

Calidad de agua en efluentes y afluentes de catorce granjas camaroneras.

Agnes Saborío Coze, María José Almanza Abud,
Erick Sandoval Palacios, Alberto Obregón Mendoza*

Resumen.- El presente estudio determina la calidad de agua desde el punto de vista físico-químico y microbiológico del afluente y efluente (Estero Real) en catorce granjas camaroneras ubicadas en la parte este del Estero Real, manejadas en tres diferentes sistemas de cultivo: artesanal, extensivo y semi-intensivo para un ciclo de cultivo. En el artesanal la calidad del agua desde el punto de vista físico-químico fue la misma al momento de la siembra y cosecha de los estanques. En el extensivo la calidad del agua descargada hacia el efluente fue mejor que la utilizada para llenar los estanques de cultivo de camarón. En el semi-intensivo la calidad del agua fue mejor en el momento de la cosecha que en la siembra con respecto a los nutrientes y metabolitos tóxicos.

Introducción

El cultivo de camarón es una actividad económica creciente a nivel de Centroamérica, considerándose la acuicultura como una de las fuentes alternativas de ingreso. Tradicionalmente, Nicaragua ha sido un país eminentemente agrícola ganadero con una actividad de pesca extractiva en ambos océanos. El cultivo del camarón inició en 1988 con el apoyo de la FAO realizándose una aproximación evaluativa de los terrenos aptos para dicha actividad en la costa del Pacífico.

Los resultados indicaron que un área de aproximadamente 39,250 hectáreas eran aptas para el cultivo de camarón, de las cuales el 72% se concentraba en la zona del Estero Real en el Golfo de Fonseca (Saborío, 2001:2).

El municipio de Puerto Morazán es el lugar donde inició la actividad camaronera del país y en donde se concentra el mayor número de unidades productivas. Actualmente existen 9,351 hectáreas en producción, de las cuales

* Agnes Saborío Coze, Maestría en Acuicultura de la Universidad de Auburn, USA; Directora del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos, Universidad Centroamericana (UCA). Vice Presidenta de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura.

María José Almanza Abud, Licenciada en Ecología y Recursos Naturales, UCA. Responsable del Laboratorio de Calidad de Agua del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos en los últimos tres años.

Erick Sandoval Palacios, Licenciado en Bioanálisis Clínico, Responsable de Laboratorio de microbiología del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos.

Alberto Obregón Mendoza, Licenciado en Ecología y Desarrollo, UCA. Investigador Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos.

1,123 son manejadas bajo sistema artesanal; 2,634 bajo sistema extensivo; 5,592 bajo sistema semi-intensivo (el más utilizado) y 2 hectáreas bajo el sistema ciclo cerrado. Cada uno de ellos emplea diferentes sistemas de manejo los cuales varían desde sistemas de bajos insumos hasta sistemas con cero recambios de agua manejados de manera intensiva para un ciclo de producción (Saborío, 2000:2).

El medio ambiente en un estanque de camarón es básicamente suelo y agua y los factores que más afectan al camarón son las variables de calidad de suelo y agua. Los efluentes de las granjas pueden causar efectos adversos en las aguas costeras con el incremento de nutrientes, materia orgánica y sólidos suspendidos. El efecto negativo de los efluentes es menor si las granjas son adecuadamente manejadas y si se mantienen buenas condiciones en la calidad del agua y suelo.

El presente estudio pretende determinar el estado de la calidad de agua del afluente (agua que ingresa a la granja camaronera) y efluente (agua que sale de la granja camaronera) desde el punto de vista físico-químico y microbiológico para un ciclo de cultivo en catorce granjas camaroneras manejadas bajo diferentes sistemas de producción.

I. Objetivos

Objetivo General

Determinar la calidad del Agua en catorce granjas camaroneras desde el

punto de vista físico-químico y Microbiológico.

Objetivos específicos

Verificar la calidad del agua mediante análisis físico-químico y microbiológico en catorce granjas camaroneras en la siembra y la cosecha.

Identificar posibles agentes contaminantes provenientes de desechos orgánicos.

Identificar la presencia o ausencia de la bacteria *Vibrium* sp.

Analizar el comportamiento de los nutrientes y metabolitos tóxicos en el agua.

II. MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

La investigación se realizó en catorce granjas camaroneras ubicadas en diferentes puntos del Estero Real, dichas granjas se seleccionaron de acuerdo al sistema de cultivo (intensivo, semi-intensivo, extensivo) para determinar el comportamiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, entendiéndose como:

* Sistema Artesanal: no hay suministro de alimento, densidad de siembra menor a cinco postlarvas por metro cuadrado (5 pl/m²), no hay fertilización. Se analizaron tres granjas bajo éste sistema: María Garay: Cuenta con un estanque de 48 Has., emplea un sistema de cultivo

artesanal, densidad de siembra de 4.57 pl/m², suministro de alimento y fertilizante, recambio de agua. Rubén Darío no. 1: Cuenta con un estanque de 50 Has., emplea un sistema de cultivo artesanal, densidad de siembra de 4.57 pl/m², suministro de alimento y fertilizante, recambio de agua. Rubén Darío no. 2: Cuenta con un estanque de 49 Has., emplea un sistema de cultivo artesanal, densidad de siembra de 4.58 pl/m², suministro de alimento y fertilizante, recambio de agua.

* Sistema Extensivo: suministro de alimento de forma irregular, densidad de siembra mayor a cinco postlarvas por metro cuadrado (>5 pl/m²) baja cantidad de fertilizante. Se analizaron bajo este sistema tres granjas: La Amistad: Cuenta con un estanque de 12 Has., emplea un sistema de cultivo extensivo, densidad de siembra de 6.6 pl/m², suministro de alimento de forma irregular y baja cantidad de fertilizante. Lucrecia Lindo: Cuenta con un estanque de 80 Has., emplea un sistema de cultivo extensivo, densidad de siembra de 7 pl/m², suministro de alimento de forma irregular y baja cantidad de fertilizante. El Porvenir: Cuenta con un estanque de 105 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 6.0 pl/m², suministro de alimento y fertilizante, recambio de agua.

* Sistema Semi-Intensivo: suministro de alimento y fertilizante, densidad de siembra mayor a siete postlarvas por metro cuadrado (> 7 pl/m²), recambio de agua. Se analizaron ocho granjas bajo este sistema: Las Brisas: Cuenta con un

estanque de 13 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 12 pl/m², suministro de alimento y fertilizante, recambio de agua. Camarones de Morazán: Cuenta con un estanque de 30 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 9.6 pl/m², suministro de alimento y fertilizante, recambio de agua. Edgar Lang: Cuenta con un estanque de 12 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 9.2 pl/m², suministro de alimento de forma irregular y baja cantidad de fertilizante. Bernardino Díaz: Cuenta con un estanque de 10 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 9.5 pl/m², suministro de alimento de forma irregular y baja cantidad de fertilizante. Codecan: Cuenta con un estanque de 40 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 8.8 pl/m², suministro de alimento de forma irregular y baja cantidad de fertilizante. Nicolás Chávez: Cuenta con un estanque de 60 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 9.0 pl/m², suministro de alimento de forma irregular y baja cantidad de fertilizante. Herrera Membreño: Cuenta con un estanque de 60 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 8.0 pl/m², suministro de alimento de forma irregular y baja cantidad de fertilizante. Pimán: Cuenta con un estanque de 25 Has., emplea un sistema de cultivo semi-intensivo, densidad de siembra de 7.37 pl/m², sin suministro de alimento ni fertilizante.

Localización

Macro Localización: El área de estudio se localiza en la cuenca hidrográfica número 60 (según el mapa de cuencas

de INETER) la cual tiene como río principal al Estero Real ubicado en el extremo sur-este del golfo de Fonseca y es considerado el río más largo del occidente de Nicaragua.

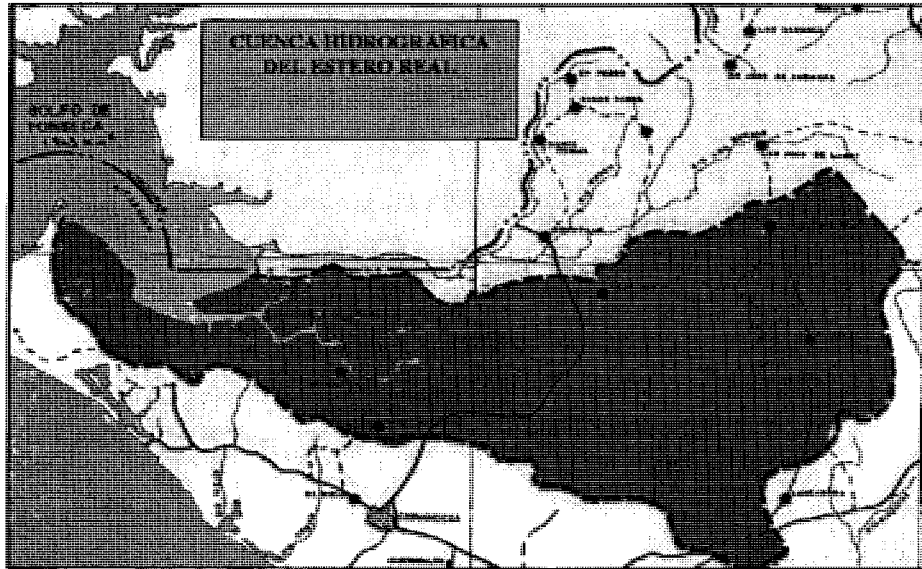
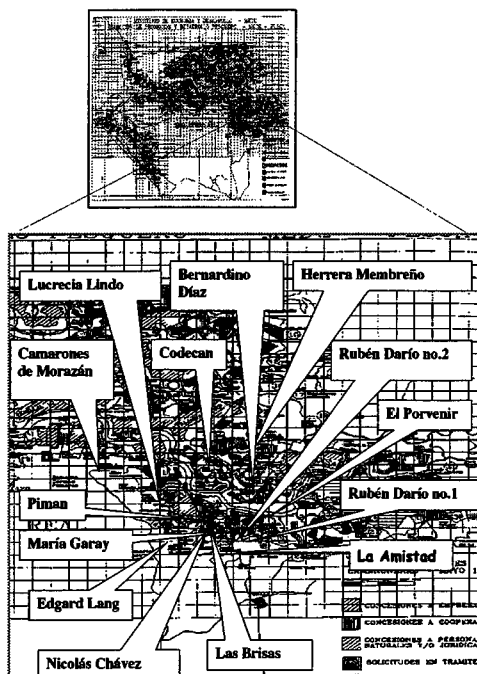


Figura No. 1 Cuenca hidrográfica del Estero Real Fuente: (Curie, 1991)

Micro Localización: El estudio se localizó en el sistema estuarino del Estero Real en catorce granjas camaroneras ubicadas en el municipio de Puerto Morazán, departamento de Chinandega, región II de Nicaragua.



Metodologías de Diagnóstico para análisis de muestras microbiológicas

Las variables que se analizaron para caracterizar la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico son:

- * Coliformes Totales y Fecales
- * Recuento Total Bacteriano
- * Determinación de Salmonella sp.
- * Determinación de Vibrium sp. en agua
- * Determinación de Vibrium cholerae en agua

Los métodos estándares de análisis de microbiología de agua son los descritos

en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th edition. Microbiological Methods (Collins, 1976:131).

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Microbiología del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos.

Metodología de Diagnóstico para análisis de muestras físico-químico

Se realizaron análisis de Amonio ($\text{NH}_3\text{-N}$) método de la sal fenol, Nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) por reducción a nitrito en la columna de reducción por cadmio, Nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) método colorimétrico (Shinn, 1941), Fósforo total, Sulfato (SO_4) por el método turbidímetro, Alcalinidad por el método Título métrico, Dureza total por Titulación con EDTA y Sedimento.

La metodología utilizada para análisis físico-químicos fue la que se presenta en el manual de la universidad de Alabama "Water Quality and Pond Soil Analices for Aquaculture" por los Dr. Claude E. Boyd and Tucker Craig S., de Alabama Agriculture Experimental Station, Auburn, University (Junio 1992).

Los métodos de referencia son los métodos estándares de análisis de Laboratorio: "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 20th Edition (American Public Association, 1998:1-22).

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Química de agua del Centro de Investigación de Ecosistemas

Acuáticos.

III. Resultados y discusión

Comportamiento de las variables microbiológicas en la siembra y cosecha de los estanques

Análisis porcentual

Un 42.85% de las granjas presentaron una leve reducción de sus niveles de Coliformes totales y fecales. Sin embargo, estos valores se mantuvieron en niveles mayores a los admisibles por la USEPA.

Un 21.42% de las granjas en la siembra presentaron una calidad de agua más deteriorada en comparación con la calidad del agua observada en la cosecha.

Un 21.42% de las granjas mantuvieron sus niveles de Coliformes totales y fecales casi estables en comparación con los niveles observados en la siembra, sin embargo se considera que los niveles observados al momento de la cosecha son elevados.

Un 14.28% de las granjas lograron reducir a niveles normales las concentraciones bacterianas en sus aguas al momento de la cosecha.

Se puede decir que existe un deterioro de la calidad del agua debido a la presencia de material orgánico de origen humano y animal.

En las granjas Lucrecia Lindo y Camarones de Morazán, se observó que

en la siembra los valores de Coliformes totales y fecales en el agua estaban elevados pero en la cosecha los valores fueron normales lo que indica un buen manejo y cuidado de la calidad del agua.

En las granjas El Porvenir, Edgard Lang y Nicolás Chávez los resultados se mantuvieron similares durante la siembra y la cosecha.

Sistema artesanal

En las granjas Rubén Darío no. 1, Rubén Darío no. 2 y María Garay se pudo observar que en la siembra de los estanques las variables de recuento total bacteriano y *Vibrium* sp. se encontraron dentro de los valores normales establecidos por la USEPA. No detectándose la presencia de *Vibrium Cholerae*.

En la granja Rubén Darío no 1, se pudo observar en el agua del estanque en el momento de la siembra niveles de coliformes totales un poco elevados de los rangos permitidos por la USEPA, sin embargo los coliformes fecales se encontraron dentro de los valores normales establecidos por la USEPA, mientras que en la granja Rubén Darío no.2 los niveles de Coliformes totales y fecales estaban demasiado elevados al momento de la siembra de los estanques. Estos valores fueron los más elevados dentro de la tabla de conteo de los coliformes, no siendo así para la granja María Garay donde los niveles de coliformes fecales y totales estaban elevados pero sus rangos eran un poco más bajos que los de la granja Rubén

Darío no.2. Por lo tanto, se puede decir que el agua utilizada para llenar los estanques de cultivo de camarón (Estero Real) presentó concentraciones elevadas de coliformes totales y fecales que sobrepasaron al valor normal (según USEPA).

Con respecto a la cosecha se observó que en la granja Rubén Darío no.1 los niveles de coliformes totales y fecales se elevaron hasta su máximo valor contable, siendo estos valores mucho mas altos que los observados al momento de la siembra, mientras que en la granja Rubén Darío no. 2, los niveles de coliformes totales y fecales disminuyeron con respecto al valor observado durante la siembra pero aún se consideran elevados en relación al valor normal, la granja María Garay presentó valores demasiado elevados que sobrepasaron el valor normal, siendo estos valores mucho más elevados que los observados al momento de la siembra y que también estuvieron elevados. A su vez, se observó un incremento en la concentración de *Vibrium* sp. En estas granjas no se detectó la presencia de las bacterias *Salmonella* sp. ni *Vibrium Cholerae*.

Un 66.6 % de las granjas del sistema artesanal aumentaron a niveles extremadamente altos las concentraciones de coliformes fecales y totales al momento de la cosecha y solamente un 33.3 % de las granjas lograron reducir sus niveles de concentración bacteriana de coliformes durante la cosecha.

Sistema extensivo

En las granjas Lucrecia Lindo, El Porvenir y La Amistad durante la siembra de los estanques los valores de recuento total bacteriano y *Vibrium* sp. se encontraron dentro de los valores normales establecidos por la USEPA. No se detectó la presencia de la bacteria *Vibrium Cholerae* en ninguna de estas granjas.

En la granja El Porvenir se observó que los valores de coliformes totales y fecales fueron demasiado elevados sobrepasando el valor normal, sin embargo en las granjas Lucrecia Lindo y La Amistad los coliformes fecales presentaron un valor bajo en comparación con los valores de la granja el Porvenir, pero estos valores sobrepasaron el valor normal. La calidad del agua utilizada para llenar los estanques de cultivo se vio afectada por la presencia de coliformes totales y fecales que superaron al valor normal establecido.

Durante la cosecha de los estanques la calidad del agua en la granja el Porvenir presentó las mismas condiciones que tuvo al momento de la llena, con valores extremadamente elevados de coliformes totales y fecales, sin embargo en la granja Lucrecia Lindo la calidad del agua que descargó hacia el estero presentó valores normales de coliformes totales y fecales, con una absoluta disminución de sus concentraciones de coliformes totales y fecales, en la granja La Amistad hubo una drástica disminución de los coliformes totales ya que éstos al momento de la siembra estaban en el nivel más elevado

de concentración y durante la cosecha se observaron muy por debajo de esas concentraciones pero aun así estaban demasiado elevados del valor normal mientras que los coliformes fecales también sufrieron una disminución que no fue tan drástica y sus concentraciones siempre estuvieron muy por encima del valor normal. No se logró detectar la presencia de *V. Cholerae* y *Salmonella* al momento de la cosecha en ninguna de las granjas que emplearon el sistema de cultivo extensivo.

Un 33.3 % de las granjas del sistema extensivo aumentaron a niveles extremadamente altos de concentraciones de coliformes totales y fecales al momento de la cosecha y un 66.6% de las granjas de este sistema de cultivo logró disminuir considerablemente estos valores al momento de la cosecha.

Sistema Semi - intensivo

Durante la siembra de los estanques la granja Bernardino Díaz presentó en el agua concentraciones normales de coliformes totales y fecales, no siendo así para el resto de las granjas que emplearon el mismo sistema de cultivo. Sin embargo los rangos de recuentos total bacteriano y *Vibrium* sp. se encontraron dentro de los valores normales en todas las granjas a excepción de la Pimán que presentó niveles elevados de *Vibrium* sp. En ninguna de estas granjas se detectó la presencia de *Vibrium Cholerae*.

Las concentraciones de coliformes totales y fecales se encontraron por arriba

del valor normal en la gran mayoría de las granjas de este sistema de cultivo que fueron investigadas, lo que indica que la calidad del agua se vio afectada por la presencia de coliformes totales y fecales producto de las actividades humanas y de otros animales domésticos en la zona.

Durante la cosecha de las granjas Bernardino, Codecan, Herrera Membreño, Edgar Lang, Pimán, Las Brisas, Nicolás Chávez, el agua que drenaron hacia el Estero Real presentó niveles elevados de coliformes fecales y totales en comparación con los niveles permitidos por la USEPA, pero estos valores se vieron drásticamente disminuidos en comparación con los niveles que estas aguas tenían al momento de la llena en estas granjas.

También se observó que la granja Bernardino presentó en el agua del estanque al momento de la siembra niveles normales de coliformes totales y fecales pero al momento de la cosecha se observó en el agua concentraciones máximas de coliformes, mientras que Camarones de Morazán presentó valores extremadamente elevados de coliformes fecales y totales en el agua del estanque al momento de la siembra mientras que en el momento de la cosecha se observó en el agua niveles normales de coliformes fecales y totales.

En ninguna de estas granjas se logró detectar la presencia de las bacterias *Salmonella sp.* ni de *Vibrium Cholerae*.

Un 87.5% de las granjas del sistema semi-intensivo lograron disminuir

considerablemente las concentraciones de coliformes totales y fecales al momento de la cosecha y un 12.5 % de estas granjas aumentaron a niveles extremadamente altos las concentraciones de coliformes en el agua al momento de la cosecha.

Resultados Físico-químicos

Concentraciones promedio de los diferentes sistemas de cultivo.

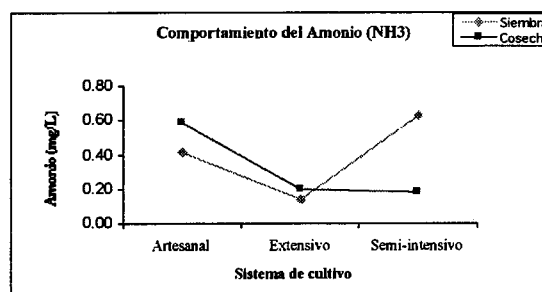


Gráfico No. 1 Comportamiento del amonio con relación a los sistemas de cultivo.

Amonio: El sistema extensivo no presentó diferencias significativas entre el agua utilizada para llenar los estanques y la drenada al Estero Real, lo que indica que el 64% de las granjas mantuvieron la misma calidad del agua.

El sistema artesanal presentó valores de amonio más altos en el agua de los estanques al momento de la cosecha. El 67% de las granjas presentaron valores de amonio altos en comparación con los iniciales.

El sistema semi-intensivo presentó diferencia significativa, siendo los valores de amonio en el agua de los estanques en el momento de la siembra altos en comparación con el agua en el momento de la cosecha, lo que indica que

las ocho granjas que se encontraron bajo este sistema de cultivo mantuvieron valores de amonio altos con respecto a la cosecha. La calidad del agua drenada hacia el Estero Real se encontró en mejores condiciones que la que se bombeó del Estero Real.

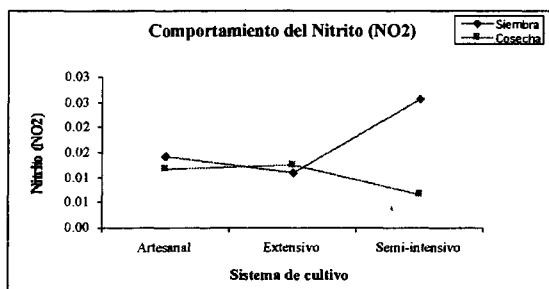


Gráfico No. 2 Comportamiento del nitrito con relación a los sistemas de cultivo.

Nitrito: Los sistemas artesanal y extensivo no presentaron diferencias significativas en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha.

El sistema semi-intensivo presentó diferencias significativas en el agua de los estanques al momento de la siembra y cosecha. El 50% de las granjas presentaron valores de nitritos altos en el agua de los estanques al momento de la siembra los cuales disminuyeron en la cosecha. La calidad del agua drenada hacia el Estero Real fue mejor que la utilizada para llenar los estanques.

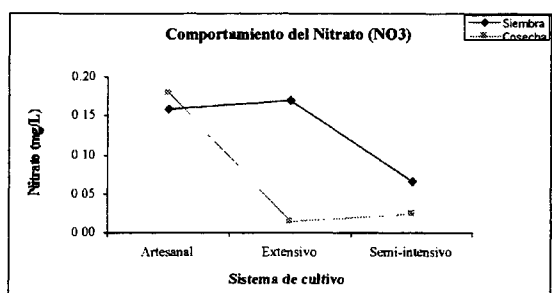


Gráfico No. 3 Comportamiento del nitrito con relación a los sistemas de cultivo.

Nitrato: El sistema artesanal no presentó diferencias significativas entre los valores de nitrato observados en el agua de los estanques en el momento de la siembra y la cosecha.

El sistema semi-intensivo presentó una pequeña diferencia en el agua de los estanques al momento de la siembra con respecto a la cosecha. El 38% de las granjas presentaron valores picos de nitrato durante la siembra.

La calidad del agua drenada hacia el Estero Real para los sistemas extensivo y semi-intensivo fue mejor que la utilizada para llenar los estanques de cultivo.

El sistema extensivo presentó diferencias en los valores de nitrato en el agua al momento de la siembra y la cosecha. Las granjas Lucrecia Lindo y El Porvenir presentaron los valores más altos, constituyendo el 67% del total. Sólo un 33% no presentó diferencias significativas en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha.

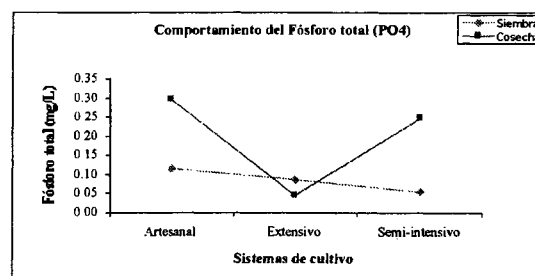


Gráfico No. 4 Comportamiento del fósforo total con relación a los sistemas de cultivo.

Fósforo total: El sistema artesanal, extensivo y semi-intensivo mantuvieron valores similares de fósforo total en el agua de los estanques al momento de la

siembra.

El sistema artesanal presentó diferencias significativas. La granja Rubén Darío no. 1 presentó diferencias de fósforo total en el agua al momento de la cosecha, las granjas María Garay y Rubén Darío no. 2 no presentaron diferencias significativas de fósforo total en el agua al momento de la siembra y cosecha de los estanques.

La granja Rubén Darío no. 1 presentó valores de fósforo total en el agua al momento de la cosecha mayores que los observados en el momento de la siembra. La calidad del agua en la cosecha se vio afectada por un incremento en los valores de fósforo total que excedieron la norma de calidad de agua para efluentes de estanques de cultivo de camarón.

El sistema extensivo presentó valores de fósforo total mayores en el agua de los estanques en el momento de la siembra los cuales disminuyeron en la cosecha.

El sistema semi-intensivo presentó una marcada diferencia de fósforo total en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha. Un 75% de las granjas presentaron valores similares de fósforo total en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha. Sin embargo, la granja Las Brisas fue la única granja que presentó una concentración de 1.20 mg/L de fósforo total en el agua del estanque al momento de la cosecha el cual excede al valor establecido por la Alianza para la Acuicultura Global (GAA) (Boyd, 2000:288). Esto se debió a que la muestra

de agua fue tomada en días cercanos a la fecha de aplicación de alimento en el estanque. Se observó que la calidad del agua en el sistema semi-intensivo fue mejor en el agua utilizada para llenar los estanques que la drenada hacia el Estero Real debido al empleo de fertilizantes químicos y alimento que contienen en su fórmula química fósforo.

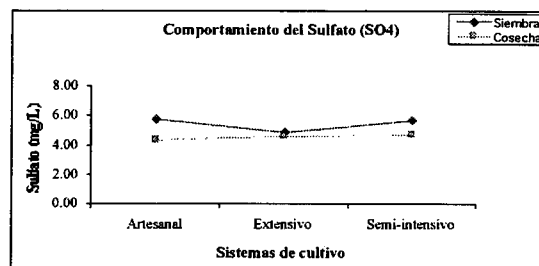


Gráfico No. 5 Comportamiento del sulfato con relación a los sistemas de cultivo.

Sulfato: se observó en el sistema artesanal diferencia en la concentración de sulfato en el agua de los estanques al momento de la siembra. El 67% de las granjas presentaron valores mayores al momento de la cosecha. Sólo la granja María Garay no presentó diferencia significativa en los valores de sulfato en el agua de los estanques en el momento de la siembra y la cosecha.

El sistema extensivo no presentó diferencia en la concentración de sulfato en el agua de los estanques en el momento de la siembra y cosecha de los estanques. Se considera que la calidad del agua utilizada para llenar los estanques como la drenada hacia el Estero Real fue la misma.

El sistema semi-intensivo no presentó diferencias significativas. Las ocho granjas presentaron un comportamiento similar, los valores de sulfato no tuvieron

variación en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha. La calidad del agua no se vio afectada por el sulfato, todos los valores observados se encontraron dentro del valor normal, considerándose por lo tanto que la calidad del agua fue la misma tanto al momento de la siembra como en la cosecha.

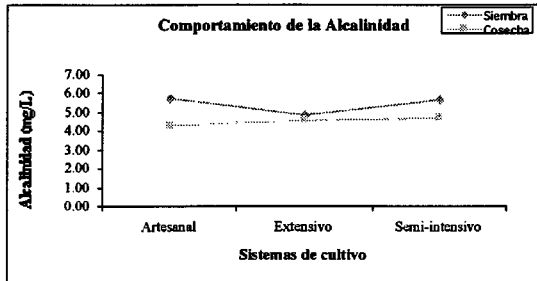


Gráfico No. 6 Comportamiento de la alcalinidad con relación a los sistemas de cultivo.

Alcalinidad: en el sistema artesanal se presentó un incremento en la concentración de alcalinidad en el agua de los estanques en el momento de la siembra en las granjas Rubén Darío no. 1 y Rubén Darío no. 2, no siendo así para la granja María Garay. Sin embargo la calidad del agua en el momento de la siembra y cosecha no se vio afectada por la alcalinidad ya que los valores observados se encontraron dentro del valor normal.

El sistema extensivo no presentó diferencia de alcalinidad en el agua de los estanques en el momento de la siembra y cosecha a pesar que se observó un valor pico en la granja Lucrecia Lindo en el agua del estanque al momento de la siembra, el cual disminuyó en la cosecha. El 67% de las granjas disminuyeron la concentración de alcalinidad en el agua de los estanques al momento de la cosecha.

Un 75% de las granjas bajo sistema semi-intensivo disminuyeron la concentración de alcalinidad en el agua de los estanques al momento de la cosecha. Un 63% de las granjas presentaron una concentración de alcalinidad en el agua de los estanques al momento de la siembra mayor que en el momento de la cosecha. Sin embargo, para estanques de cultivo de camarón la alcalinidad debe ser superior a 75 mg/L (Arredondo, 1998:55) por lo que la alcalinidad del agua observada en el momento de la siembra y la cosecha se mantuvo en las mismas condiciones.

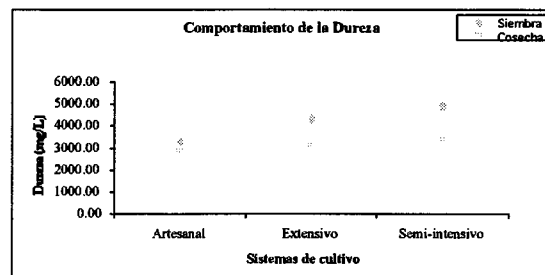


Gráfico No. 7 Comportamiento de la dureza total con relación a los sistemas de cultivo.

Dureza: El comportamiento observado de la dureza total en las granjas bajo sistema artesanal fue similar en el agua de los estanques al momento de la siembra como en la cosecha.

En el sistema extensivo y semi-intensivo las granjas presentaron una disminución de la dureza total en el agua de los estanques al momento de la cosecha.

La calidad del agua en el momento de la siembra y cosecha de los estanques fue la misma, las aguas del Estero Real se caracterizan por ser aguas duras producto de las actividades de la zona. Valores bajos de dureza no representan un factor importante para el cultivo de camarón.

IV. Conclusiones

Se analizó el comportamiento de los nutrientes y metabolitos tóxicos en catorce granjas de cooperativas ubicadas en la parte este del Estero Real. Las granjas seleccionadas emplearon diferentes sistemas de cultivo: artesanal, extensivo, semi-intensivo.

Sistema artesanal

En el sistema artesanal el agua que se drenó hacia el Estero Real estaba más cargada de coliformes totales y fecales que el agua que se ocupó para llenar los estanques.

Un 67% de las granjas presentaron valores de amonio altos en el agua de los estanques al momento de la cosecha en comparación con los valores de amonio en el agua al momento de la siembra de los estanques. Sin embargo, los valores no pasaron el valor normal inicial y objetivo propuesto por la Alianza para la Acuicultura Global.

El nitrito y nitrato (considerados nutriente y metabolito tóxico respectivamente) no presentaron diferencias significativas en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha.

Se observó diferencia significativa de fósforo total en el agua de los estanques al momento de la cosecha en la granja Rubén Darío no. 1 (0.77 mg/L) el cual pasa el valor normal inicial y objetivo propuesto por la GAA. El resultado obtenido en la investigación resulta ser

un dato curioso debido a que en un sistema artesanal no hay suministro de alimento ni fertilizante artificial, siendo la única fuente de alimento el alimento natural.

Un 67% de las granjas presentaron valores de sulfato y alcalinidad mayor en el agua de los estanques en el momento de la siembra los cuales disminuyeron en el momento de la cosecha. La granja María Garay no presentó diferencias en el agua de los estanques en el momento de la siembra y cosecha.

Un 100% de las granjas presentaron un comportamiento similar de dureza total en el agua de los estanques en el momento de la siembra y la cosecha.

Los valores de nitrito, nitrato, sulfato y dureza no presentaron diferencias significativas por lo que se puede decir que la calidad del agua fue la misma al momento de la siembra y cosecha de los estanques durante el período de la investigación. La calidad del agua en el efluente (Estero real) se vio afectada por un incremento en las concentraciones de fósforo total a pesar de que el sistema no contempla el uso de alimento y fertilizante artificial.

Sistema extensivo

En el sistema extensivo el agua que se drenó al Estero Real en su mayoría estaba menos cargada de coliformes totales y fecales que el agua que se usó para llenar los estanques.

No se observó diferencia en los valores de amonio entre el agua utilizada para llenar los estanques y la drenada hacia el Estero Real, lo que indica que el 64% de las granjas mantuvieron la misma calidad del agua.

Cerca del 100% de las granjas mantuvieron valores similares de nitrato en el agua de los estanques al momento de la siembra y cosecha de los estanques, manteniéndose la misma calidad del agua.

El 67% de las granjas presentaron valores de nitrato altos en el agua de los estanques al momento de la siembra, el 33% de las granjas no presentaron diferencias en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha. La calidad del agua fue mejor en el momento de la cosecha que en la siembra.

Los valores de fósforo total fueron mayores en el agua de los estanques al momento de la siembra, siendo mejor la calidad del agua del efluente.

No se observó diferencia significativa de sulfato en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha, la calidad del agua se considera la misma.

El 67% de las granjas disminuyeron los valores de alcalinidad y casi el 100% de las granjas disminuyeron los valores de dureza total en el agua de los estanques al momento de la cosecha.

Se observó que la calidad del agua descargada hacia el efluente fue mejor

que la utilizada para llenar los estanques de cultivo de camarón, los nutrientes y metabolitos tóxicos se mantuvieron dentro de los valores normales.

Sistema semi-intensivo

En el sistema semi-intensivo las aguas que se vertieron al Estero Real en su mayoría estaban menos cargadas de coliformes totales y fecales que las que se usaron al momento de la llena.

Un 100% de las granjas mantuvieron valores de amonio altos en el agua de los estanques al momento de la siembra.

El 50% de las granjas presentaron valores de nitrato altos en el agua de los estanques al momento de la siembra.

El 38% de las granjas presentaron valores picos de nitrato (Camarones de Morazán, Herrera Membreño y Pimán) en el agua de los estanques al momento de la siembra.

El 75% de las granjas disminuyeron los valores de alcalinidad en el agua de los estanques en el momento de la cosecha y el 100% de las granjas disminuyeron los valores de dureza total en el agua de los estanques en el momento de la cosecha.

No se observó diferencia en los valores de sulfato en el agua de los estanques al momento de la siembra y la cosecha. La calidad del agua fue la misma.

El 75% de las granjas presentaron valores similares de fósforo total en el agua de

los estanques al momento de la siembra y la cosecha; sin embargo la granja Las brisas presentó un valor pico en el momento de la cosecha el cual excedió el valor establecido por la Alianza para la Acuicultura Global.

Conclusión General

Se puede observar en el estudio que la calidad del agua fue mejor en el momento de la cosecha que en la siembra desde el punto de vista físico-químico y

microbiológico para un ciclo de cultivo en las catorce granjas que se sometieron a estudio. Los parámetros presentaron un incremento en el momento de la siembra pero disminuyeron en el momento de la cosecha, cabe señalar que estos valores siempre se mantuvieron dentro de los valores normales para estanques de cultivo de camarón a excepción del fósforo total lo cual es debido a que la muestra de agua fue tomada en días de aplicación de alimento en una de las granjas bajo sistema semi-intensivo.

Bibliografía

- AMERICAN Public Health Association; et al (1998) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Estados Unidos 20 Th Edition.
- ARREDONDO, José Luis (1998). *Calidad de Agua en Acuicultura. Conceptos y Aplicaciones*. México, D.F. 1ra. Edición.
- BOYD E., Claude; et al (2001) *Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica*. UCA, Managua 1ra. Edición.
- COLLINS, Christopher; Lyne, Patricia (1976) *Microbiological Methods*. Estados Unidos Cuarta edición
- SABORÍO, Agnés (2001). *La Camaronicultura en Nicaragua*. Centro de Investigación del Camarón Universidad Centroamericana.
- SABORÍO, Agnés (2000). *Cooperativas camaroneras: Un enfoque del desarrollo 1995-2000*. Centro de Investigación del Camarón Universidad Centroamericana.



Revista WANI

Es un medio de expresión y análisis de la realidad costeña nicaragüense. Se publica trimestralmente por el Centro de Investigaciones y Documentación de la Costa atlántica CIDCA.

Contiene artículos en los idiomas originales del Caribe nicaragüense, con traducción al español en antropología, historia economía, ecología, lingüística, sociología, política y cultura.

Valor: C\$20.00
Córdobas

En caso de cheque, mandarlo a nombre de CIDCA al apartado postal A-189. O a la siguiente dirección: Reparto Pancasán, 5ta etapa. De Plaza el Sol 2c al sur, 2c este, 1c al lago. # 40.

Managua: tel. 2780854 fax 2784089 Puerto Cabezas: Tel. 028 22370
Bluefields: tel. 082 22735 E-mail: cidca@nicarao.org
Cidca@ns.uca.edu.ni