

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación fue realizada por personal del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos de la Universidad centroamericana, a solicitud de la Empresa BAYER S. A, de Nicaragua, por lo tanto la información aquí suministrada es propiedad de dicha Empresa.

---

**Directora de Investigación**

*MSc. Agnés Saborío Coze.*

**Investigadores**

*MSc. Agnés Saborío Coze.*

*Lic. Nelvia Hernández.*

*Lic. María José Almanza Abud.*

*T. M Erick Sandoval Palacios.*

*Lic. Zunilda Castellanos C.*

**Tesistas**

*Ing. Ronald Quiroz (Maestría)*

*Br. Ditmara Cerrato Mairena (Licenciatura)*

**Colaboradores**

*Br. Giovanni Blandón.*

*Ing. Juan Ramón Bravo.*

*Lic. Martín Flütsch Caracas.*

*MSc. Eduardo Flores Coca.*

*Lic. Alberto Obregón Mendoza.*

*Br. Nadia Padilla.*

---

**Edición y diseño**

*Lic. Nelvia Hernández.*

*Lic. Zunilda Castellanos C.*

## Resumen

El presente ensayo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja Escuela del CIDEA en Puerto Morazán, Chinandega, y se hizo con la finalidad de determinar el efecto residual del Neguvón 97% en aguas salinas, sedimentos y tejidos de camarones principalmente. Se utilizaron 6 estanques de cultivo semi-intensivo de camarones, de los cuales a 2 se les aplicó una cantidad de 1.0 kg/1600m<sup>3</sup> (Tratamiento I), a tros 2 se les aplicó 1.5 kg/1,600m<sup>3</sup> (Tratamiento II) y los otros 2 restantes no se les aplicó tratamiento (Estanques Testigos). También se realizaron diferentes pruebas y análisis para conocer cuales son los efectos del Neguvón 97% sobre la calidad física, química, microbiológica y planctónica del agua de los estanques en cultivo, así como el efecto de este producto sobre los camarones en cultivo. De acuerdo a los resultados obtenidos, la degradación del Neguvón 97% y su principal compuesto el Diclorvos fue de 3 días, influyendo en este proceso las condiciones de temperatura, pH y salinidad principalmente. No se encontraron residuos de este producto en el agua, sedimentos, ni en tejido de los camarones. Tampoco se encontró diferencia estadística significativa en relación con los parámetros ambientales en los estanques con tratamiento y los estanques testigos. De igual manera, no hubo afectación del Neguvón 97% sobre las poblaciones bacterianas y planctónicas. No se registró efecto del producto en estudio sobre el crecimiento de los camarones cultivados.

### Referencia Bibliográfica

CIDEA-UCA. 2000. Ensayo de uso de Neguvón 97% para uso acuícola. Managua, Nicaragua. 38 pp.

## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>10</b>
3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	10
3.2 DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ZONA.....	11
3.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE CAMPO.....	12
3.3.1 Manejo técnico de los estanques.....	12
3.3.2 Aplicación del tratamiento.....	13
3.3.3 Metodología de toma de muestras de agua.....	16
3.3.4 Metodología de toma de muestras de sedimento .....	17
3.3.5 Metodología de muestreos de crecimiento.....	18
3.3.6 Metodología de toma de muestras de tejidos.....	18
3.4 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE MUESTRAS .....	18
3.4.1 Análisis de residualidad en agua, sedimento y tejidos.....	18
3.4.2 Análisis químicos del agua .....	19
3.4.3 Análisis microbiológicos del agua.....	19
3.4.4 Análisis de plancton.....	19
3.5 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO ESTADÍSTICOS DE DATOS .....	19
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
4.1 COMPORTAMIENTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LOS ESTANQUES DE ESTUDIO .....	20
4.2. RESIDUALIDAD DEL NEGUVÓN 97% .....	23
4.2.1 Residualidad en aguas .....	23
4.2.2 Residualidad en sedimentos.....	23
4.2.3 Residualidad en tejidos.....	24
4.3 EFECTOS DEL NEGUVÓN EN LA CALIDAD QUÍMICA, MICROBIOLÓGICAS Y PLANCTÓNICA DEL AGUA .....	24
4.3.1 Calidad química del agua.....	24
4.3.2 Poblaciones microbiológicas.....	28
4.3.3 Población planctónica.....	33
4.3.4 Comportamiento del crecimiento del camarón.....	35
4.3.5 Resultados de la producción.....	35
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

**LISTA DE FIGURAS, FOTOS, TABLAS, GRÁFICOS Y ANEXOS**

		Pág.
Figura 1	Macro localización de la zona de estudio	10
Figura 2	Micro localización de la zona de estudio	11
Figura 3	Disposición de los estanques y la distribución de los tratamientos.	14
Foto 1 y 2	Preparación del producto	15
Foto 3	Aplicación del producto	15
Tabla 1	Cronograma de muestreo de agua para análisis de residualidad del Neguvón 97%.	16
Tabla 2	En anexos No1. Cronograma de muestreo para análisis químico, microbiológico y de plancton en el agua.	
Tabla 3	Cronograma de muestreo de sedimento para análisis de residualidad del Neguvón 97%,	18
Tabla 4	Datos de los parámetros ambientales registrados durante los días del tratamiento y del cultivo. En anexos No4.	
Tabla 5	Porcentaje de degradación del Neguvón 97% en el agua de los estanques en estudio.	23
Tabla 6	Porcentaje de degradación del Neguvón 97% en el sedimento de los estanques en estudio.	23
Tabla 7	Nivel de contaminación de Neguvón 97% en tejidos de camarón de los estanques en estudio.	24
Tabla 8	Comportamiento de <i>Salmonella sp.</i> en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	29
Tabla 9	Comportamiento de <i>Vibrium sp.</i> en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	29
Tabla 10	Comportamiento de <i>Vibrio cholerae</i> en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	32
Tabla 11	Densidad poblacional promedio de Fitoplancton (Células/ml) en estanques de cultivo de camarón tratados con Neguvón 97%.	33
Tabla 12	Densidad poblacional promedio de Zooplancton (Individuos/litro) en estanques de cultivo de camarón tratados con Neguvón 97%.	34
Gráfico 1	Comportamiento del oxígeno disuelto en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	20
Gráfico 2	Comportamiento de la temperatura en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	21
Gráfico 3	Comportamiento de la salinidad en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	21
Gráfico 4	Comportamiento de la transparencia en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	22
Gráfico 5	Comportamiento de la alcalinidad en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	25
Gráfico 6	Comportamiento del pH en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	25

Gráfico 7	Comportamiento del oxígeno disuelto en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	26
Gráfico 8	Comportamiento del fósforo en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	27
Gráfico 9	Comportamiento del amonio en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	29
Gráfico 10	Comportamiento de las poblaciones bacterianas en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	30
Gráfico 11	Comportamiento de los Coliformes totales en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	31
Gráfico 12	Comportamiento de los Coliformes fecales en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	32
Gráfico 13	Comportamiento del crecimiento de los camarones en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.	35
Anexos		38
Anexos 1	Tabla 2	
Anexos 2	ENSAYO DE DEGRADACIÓN Y RESIDUALIDAD DEL COMPUESTO NEGUVÓN 97%.	
Anexos 3	ESTUDIO ECOTOXICOLOGICO DEL TRICLORFON EN POLVO 95% (NEGUVON 97%) EN EL ECOSISTEMA DEL ESTERO REAL PUERTO MORAZAN-CHINANDEGA	
Anexos 4	Tabla 4	

## I. INTRODUCCION

Aunque se sabía que Nicaragua poseía un gran potencial para el cultivo de camarón por sus condiciones naturales, la actividad se inicia en Nicaragua, a partir de 1990, en un marco de economía de mercado y frente al auge de la actividad registrado a nivel mundial, inversionistas nacionales y extranjeros se interesaron en la camaronicultura.

En 1998 existían 8,299 hectáreas en producción de las cuales 759 eran manejadas bajo sistemas artesanales; 1,872 de forma extensiva y 5,668 bajo sistema semi – intensivo. Actualmente están en producción alrededor de 7,190 hectáreas en producción bajo los diferentes sistemas de cultivo. (Saborío 1999). En los últimos años la camaronicultura ha llevado un crecimiento promedio en las exportaciones mayor al 150% anual.

Sin embargo, en el mes de Octubre de 1998 después del huracán Mitch, el número de hectáreas en producción se redujo en un 25% lo que equivale a la pérdida en área de producción de 2,108 hectáreas y un 30% menos en volúmenes de exportaciones.

En Enero de 1999, se detectó por primera vez en el país grandes mortalidades en varias granjas camaronerías notándose un comportamiento diferente a las enfermedades ya vividas en la industria, donde se confirmó la presencia del virus Asiático conocido como la **Mancha Blanca** o White Spot. La enfermedad apareció en diferentes etapas del crecimiento del camarón lo que causó grandes mortalidades con sobrevivencia que variaron entre 2% y 22%.

Ante esta nueva situación se implementaron diversas medidas de control, recomendadas por expertos extranjeros de países que han convivido con éste virus; entre las cuales uno de ellas es utilizar insecticidas para el control de vectores.

Es así, que la empresa BAYER, S. A. solicita al Departamento de Registro Veterinario y alimento de Uso Animal del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) la inscripción del insecticida Triclorfon 95 % (Neguvón 97 %) para el control de vectores del virus Mancha Blanca en estanques de cultivo de camarones.

Este producto es utilizado e inscrito para el uso contra plagas, para controlar endoparásitos y ectoparásitos en animales terrestres. Se considera un pesticida de amplio espectro. La toxicidad aguda se debe a la inhibición de la acetilcolinesterasa en los extremos de los nervios por el producto de la degradación, los diclorvos, que se estiman por lo menos 100 veces más potentes como anticolinesterasa que como Triclorfon conduce a la acumulación de acetilcolina endógena.

Sin embargo, el éxito o fracaso de un cultivo de camarones está en dependencia de la calidad del agua, por lo que se debe de mantener un control de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y planctónicos, así como la evaluación de su comportamiento durante todo el período con la finalidad de identificar posibles agentes o factores ambientales que puedan incidir en el comportamiento de éstos parámetros.

En vista de lo anterior es necesario valorar el comportamiento de éste producto, desde el punto de vista ambiental para conocer la residualidad en aguas y sedimento; desde el punto de salud, conocer la residualidad en el camarón y desde el punto de vista del productor, conocer la incidencia en los diferentes parámetros importantes para el desarrollo adecuado del cultivo.

La Dirección del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) solicita validar o hacer una investigación para conocer con certeza la inocuidad del producto, por lo que se solicita evaluar los efectos residuales del Neguvón (triclorfón), producto que está siendo utilizado por la industria camaronera en diferentes países.

Para ello, el Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos de la Universidad Centroamericana (CIDEA-UCA) llevó a cabo la investigación, seleccionando seis estanques destinados al cultivo del camarón en las instalaciones de la Granja Escuela del CIDEA-UCA, en el departamento de Chinandega, Municipio de Puerto Morazán. La investigación se llevó a cabo por el personal del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos. Los análisis físico-químicos, microbiológicos y de plancton de agua se realizaron en los laboratorios del CIDEA-UCA y los análisis de residuos en agua, sedimento y camarón fueron hechos en el Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos, del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) el cual es el laboratorio oficial para el país. Así mismo se llevaron a cabo análisis ecotoxicológicos por el Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, a solicitud del Ministerio del Ambiente.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

- Analizar el efecto residual del Neguvón 97% en aguas salinas, sedimento y camarones aplicado en concentraciones de 1 y 1.5 kg/1600m<sup>3</sup> en estanques de cultivo semi-intensivo de camarones en la zona de Puerto Morazán, Chinandega, Nicaragua.
- Conocer los efectos del Neguvón 97% sobre la calidad física, química, microbiológica y planctónica del agua de los estanques en cultivo; así como el efecto de este producto sobre el crecimiento de los camarones.

### 2.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso de degradación del Neguvón 97% en aguas salinas y sedimento de estanques camaroneros en un periodo de dieciséis días consecutivos desde su aplicación.
- Conocer los niveles de contaminación de los productos residuales del Neguvón 97% en tejidos de camarones cosechados con tallas mínima comercial de diez gramos.
- Determinar la incidencia del Neguvón 97% sobre los factores ambientales, químicos, microbiológicos y planctónicos del agua de los estanques en cultivo.
- Describir el comportamiento del crecimiento del camarón cultivado en aguas tratadas con Neguvón 97%

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del Área de Estudio

**Macro localización:** La República de Nicaragua esta ubicada en el centro del Istmo Centroamericano. Limita al Norte con Honduras, Al Sur con Costa Rica, al Este con el mar Caribe y al Oeste con el Océano Pacífico.



Figura 1. Macro localización de la zona de estudio

**Micro localización:** El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja Escuela Experimental de Camarones del CIDEA-UCA, en la zona estuarina del Estero Real, ubicado geopolíticamente en el municipio de Puerto Morazán, Departamento de Chinandega, Región II de Nicaragua. (Ver mapa de ubicación, Figura 2).

La Granja Escuela Experimental limita al norte con el Estero Amayo y el pueblo de Puerto Morazán, al sur con el Estero Amayo y la Cooperativa Edgar Lang, al este con la Carretera a Tonalá-Puerto Morazán y al oeste con el Estero Amayo.

De acuerdo con las cuadrículas de UTM se ubica en la Latitud 1419.80; 1419.75; 1419.60; 1419.53; 1418.10; 1418.00; 1418.40; 1418.70; 1419.50; y Longitud 481.75; 481.80; 481.80; 481.60; 482.20; 481.85; 480.80; 480.65; 481.40.

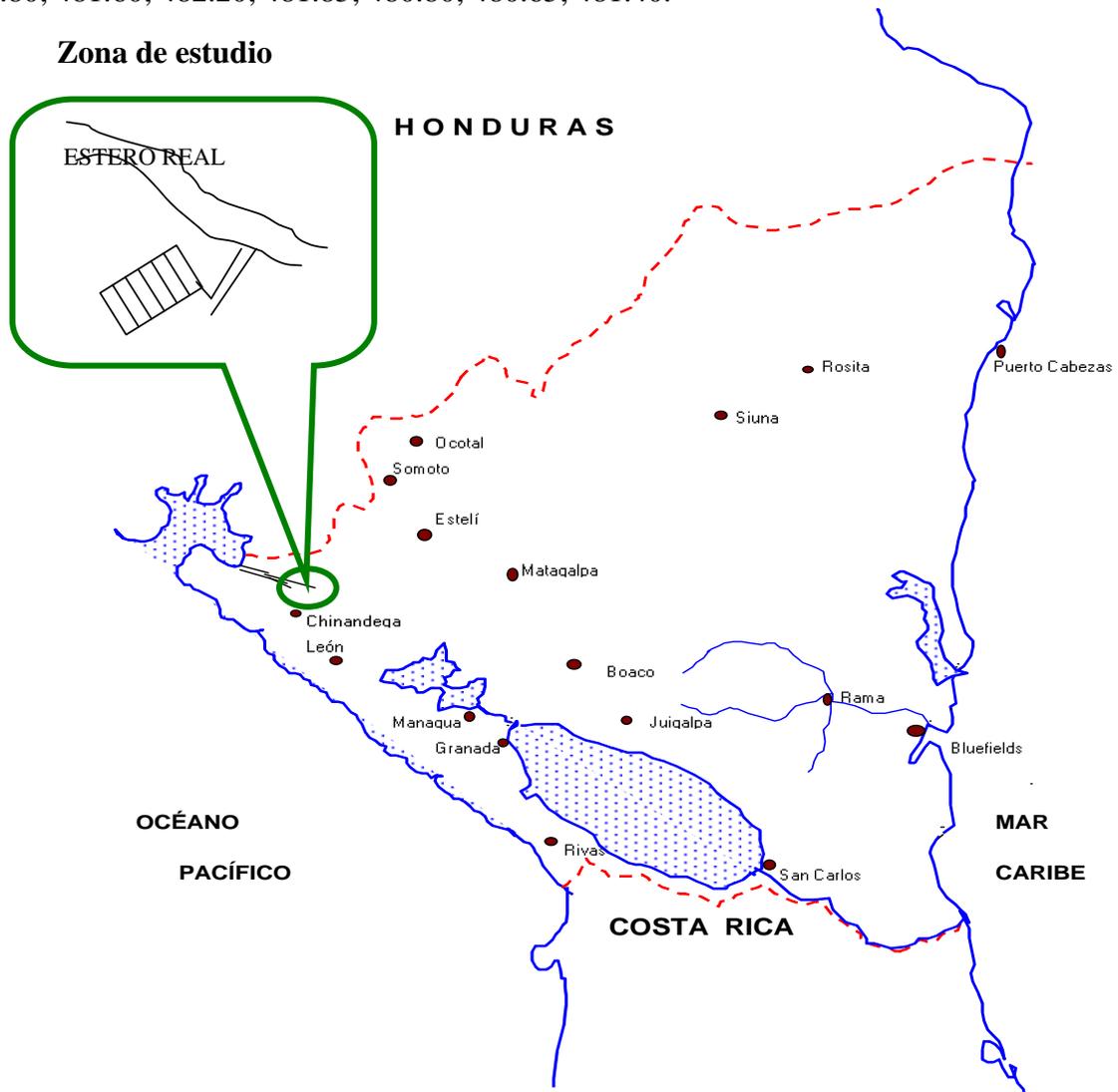


Figura 2. Micro localización de la zona de estudio

### 3.2 Datos Climatológicos de la zona

La zona presenta un clima tropical de Sabana, que se caracteriza por ser caliente, sub-húmedo con leves lluvias durante la época seca, que no logran modificar el marcado déficit de los suelos (INETER, 1996).

La temperatura ambiental media anual es de 27°C incrementándose en un grado centígrado durante los meses de febrero a mayo y disminuyendo en igual magnitud en los meses de noviembre a enero (Rocha, 1999).

La precipitación pluvial es de carácter estacional con una precipitación anual entre 800 a 1,500 mm, registrándose el 95% entre mayo y octubre; con una marcada época seca de noviembre a abril que registra solamente 5% de la precipitación anual (Rocha, 1999).

Durante los periodos lluviosos o secos, la salinidad en el Estero Real se encuentra en rangos de 0.1 a 36 ppt, en zonas de aguas arriba de algunos esteros y caletas (Castellanos *et al*, 2000). La evaporación media anual es de 1,544.5 mm ocurriendo el 58% de noviembre a abril. (INETER, 1996).

Esta zona presenta una gran variación de humedad del aire dándose valores mínimos en épocas secas y en los meses cálidos (febrero, marzo y abril) de 67 a 69 % y los valores máximos se dan en septiembre - octubre con 89% (Rocha, 1999).

El viento alcanza una velocidad media anual de 6.8 km/h y su magnitud se relaciona en forma inversa con la humedad relativa; es así como en los meses de septiembre y octubre la velocidad media de los vientos disminuye a 5.7 Km/h y es cuando se presentan los valores más altos de humedad relativa (INETER, 1996).

La radiación solar es de 413.8 cal/cm<sup>2</sup> por día siendo los meses de febrero a mayo los valores más altos y los meses de septiembre a diciembre los valores más bajos (INETER, 1996).

### 3.3 Metodología de trabajo de campo

Para el estudio se utilizaron seis estanques de producción cada uno de diez mil metros cuadrados de superficie, de forma rectangular y profundidad promedio de 1.5 m; cada estanques posee muros de tierra revestidos con material selecto, fondos de tierra arcillosa y compuertas de concreto de entrada y salidas de agua; cada compuerta tiene un diámetro de 2 metros y realizan un desagüe en forma de Y. Los estanques son abastecidos con aguas del Estero Real.

#### 3.3.1 Manejo técnico de los estanques

**Preparación de los estanques:** Los estanques se dejaron secar por un período de seis días, período durante el cual se limpiaron y desinfectaron las compuertas con hipoclorito de sodio. Paralelo a esto se aplicó Carbonato de Calcio (cal agrícola) para el control de macroalgas en el fondo de los estanques.

**Sellado:** Cada compuerta fue sellada utilizando para esto dos filas de ocho tabloncillos de madera de veinte centímetros de altura, metidos en los canales laterales de la compuerta, forrados con plástico (polietileno) y debidamente acuñados con lodo en medio de las dos filas, para evitar al máximo las filtraciones.

**Llenado:** Para el llenado se utilizaron filtros de luz de malla de 0.15 cm, y se llenaron hasta un metro de la columna de agua. Durante todo el cultivo los estanques se mantuvieron con cero recambio de agua.

**Siembra:** La siembra se realizó el día 21 de mayo (13 días después de aplicado el tratamiento), las postlarvas fueron de origen silvestre, con 93% de la especie *Litopenaeus vannamei*, 6% de *L. stylirostris*. La densidad promedio de siembra fue de 7.69 post larvas/m<sup>2</sup>.

**Fertilización:** La frecuencia, dosis y tipo de fertilizante estuvo basado en los requerimientos de nutrientes de cada estanque, teniéndose un total de seis aplicaciones de las cuales cuatro fueron con fertilizante DAP (18 -46-0) y dos con Nutrilake.

**Alimentación:** La aplicación de alimento se inició a los 26 días de cultivo y finalizó tres semanas antes de la cosecha. La ración diaria se determinó con la metodología tradicional con relación a la biomasa. El alimento utilizado fue Zigler 25% de proteína, durante ocho días se aplicó medicado con Oxitetraciclina por haberse encontrado síntomas de Vibriosis.

**Toma y control de parámetros ambientales:** Se establecieron dos lecturas diarias de oxígeno, temperatura y salinidad las cuales fueron realizadas a las 6:00 a.m. y 4:30 p.m. y una lectura de turbidez esta se realizó a la 1:00 de la tarde con un disco de Secchi.

Para la medida de oxígeno disuelto y temperatura se utilizó un oxigenómetro YSI 55 (Yellow Spring Instrument Modelo 55), previamente calibrado de acuerdo a la altitud y salinidad de cada estanque.

### 3.3.2 Aplicación del tratamiento

El tratamiento se aplicó el 8 de mayo. Cada estanque fue identificado de este a oeste, todos con la letra **A** en números consecutivos del uno al seis. Para la aplicación de los tratamientos se hizo uso de la tabla de números aleatorios descrita por Aban y Sevin (1982); quedando distribuidos de la siguiente manera:

Testigos (sin aplicación)	= Estanques A2 y A5
Tratamiento I (1.0 kg/1600m <sup>3</sup> )	= Estanques A3 y A4
Tratamiento II (1.5 kg/1600m <sup>3</sup> )	= Estanques A1 y A6

En la Figura 3, se presenta la disposición de los estanques y la distribución de los tratamientos.

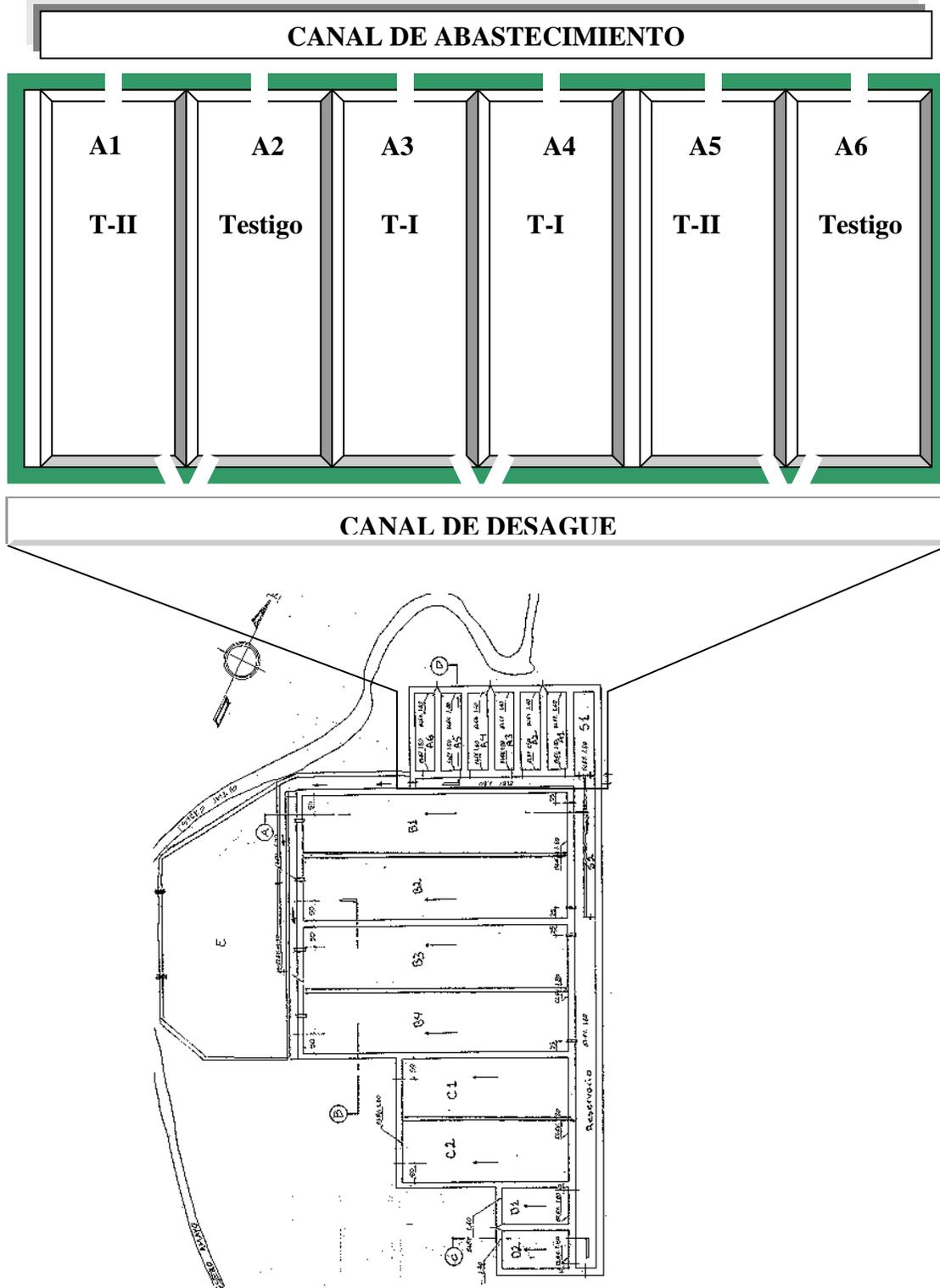


Figura 3. Disposición de los estanques y la distribución de los tratamientos

De acuerdo a la relación de concentración del tratamiento por área de estudio, la cantidad de producto aplicado por tratamiento fue de 6 kg. por cada estanques para el primer tratamiento ( $1.0 \text{ kg}/1600\text{m}^3$ ) y 9 kg. para cada estanque del segundo tratamiento ( $1.5 \text{ kg}/1600\text{m}^3$ ).

Antes de aplicar el tratamiento cada porción de éste por estanque fue pre-diluido en 2 litros de agua y posteriormente diluido en 180 litros, en barriles plásticos de 200 litros de capacidad, luego fue transferido a bombas de aspersión manual de 20 y 18 litros y distribuido en todo el estanque en forma de zig zag, utilizando para ello una lancha de aluminio y un motor marino fuera de borda. Finalizada la aplicación se hizo varios recorridos con la lancha para ayudar a la mezcla del producto. La aplicación del tratamiento se realizó en período de cuatro horas a partir de las 11 a.m. Esta estuvo a cargo del personal técnico de la empresa formuladora, (BAYER) siguiendo todas las normas y procedimientos establecidos, ante la presencia de autoridades del MARENA, CIRA, MAGFOR y CIC.



Fotos 1 y 2. Preparación del producto



Foto 3. Aplicación del producto

### 3.3.3 Metodología de toma de muestras de agua

#### a) Toma de agua para análisis de residual del Neguvón 97%

**Localización de la toma de muestras:** En cada estanque se ubicaron en forma de X cinco puntos para la toma de muestra, de manera que se abarcó todo el espejo de agua.

**Frecuencia de muestreo:** En la siguiente tabla se muestra la frecuencia de muestreo en campo.

Tabla 1. Cronograma de muestreo de agua para análisis de residualidad del Neguvón 97%

DIAS DE TRATAMIENTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
FECHA (Mayo, 2000)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
ESTANQUES	I	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-
	II	♣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	III	♣	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣
	IV	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣
	V	♣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	VI	♣	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-	♣	-	-

**Procedimientos para toma de muestras:** Las muestras se sacaron integradas de toda la columna de agua y de los cinco puntos de muestreo, para ello se utilizó un tubo muestreador de PVC de 1.2 m de largo por 5.5 cm de diámetro y una lancha de aluminio con un motor marino fuera de borda (“Mariner” de 25 HP). En cada punto preestablecido se tomo la muestra y se depositó en un recipiente plástico, luego se homogenizó y se extrajo 2.5 litros los que fueron transferidos a galones plásticos e inmediatamente estos fueron puestos en termos de poroplast y cubierto totalmente con hielo picado.

Las especificaciones metodológicas de toma y análisis de muestras de agua para determinar la residualidad del Neguvón 97%, están contemplados en los reportes suministrados por cada laboratorio involucrado en esta investigación.

#### b) Toma de agua para análisis químico, microbiológicos y planctónicos

Para el análisis químico y microbiológico se tomaron muestras iniciales en todos los estanques antes de aplicar el tratamiento, posteriormente se muestreó un día después de aplicado, luego a los 7 días, 14 días y después de forma regular quincenalmente

Para el análisis de plancton las muestras se tomaron con igual frecuencia a excepción del segundo día de muestreo (un días después de aplicado el tratamiento) que no se tomó. En anexos 1, Tabla 2, se presenta el cronograma de muestreo para análisis químico, microbiológico y de plancton en el agua.

### **b.1) Procedimiento para toma de muestras químicas**

Las muestras para análisis químico fueron tomadas en la parte media del estanque a una profundidad promedio de 30 cm. Cada muestra fue tomada directamente con frascos de polietileno de 1000 ml previamente esterilizados.

Para el análisis de oxígeno disuelto (OD) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la muestra fue transferida del frasco de polietileno a botellas de vidrio oscuras con una manguera, haciendo sifoneo de manera que no se produjeran burbujas de aire. Las muestras para análisis de OD se fijaron en el campo aplicándole un mililitro de yoduro alcalino y un mililitro de sulfato manganoso monohidratado. Las muestras fueron transportadas en termos con hielo.

### **b.2) Procedimiento para toma de muestras microbiológicas**

Al igual que las muestras para análisis químicos, las muestras microbiológicas fueron tomadas en la parte media del estanque a una profundidad promedio de 30 cm. Para ello se utilizaron frascos de vidrio de 300 ml previamente esterilizados, los que fueron abiertos y cerrados en la profundidad de muestreo deseada, previéndose que los frascos quedaran con un espacio vacío de aproximadamente 3 cm para facilitar la mezcla por agitación antes de proceder al análisis. Las muestras fueron depositadas en termos con hielo, procurándose así mantenerlas a baja temperatura hasta el momento del análisis. Los análisis se hicieron cuatro horas después de tomadas las muestras.

### **b.3) Procedimiento para toma de muestras de plancton**

Las muestras para análisis de fitoplancton de cada estanque se sacaron integradas en tres puntos del estanque con toda la columna de agua, mediante el uso de tubos muestreadores de PVC y fijadas en el campo con solución lugol (0.3 ml de lugol/100 ml de muestras).

Para el análisis de zooplancton se filtraron 100 litros de agua en redes de 55 $\mu$ , tomados de diferentes puntos del estanque y fijados en el campo con alcohol al 70%.

### **3.3.4 Metodología de toma de muestras de sedimento**

Al igual que la toma de muestra de agua para residualidad, las muestras de sedimento fueron tomadas en cinco puntos del estanque, ubicados en forma de X y utilizando los mismos equipos de transporte. Para la extracción del sedimento se utilizó una draga de hierro con aproximadamente dos libras de capacidad. Las muestras de los cinco puntos fueron depositadas en un frasco plástico, se homogenizó y de ello se tomó un volumen de aproximadamente cinco libras, las que fueron transportadas en bolsas de plástico cubiertas totalmente de hielo.

Las especificaciones metodológicas para la toma de muestras y análisis de residualidad en sedimento se presentan en los reportes suministrados por el Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos del MAGFOR.

**Tabla 3. Cronograma de muestreo de sedimento para análisis de residualidad del Neguvón 97%**

DIAS DE TRATAMIENTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
FECHA (Mayo, 2000)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
ESTANQUES	I	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
	III	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-
	IV	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-
	VI	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.3.5 Metodología de muestreos de crecimiento

Se realizaron muestreos semanales, a las seis de la mañana, utilizando una atarraya de dos metros de diámetro y 3.6 kg. de plomo, con una luz de malla de 0.63 cm. El primer muestreo se efectuó a los 30 días de cultivo, para esto se capturaron 50 camarones por estanque y se determinó el peso en gramos de cada uno de ellos utilizando una balanza monoplato marca OHAUS, con una resolución de un gramo. La talla se midió en centímetros a través de la longitud medida a partir del pedúnculo del ojo hasta la punta del telson utilizando un tallímetro.

Las lecturas se realizaron introduciendo el electrodo en el agua y realizando movimientos leves circulatorios y registrando el valor hasta que este se estabilizó.

Para la medición de salinidad se utilizó un salinómetro refractómetro compensado por temperatura marca “Astago” realizando las lecturas al colocar una cantidad de agua del estanque en la cámara de lectura y leyendo directamente de acuerdo a la escala del instrumento, al disponerlo directamente a la luz.

### 3.3.6 Metodología de toma de muestras de tejidos

Para el análisis residual en los tejidos, se tomaron muestras de cinco libras por estanque a los 94 días de cultivo, con un peso promedio de diez gramos. Las muestras fueron transportadas en hielo hasta el laboratorio de análisis.

## 3.4 Metodología de análisis de muestras

### 3.4.1 Análisis de residualidad en agua, sedimento y tejidos

En anexos 2, se presentan el ENSAYO DE DEGRADACIÓN Y RESIDUALIDAD DEL COMPUESTO NEGUVÓN 97%, realizado por el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR) responsable de dichos análisis, en el están contempladas la metodología y procedimientos de análisis de muestras así como los resultados y conclusiones obtenidos de dicho estudio, el cual forma parte de esta investigación.

De igual forma, en anexos 3 se presentan el ESTUDIO ECOTOXICOLOGICO DEL TRICLORFON EN POLVO 95% (NEGUVON 97%) EN EL ECOSISTEMA DEL ESTERO REAL PUERTO MORAZAN-CHINANDEGA, realizado por el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

### 3.4.2 Análisis químicos del agua

Los parámetros evaluados fueron: alcalinidad, pH, oxígeno disuelto, nitrato, fósforo, nitrito y amonio. Los análisis fueron realizados utilizando los Métodos Estándares para análisis de aguas y aguas residuales.

### 3.4.3 Análisis microbiológicos del agua

El **recuento total bacteriano** en UFC/100ml se determinó por medio de la siembra de las muestras de agua en Agar Plate Count. La presencia de *Salmonella sp.* se determinó por medio de la incubación de las muestras de agua en caldo Selenito por un periodo determinado y su posterior siembra en Agar SS, reconfirmado en Agar TSI. Para **coliformes totales y fecales** se empleó la técnica del NMP/100ml (Numero Mas Probable) en caldo Lactosado y su posterior reconfirmación en Caldo BRILA y EC. La presencia de *Vibrio cholerae* se estableció mediante la técnica del UFC/100ml incubando las muestras de agua, en agua peptonada alcalina, para ser sembradas luego en Agar TCBS sin sal. *Vibrio spp.*, se determinó de igual forma con la diferencia que se adicionó Cloruro de Sodio (sal) al agua peptonada y al Agar TCBS y se confirmó con otras pruebas bioquímicas.

### 3.4.4 Análisis de plancton

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Plancton del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos. Para el análisis de fitoplancton se empleó la técnica de sedimentación y conteo directo en cámaras Hematocitómetro (Método Estándar). Para los análisis de zooplancton se empleó el método de pipeta (Hensen-Stempel) y cámara de conteo abierta tipo Bogorov.

## 3.5 Análisis y procesamiento estadísticos de datos

Para el análisis de los datos se hizo uso de los estadísticos descriptivos y pruebas no paramétricas para determinar las variaciones interpoblacionales.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Comportamiento de los factores ambientales en los estanques de estudio

#### Oxígeno disuelto

El comportamiento del oxígeno disuelto es similar para todos los estanques en tratamientos como para los testigo, oscilando los valores mínimos entre 4.1 y 4.5 ppm, y valores máximos entre 9.4 y 9.5 ppm durante el periodo de análisis de aplicación del Neguvón.

Los resultados estadísticos demostraron que no se presentaron variaciones significativas entre los estanques tratados con el Neguvón y los estanques testigos tal y como se observa en el Gráfico 1.

En estanques de cultivos según Boyd (1997) rangos mayores a 4 mg/l son ideales para el cultivo, cantidades inferiores a estas son soportables en periodos cortos.

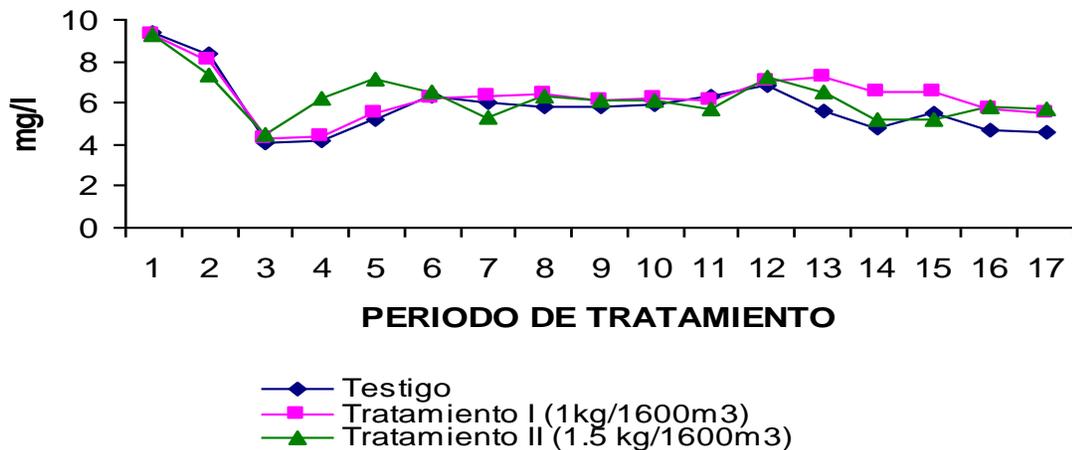
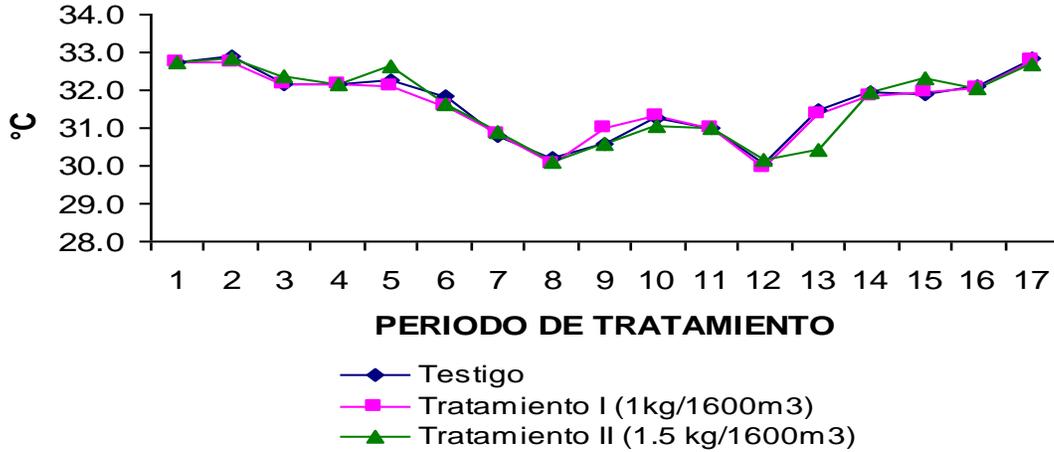


Gráfico 1. Comportamiento del oxígeno disuelto en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%

#### Temperatura

La temperatura durante el período de tratamiento (17 días) con el Neguvón mostró valores similares tanto en los tratamientos como los testigos, manteniéndose en rangos de 29.9 a 32.9 °C. Los estanques tratados mantuvieron temperaturas mínimas de 29.9 y máxima de 32.8 °C; en cambio los estanques testigos se mantuvieron entre los 30.1 y 32.9 °C. Estas temperaturas están entre los rangos normales para la época del año en la zona. Los rangos

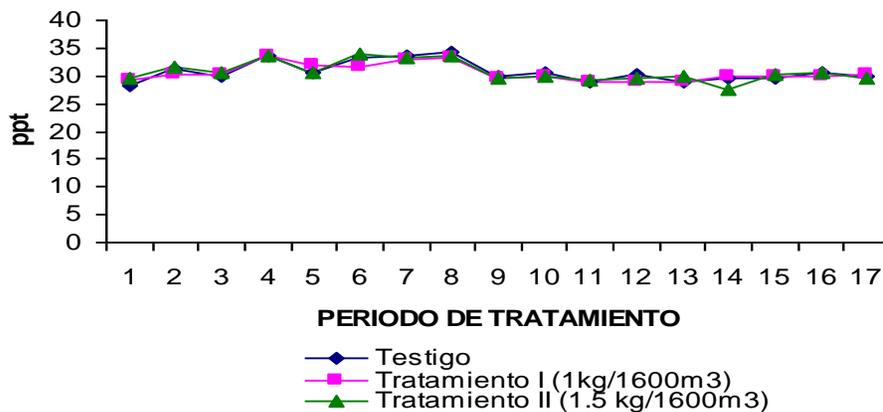
ideales para el cultivo de camarón según Boyd (1997) son de 25 a 32 °C. Estadísticamente no existió diferencia entre los estanques tratados y los testigos.



**Gráfico 2. Comportamiento de la temperatura en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

### Salinidad

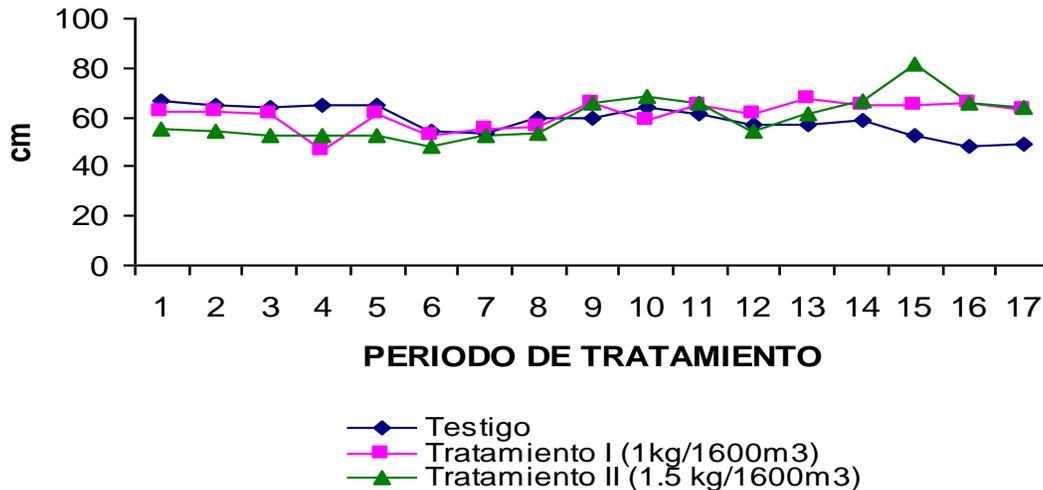
La salinidad registrada en todos los estanques indistintamente con tratamiento o no, marcaron rangos permisibles y normales para la época del año. Siendo la salinidad máxima de 34.3 ppt y la mínima 27.5 ppt. El camarón de cultivo *Litopenaeus vannamei* soporta rangos desde 1 hasta 40 ppt, sin embargo los productores prefieren rango de salinidad de 20 a 35 ppt (Boyd, 1997) ésta variable tampoco presentó diferencias significativas



**Gráfico 3. Comportamiento de la salinidad en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

## Transparencia

La transparencia se mantuvo entre 46.5 y 82.0 cm, durante este período las transparencias se mostraron altas por encima de lo recomendable en este sistema de cultivo. Esto pudo deberse al bajo nivel de producción de fitoplancton, sin embargo, el comportamiento fue similar en todos los estanques con y sin tratamiento.



**Gráfico 4. Comportamiento de la transparencia en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

En anexos 4, Tabla 4 se presentan los datos de los parámetros ambientales registrados durante los días del tratamiento y del cultivo.

El comportamiento de los parámetros físicos sigue un patrón con la época del año lo que permite detectar a lo largo de un ciclo de cultivo los cambios y modificaciones que siguen y poder predecir su comportamiento y asegurar el éxito económico.

El oxígeno varía a lo largo del día, existiendo una disminución en las primeras horas de la noche producto del proceso de respiración incrementándose el oxígeno a la salida del sol, por el proceso de fotosíntesis. La temperatura y el oxígeno son factores que se encuentran relacionados y son importantes en los organismos, la temperatura controla el metabolismo a través de la dinámica molecular y las tasas de reacción bioquímica, y el segundo porque la limita. Por lo tanto, se requieren de concentraciones óptimas que garanticen la sobrevivencia y crecimiento adecuado de los camarones (Martínez, 1998).

## 4.2. Residualidad del Neguvón 97%

### 4.2.1 Residualidad en aguas

De acuerdo a los resultados presentados por el Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos, del MAGFOR, la degradación del producto en el agua se dio hasta un 98.5 % al tercer día de muestreo tal y como se demuestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Porcentaje de degradación del Neguvón 97% en el agua de los estaqués en estudio**

FECHA DE MUESTREO	PERIODO DE TRATAMIENTO (días)	TRATAMIENTO I (1kg/1600m <sup>3</sup> )		TRATAMIENTO II (1.5Kg/1600m <sup>3</sup> )		TESTIGOS (sin aplicación)	
		A3	A4	A1	A6	A2	A5
Mayo 08	0	52%	56%	--	--	--	--
Mayo 09	1	--	88%	--	82%	--	--
Mayo10	2	--	98.5%	98.5%	--	--	--

### 4.2.2 Residualidad en sedimentos

De acuerdo a los resultados presentados por el Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos del MAGFOR, no se detectó residuos del producto en el sedimento a partir del primer muestreo realizado dos días después de la aplicación, tal y como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6. Porcentaje de degradación del Neguvón 97% en el sedimento de los estaqués en estudio**

FECHA DE MUESTREO	PERIODO DE TRATAMIENTO (días)	TRATAMIENTO I (1kg/1600m <sup>3</sup> )		TRATAMIENTO II (1.5Kg/1600m <sup>3</sup> )		TESTIGOS (sin aplicación)	
		A3	A4	A1	A6	A2	A5
Mayo 10	2	--	ND	--	--	--	--
Mayo11	3	ND	--	--	--	--	--
Mayo12	4	--	--	--	--	ND	--
Mayo13	5	--	--	ND	--	--	--
Mayo15	7	--	ND	--	--	--	--
Mayo16	8	ND	--	--	--	--	--
Mayo17	9	--	ND	--	--	--	--
Mayo18	10	--	--	ND	--	--	--
Mayo 20	12	--	ND	--	--	--	--
Mayo 21	13	ND	--	--	--	--	--
Mayo 22	14	--	ND	--	--	--	--
Mayo 23	15	--	--	ND	--	--	--

ND: No Detectado

### 4.2.3 Residualidad en tejidos

De acuerdo a los resultados presentados por el Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos del MAGFOR, no se detectó contaminación del producto por residuos del Neguvón 97%. Este análisis se llevó a cabo a los 94 días de cultivo con un peso promedio de camarón de 10 gramos. Los datos reportados se presentan en la tabla 7.

**Tabla 7. Nivel de contaminación de Neguvón 97% en tejidos de camarón de los estanques en estudio**

FECHA DE MUESTREO	PERIODO DE TRATAMIENTO (días)	TRATAMIENTO I (1kg/1600m <sup>3</sup> )		TRATAMIENTO II (1.5Kg/1600m <sup>3</sup> )		TESTIGOS (sin aplicación)	
		A3	A4	A1	A6	A2	A5
Agosto 18	90	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: No detectado

Detalles de los resultados de residualidad en agua, sedimento y tejidos están dados en el documento del ENSAYO DE DEGRADACIÓN Y RESIDUALIDAD DEL COMPUESTO NEGUVÓN 97%, realizado por el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR) en anexos 2.

## 4.3 Efectos del Neguvón en la calidad química, microbiológica y planctónica del agua

### 4.3.1 Calidad química del agua

#### Alcalinidad

Los valores de alcalinidad oscilaron entre 84.66 a 182.50 mg/l. El comportamiento de éste parámetro fue el mismo para los estanques tratados y los testigos, no se observaron diferencias significativas y los valores registrados se encuentran dentro de los rangos permisibles para estanques de cultivo (100 – 150 mg/l) a excepción del valor registrado en el mes de Julio 18, correspondientes al estanque con tratamiento I. Este incremento puede ser debido a que éstas aguas tienen elevados contenidos de CO<sub>2</sub> que permiten la producción fitoplanctónica (Boyd, 1997; Lichtkoppler, 1997).

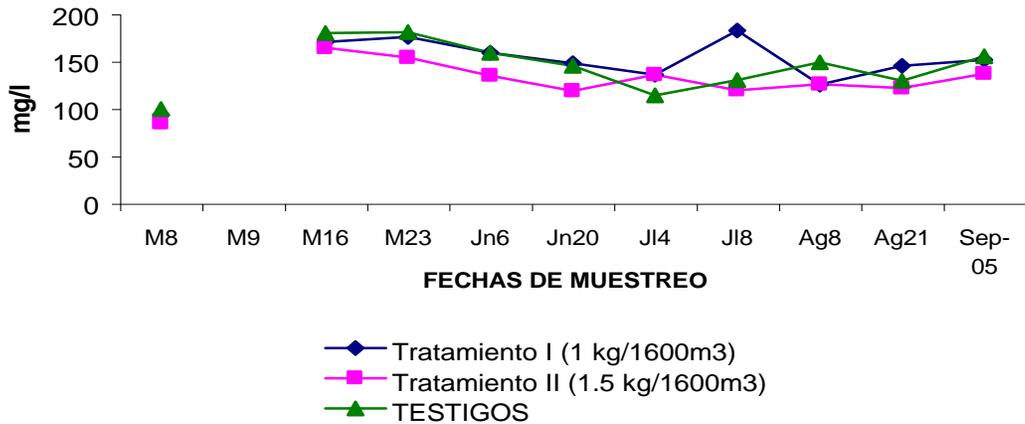


Gráfico 5. Comportamiento de la alcalinidad en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%

## pH

Durante el período de muestreo, el pH presentó un valor mínimo de 6.40 y un valor máximo de 9.60. La mayoría de los valores se encontraron dentro del rango permisible para estanques de cultivo de camarones (6 - 9) (Boyd, 1999). No se observó diferencia significativa entre los diferentes tratamientos y testigo.

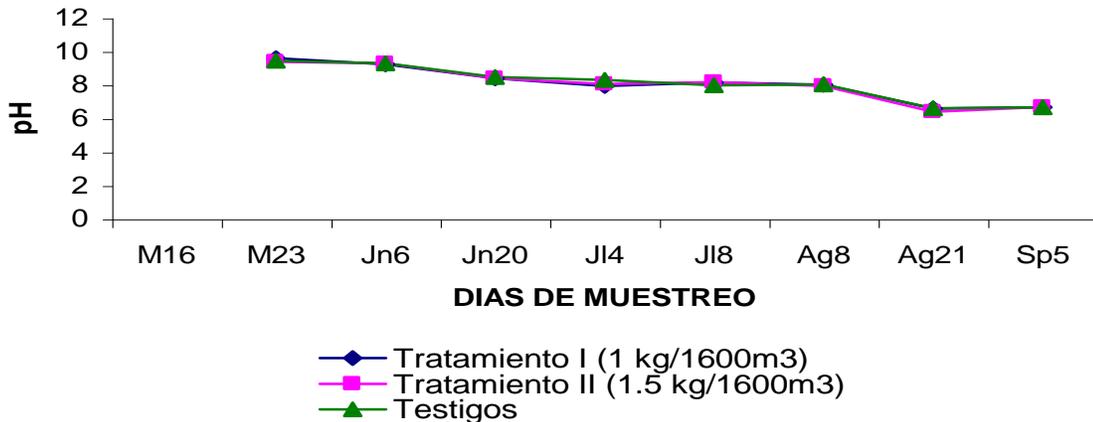
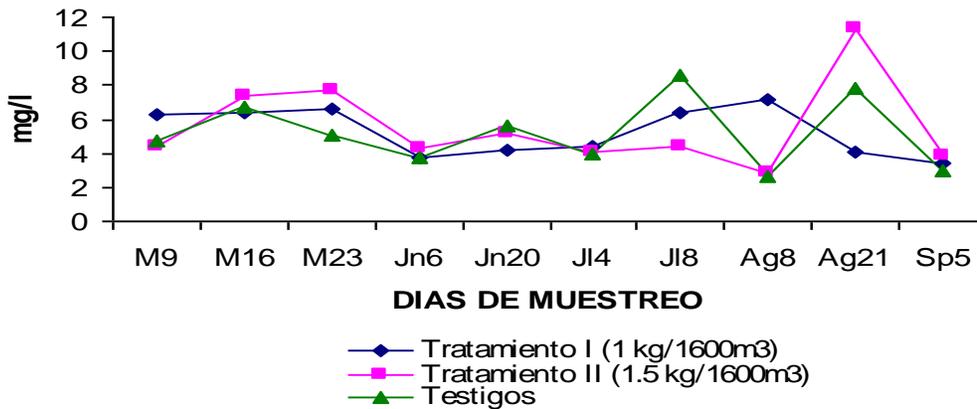


Gráfico 6. Comportamiento del pH en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%

### Oxígeno disuelto (OD) (método químico)

La concentración del OD está en dependencia de la temperatura, la salinidad y de factores biológicos como la fotosíntesis y la respiración. El comportamiento del oxígeno disuelto en todo el período de muestreo se presentó dentro del rango de 4.36 a 9.07 ppm.

No hubo una variación significativa entre los tratamientos I y II con respecto al testigo. Los rangos permisibles para estanques de cultivo según Boyd (1999) son de 4 a 12 ppm.

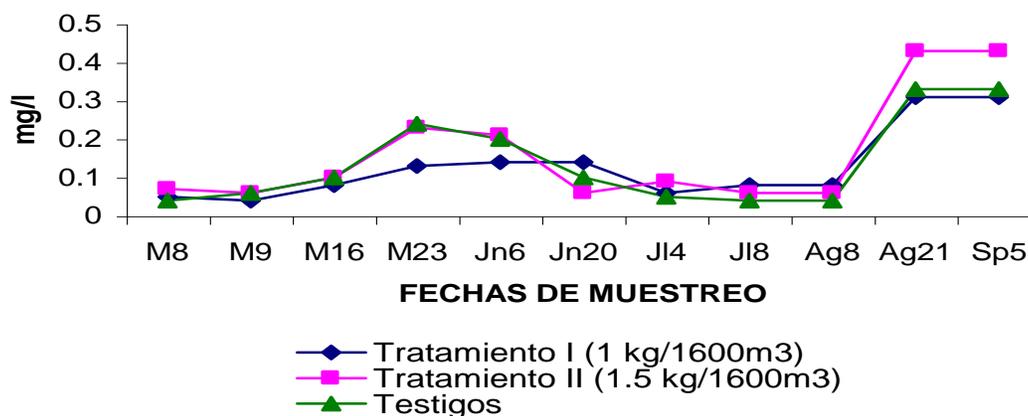


**Gráfico 7. Comportamiento del oxígeno disuelto en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

### Fósforo

Es el más importante de los nutrientes que se suplen a los estanques. Los valores que se registraron durante la fase de campo oscilan entre 0.04 – 0.43 mg/l, éstos valores se encuentran dentro del rango permisible para estanques de cultivo (0.4 – 0.8 mg/l) (Boyd, 1999). Concentraciones de tan solo 1.0 mg/l son suficientes para un crecimiento adecuado del fitoplancton (Lannan *et al*, 1986; Martínez, 1998).

No se registró diferencias significativas entre los estanques tratados y los testigos, tal como se observa en el siguiente gráfico.



**Gráfico 8. Comportamiento del fósforo en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%.**

### Nitrito

No se registraron concentraciones de nitrito para los estanques tratados y testigos. El único dato registrado corresponde a estanques con tratamiento I (mayo, 08), siendo de 0.01 mg/l el cual se encuentra dentro del rango permisible ( $< 0.1$  mg/l), según Clifford (1998).

### Amonio

Las concentraciones de amonio oscilaron entre 0.04 a 0.79 mg/l. Aunque se presentaron valores altos correspondientes al tratamiento II (junio 6) y otro en el testigo (agosto 20) estadísticamente no tienen diferencias significativas.

Según Boyd (1997), los valores permisibles de amonio para estanques de cultivo de camarón deben ser menores de 0.1 mg/l, por tanto, como se observa en la gráfica siguiente los valores registrados se mantuvieron por encima de estos rangos.

Este compuesto es el principal producto de la descomposición de la materia orgánica específicamente de las proteínas, los crustáceos igualmente aportan por excreción una gran cantidad de nitrógeno al medio (Boyd, 1979).

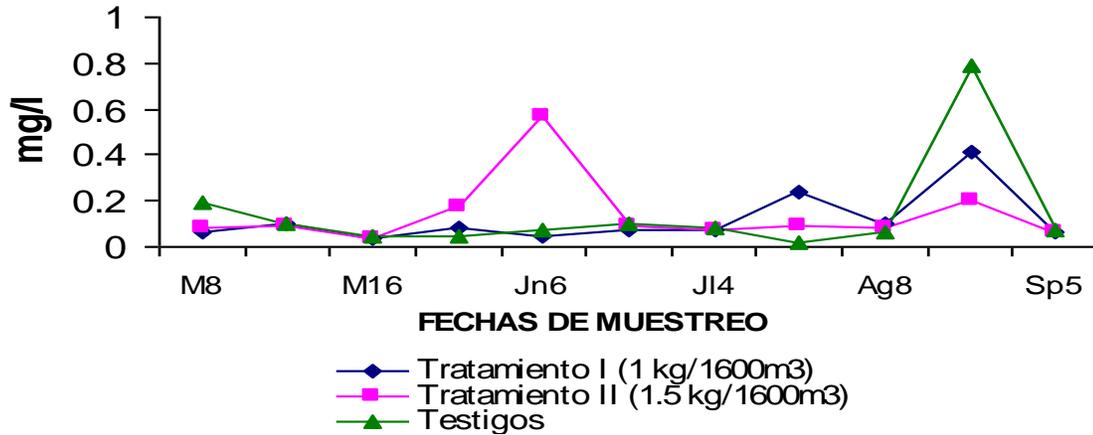


Gráfico 9. Comportamiento del amonio en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%

#### 4.3.2 Poblaciones microbiológicas

Para determinar los efectos del Neguvón 97% sobre algunas poblaciones bacterianas, se realizaron análisis microbiológicos de: *Salmonella spp*, *Vibrio spp*, **Recuento Total Bacteriano**, **Recuento de Coliformes Totales y Fecales** así como determinación de *Vibrio cholerae*.

##### *Salmonella spp.*

Son Bacilos gram-negativas transmitidas por alimento y/o aguas contaminadas. Estas bacterias no afectan el cultivo del camarón, pero fue considerado observar su desarrollo en los estanques por su importancia en la salud humana.

De acuerdo a los análisis efectuados se obtuvieron resultados negativos en un 62.12% de las muestras analizadas, tanto en los estanques tratados como los testigos. Sin embargo fue evidente que a partir de los 51 días de cultivo estas bacterias patógenas desaparecieron de todos los estanques a excepción de un resultado positivo registrado en el último muestreo en el estanque seis con el tratamiento II. Pese a ello, el comportamiento de estas bacterias para los seis estanques fue bastante similar.

**Tabla 8. Comportamiento de *Salmonella spp.* en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

FECHA DE MUESTREO	PERIODOS DE TRATAMIENTO (DIAS)	TRATAMIENTO I (1Kg/1600m <sup>3</sup> )		TRATAMIENTO II (1.50Kg/1600m <sup>3</sup> )		TESTIGO	
		A3	A4	A1	A6	A2	A5
08/05/2000	0	Pos	Pos	Pos	Neg	Neg	Pos
09/05/2000	1	Neg	Pos	Neg	Pos	Pos	Pos
16/05/2000	7	Pos	Pos	Neg	Neg	Pos	Neg
23/05/2000	14	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
06/06/2000	23	Neg	Pos	Neg	Neg	Pos	Neg
20/06/2000	37	Neg	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
04/07/2000	51	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
18/07/2000	65	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
08/08/2000	86	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
22/08/2000	100	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg	Neg
05/09/2000	114	Neg	Neg	Neg	Pos	Neg	Neg

***Vibrio spp.***

Son Bacilos facultativos gram-negativos que no necesitan requerimientos nutricionales exigentes para su desarrollo. Las especies de importancia para el cultivo son *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*. Estos tienen la propiedad de afectar todos los estadios de desarrollo del camarón, provocando rangos de mortalidades variables que dependen del sitio u órgano afectado (Cárcava, 1989)

El 100% de las muestras dieron resultados positivos no existiendo diferencias entre los estanques tratados y los testigos. En los seis estanques, el crecimiento de las bacterias en todas las muestras fue tan intenso haciendo prácticamente imposible el conteo de las UFC, por tal razón los resultados se presentan como cualitativos.

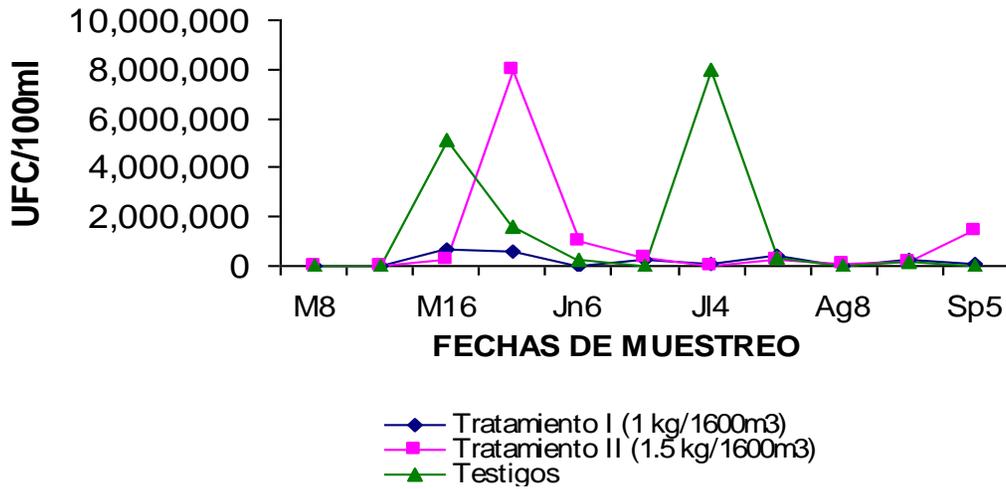
**Tabla 9. Comportamiento de *Vibrio spp.* en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

FECHA DE MUESTREO	PERIODOS DE TRATAMIENTO (DIAS)	TRATAMIENTO I (1Kg/1600m <sup>3</sup> )		TRATAMIENTO II (1.50Kg/1600m <sup>3</sup> )		TESTIGO	
		A3	A4	A1	A6	A2	A5
08/05/2000	0	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
09/05/2000	1	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
23/05/2000	14	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
06/06/2000	23	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
20/06/2000	37	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
04/07/2000	51	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
18/07/2000	65	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
08/08/2000	86	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
22/08/2000	100	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
05/09/2000	114	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos

**Recuento Total Bacteriano**

Tal como se observa en el gráfico 10, durante los muestreos realizados en los 114 días que duró el cultivo, se presentaron tres picos bacterianos correspondientes al 16 de mayo en los estanques testigos y mayormente el 23 del mismo mes en los estanques con tratamiento II, y nuevamente en los testigos el 04 de julio. En términos generales las densidades poblacionales de bacterias totales se mantuvieron por encima de los rangos permitido por la USEPA (100,000 UFC/100 ml).

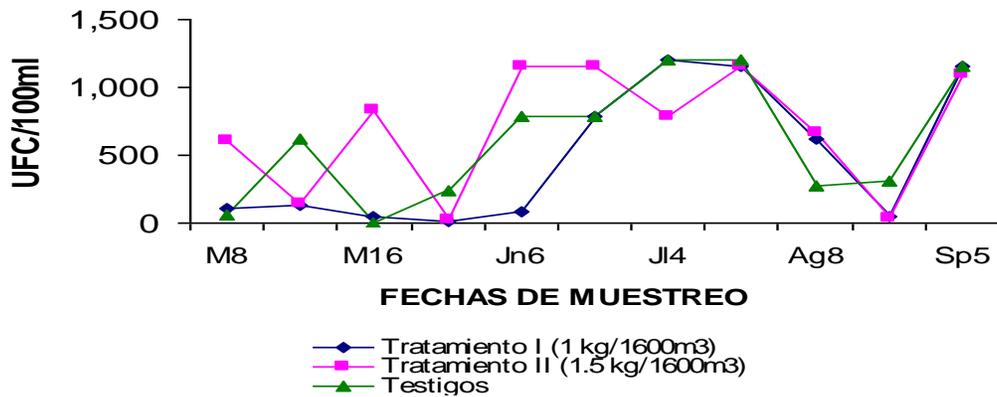
Tanto los estanques con tratamiento II como los testigos, tuvieron fluctuaciones poblacionales, lo que indica que no hubo influencia del Neguvón 97% en estas poblaciones.



**Gráfico 10. Comportamiento de las poblaciones bacterianas en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

### Recuento de Coliformes Totales

Los estanques con tratamiento II y los testigos mostraron crecimiento de los coliformes totales arriba de los 500 NMP/100 ml, muy por encima de lo permitido por la USEPA (< 43 NMP/100 ml) durante los primeros 16 días de cultivo; por el contrario, los estanques en tratamiento I los niveles poblacionales se mantuvieron relativamente bajos con respecto a los otros. A partir de los 23 días de aplicado el tratamiento se observaron crecimientos poblacionales muy altos en todos los estanques, los que empezaron a declinar a partir de los 86 días de aplicado los tratamientos, para volver a incrementarse en el último muestreo. Estadísticamente no hubo diferencias significativas en la densidad poblacional de Coliformes Totales en los estanques tratados y no tratados.



**Gráfico 11. Comportamiento de los Coliformes totales en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%**

Las bacterias coliformes son un grupo grande y heterogéneo de bacilos gram-negativos que en cierta forma son similares al prototipo, *Escherichia coli*. Estos bacilos cortos fermentan la lactosa y forman ácido y gas, son aeróbicos facultativos y se multiplican con rapidez entre temperaturas de 30 y 37 °C, suelen encontrarse en el intestino del hombre y de animales (Jawetz, *et al.*, 1985).

*E. coli* muy pocas veces se le encuentra fuera del intestino, excepto cuando ha ocurrido contaminación con excretas humanas o de animales (Carpenter, 1982).

### Recuento Total de Coliformes Fecales

Las fluctuaciones de las bacterias coliformes fecales fueron bastante similares a los resultados anteriores (*Coliformes totales y Recuento total bacteriano*). Los estanques testigos y los tratados durante los primeros 16 días de aplicado el tratamiento, oscilaron entre 3 y 600 NMP/100 ml, luego se presentaron dos picos poblacionales en todos los estanques a los 23 y 37 días de aplicado el tratamiento con poblaciones máximas de 780 NMP/100 ml, luego se observó que las poblaciones declinaron notablemente para alcanzar un pico máximo a los 114 días de aplicado el tratamiento (1,100 NMP/100ml). El rango normal para los coliformes fecales según la USEPA es menor de 43 NMP/100 ml

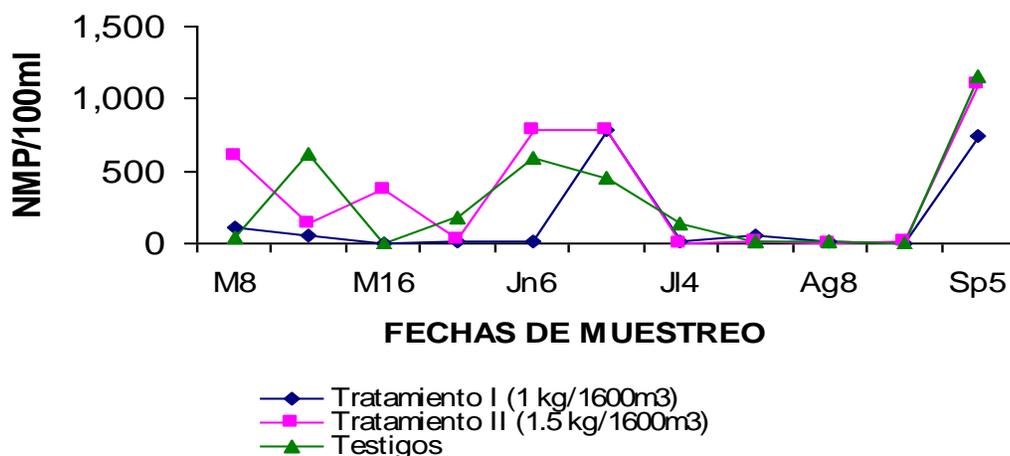


Gráfico 12. Comportamiento de los Coliformes fecales en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%

*Vibrio cholerae*

El 96.9% de los resultados obtenidos fue positivo presuntivamente ya que no se pudo confirmar si el *Vibrio cholerae* aislado era patógeno ó no patógeno.

Tabla 10. Comportamiento de *Vibrio cholerae* en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%

FECHA DE MUESTREO	PERIODOS DE TRATAMIENTO (DIAS)	TRATAMIENTO I (1Kg/1600m <sup>3</sup> )		TRATAMIENTO II (1.50Kg/1600m <sup>3</sup> )		TESTIGO	
		A3	A4	A1	A6	A2	A5
08/05/2000	0	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
09/05/2000	1	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
16/05/2000	7	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
23/05/2000	14	Pos	Pos	Pos	Neg	Pos	Pos
06/06/2000	23	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
20/06/2000	37	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
04/07/2000	51	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
18/07/2000	65	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
08/08/2000	86	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
22/08/2000	100	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos
05/09/2000	114	Pos	Pos	Pos	Pos	Pos	Neg

### 4.3.3 Población planctónica.

#### a) Fitoplancton

El fitoplancton, constituye la unidad básica de reproducción de materia orgánica en todos los ecosistemas acuáticos del mundo; son capaces de acumular energía lumínica en forma de compuestos químicos energéticos a merced de la fotosíntesis (Wetzel, 1981).

Los resultados de densidad poblacional en los seis estanques oscilaron entre 500 a 1,003,000 células por mililitro de muestra durante el estudio. La densidad poblacional promedio por tratamiento se presenta en la tabla 11.

Se identificaron veinticinco géneros durante todo el estudio que pertenecen a las clases Bacillariophyceae (44%), Chlorophyceae (40%), Cyanophyceae (12%) y Dinoflagelida (4%).

**Tabla 11. Densidad poblacional promedio de Fitoplancton (Células/ml) en estanques de cultivo de camarón tratados con Neguvón 97%**

FECHA DE MUESTREO	TRATAMIENTO I (1 kg/1600 m <sup>3</sup> )	TRATAMIENTO II (1.5 kg/1600 m <sup>3</sup> )	TESTIGO
may-08	19,625	11,750	18,625
may-16	2,750	2,249.5	2,875
may-23	26,000	12,500	25,750
jun-06	53,250	43,000	50,125
jun-20	307,500	384,500	197,500
jul-04	520,500	253,000	226,000
jul-18	494,000	940,500	599,500
8-ago	13,000	12,500	11,000
21-ago	53,000	35,000	30,000
5-sep	30,500	18,500	9,000

Los datos recabados permiten señalar que en general las densidades de poblaciones de Fitoplancton en todos los estanques, se mantuvieron bajo los límites aceptables para el cultivo (100 a 300 mil células/mililitro) (Clifford III, 1994), aunque se notaron algunos acontecimientos de altas poblaciones de fitoplancton, principalmente a mediados del cultivo.

Conviene distinguir que algunos de estos cambios observados son de tipo antropogénicos, que son propios de la actividad, por ejemplo, la aplicación de fertilizantes y cuya importancia es evidente. Sin embargo, cabe señalar que tanto los estanques tratados con Neguvón como los estanques testigos mantuvieron el mismo comportamiento.

El análisis cualitativo denota una dominancia de géneros de las clase Bacillariophyceae, Cyanophyceae y Chlorophyceae, resultados que coinciden con los reportados por Chen, 1996, en monitoreos realizados en estanques camarones. Es importante destacar que los géneros identificados son indicativos de aguas de buena calidad para el cultivo de camarones.

Los análisis estadísticos aplicados indican que no existió diferencias en las densidades poblacionales entre los estanques tratados con Neguvón y los testigos, igualmente no se presentaron diferencias entre los géneros reportados para ambas condiciones.

## b) Zooplancton

El zooplancton registro densidades poblacionales de 4 a 4,800 individuos por litro durante el estudio. En la tabla 12, se presentan las densidades poblacionales promedio por tratamiento.

**Tabla 12. Densidad poblacional promedio de Zooplancton (Individuos/litro) en estanques de cultivo de camarón tratados con Neguvón 97%**

FECHA DE MUESTREO	TRATAMIENTO I (1 kg/1600 m <sup>3</sup> )	TRATAMIENTO II (1.5 kg/1600 m <sup>3</sup> )	TESTIGO
may-08	58.00	36.00	50.00
may-16	630.00	10.00	1,144.50
may-23	457.00	1.180.00	823.54
jun-06	823.00	1.331.50	974.50
jun-20	2,029.00	1.279.00	1,046.50
jul-04	1,242.00	468.00	1,298.50
jul-18	463.50	1.082.50	295.50
8-ago	1,817.50	2.100.00	231.00
21-ago	1,980.00	1.210.00	381.00
5-sep	1,710.00	460.00	318.00

Durante los muestreos realizados en los seis estanques objeto del presente estudio, se observó que los organismos zooplanctónicos podían dividirse en tres categorías que se enlistan a continuación: Copépodos (Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida), Rotíferos e Insectos acuáticos (Hemípteros)

Las tendencias registradas en el Zooplancton fueron de mayor variabilidad entre las fechas de muestreo, no así entre los estanques en estudio, donde se encontró que dichas poblaciones mantuvieron densidades poblacionales similares y estadísticamente no presentan diferencias significativas.

A diferencia de las poblaciones de fitoplancton este grupo generalmente se mantuvo por encima de los límites establecidos por Clifford III (2 a 10 individuos/litro) para el cultivo semi-intensivo.

Es importante señalar que el plancton, además de ser importantes como alimento natural para los camarones en cultivo tiene mucha importancia como indicador de calidad del agua del estanque.

#### 4.3.4 Comportamiento del crecimiento del camarón

El crecimiento semanal promedio de los camarones fue de 0.93 gramos para el Tratamiento I, de 0.92 gramos para el tratamiento II y 1,08 gramos para el testigo. Estadísticamente no se encontró diferencias en el crecimiento durante el cultivo en los seis estanques.

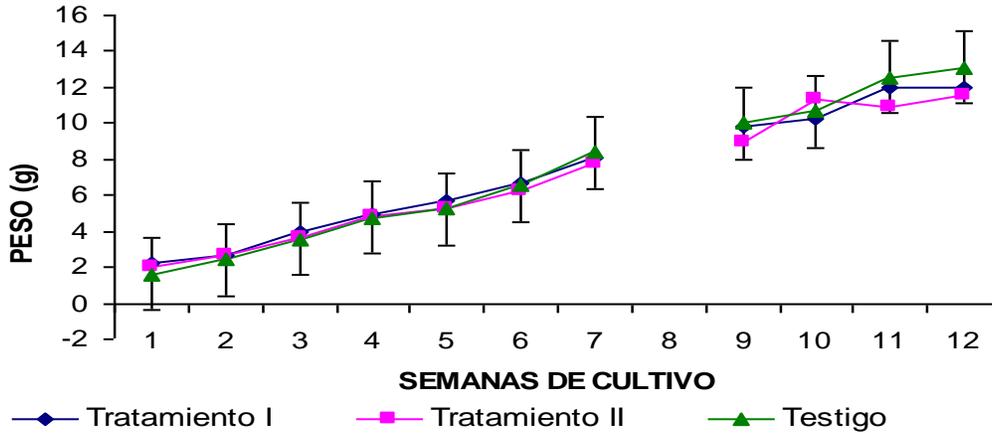


Gráfico 13. Comportamiento del crecimiento de los camarones en los estanques en cultivo durante el periodo de tratamiento con Neguvón 97%

#### 4.3.5 Resultados de la producción

La cosecha se llevo a cabo el 12 de septiembre (a los 115 días de sembradas las postlarvas) en todos los estanques sometidos a la investigación. El peso promedio fue de 12.2 gramos. El rendimiento promedio por hectárea fue de 1.002 libras entero y 651 libras cola, lo que es un rendimiento normal para esta época del año. Los rendimientos por estanques no presentaron diferencias significativas tanto en los tratados como en los testigos.

La sobrevivencia promedio fue de 48.8%, igualmente no presentando diferencia entre los estanques. Este dato es alto para el sistema de cultivo utilizado. El factor de conversión promedio fue menor a 1 siendo este un excelente resultado

## V. CONCLUSIONES

- 1- La degradación del Neguvón y su principal compuesto el Diclorvos en éste ensayo fue de tres días, a partir del día cuatro no se encontró residuos. Las condiciones de temperatura, pH, agua salada y las mismas características de un producto Organofosforado fueron factores que determinaron la degradación del producto y que se comprobó en este ensayo.
- 2- Al no encontrar residuos en agua, la probabilidad de encontrar residuos en sedimentos es mínima dado que la degradación del producto se da mayormente en la superficie. En ninguna de las muestras de sedimento se detectó Diclorvos.
- 3- El comportamiento de los parámetros ambientales: oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y transparencia, en los estanques tratados con Neguvón y los no tratados, no mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo que permite afirmar que la aplicación del producto en las dosis utilizadas no provoca cambios en estos parámetros. Las fluctuaciones ocurridas durante el periodo estudiado siguen un patrón dependiente de la época del año, para la zona de Puerto Morazán.
- 4- Los parámetros químicos, nutrientes, metabolitos tóxicos y físico-químicos no presentaron variabilidad significativa entre los estanques con Neguvón y los estanques control. Estos parámetros químicos se encuentran dentro de los rangos permitidos para el cultivo. Solamente en las medidas del amonio no ionizado ( $\text{NH}_3$ ), es el único caso donde los niveles se presentaron más altos que los permisibles, aunque también estos efectos no fueron causados por el Neguvón.
- 5- Los resultados de los análisis microbiológicos demuestran que las fluctuaciones registradas en todos los estanques son independientes de la aplicación del producto estudiado. La probable mortalidad de organismos como producto de la aplicación del Neguvón en los estanques, no produjo un incremento en el Recuento Total Bacteriano.
- 6- Los resultados cualitativos y cuantitativos de las poblaciones de zooplancton y fitoplancton fueron igual para todos los estanques en estudio, por tanto, la aplicación del Neguvón en las concentraciones estudiadas, no ejerció ningún efecto.
- 7- El crecimiento del camarón cultivado en los estanques con la aplicación del tratamiento Neguvón en diferentes concentraciones, tuvo un comportamiento similar a los estanques testigo. Los indicadores técnicos: sobrevivencia, factor de conversión alimenticia, peso individual final y rendimiento por hectárea, no sufrieron alteración con la aplicación del producto estudiado.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APHA, AWWA, WPCF, 1982. Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potables y Residuales. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España. Pag. 212.
- ARREDENDO, J. L. Ponce J. 1998. Calidad del Agua en Acuicultura Conceptos y Aplicaciones. México.
- BOYD, C. E. 1997. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama April,.
- CARPENTER, P. L. 1982. Microbiología. Editorial, Interamericana S.A, México D.F. Pag. 510.
- CARCAVA, F. 1989. Manual Práctico de Bacteriología Marina. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Guayaquil, Ecuador. Pag. 79.
- CASTELLANOS, Z. Flütsch, M. Saborío, A. 2000. Estero Real: Desarrollo Sostenible de la Camarinocultura. Cuadernos de Investigación de la UCA No4. Colección Naturaleza. Managua, Nicaragua. 69 pag.
- CLIFFORD III. 1994. Semi-intensive Sensacion. World Acuaculture. 25 (3).
- JAWETZ, E. Melnick J.L. 1985. Microbiología médica. Editorial, El Manual Moderno S.A de CV. México D.F. Pag. 588.
- MARTÍNEZ, L. 1998. Ecología de los Sistemas Acuícolas Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura México.
- ROCHA, J. ; Barahona, Túpac. 1999. Puerto Morazán La camaronicultura: ¿un espejismo en tierra salada? NITLAPLAN-UCA / CIFOR / PROTIERRA-INIFOM Managua, Nicaragua.
- SABORIO, A. 2000. La Camaronicultura en Nicaragua 1999. Centro de Investigación del Camarón. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. 17 Pág.
- WETZEL, R. 1981. Fitoplancton. En Limnología. Editorial Omega S.A. Barcelona. Pag. 259 - 795.

## ANEXOS