

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **ANTECEDENTES**

El agua de las piscinas donde se desarrolla el camarón puede presentar elevados niveles de fósforo y nitrógeno, lo cual puede ocasionar un incremento en la concentración de compuestos formados por dichos elementos (nitritos, amoníaco), considerados tóxicos para el camarón.

La excesiva presencia de nutrientes en el agua produce una reducción en el índice de oxígeno disuelto, lo que dificulta la captación de este elemento por parte de los camarones; éstos, debilitados por la falta de oxígeno pueden sofocarse, tienen más probabilidades de enfermar y pueden verse limitados en su crecimiento. (16)

La concentración de residuos orgánicos en las piscinas estimula el crecimiento inadecuado de plancton y microorganismos contaminantes que producen toxinas que afectan a la población acuícola. (18)

### **OBJETIVOS.**

#### **General:**

- Validar el producto comercial BIO2-H (bacterias desnitrificantes) con el fin de determinar si su aplicación logra disminuir los niveles de nitrógeno en el agua de camaroneras.

#### **Específicos:**

- Demostrar que la inoculación de bacterias desnitrificantes mejora la calidad del agua de la piscina (al eliminar los microorganismos contaminantes y los compuestos tóxicos) y la carne del camarón.

- Determinar qué dosis de BIO2-H logra los mejores resultados en cuanto a reducción de nutrientes y compuestos tóxicos en éstas condiciones (dosis óptima).

## **LA INDUSTRIA CAMARONERA**

### **ORIGEN E IMPORTANCIA**

En el contexto mundial, el Ecuador es el cuarto productor (después de China, Tailandia e Indonesia) y el primer productor del Hemisferio Occidental. En su territorio está asentada la mayor cantidad de laboratorios de producción de postlarvas, y es el mayor productor de alimentos balanceados para camarones de la Región. Además, es el principal proveedor de camarón de los Estados Unidos, España y Francia. (11)

Hasta el año 1998 la producción camaronera era de 145.000 toneladas métricas, que generaron aproximadamente 850 millones de dólares como divisas para el País.

### **ENFERMEDADES Y PROBLEMAS.**

#### **Costo y Dosificación del Alimento.**

La alta inversión que representa alimentar a los camarones tiene muy preocupados a los productores. La compra del balanceado representa casi el 80% del costo de producción de camarón. Por consiguiente, esta actividad resulta de alto riesgo para inversionistas, especialmente por las actuales enfermedades y problemas que acechan a la industria camaronera. Usando alimentos que no son bien digeridos por los animales dará como resultados altos niveles de contaminación en el agua, lo que eventualmente generará más contaminación ambiental.

#### **Compuestos Tóxicos: Amoníaco y Nitrito.**

El  $\text{NH}_3$  es el producto principal de los residuos o desechos excretados por las especies cultivadas. Este compuesto es tóxico para todos los organismos acuáticos en

concentraciones superiores a 3 o 4 mg /L, sobre todo en aguas tropicales con un pH por encima de 8.5 ó 9. El proceso de "nitrificación", ampliamente conocido en los sistemas de cultivo en estanques, actúa sobre el amoníaco, convirtiéndolo en **nitrito**, un compuesto que también es tóxico para organismos acuáticos, y posteriormente en nitrato. Dentro del ciclo del Nitrógeno solamente el amoníaco y los nitritos ( $\text{NO}_2$ ) resultan ser tóxicos para los animales. El ión amonio ( $\text{NH}_4$ ), así como el producto final, el nitrato ( $\text{NO}_3$ ) carecen de toxicidad

### **Enfermedades.**

Gran parte de las enfermedades son causadas por virus, como el de la “Mancha Blanca”, el cual viene causando las más graves pérdidas registradas históricamente en casi todas las áreas de cultivo de camarón de América. Por otro lado, muchos problemas de enfermedades son ocasionados por el mal manejo o el uso indiscriminado de antibióticos ante ataques bacterianos, lo cual demuestra que es necesario buscar otras formas de enfrentamiento y de prevención.

## **NUTRIENTES EN CAMARONERAS**

La adición de nutrientes a los estanques de cultivo tiene como objetivo promover el crecimiento de plantas (fitoplancton y algas). Estos organismos constituyen el primer escalón en la cadena alimenticia del ecosistema del estanque.

En los estanques de cultivo de camarón el nitrógeno y el fósforo son los nutrientes esenciales que se necesitan para estimular el crecimiento de fitoplancton. Cuando las concentraciones de nitrato-nitrógeno más nitrógeno amoniacal total (TAN) sobrepasan los 0,25 mg/L y concentraciones de fosfato disuelto están por encima de 0,05 mg/L, se puede esperar que se produzca el crecimiento de fitoplancton. Las fuentes que se utilizan para añadir nutrientes a los estanques son los fertilizantes y el alimento.

### **PROBLEMAS CAUSADOS POR EL EXCESO DE NUTRIENTES.**

En el perfil del estanque existen 3 capas: el agua, una capa superficial aeróbica de 2 cm y una capa anaeróbica. Si no hubiera oxígeno suficiente para la descomposición de esta

ultima capa de materia orgánica (heces, desechos de alimento, plantas en descomposición y restos de animales, etc.), se formarían ciertos gases como nitrógeno no ionizado que podrían pasar hacia la capa aeróbica. Por el contrario, si existe el oxígeno suficiente, las bacterias lo liberarán hacia el agua como compuestos no tóxicos. Si no hubiera oxígeno suficiente en la capa aeróbica los gases tóxicos como amonio no ionizado o sulfuro de hidrógeno, se liberarán directamente hacia el agua causando toxicidad en el camarón. En esta segunda capa las bacterias junto con el oxígeno transformarán el amonio no ionizado a nitritos y luego a nitratos.

## **BIORREMEDIACIÓN EN CAMARONERAS**

### **EL BIO2-H.**

**BIO2-H SC** es un complejo microbiano y enzimático que restablece biológicamente el balance natural de las agua y del fondo de los estanques o piscinas utilizadas en las explotaciones de camarones y peces. A través de la inoculación de las enzimas del BIO2-H SC y la inoculación de microorganismos benéficos se puede lograr la transformación de los residuos orgánicos y de las toxinas, ya que cumplen funciones de nitrificación, proteólisis, lipólisis y fosforeducción (reducción y mineralización) para estabilizar las características físicas, químicas y biológicas del fondo y del agua del estanque. Además, estabiliza los niveles de oxígeno disuelto en el agua, para mejorar el desarrollo de los organismos acuáticos.

## **ORGANISMOS NITRIFICANTES**

### **Bacterias Nitrificantes.**

Las bacterias nitrificantes son quimioautótrofas "Gram-negativas", que miden entre 0.4 y 0.6 micras; su fuente de energía son compuestos inorgánicos reducidos de nitrógeno. Estas bacterias tienen la capacidad de oxidar amoníaco a nitrito, o bien nitrito a nitrato, pero ninguna de ellas puede oxidar ambas a la vez.

### **Nitrificación.**

Durante el proceso de mineralización se produce la liberación de amoníaco a partir del nitrógeno contenido en la materia orgánica. La nitrificación, por el contrario, es la oxidación microbiana de  $\text{NH}_4^+$  y amoníaco a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), que posteriormente se oxida a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

### **Desnitrificación.**

Proceso mediante el cual las plantas y algas, utilizando la energía de la luz, toman los nitratos que, asociados con el anhídrido carbónico, se transforman en sales para su propio proceso nutricional. En lugar de producir como deshecho gran cantidad de  $\text{CO}_2$ , las plantas producen  $\text{O}_2$  (oxígeno) y muy pequeñas cantidades de dióxido carbónico.

## **EXPERIMENTACIÓN**

### **Construcción de los Diques.**

1. Se construyeron diez diques de  $1,5 \text{ m}^2$  cada uno, con una capacidad individual de  $1 \text{ m}^3$ . Uno de estos diques fue utilizado como testigo.
2. Se procedió a llenar los diques con agua del estero Jujanal (el mismo que se utiliza regularmente para proveer de agua a las piscinas).
3. Durante todo el proceso de experimentación el agua de los diques fue oxigenada manualmente seis veces al día.

### **Dosificación del BIO2-H.**

- En el primer dique no se aplicó ninguna dosis de bacteria, ya que fue utilizado como testigo.
- En los diques 2, 3 y 4 se aplicó 0,5ml de BIO2-H.
- En los diques 5, 6 y 7 se aplicó 1ml de BIO2-H.
- En los diques 8, 9 y 10 se aplicó 2ml de BIO2-H.
- Estas aplicaciones fueron realizadas cada semana, durante 40 días.

**Caracterización del agua.** Se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis Físico-Químico. Incluye los siguientes parámetros:

- |            |               |                    |
|------------|---------------|--------------------|
| - Dureza   | - Fosfato     | - Amonio           |
| - Silicato | - Nitrito     | - pH               |
| - Nitrato  | - Temperatura | - Oxígeno Disuelto |

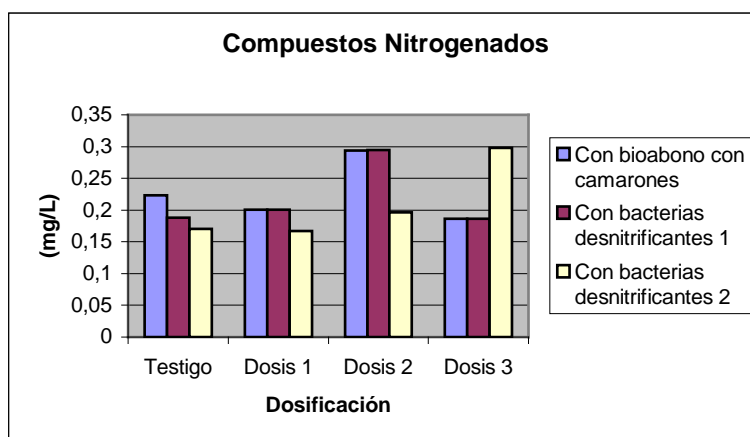
- Análisis Bacteriológico

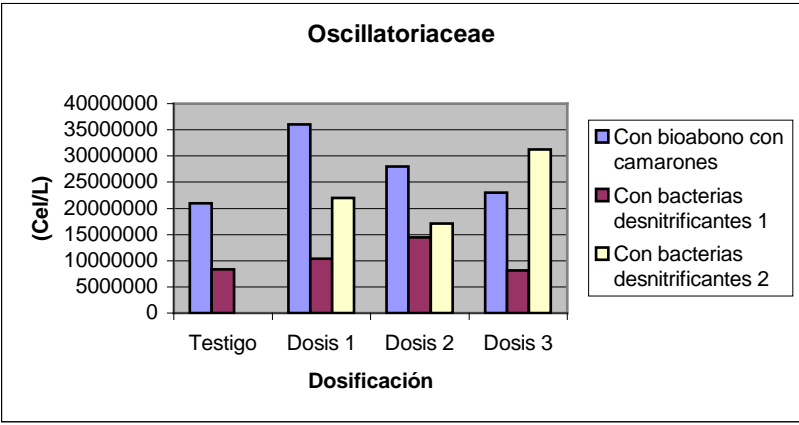
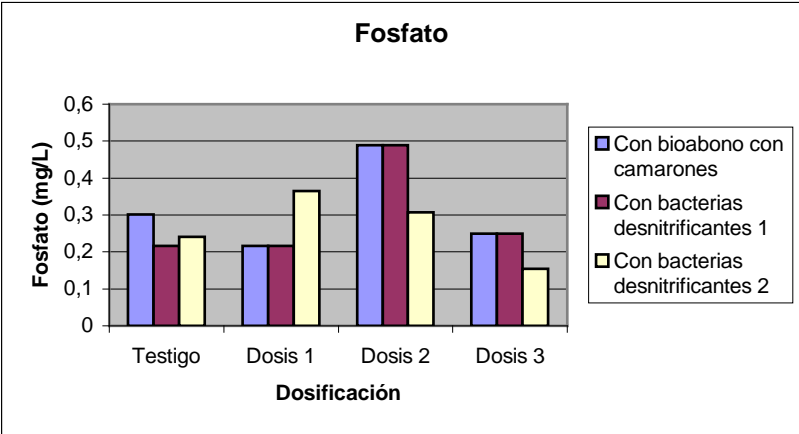
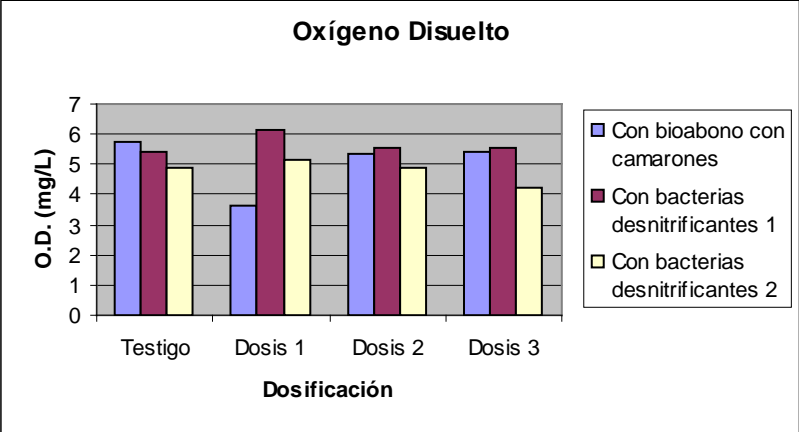
- Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Fitoplancton: Especies del género *Oscillatoriaceae* (organismos tóxicos), y especies de la subclase *Bacillariophyceae* (diatomeas, microorganismos benéficos).

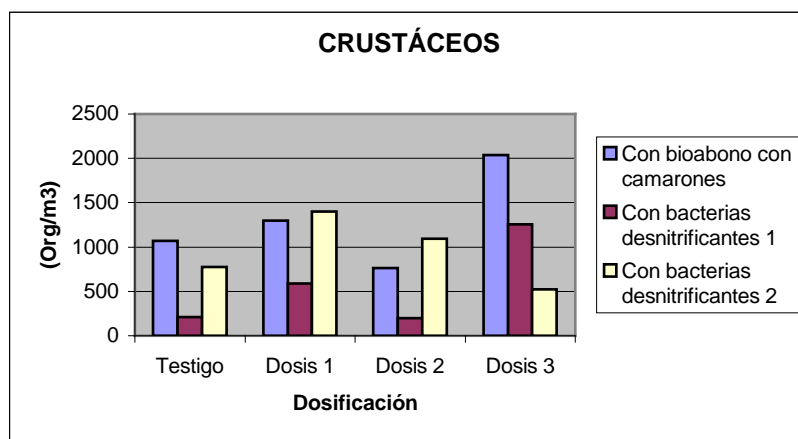
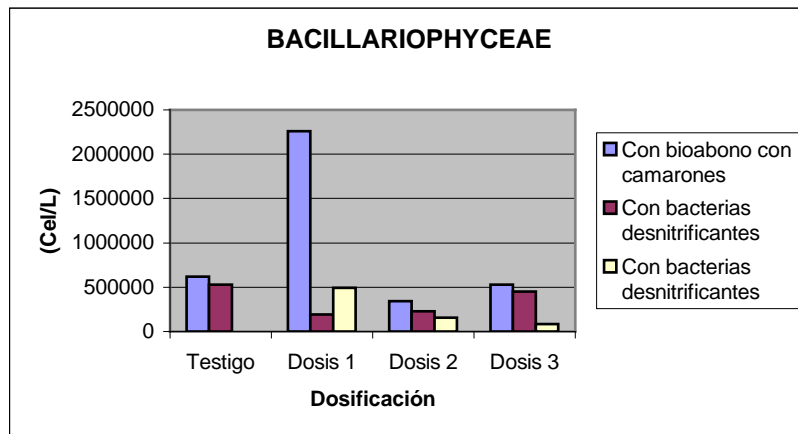
- Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Zooplancton: Crustáceos microscópicos.

**Frecuencia del Muestreo:** Medidas tomadas 20 y 45 días después de la aplicación del BIO2-H.

## RESULTADOS.







## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES.

1. Las dimensiones de las piscinas fueron muy pequeñas para el desarrollo de los camarones, ya que al parecer la falta de espacio estresó al camarón, haciéndolo más susceptible al ataque de enfermedades.



2. La aplicación del BIO2-H sí ayuda a reducir el nivel de compuestos nitrogenados presentes en el agua de cultivo de camarón, a pesar de que la concentración de éstos compuestos en el agua no se encontraba por encima de los límites permisibles establecidos en la tabla 2.
3. La inoculación de bacterias desnitrificantes (BIO2-H) ayuda en la reducción de microorganismos tóxicos para el camarón y en la transformación de compuestos tóxicos en compuestos beneficiosos para el crustáceo.
4. La aplicación del BIO2-H reduce la concentración de fosfatos en el agua de cultivo.
5. La dosis N°1 aumenta el nivel de oxígeno disuelto en el agua de cultivo, manteniendo el más alto nivel hasta después de que los camarones han muerto.
6. La dosificación N°1 (0,5 mg/L) fue la que produjo los mejores resultados durante el período de experimentación, y puede ser considerada como la dosis óptima del producto para aguas de cultivo de camarón en éstas condiciones.

## **RECOMENDACIONES.**

1. Diseñar y construir diques más grandes cuando se quiera realizar este tipo de investigación, ya que al reducir la mortalidad de los camarones se podrá determinar si realmente la inoculación de bacterias ayuda o no a mejorar el crecimiento del camarón y cómo reacciona éste ante su aplicación.
2. Continuar con esta investigación tratando de recopilar un mayor número de datos durante un mayor período de tiempo, con el fin de relacionar de mejor manera las variables y conocer de forma más precisa cuáles (y en qué grado) influyen directamente sobre el desarrollo de los camarones y sobre las condiciones del agua de cultivo.

3. Se recomienda al dueño y al personal de la camaronera que se trate de evitar la contaminación el estero del cual se toma el agua para llenar las piscinas (y los diques, en este caso), ya que al liberar aguas negras a éste cuerpo de agua se está añadiendo nutrientes que, eventualmente, pueden influir de manera negativa en la producción de camarones o en las investigaciones de este tipo.
4. Se recomienda a las personas interesadas en realizar este tipo de estudios que busquen el apoyo financiero de alguna institución (que puede ser el mismo Instituto Nacional de Pesca), ya que el elevado costo de los análisis impidió que se tomaran datos más representativos durante el período de experimentación.