implementarse:

1. Comunicar inmediatamente a todas las granjas de la Junta Local y convocar a una reunión.
2. Implementar medidas para disminuir el factor de estrés al máximo.
3. Realizar cosechas parciales hasta bajar los índices de mortalidad en el estanque.
4. Mejorar calidad de agua a través de tratamientos profilácticos.
5. Realizar monitoreos continuos de parámetros fisicoquímicos.
6. Realizar los análisis de PCR e histología que sean necesarios para dar seguimiento a los eventos que se presenten.
7. Tener registros confiables de organismos muertos y parámetros fisicoquímicos diarios en los estanques con problemas.
8. Extremar medidas de bioseguridad señaladas anteriormente.
9. La decisión de volver a sembrar un estanque afectado queda a decisión de la Junta Local.
10. Todas aquellas que se consideren necesarias y que sean tomadas en consenso.

Cuando se detecte una mortalidad y se presente repentina o acumulada durante varios días, del 50% de la población en cultivo, el criterio del Comité de Sanidad Acuícola estará acorde a lo dispuesto en la NOM 030 PESC 2000, y a los acuerdos que tomen los integrantes de cada Junta Local.

La NOM 030 PESC 2000 señala lo siguiente:

Cerrar la entrada y salida de agua de los estanques infectados.

El encargado de la unidad de producción tiene la obligación de dar aviso en un plazo máximo de 24 horas, después de ser detectada la mortalidad, a la granja o

las granjas vecinas, sobre todo a aquellas con las que comparte el mismo cuerpo de agua, y al Comité Sanidad Acuícola (Junta Local).

Se deberá realizar la cosecha con los estanques llenos de agua, bien cerradas las compuertas, utilizando para esto el arte de pesca llamado chango y/o la churupa.



A continuación se realizará la desinfección del agua de la estanquería afectada, aplicando 200 miligramos de Hipoclorito de sodio por litro de agua, lo que permitirá obtener una concentración de 200 partes por millón de Cloro, manteniendo estas condiciones durante un periodo de 48 horas o más.

Terminado el periodo de desinfección del agua de los estanques, se procederá a la eliminación del agua y a la cosecha de los mismos, los camarones muertos se enterraran en una fosa de 1.5 metros de profundidad, colocando una capa de camarones y otros desechos extraídos de los estanques, una capa de óxido o hidróxido de calcio y así sucesivamente hasta quedar una profundidad de 50 cm; misma que será rellenada con tierra que deberá comprimirse perfectamente hasta el nivel del suelo. O bien Los organismos muertos pueden ser llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal correspondiente.

A continuación se procederá a la desinfección de los estanques vacíos utilizando productos de amplio espectro.

La desinfección de utensilios como mesas, botas, redes, cubetas, transportadores y todos aquellos que entren en contacto con el agua de las instalaciones de cultivo, o con los camarones en cultivo, deberán previo lavado sin usar detergentes y jabones, colocarse en una solución de hipoclorito de calcio a una concentración de 200 partes por millón. Los pisos, paredes y techos de las instalaciones deberán desinfectarse también utilizando el mismo producto citado.

ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA (LA MEMORIA DE LA GRANJA)

- 1.- Permitirá hacer una proyección más acertada sobre el próximo ciclo a realizar, de acuerdo a la experiencia de ciclos anteriores y condiciones climatológicas que pronostiquen la actividad para el ciclo futuro.
- 2.- Toda la información recabada tendrá que ser analizada mediante un sistema estadístico tipo cluster y discriminante, para determinar cuales son los factores más importantes que se relacionan con el inicio de las enfermedades y el proceso de producción.
- 3.- Estos sistemas de información serán determinantes para el uso responsable de medicamentos y realizar las proyecciones de producción en forma mas adecuada.

En base a la experiencia e información recabada de los ciclos anteriores se establecerán los manuales operativos de cada granja, lo que facilitará la estandarización de las técnicas de análisis de laboratorio presuntivo y las técnicas de toma e interpretación de parámetros físico químico y biológico. (Jiménez, Ibarra, 1999)

BENEFICIOS ESPERADOS

Sin duda, en la medida que se lleve un control del crecimiento de las poblaciones bacterianas y otros parásitos, se eliminará un factor determinante que permitirá disminuir importantemente el estrés en los camarones cultivados y obtener resultados positivos de producción. Adicionalmente, la eliminación del estrés puede disminuir las posibilidades de problemas de tipo viral, mejorando las expectativas de producción aún en presencia de virus.

Es importante resaltar que el Director de la granja, debe participar de manera directa en la revisión de los organismos en los estanques, ya que aunado al análisis de los resultados del monitoreo de parámetros fisicoquímicos y a los resultados de análisis microbiológicos que arrojen los laboratorios internos y externos, se tendrá un panorama amplio de la situación que presenta el cultivo cada semana, y se podrán plantear estrategias adecuadas para el manejo del cultivo. Por otro lado el personal técnico capacitado tendrá herramientas para la toma de decisiones inmediatas en caso de ser necesario.

La organización interna y el compromiso que adopten los productores que conforman una Junta Local de Sanidad Acuícola para dar cumplimiento al presente documento, será determinante para minimizar los riesgos sanitarios en los cultivos. En la medida que se de una apertura y se tenga una comunicación continua de los problemas que afectan una región, en el seno de las reuniones periódicas que tenga la Junta Local de Sanidad Acuícola, en esa medida se podrá lograr minimizar los riesgos de las inversiones realizadas e incrementar la rentabilidad de los cultivos.



ANEXOS

1. SUELOS

La composición del suelo es importante en las transformaciones de este insumo y esta determinada por su origen geológico y/o sedimento. Esta varía de acuerdo a la localización de la granja y su historia geológica y ecológica. La composición física de los suelos se determina por tres componentes principales, las arcillas, los limos y las arenas. La composición química está determinada por los compuestos minerales que se encuentran en ellos. Por ejemplo, los suelos calcáreos son muy ricos en carbonato de calcio y magnesio, mientras que otros pueden ser ricos de compuestos orgánicos o en sales de hierro y silicio. Los suelos orgánicos son los más susceptibles a la generación de problemas en el fondo del estanque por el alto grado de actividad microbiana que generan, la alta demanda de oxígeno y la formación de compuestos muy ácidos o tóxicos los cuales son agresivos para los camarones.

Los suelos de los estanques pasan por dos fases: la **subacuática** y la **seca**. Durante la fase subacuática que ocurre cuando los estanques están llenos, la principal transformación de los suelos consiste en el **enriquecimiento de materia orgánica**, el **atrapamiento de nutrientes** y la **transformación química de los compuestos oxidados en compuestos reducidos**.

El proceso de reducción de compuestos oxidados a compuestos reducidos, ocurre en condiciones anaeróbicas, las cuales se caracterizan por una diferencia de los niveles de oxígeno, los cuales no satisfacen la **demanda química del oxígeno (DQO)**, ni la **demanda bioquímica del mismo (DBO)**, que originan la descomposición de la materia orgánica. A diferencia de los suelos de estanques de agua dulce, los suelos de estanques con agua de mar, pueden acumular compuestos reducidos de azufre, por la elevada concentración de sulfatos presentes en el aguamarina, en comparación con los estanques de agua dulce donde la cantidad de sulfatos es menor.

Durante la fase seca, los compuestos químicos reducidos que se encuentran en el fondo del estanque, entran en un proceso de oxidación debido al contacto con los gases atmosféricos, los cuales son ricos en oxígeno. Durante su contacto con el aire restablecen los niveles de oxidación de muchas moléculas del suelo. Por tal razón los suelos de los estanques actúan como un acumulador de oxígeno en los sedimentos, mismo que es utilizado por la comunidad biológica del estanque durante la fase subacuática. Por ello

deben ser tratados entre ciclo y ciclo para reoxidarse, remineralizarse, elevar su pH y reducir la demanda química de oxígeno de la materia orgánica presente en ellos.

Estos tratamientos pueden implicar muchos procesos como son: **lavado, drenado, deshidratación, agrietamiento, roturado, aireación, asoleamiento, oxidación, remoción, remineralización, tratamiento químico y nivelación.**

Tratamiento de fondos.

➤ **Drenado.**

Consiste en reducir el espejo de agua lo máximo posible, eliminando charcas del estanque para facilitar la deshidratación del suelo y el contacto con los gases a través de la atmósfera y la porosidad propia de los fondos.

Para el drenado correcto de los fondos se siguen los siguientes pasos:

- ❑ Dejar escurrir el estanque para eliminar la mayor cantidad de agua por gravedad. Para facilitar este escurrimiento, se deberán hacer trabajos complementarios de canalización en el fondo de los estanques con objeto de conectar las charcas a los drenajes del estanque, desazolviendo los mismos. Cuando estos están bien contruidos por lo general tienen canales perimetrales que funcionan para drenar dentro de los estanques, los cuales resultan del préstamo del suelo que es utilizado para la construcción de los bordos.
- ❑ Una vez alcanzado el nivel mínimo de agua con el sistema de drenado por gravedad, se deberán sellar las compuertas de entrada para evitar que penetre agua del reservorio, en este caso los tableros se sellan con una mezcla de manteca y ceniza de proporción de 1:10. En la compuerta de entrada, el tablero se eleva para impedir que entre agua del canal de reservorio durante las operaciones de bombeo. En el caso del sistema de tubos estos deben taponarse amarrando bolsas de plástico en las puntas de entrada, o bien elevarse para que no entre agua del reservorio cuando ello se pueda hacer.
- ❑ Esta operación impedirá que el agua penetre a los estanques durante las operaciones de bombeo en el reservorio. La misma operación de sellado de compuertas se realiza en las compuertas de salida o cosecha, para evitar que el agua de los canales colectores penetre al estanque durante las mareas altas.
- ❑ Una vez controlados los accesos de agua, podrían instalarse sistemas de bombeo portátiles dentro de los estanques para vaciar el agua residual y disminuir el nivel

freático. Estas bombas pueden ser motobombas o bombas charqueras según la cantidad de agua que se requiera mover.

- ❑ Aquellas charcas que no pueden vaciarse pueden ser tratadas de una manera especial con compuestos como el óxido de calcio, conocido como cal viva (CaO) o hidróxido de calcio, conocido como cal hidratada (Ca(OH)_2), con objeto de oxidar los fondos, neutralizar el pH y eliminar organismos no deseables y mejorar la descomposición .
- ❑ Oxidación de la materia orgánica. Las cantidades de cal que se deben aplicar, se determinan de acuerdo al pH de los fondos mediante métodos que se describirán posteriormente.

➤ **Deshidratado.**

Consiste en mantener el nivel freático lo más bajo posible, lo cual puede requerir el bombeo del agua de las partes más profundas o charcas del estanque para garantizar que el suelo se deshidrate por evaporación. Proceso en el que intervienen los vientos y la luz solar. En los estanques con drenajes perimetrales, la deshidratación ocurre más rápido en la parte central de los estanques debido a que estos drenajes facilitan que se mantengan lo más bajo posible el nivel freático del agua.

Si bien la deshidratación es un proceso necesario para permitir que la porosidad facilite el contacto de los sedimentos con los gases atmosféricos, el exceso de deshidratación puede tener efectos contraproducentes.

Algunas de las contraindicaciones de deshidratación son las siguientes:

- En suelos ácido sulfatados el secado total puede aumentar la acidez de estos cuando son hidratados de nuevo. Por tal motivo, cuando existe este problema se recomienda una deshidratación parcial.
- En suelos con niveles de pH inferiores a 6 la deshidratación total puede reducir la flora microbiana y afectar la descomposición de la materia orgánica, por lo cual se recomienda mantener el suelo con un nivel de humedad que permita la actividad biológica.

➤ **Agrietado natural y roturado.**

Consiste en permitir que de manera natural los suelos se agrieten por deshidratación y en facilitar la fragmentación de los suelos por acción mecánica, utilizando un tractor equipado para remover el suelo. Esta acción se conoce en algunas granjas como rastreo, empleando una rastra de uso agrícola jalada por tractor.

La acción mecánica es necesaria cuando los suelos se agrietan en grandes bloques y el centro de los mismos no se oxida. Ello puede verificarse fragmentando los terrones del suelo y observando la coloración del núcleo, si persiste el color negro en el centro del terrón, ello quiere decir que la porosidad no permite la oxidación completa del suelo y que el suelo requiere una mayor fragmentación para facilitar la oxidación.

También cuando el agrietado natural es muy superficial, el roturado mecánico facilita la acción del aire a una mayor profundidad.

➤ **Asoleamiento, aireación y oxidación.**

En esta parte del proceso los suelos entran en contacto con los gases atmosféricos facilitando la transferencia de gases en ambas direcciones, por un lado el oxígeno puede reaccionar con los compuestos reducidos del suelo y enriquecer el sedimento con compuestos oxidados y por otra parte los gases tóxicos pueden ser liberados por evaporación. El contacto del suelo del estanque con el aire y el sol tiene las siguientes ventajas:

1. Mejora la textura del suelo.
2. Aumenta la disponibilidad de los nutrientes.
3. Facilita el contacto de los sedimentos con los gases atmosféricos por porosidad.
4. Facilita la oxidación de la materia orgánica, su rompimiento y descomposición.
5. Reduce la demanda de oxígeno en el sedimento.
6. Facilita la colonización bentónica en la posterior fase subacuática.
7. Oxida y elimina metabolitos indeseables.
8. Elimina organismos indeseables, tales como depredadores, competidores, parásitos y otros.
9. Facilita la eliminación de depósitos de lodos.
10. La oxidación en la fase seca permite que los sedimentos actúen como acumulador de oxígeno, el cual será utilizado gradualmente en la fase húmeda en el proceso.

de oxidación de la materia orgánica que queda sedimentada en el fondo del estanque.

➤ **Remoción y remineralización.**

Mediante esta acción lo que se busca es agregar al sedimento compuestos muy oxidados, ricos en oxígeno que ayuden a satisfacer la demanda química de los fondos durante la fase húmeda, así como minerales que mejoren la descomposición de la materia orgánica. La remineralización tiene por objeto incorporar de manera selectiva ciertos minerales como el carbonato de calcio, la cal viva, la cal hidratada y nitratos entre otros. La remoción o rastreo tiene por objeto mezclar los compuestos que fueron agregados con el sedimento del estanque de tal manera que se incorporen a él, con objeto de favorecer la neutralización del pH hasta un valor cercano a 7.

2. METODOS PARA MEDIR EL pH.

➤ **Determinación del pH.**

El pH se define como el potencial de hidrógeno y es indicativo de la acidez de los suelos por la presencia de iones hidrógeno los cuales se expresan con el símbolo H⁺.

La determinación del pH en el campo se puede realizar de acuerdo al método directo con cualquier potenciómetro portátil y/o con un equipo especializado en la medición del pH de los suelos como el pHmetro de trompo.

También se puede hacer una determinación rápida de la acidez cuando se sospecha de la presencia de compuestos ácidos de azufre por el método del peróxido de hidrógeno, mediante el cual se oxigena una muestra de sedimento en el campo antes de medir el pH. Este método consiste en mezclar en un vaso o matraz una cantidad equivalente de agua oxigenada o peróxido de hidrógeno al 30% con una cantidad similar de muestra húmeda de sedimento, se deja reaccionar hasta que no haya burbujeo y se mide el pH con un potenciómetro de campo, si este es inferior a 3.0, se puede sospechar que el suelo está acidificado por la presencia de compuestos de azufre reducidos. Si así fuere, deberá enviarse una muestra al laboratorio para certificar la sospecha.

Adicionalmente a las determinaciones en campo, se deberán tomar muestras de suelo en diferentes puntos del estanque para ser llevados al laboratorio. Si se dispone de un aparato que determine los requerimientos de carbonato de calcio en campo, no será necesario determinar el pH en el laboratorio. Las mediciones de pH en campo y/o la toma de muestra para medirlo en el laboratorio, deberán obedecer a una red de puntos de muestreo equidistantes, es decir a la misma distancia unos de otros. Esta red de muestreo, deberá estar anotada en un mismo plano del estanque, donde se anote la coloración y el aroma del suelo, para verificar con mediciones de pH la acidez del suelo en los lugares señalados de esta forma. El propósito de la red de estaciones, es determinar las manchas o contornos de pH para aplicar los tratamientos de acuerdo a la distribución de valores de pH, en otras palabras, se busca determinar cuales zonas están más ácidas que otras. Cuando son muchas las muestras es conveniente que la granja desarrolle la capacidad para realizar los análisis básicos del suelo, pues estos son muy importantes para tomar decisiones.

Un método práctico para determinar los sitios de medición del pH, consiste en:

1. Cuadricular el estanque en un plano tamaño carta, formando una retícula o red.
2. Dibujar sobre la retícula los contornos de los charcos, zonas de depósito de materia orgánica, zonas de diferente color, zonas de desprendimiento de aromas, drenes y charcas que se encuentren bajo el nivel del resto del estanque.
3. Realizar las observaciones sobre el color y el aroma de los fondos al mismo tiempo en que se realiza la medición del pH *in situ* o la toma de muestras, anotando las observaciones en la carta.
4. El número de muestras debe determinarse de acuerdo a las zonas que muestre la retícula. Por lo general se deberá tomar un mayor número de mediciones en las zonas más afectadas o bien en aquellas donde las mediciones de pH sean muy diferentes entre una estación y otra.

Una vez anotados todos los datos de pH, se deben trazar líneas, dibujando contornos alrededor de las zonas con valores de pH muy similares, observando las congruencias con los contornos dibujados por observación del color, aromas, charcas, drenes y zonas de depósito de sedimentos.

En el caso que el pH se determine en laboratorio, las muestras se colectan y se trasladan en bolsas de plástico etiquetadas para su preparación por el método de deshidratación. En este caso el pH se determina por el método general, o por el método de Alabama, mismos que se describirán más adelante.

Para determinar las dosis requeridas de carbonato de calcio necesarias para estabilizar el pH del fondo a los niveles de inicio recomendados se puede seguir cualquiera de estos cuatro procedimientos: el método de campo, basado en el uso del pHmetro de Trompo, el método de campo basado en el potenciómetro portátil, el método general de laboratorio y el método Alabama de laboratorio.

➤ **Método del pHmetro de Trompo**

Este es el método más fácil, rápido y más completo, ya que además de proporcionar el pH trae una tabla de recomendación para la aplicación de cal para las tres formas oxidadas de calcio. Estas cantidades recomendadas de cal según el tipo de

cal seleccionada se basan en las propuestas por Clifford (1985) descritas en la tabla siguiente:

Tabla No. 4 Requerimientos de cal de acuerdo al pH del sedimento y al tipo de cal.

<i>pH del suelo</i>	<i>Carbonato de calcio Kg/Ha</i>	<i>Hidróxido de calcio Kg/Ha</i>	<i>Óxido de calcio Kg/Ha.</i>
4.0	1,666	1,587	1,113
4.5	1,479	1,409	1,006
5.0	1,113	1,035	710
5.5	739	710	522
6.0	374	335	268
6.5	0	0	0

Puede observarse que las cantidades de cal por hectárea difieren significativamente según la cal que se aplique. En general el óxido de calcio se aplica en menores cantidades que el hidróxido de calcio, y este a su vez en menores cantidades que el carbonato de calcio.

Una recomendación que se puede hacer, es la de preferir el uso de cal de carbonato de calcio, y utilizar la cal hidratada y la cal viva sólo en circunstancias extremas en que se requiera: combatir los suelos ácidos sulfatados, tratar charcas, zonas de sedimentación, áreas de coloración, aplicar un plan sanitario, desinfectar los pisos del estanque después de un grave problema bacteriano, eliminar depredadores y/o competidores. El uso de estos últimos dos productos no es recomendable en circunstancias normales pues produce un cambio muy drástico en el pH el cual puede afectar a la comunidad microbiana benéfica, afectando la descomposición normal de la materia orgánica. Por otra parte son productos que enriquecen los suelos de calcio sin el aporte de oxígeno que se puede obtener al utilizar el carbonato de calcio.

➤ **Método del potenciómetro para la determinación del pH en campo.**

Cuando se carece de pHmetro de trompo y se cuenta con un potenciómetro con electrodo de vidrio, se puede determinar el pH tomando una muestra del suelo con un tubo de plástico de 50.0 cm de largo y un diámetro de 10.0 cm. Se toman 10.0 cm³ de suelo y se depositan en un recipiente al cual se agrega 10.0 cm³ de agua destilada,

obteniendo una relación suelo-agua de 1:1, se mezclan ambos y se deja reposar durante una hora. Al término de ésta se agita vigorosamente y se mide el pH.

Tabla No. 5 Cantidades de cal recomendadas para los diferentes niveles de pH medidos por el método del potenciómetro son sugeridas por Franco (1994)

<i>pH del suelo</i>	<i>CaCO₃</i> <i>Kg/Ha</i>	<i>Ca(OH)₂</i> <i>Kg/Ha</i>
4.0	798	479
4.5	748	449
5.0	699	419
5.5	649	389
6.0	549	329
6.5	399	240
7.0	200	100
7.5	100	50
7.5-8.5	45	23

NOTA: Cuando los datos de pH se encuentren entre dos valores de la tabla las cantidades correctas de cal se pueden interpolar.

La tabla siguiente propuesta por Boyd (1992) sugiere una relación simple para la aplicación de cal basada en las lecturas de pH de suelo. Esta tabla se asemeja más a lo que en la práctica se realiza con mayor frecuencia en las granjas del estado de Sonora.

Tabla No. 6 Cantidades de cal basadas en lecturas de pH, sugeridas por (Boyd, 1992)

<i>pH de suelo</i>	<i>Cantidad de CaCO₃</i> <i>(ton/Ha)</i>	<i>Cantidad de Ca(OH)₂</i> <i>(ton/Ha)</i>
>6	1 a 2	0.5 a 1
5 a 6	2 a 3	1 a 1.5
<5	3 a 5	1.5 a 2.5

➤ **Método general para la determinación de pH en el laboratorio.**

Este método se fundamenta en la medición del pH por el método general, el cual se describe detalladamente a continuación:

1. Preparación de la muestra:
 - a). Toma de muestra del suelo del estanque
 - b). Secar
 - c). Pulverizar con molino o mortero
 - d). Tamizar en malla No. 20 (0.85 mm)
 - e). Pesar 20.0 gramos de muestra y pasarla a un matraz de 250 ml.

2. Preparación de la solución Buffer.
 - a). Pesar 20 g de Pnitrophenol, 15 gramos de H₃BO₃, 7 gramos de KCl y 10.5 gramos de KOH.
 - b). Diluir en 500 ml de agua destilada dentro de un matraz de 1000 ml y una vez diluidos aforar hasta los 1000 ml.
 - c). Calibración del pHmetro con una solución buffer 8.0 +/- 0.1

3. Preparación de la solución:
 - a). se toman 40 ml de la solución buffer preparada y se agregan a la muestra.
 - d). Por medio de un agitador se mezcla la solución por una hora.

4. Toma del pH de la muestra después de una hora

Una vez obtenido el valor de pH, los requerimientos de carbonato de calcio se evalúan mediante la siguiente ecuación sugerida por Boyd (1992):

$$\text{Requerimiento de cal (kg/Ha)} = (8.0 - \text{pH}) * 5,600$$

NOTA: Si el pH de la muestra es menor a 6.8 repetir el procedimiento con 10 gramos de la muestra de suelo y con 40 ml de buffer.

➤ **Método Alabama**

El método Alabama se basa en la medida del pH del suelo en dos condiciones diferentes, una de ellas mezclando la muestra del suelo con agua destilada, y la otra mezclando la muestra con una solución buffer. De esta manera se miden dos valores de pH diferentes. La preparación de las muestras, las soluciones y el método de medición se describen a continuación

- ❑ Preparación de la muestra en agua destilada.
 - a). Toma de la muestra del estanque
 - b). Secar
 - c). Pulverizar con molino o mortero
 - d). Tamizar con malla No. 20 (0.85 mm)
 - e). Pesar 20 gramos de la muestra y colocar en un matraz de 250 ml.
 - f). - Agregar 20 ml de agua destilada.

- ❑ Preparación de la solución Buffer.
 - a). Pesar 20 g de Pnitrophenol, 15 gramos de H_3BO_3 , 7 gramos de KCl y 10.5 gramos de KOH.
 - b). Diluir en 500 ml de agua destilada dentro de un matraz de 1000 ml y una vez diluidos aforar hasta los 1000 ml.
 - c). Calibración del pHmetro con una solución buffer 8.0 +/- 0.1

- ❑ Preparación de la muestra en solución buffer
 - a). Toma de la muestra del estanque
 - b). Secar
 - c). Pulverizar con molino o mortero
 - d). Tamizar con malla No. 20 (0.85 mm)
 - e). Pesar 20 gramos de la muestra y colocar en un matraz de 250 ml.
 - f). - Agregar 20 ml de la solución preparada.

1. Medición del pH

- a). Después de agitar por una hora la mezcla del suelo en agua, se toma la lectura de pH con el pHmetro debidamente calibrado con una solución buffer a 8.0.
- b). Después de agitar por espacio de 20 minutos la solución de suelo con solución buffer se toma el pH con el pHmetro debidamente calibrado.

2. Determinar la cantidad de carbonato de calcio de acuerdo a la tabla sugerida por Boyd (1992).

Con estos valores de pH se determinan los requerimientos de carbonato de calcio seleccionando en los renglones el pH de la muestra diluida en agua y en las columnas el pH de la muestra en solución buffer.

La cantidad de carbonato de calcio en Kg/Ha será el indicado por la intersección de estas filas y columna correspondientes a los valores de pH determinados por este método sugerido por Boyd (1992).

Tabla No. 7 Requerimientos de carbonato de calcio de acuerdo al pH medido por el método Alabama en kilogramos por hectárea.

<i>PH de la Muestra en Agua</i>	<i>pH de la muestra en solución buffer</i>								
	<i>7.9</i>	<i>7.8</i>	<i>7.7</i>	<i>7.5</i>	<i>7.4</i>	<i>7.3</i>	<i>7.2</i>	<i>7.1</i>	<i>7.0</i>
<i>5.7</i>	91	182	363	454	544	735	726	871	908
<i>5.6</i>	126	252	504	630	756	882	1008	1134	1260
<i>5.5</i>	202	404	806	1,008	1210	1411	1612	1814	2016
<i>5.4</i>	290	869	1160	1449	1738	2029	2318	2608	2898
<i>5.3</i>	340	1,021	1360	1701	2041	2381	2722	3062	3402
<i>5.2</i>	391	1,172	1562	1548	2344	2734	3124	3515	3906
<i>5.1</i>	441	1,323	1765	2205	2646	3087	3528	3969	4410
<i>5.0</i>	504	1,512	2016	2520	3024	3528	4032	4536	5040
<i>4.9</i>	656	1,966	2620	3276	3932	4586	5242	5980	6552
<i>4.8</i>	672	2,016	2688	3360	4032	4704	5390	6048	6720
<i>4.7</i>	706	2,116	2822	3528	4234	4940	5644	6350	7056

➤ **Método para determinar los requerimientos de cal en suelos ácidos sulfatados**

Para contrarrestar los efectos de los suelos ácido sulfatados los requerimientos de carbonato de calcio para esta condición se estiman mediante la ecuación del método ácido-sulfato propuesto por Boyd, (1992) y se describe a continuación:

1. Preparación de la muestra.

- a). Toma de la muestra del suelo ácido sulfatado
- b). Secar
- c). Molerla en mortero
- d). Tamizar con malla No. 20 (0.85 mm)
- e). Pesar 5.0 gramos de la muestra y colocar en un matraz de 250 ml.

2. Preparación del indicador de fenolftaleína

- a). Pesar 1.0 g de fenolftaleína.
- b). Diluir en 50 ml de alcohol etílico al 95%.
- c). Agregar 50 ml de agua destilada

3. Preparación de la solución estándar 0.0100 N de hidróxido de sodio .

- a). Pesar 400 mg de hidróxido de sodio.
- b). Diluir en agua destilada y aforar a 1000 ml.

4. Método:

- a) Se agrega un poco de Peroxido de Hidrógeno al 30% a la muestra y se calienta a 40 °C, repetir este paso hasta que no se observe reacción el peroxido con el suelo.
- b) Se agregan 100 ml de agua destilada.
- c) Se calienta a 90-95 °C por 30 minutos.
- d) Se deja enfriar y se agregan 5 gotas de fenolftaleína.
- e) Se titula con el Hidróxido de Sodio hasta que vire a color rosa.

5. Determinar la cantidad de carbonato de calcio de acuerdo a la ecuación propuesta por Boyd (1992).

$$\text{mg CaCO}_3 / 100 \text{ gr} = \frac{(\text{ml NaOH})(\text{Normalidad})(5,000)}{\text{gr muestra}}$$

Se extrapola este valor a 1,500,000 kg/ha.

Una vez establecido el método de medición del pH y la evaluación de los requerimientos de cal, deberán anotarse en el plano de muestreo del estanque los

valores de pH, así como los requerimientos de cal para cada uno de los tipos de cal que se van a utilizar. Con los datos en el plano deberán establecerse contornos de aplicación de cal, señalando las zonas donde se aplicará una cantidad menor. Este mismo plano será el que utilicen los responsables del encalado para la aplicación del producto.

En la selección del tipo de cal que se debe de aplicar al piso del estanque se debe dar preferencia a la cal que contenga carbonato de calcio para las zonas menos afectadas, una combinación de carbonato de calcio y cal hidratada o viva en las zonas más afectadas, la aplicación de la cal en húmedo beneficiará la descomposición de la materia orgánica. El hidróxido de calcio u óxido de calcio sólo se debe aplicar en lugares con un pH muy bajo, charcas, zonas inundadas, sitios con acumulación de sedimentos, con manchas de color y áreas que se vayan a desinfectar. La forma de aplicación que garantiza una mejor distribución consiste en el rociado en el momento en que todavía se pueden apreciar los colores del sedimento, con objeto de que las zonas más afectadas reciban una cantidad mayor que las primeras. En el caso de utilizar los productos señalados deberán utilizarse máscaras que protejan los ojos y la respiración, así como ropa adecuada que proteja la piel. Se deberán tomar precauciones para que la cal no entre en contacto con la piel y debe evitarse trabajar con este producto cuando haya mucho viento.

3. USOS DE LA CAL.

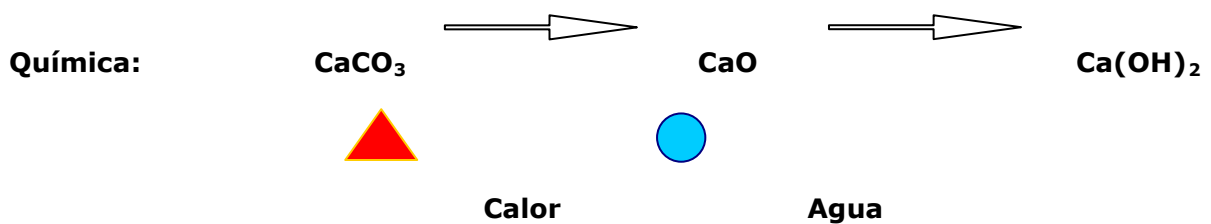
➤ **Definiciones de cal.**

La fuente principal de cal se conoce como piedra caliza. Esta contiene carbonatos de Calcio y de Magnesio. Esta piedra cuando se somete a calor mediante un horno de calcinación, desprende bióxido de carbono y produce cal viva, la cual es un Oxido de Calcio. La cal viva en contacto con el agua reacciona formando Hidróxido de Calcio conocido como cal hidratada o calhida.

Tabla No. 8 Clasificación de la cal para uso en acuicultura.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	FORMULA QUÍMICA
▪ Carbonato De Calcio	▪ Cal Agrícola ó Piedra caliza	▪ CaCO_3
▪ Oxido de Calcio	▪ Cal Viva ▪ Cal Caústica ó ▪ Cal Calcinada	▪ CaO
▪ Hidróxido De Calcio	▪ Cal hidra ▪ Cal inactiva ó ▪ Cal apagada	▪ Ca(OH)_2

Formula



Todas estas sustancias son efectivas para neutralizar la acidez, subir el pH y aumentar la saturación del suelo con Calcio base. Sin embargo, aunque tienden a ser mas activos por unidad el hidróxido y el óxido de Calcio, también son nocivos para el personal, generalmente mas caros y tienen el efecto de subir repentinamente el pH a corto plazo, fenómeno que mata a los mismos microorganismos necesarios para mineralizar la materia orgánica. Al menos que se usen específicamente como desinfectantes o esterilizantes, no hay por que sustituirlos por Carbonato de Calcio.

Tabla No. 9 Los criterios y propósitos más comunes de la cal en la columna de agua.

CRITERIOS	PROPOSITOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades ▪ Productividad alta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajar carga bacteriana ▪ Medida sanitaria
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carga elevada de bacterias ▪ Oxígeno bajo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejorar calidad del agua ▪ Amortiguar el pH
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Productividad baja ▪ Nivel de pH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Restablecer fitoplancton ▪ Fortalecer exoesqueleto
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presencia de microalgas ▪ Alta materia orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desinfección ▪ Disponibilidad de Calcio
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimizar enfermedad ▪ Eliminar microalga
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajar nivel de materia orgánica ▪ Sanidad de fondos ▪ Mayor crecimiento ▪ Bajar nivel de NO₂ ▪ Limpieza de branquias

Como se puede apreciar en la información de criterios y propósitos de uso, los principales criterios para la aplicación de cal son: presencia de enfermedades, ocurrencia de productividad alta, cargas bacterianas altas y oxígeno bajo. En mayor o menor medida esto ha dado resultados positivos, sin embargo, hay experiencias en las cuales estos no han sido satisfactorios. Esto es atribuido al desconocimiento que existe sobre las diferentes formas existentes de cal, así como su manejo, racionamiento, así como la comprensión de su funcionamiento dentro del estanque. En el encalado en húmedo es muy importante no usar calhidra sino cal agrícola(carbonato de Calcio).

➤ **Remineralización.**

Una de las principales funciones de la cal aplicada a un estanque es la remineralización de los sedimentos, facilitando su incorporación al ciclo biogeoquímicos del estanque.

La cal más recomendada es el Carbonato de Calcio, éste por llevar 3 oxígenos en su molécula permite una mayor oxidación de la capa superficial del sedimento o capa floculenta y consecuentemente se da una mineralización de los sedimentos que quedan atrapados en el fondo del estanque. Debido a este proceso de oxidación, se reduce la demanda bioquímica de Oxígeno (DBO) del sedimento, lo cual reditúa en mantener una mejor calidad del agua durante el ciclo de cultivo; se eliminan metabolitos indeseables, tales como el ácido sulfhídrico el cual inhibe el crecimiento del fitoplancton y de los organismos en cultivo.

La neutralización de acidez del fondo mediante la aplicación de cal mejora las condiciones para los organismos del bentos y hace que el fósforo proveniente del suelo esté más disponible; el carbonato de calcio ayuda también a mantener más limpia el agua de partículas de arcilla suspendida.

➤ **Uso de la cal en húmedo.**

Algunas granjas identifican la cal como calhidra, que viene a ser hidróxido de calcio, el cual en su molécula sólo lleva una molécula de oxígeno por lo que no cuenta con las virtudes que por otro lado tiene el carbonato de calcio, esta cal no es recomendada para los fines que se buscan. El hidróxido de calcio en estanques llenos puede aumentar el pH y en ocasiones matar a los organismos en cultivo si se exceden en las cantidades recomendadas, cuando se aplica a los fondos de los estanques vacíos puede elevar el pH a un nivel que mueren las bacterias benéficas retardando la degradación de la materia orgánica.

4. FUNDAMENTOS DEL USO DE LA CAL COMO BACTERICIDA EN LA COLUMNA DE AGUA.

1. La cal afecta la estructura de las bacterias en el ámbito celular, rompiendo y fragmentando la pared y la membrana celular.
2. Respecto al efecto de la cal sobre la producción de camarón se encontró que hay un incremento en la producción aplicando dosis de 75 kg/ha. de cal, esto puede ser atribuido a que a mayor presencia de Calcio en el agua, la disposición de este para el metabolismo del camarón es mayor.
3. Ayuda a mantener la reserva alcalina, por arriba de la recomendación mínima para el cultivo de camarón.
4. Acerca del efecto bactericida de la cal, se encontró que esta actúa diferente dependiendo del género de bacterias, la mayoría de ellas sobrevive a las concentraciones y tiempos evaluados, excepto las bacterias del género vibrio, cuyo crecimiento se ve inhibido para todas las concentraciones a las 24 horas de exposición a la cal.
5. La aplicación de la cal sobre la calidad del agua y sobre el crecimiento del camarón blanco, favorece las condiciones del cultivo al disminuir la turbidez, inhibir el crecimiento bacteriano e incrementar la alcalinidad. El tratamiento equivalente a 75 kilogramos por hectárea, ha sido el que reporta mejores resultados en cuanto a crecimiento del camarón.

5. EFECTOS BENEFICOS DEL ENCALADO EN EL DESARROLLO DEL CAMARON.

Los camarones tienen una alta relación con el sedimento, misma que es más o menos intensa según la especie. El camarón café tiende a enterrarse en el sedimento durante el día, particularmente cuando alcanza tallas superiores a los 5 gramos, los estanques son someros, de baja turbidez y los días son asoleados, durante la noche escarba los sedimentos en busca de alimento y levanta una gran cantidad de sedimentos a la columna del agua. El camarón azul tiende a remover los fondos durante el día, produciendo nubes de sedimentos o manchas de turbidez por donde va pasando. Con el camarón blanco la relación es menos aparente, sin embargo, en estanques someros, de baja turbidez, días asoleados y en tallas mayores de 8 gramos, tiende a enterrarse, sobre todo cuando hay viento.

Independientemente de sus hábitos, las tres especies consumen alimento en el fondo de los estanques y es muy común encontrar partículas minerales del sedimento en el tracto digestivo de los animales, en el cual la digestión se realiza por enzimas cuyo óptimo punto de actividad es un pH superior a 7, al parecer la digestión en estas especies es más alcalina que ácida. También es reconocido que los rendimientos en los estanques se pueden alterar por cambios en la composición de minerales en los fondos de los estanques.

Por esta relación tan estrecha entre las especies de camarón y los sedimentos es que debe cuidarse muy atentamente, la calidad de los suelos en las granjas. La acidez, los compuestos tóxicos que ella genera y la falta de minerales son algunos de los factores que afectan el desarrollo normal de los camarones, pues se alimentan de los fondos y se entierran en ellos. Si los suelos son ácidos el camarón será afectado al enterrarse, al consumir el alimento del fondo del estanque y al digerir el alimento. Por otra parte al remover los sedimentos afectará la columna de agua.

OTROS EFECTOS INDIRECTOS

Los lodos ácidos absorben nutrientes facilitando el entrapamiento de los mismos, interfiriendo en crecimiento del fitoplancton, impiden la colonización del sedimento por otras especies que constituyen el alimento vivo del camarón, interfieren en la descomposición de la materia orgánica y hacen inhabitable el fondo del estanque.

6. CONTRAINDICACIONES DEL ENCALADO

Debe de considerarse que la aplicación de la cal puede verse influida por el tipo de sedimentos, ya que existen también suelos ricos de calcio, en los cuales el exceso de calcio se puede convertir en un problema.

Los excesos de calcio en los fondos pueden afectar los rendimientos, por ello es muy importante llevar a cabo un seguimiento del calcio para verificar que no se este acumulando de manera excesiva en los estanques. Para ello se pueden enviar muestras a laboratorios de espectrofotometría de absorción atómica, con objeto de comparar la cantidad de calcio entre el sedimento original y el que actualmente prevalece de los estanques.

Se ha reconocido que en sedimentos con exceso de calcio como los suelos calcáreos son limitantes para la distribución de algunas especies de camarones. En estanques de cultivo de camarón se han sugerido que el crecimiento y los rendimientos se reducen sensiblemente si el calcio se encuentra en exceso. Por tal razón la aplicación de la cal no puede ser discriminada, ni basada en cantidades fijas, ni aplicarse de manera igual, ni en cualquier presentación. Quienes aplican cal hidratada en lugar de carbonato de calcio deben considerar que la cal hidratada carece de carbón y solo agrega calcio a los suelos. En estanques altamente productivos Franco (1996) reporta valores de:

Ca ⁺⁺ /100 gramos del suelo entre 7 a 13 meq. mientras que para el magnesio reporta valores de Mg ⁺⁺ /100 gramos de suelo entre 12 y 25 meq.
--

7. VERIFICACION DEL pH DESPUES DEL TRATAMIENTO DE LOS FONDOS.

Es importante realizar mediciones del pH de los sedimentos después del encalado para comparar los datos con las mediciones de pH antes de la ultima cosecha, con objeto de corroborar que el encalado cumplió su objetivo y que la neutralización de la acidez se logro. Los puntos de verificación deben corresponder a las zonas establecidas en los contornos de coloración, pH y aplicaciones de cal. En estanques muy productivos se han reportado valores de pH para los suelos de 7.5 a 8.5 (Franco, 1996).

Una vez establecido el método de medición del pH y el de evaluación de los requerimientos de cal. Deberá anotarse en el plano de muestreo del estanque los valores de pH, así como los requerimientos de cal para cada una de los tipos de cal que se vaya a utilizar. Con los datos en el plano deberá establecerse contornos de aplicación de cal, señalando las zonas donde se aplicará una cantidad mayor y donde se aplicara una cantidad menor. Ese mismo plano será el que utilicen los responsables del encalado para aplicar el producto.

En la selección del tipo de cal que se debe aplicar el piso del estanque se debe dar preferencia a la cal que contenga carbonato de calcio para las zonas menos afectadas, una combinación de carbonato de calcio y cal hidratada o viva en las zonas afectadas, la aplicación de la cal en húmedo beneficiara la descomposición de la materia orgánica. El hidróxido de calcio u oxido de calcio solo se debe aplicar en lugares con un pH muy bajo, charcas, zonas inundadas, sitios con acumulación de sedimentos, con manchas de color y áreas que se vayan a desinfectar.

La forma de aplicación debe garantizar una buena distribución y consiste en el rociado en el momento que todavía se pueden apreciar los colores de los sedimentos, con objeto de que las zonas mas afectadas reciban un cantidad mayor que las no tan afectadas. En el caso de utilizar los productos señalados deberán utilizarse mascararas que protejan los ojos y la respiración, así como ropa adecuada que proteja la piel. Se deberán tomar precauciones de que la piel no entre en contacto con la cal y deberá evitarse trabajar los productos en polvo cuando haya mucho viento.

8. EFECTOS BENEFICOS DEL ENCALADO CON RESPECTO AL MEDIO AMBIENTE.

En general se reconoce que la descomposición de la materia orgánica por bacterias es acelerada si hay una buena combinación de carbonatos, nitratos y materia orgánica. Por esta razón en algunas granjas muy pobres en materia orgánica se sitúa entre 7.5 y 8.5 pero debe considerarse que el cambio brusco de pH que se logra con la cal viva o hidratada puede afectar a la comunidad microbiana y aunque alcancen los niveles de pH referidos, si la comunidad microbiana se encuentra inactiva entonces la descomposición de la materia inorgánica será ineficiente. Por ello se recomienda

preferentemente el uso de cal basada en el carbonato de calcio, también denominada cal agrícola.

- 1.- Incremento del pH y la alcalinidad de las aguas ácidas.
- 2.- Incremento de la disponibilidad del carbón para la fotosíntesis.
- 3.- Incrementa el pH del fondo y lo estabiliza a lo largo del ciclo de cultivo.
- 4.- Reduce la absorción de nutrientes por los sedimentos.
- 5.- Incrementa la disponibilidad de nutrientes.
- 6.- Crea un ambiente favorable para la comunidad biológica.
- 7.- Favorece la descomposición microbiana y mineralización de la materia orgánica.
- 8.- Incrementa el ciclo soluble.
- 9.- Funciona como desinfectante.

Tabla No. 10 Sustancias farmacológicas para las que hay un LMR establecido (tomado de <http://www.cenaim.espol.edu.ec/descarga/drogas.doc>)

Sustancia	Especie animal	LMR
Amoxicilina	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/kg: grasa
Ampicilina	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg: músculo, hígado, riñón, grasa 4 µg/kg: grasa
Clortetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	600 µg/kg riñón 300 µg/kg hígado 100 µg/kg músculo, leche 200 µg/kg huevos
Danofloxacina	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo 50 µg/kg grasa 200 µg/kg hígado, riñón
Difloxacina	Todas las especies productoras de alimentos	300 µg/kg músculo 100 µg/kg grasa 800 µg/kg hígado 600 µg/kg riñón
Enrofloxacin	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo, grasa 200 µg/kg hígado, riñón
Eritromicina	Todas las especies productoras de alimentos	200 µg/kg músculo, grasa, hígado, riñón 40 µg/kg leche 150 µg/kg huevos
Florfenicol	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo 200 µg/kg grasa 2000 µg/kg hígado 300 µg/kg riñón
	Peces	1000 µg/kg músculo + piel
Flumequina	Salmónidos	150 µg/kg músculo + piel
Oxitetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	600 µg/kg riñón 300 µg/kg hígado 100 µg/kg músculo, leche 200 µg/kg huevos
Sarafloxacina	Salmónidos	30 µg/kg músculo + piel
Sulfonamidas	Todas las especies productoras de alimentos	100 µg/kg músculo, hígado, riñón, grasa La combinación de residuos del grupo de sulfamidas no debe superar 110 µg/kg.
Tiamfenicol	Peces	50 µg/kg músculo + piel
Trimetoprim	Todas las especies productoras de alimentos	50 µg/kg músculo, grasa, hígado, riñón, leche

Tabla No. 11 Sustancias para las cuales no es necesario establecer un LMR (tomado de <http://www.cenaim.espol.edu.ec/descarga/drogas.doc>)

Algunas de las sustancias incluidas en este anexo, de interés en acuicultura:

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

Tabla No. 12 Sustancias farmacológicas con LMR provisionales (tomado de <http://www.cenaim.espol.edu.ec/descarga/drogas.doc>)

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

Tabla No. 13 Sustancias farmacológicas PROHIBIDAS. (tomado de <http://www.cenaim.espol.edu.ec/descarga/drogas.doc>)

○ Nitrofuranos: Furazolidona, nitrofurazona...
○ Cloranfenicol
○ Dimetridazol
○ Clorpromazina
○ Metronidazol

Tabla No. 14 Drogas PROHIBIDAS por la FDA para uso en medicación veterinaria (Fuente: FDA web site, www.fda.gov/cvm, Enero de 2001, última revisión de la página web Abril 2003). (tomado de <http://www.cenaim.espol.edu.ec/descarga/drogas.doc>)

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

Tabla No. 15 Drogas Aprobadas para su uso en acuicultura por la FDA (Fuente: FDA web site, www.fda.gov/cvm, Enero de 2001, última revisión de la página web Abril 2003). (tomado de <http://www.cenaim.espol.edu.ec/download/drogas.doc>)

Nombre Comercial	Especies	Indicaciones	Régimen (Tiempos de Retiro)
Terramycin 10	Salmónidos	Ulceración, furunculosis, septicemia Hemorragia bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5 – 3.7g/100lb de animal/10 días (21 días)
	Pez Gato (Bagre)	Septicemia hemorrágica bacteriana e infección por <i>Pseudomonas</i>	2.5 – 3.7g/100lb de animal/10 días (21 días)
	Langosta	Control de gaffkemia por <i>Aerococcus viridan</i>	1g/1lb de alimento/5 días (30 días)
Sufamerazine in Fish Grade	Trucha	Control de furunculosis en salmónidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	10g/100lb de animal /día (21 días)
Romet -30	Salmónidos	Control de furunculosis en salmónidos por <i>Aeromonas salmonicida</i>	50mg/Kg. animal/5 días (42 días)
	Pez gato (Bagre)	Control de septicemia enterica causada por <i>Edwardsiella ictaluri</i>	50mg/Kg. animal/5 días (3 días)
Formalin-F	Huevos de Salmon/Trucha	Control de Protozoarios	1-2 ml/L
	Pez gato (Bagre), Agalla azul, Curvina boca grande	Control de Protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina).
	Salmónidos	Control de Protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina).
Paraside-F	Huevos de Salmon/Trucha	Control de hongos (familia <i>Saprolegniaceae</i>)	1-2 ml/L
	Pez gato (Bagre), Agalla azul, Corvina boca grande	Control de Protozoarios	0.015-0.25 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina).
	Salmónidos	Control de Protozoarios	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina).
Parasite-S	Huevos de Salmon/Trucha	Control de protozoarios externos	1-2 ml/L
	Otros peces	Control de protozoarios externos	0.015-0.250 ml/L (dependiente de temperatura, especie y tipo de piscina).
	Camarón	Control de hongos (Familia <i>Saprolegniaceae</i>) en huevos de todas las especies	0.025-0.100 ml/L
Finquel	Peces	Anestesico	0.015-0.330g/L (21 días)
Tricaine-S	Peces	Anestesico	0.015-0.330g/L (21 días)

