ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

EFECTO AGUDO DE ENDOSULFAN (THIODAN) Y LINDANO (LINDAFOR) SOBRE EL CAMARON BLANCO *Penaeus vannamei*

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura

Por

Gustavo Adolfo Argeñal Osorto

Honduras, 18 de Abril de 1997

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

EFECTO AGUDO DE ENDOSULFAN (THIODAN) Y LINDANO (LINDAFOR) SOBRE EL CAMARON BLANCO *Penaeus vannamei*

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura

Por

Gustavo Adolfo Argeñal Osorto

Honduras, 18 de Abril de 1997

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

_____

Gustavo Adolfo Argeñal Osorto

Honduras, 18 de Abril de 1997

Esta tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y coordinador del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue presentada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Abril, 1997

COMITE DE ASESORES

Daniel Meyer, Ph. D Consejero Principal	Angel Suazo, Ing.Agr. Coordinador PIA.
Carlos Aceituno, M. Sc. Consejero	Daniel Meyer, Ph. D Jefe del Depto. de Zootecnia
Guillermo Espinoza, Lic. Consejero	Antonio Flores, Ph. D Decano
	Keith Andrews, Ph. D Director

DEDICATORIA

A DIOS, mi ayudador. Por todo lo que me ha dado en la vida.

A mi madre, Irma Lilly Osorto de Argeñal. Por todos sus sacrificios, por su amor y apoyo incondicional a mi persona durante toda mi vida.

A mi padre, Gustavo Argeñal. Por su cariño y ayuda incondicional.

A mis hermanos, Carlos Alberto y Lilly Carolina. Por su cariño y confianza.

A todos mis amigos, compañeros e instructores que me ayudaron durante mis estudios de ingenieria y trabajos de tesis.

A todos ellos muchas GRACIAS por contribuir en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS todopoderoso por darme la oportunidad de alcanzar una nueva meta.

A toda mi familia por su confianza, apoyo y ánimo para culminar mi carrera.

Al Ing. Carlos Lara W. Por su confianza y apoyo en mis estudios de ingenieria.

Al Dr. Daniel Meyer por las facilidades prestadas y buena voluntad a mi persona.

Al Ing. Carlos Aceituno por su amistad, orientaciones y tiempo dedicado a este trabajo.

Al Ing. Ernesto Palacios por su confianza y apoyo en mis estudios de ingenieria.

Al Lic. Guillermo Espinoza por su tiempo e instrucciones para este trabajo.

A todos los buenos catedráticos de la E.A.P.

A mis compañeros y amigos Daniel Agurcia, Erwin Alvarez y Oscar carpio.

Que DIOS los Bendiga.

CONTENIDO

PORTADILLA.....ii

DERECHOS DE AUTOR.....iii

APROBACION.....iv

DEDICATORIA.....v

AGRADECIMIENTOS.....vi

CONTENIDO.....vii

INDICE DE CUADROS.....viii

INDICE DE FIGURAS.....ix

RESUMEN.....x

1. INTRODUCCIÓN.....1-3
2. MATERIALES Y METODOS.....3-5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....5-8
4. CONCLUSIONES.....9
5. RECOMENDACIONES.....10
6. REFERENCIAS.....11-12

INDICE DE CUADROS

Cuadro Pág.

1. Grupos, tratamientos y códigos.....4

2. Porcentaje de mortalidad a diferentes horas de exposición de postlarvas Penaeus vannamei a los insecticidas Endosulfan y Lindano……..5

3. Valores de CL-50% a las 12 y 24 horas de los insecticidas Endosulfan y Lindano sobre postlarvas de camarón Penaeus vannamei con intervalos de confianza de 95% y con valores de χ^2……..6

4. Parámetros de calidad del agua.....……6

INDICE DE FIGURAS

Figura. Pág.

1. Porcentaje de mortalidad de postlarvas de camarón Penaeus vannamei a 4 concentraciones de Endosulfan en distintas horas de exposición.....7

2. Porcentaje de mortalidad de postlarvas de camarón Penaeus vannamei a 4 concentraciones de Lindano en distintas horas de exposición.....7

3. Comparación del control sobre los porcentajes de mortalidad promedio de postlarvas de camarón Penaeus vannamei expuestas a 4 concentraciones de Endosulfan y Lindano en distintas horas de exposición.....8

RESUMEN

El objeto del presente estudio fue determinar la concentración letal al 50% (CL50) de la población de postlarvas de el camarón blanco Penaeus vannamei expuestas a los insecticidas Endosulfan y Lindano por 12 y 24 horas. Se realizaron pruebas de toxicología acuática (bioensayos estáticos) con cada plaguicida. Para las pruebas se utilizaron postlarvas con una edad de 30 días de haber completado su estado larval (PL-30). Las P-Ls fueron obtenidas en el laboratorio/criadero Granjas Marinas Larvicultura, en Choluteca, Honduras. Las P-Ls fueron expuestas separadamente a concentraciones de 0.0001, 0.001, 0.01 y 0.1 ppm de cada pesticida con 3 réplicas y un control. Las P-Ls fueron sembradas en grupos de 10 animales por litro de agua salada (32,000 ppm). Se observaron los animales cada 12 horas para registrar el número de muertos y observar cualquier comportamiento anormal. Los valores de CL-50% para cada insecticida fueron calculados empleando el programa de computación Análisis Probit (versión 1.5) de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA). No hubo variación importante de la calidad del agua durante la realización de las 2 pruebas. La mortalidad observada en los grupos controles fue menos de 10%. La mortalidad de las P-Ls aumentó con un mayor tiempo de exposición y con una mayor concentración de cada pesticida en el agua. La CL50 para Endosulfan a 12 horas de exposición fue de 0.008 ppm de ingrediante activo. La CL50 para Endosulfan a 24 horas fue 0.0001 ppm. La CL50 para Lindano a 12 horas de exposición fue de 0.009 ppm y con 24 horas de exposción fue de 0.0001 ppm. Ambos insecticidas son organoclorados. Ellos presentan el mismo mecanismo de acción, al interferir con el funcionamiento normal del sistema nervioso central, impidiendo la transmisión de impulsos nerviosos.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarones en Honduras es una actividad productiva y económicamente rentable y representa, la mayor y más importante actividad acuícola que se desarrolla en Honduras, existiendo actualmente 11,844 Has. de espejo se agua en cultivo; ubicadas en los Departamentos de Choluteca y Valle. Honduras produce 18,056,000 Lbs. de cola de camarón por año, lo que significa en divisas para el país US $ 72,181,062 (ANDAH, 1996). En Honduras el cultivo de el camarón genera de 0.2-0.5 empleos directos por hectárea (Teichert-Coddington, 1995).

Las especies de camarones que se cultivan en el país a nivel comercial incluyen el Penaeus vannamei y el Penaeus stylirostris. En adición al cultivo de el camarón en el sur de Honduras, existen los cultivos de frutas para exportación como el melón (Cucumis melo) y la sandía (Citrulus lanatus) los que han tenido un rápido crecimiento en los últimos años. Estos cultivos utilizan riegos que alteran la periodicidad e intensidad de la descarga hídrica, además utilizan plaguicidas que son potenciales contaminantes vía escorrentía, a las zonas adyacentes a los esteros (Wainwrigth, 1995).

Agua de escorrentía de los campos agrícolas son considerados las rutas de mayor movimiento de plaguicidas en el agua (Li, 1975). Hance (1993) indicó que el uso de plaguicidas en América Central excede las cantidades aplicadas que en otras partes de el mundo. Vergne et al. (1993) reportó la presencia de varios plaguicidas en muestras de agua tomadas en el Golfo de Fonseca.

Una de las más importantes fuentes de agua que entra en el Golfo de Fonseca es el río Choluteca, con una cuenca de 7,664 Km², el cual drena aproximadamente el 7% del territorio nacional (Meyer, 1996). Otros ríos importantes son el río Nacaome con una cuenca de 3,244 Km² seguido por el río Goascorán con una cuenca de 1,720 Km². La vertiente del Pacífico de Honduras que drena al Golfo de Fonseca tiene aproximadamente 15,000 Km² (13.38%) de la nación (Wainwright, 1995).

Estas cuencas están siendo sobre utilizadas por cultivos agrícolas y debido al uso intensivo de la tierra están siendo degradadas y el resultado de esta degradación es la excesiva cantidad de contaminantes y sedimentos arrastrados por los ríos a los esteros del Golfo de Fonseca (Wainwright, 1995). El deterioro de los ecosistemas afecta la calidad del agua que reciben los esteros. Los esteros sirven como fuentes de abastecimiento de agua a las fincas camaroneras. Pullin (1995) indica que la contaminación por plaguicidas puede tener impactos negativos en la industria del camarón. Los contaminantes procedentes de areas agrícolas se se liberan en los esteros y se asocian con los sedimentos, cuyas concentraciones pueden ser mayores que las de la columna de agua; por tanto los sedimentos pueden ser un receptáculo como una fuente de contaminación ambiental (Cleveland, 1192).

La calidad del agua interesa a la acuacultura por las densidades de siembra que se manejan bajo cultivo, las cuales requieren de recambios de agua fresca y de buenos niveles de oxígeno disuelto. Las aguas abajo de los lugares de descarga de los ríos presentan en general un menor nivel de oxígeno disuelto, un mayor nivel de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y turbidez, y un pH más elevado (Reading *et al*.1992).

La contaminación por plaguicidas puede resultar como efecto directo en mortandad de peces, desaparición de otras especies acuáticas y la acumulación de químicos en especies comestibles que pueden afectar su sabor y potencial de venta y como efecto indirecto la contaminacíon por plaguicidas se manifiesta en patologías y reducciones en el crecimiento y reproducción (Alabaster, 1981).

Muchos de los insecticidas usados en los cultivos de melón y sandía pertenecen a la familia de los organoclorados; estos son quizá los más importantes en relación a la contaminación ambiental y sus efectos ecológicos, por ser los más persistentes en el agua y el suelo, y por tener un mayor nivel de captación y bioacumulación en los los tejidos de los organismos acuáticos (Cleveland,1992). Eisler (1970) indicó que los insecticidas organoclorados son más tóxicos que los organofosforados para la vida marina. Según el Departamento de Protección Ambiental de La Florida (1995) Endosulfan es el plaguicida más peligroso de uso agrícola, además de afectar el bienestar de la vida marina.

Barniol (1995) reporta que estudios de histología tóxica realizados en laboratorios especializados en Estados Unidos confirman la presencia de de plaguicidas en el hepatopáncreas de juveniles de camarón. Ligtner (1995) sugiere que algunas sustancias tóxicas inhiben la muda (cambio del exoesqueleto) al inhibir el metabolismo del calcio y/o fosfato en células epiteliales de la cutícula de los camarones. Durante el proceso de muda, los camarones están más expuestos al medio ambiente, siendo muy vulnerables a bajas de oxígeno, cambios bruscos del ambiente y a infecciones causadas por bacterias, incrementandose las probabilidades de mortalidad (Jiménez, 1995).

El uso extendido de plaguicidas y su presencia en aguas destinadas a la acuacultura representan serias amenazas, ya que muchos plaguicidas son moléculas muy persistentes en el medio y se transmiten a través de la cadena alimenticia (Reading,1992).

Los plaguicidas son un elemento básico del desarrollo de la agroindustria y de la producción de alimentos; al mismo tiempo que originan tanto beneficio, representan un peligro potencial por la toxicidad que producen. Prieto (1993) indica que la toxicidad no debe verse sólo como la concentración del producto que causa mortalidad a la población afectada, sino también se debe considerar aquella que provoca una interrupción del comportamiento fisiológico normal lo que pude producir la muerte.

Las pruebas de toxicidad acuática, son usadas para detectar y evaluar los efectos potenciales toxicológicos de diferentes químicos y la duración de la exposición requerida para producir un efecto en los organismos acuáticos (Cleveland,1992). El bioensayo como una prueba de toxicologia acuática consiste en la simulación de reacción de una población de organismos ante la presencia de tóxicos (Hernádez, 1993) y su principal objetivo consiste en determinar el l nivel de estímulo necesario para obtener una respuesta en determinada proporción de individuos (Hubert,1980). Busvine(1971) señaló que por razones estadísticas el problema se reduce a la determinación del estímulo necesario para obtener una respuesta (muerte) del 50% de los organismos de prueba, este

valor se denomina dosis efecto o dosis letal media (DL-50%) esto se hace generalmente para organismos terrestres.

En una prueba toxicológica acuática particularmente con organismos pequeños no se puede determinar de esta forma ya que la sustancia se administra en el agua donde los organismos están expuestos a los contaminantes de una manera única, teniendo una relación más íntima con el medio ambiente, por tanto se determina la concentración efecto (OECD,1981), también llamada concentración letal (CL), si el efecto adverso observable es la muerte. Si el efecto observado es una medida biológica no cuantificable, se utiliza el término concentración inhibitoria (CI).

El efecto de la prueba se puede medir de diversas formas. El método Agudo mide la respuesta letal o inmovilización después de la exposición de los organismos por 24, 48 ó 96 horas. El método de toxicidad crónica mide efectos subletales a largo plazo como disminuciones en la reproducción y crecimiento de organismos acuáticos (OECD,1981). El método agudo consiste en la exposición de los organismos de prueba a diferentes concentraciones de el tóxico y su objetivo es determinar la concentración que es letal al 50% de los organismos, expresada en mg/l ó ppm. Esto en lapso corto de tiempo, en general 96 horas o menos.

Dos sistemas de toxicidad aguda son utilizados: el Estático y el de Flujo Continuo. El sistema Estático incluye dos tipos, Sin Renovación ó Estático y El sistema con Renovación ó Semi Estático. Estático es en el que la sustancia química es agregada sólo una vez al sistema, no hay flujo y el medio de prueba no se cambia durante el experimento, por lo tanto el organismo de prueba queda expuesto a la misma solución durante todo el ensayo. En el sistema semi estático el organismo de prueba es expuesto a una solución fresca de la misma concentración cada 24 horas u otro intervalo prescrito, ya sea transfiriendo los organismos de prueba donde se lleva a cabo el ensayo a otro recipiente ó reemplazando todo o una porción de la solución muestra.

En pruebas de toxicidad aguda es muy común el uso de bioensayos estáticos, y los datos de éste son utilizados para determinar la CL-50% y sus intervalos de confianza, mediante el empleo de métodos matemáticos y programas de computación, por ejemplo el Analisis Probit; el cual consiste en un grupo de métodos estadísticos usados para analizar datos de experimentos de concentración efecto. La utilidad de las pruebas de toxicidad acuática es que determinan la sensibilidad de los organismos acuáticos a una sustancia tóxica, y en última instancia pueden derivar criterios y estándares de calidad del agua, según los criterios establecidos por la EPA (Agencia de Proteccíon Ambiental de los Estados Unidos).

El objetivo del presente experimento fue determinar la CL-50% a las 12 y 24 horas de el Endosulfan (Thiodan) y Lindano (Lindafor) sobre el camarón blanco del Pacífico Penaeus vannamei.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos bioensayos estáticos en el Laboratorio de Biología de la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.) ubicada en el valle de El Zamorano, Honduras a una altitud de 800 m.s.n.m. En las pruebas se utilizaron los insecticidas Endosulfan (Thiodan) y Lindano (Lindafor) con 35% y 20% de ingrediente activo respectivamente. Ambos productos son utilizados en cultivos comerciales de cucurbitáceas (melón y sandía) y en otros cultivos como la caña de azúcar.

Se determinó la concentración letal al 50% de la población, a las 12 y 24 horas de exposición para cada insecticida sobre postlarvas de camarón Penaeus vannamei .Las postlarvas fueron adquiridas de Granjas Marinas Larvicultura, Choluteca, Honduras. Se seleccionaron organismos jóvenes PL-30 (30 días después de alcanzar su estado larval) ya que estos son mas sensibles a los tóxicos que los adultos (USEPA,1995).

Las postlarvas fueron transportadas desde Choluteca al Zamorano en bolsas de polietileno dentro de hieleras de plástico, a una temperatura de 21 ºC y con oxígeno a nivel de saturación. Las postlarvas fueron aclimatadas en tanques de fibra de vidrio y con aireación continua a las condiciones experimentales por tres días antes de comenzar cada prueba. Durante este período, los camarones fueron alimentados 2 veces por día alternamente con nauplios congelados de Artemia salina y microencapsulados (40% proteína).

Diariamente se extrajeron los residuos del alimento para evitar que estos alteraran la calidad del agua y afectaran la salud de los organismos de prueba. Durante el periodo de aclimatación se realizaron recambios diarios de 1/3 del volumen total del agua en que fueron mantenidas las postlarvas. Esta misma fuente de agua se utilizó como agua de dilución en la preparación de los bioensayos. El agua tratada en Granjas Marinas Larvicultura fue pasada por filtros de arena, mallas de 60 micras, cartuchos de carbón activado y expuesta a la luz ultravioleta.

Inicialmente se realizaron pruebas preliminares para determinar el rango de concentraciones a usar en la prueba definitiva para cada insecticida. Para las pruebas de determinación se empleó un rango amplio de concentraciones en progresión logarítmica de 0.01, 0.1, 1.0, 10.0 y 100.0 ppm de cada ingrediente activo. Para la prueba definitiva, se seleccionaron las concentraciones que no fueron letales ó solo fueron letales para unos pocos organismos y la más baja concentración que fue capaz de matar a la mayor parte de los organismos de prueba. El rango de concentraciones utilizado para la prueba definitiva fue de 0.0001, 0.001, 0.01 hasta 0.1 ppm (i.a). para cada insecticida.

Las pruebas consistieron en exponer las postlarvas, sin alimentación, a las diferentes concentraciones de los insecticidas, utilizando para cada químico 4 tratamientos con 3 replicas y un control. Para lo cual se utilizaron 27 recipientes de vidrio de un 3.8 lts. de capacidad, cada uno con agua salada a 32,000 (ppm) y a un nivel de saturación de oxígeno disuelto de 7.64 ppm. Cada recipiente fue sembrado con 10 animales en un litro de agua; quedando los tratamientos de la siguiente manera (Cuadro1).

Cuadro 1. Grupos, Tratamientos y Códigos.

GRUPO	TRATAMIENTO		CODIGO
	INSECTICIDA	ppm	
E-1	Endosulfan	0.0001	E-0.0001
E-2	’’	0.0010	E-0.0010
E-3	’’	0.0100	E-0.0100
E-4	’’	0.1000	E-0.1000
L-1	Lindano	0.0001	L-0.0001
L-2	’’	0.0010	L-0.0010
L-3	’’	0.0100	L-0.0100
L-4	’’	0.1000	L-0.1000
Control	Control Puro	0.0000	Control

Las soluciones se prepararon tomando en cuenta la concentración de ingrediente activo en las formulaciones de los insecticidas y en ambos casos se utilizó el mismo procedimiento de cálculo. Se prepararon soluciones madre con agua destilada de 1000 ppm de i.a., a partir de las cuales se hicieron diluciones de 10, 1.0 y 0.1 ppm de i.a. con las cuales se prepararon las concentraciones deseadas en los tratamientos. Dosis de cada dilución fueron agregadas a los recipientes y el volumen restante para ajustar un litro se completo con agua de dilución.

La concentración de oxígeno, la temperatura, la salinidad, el pH y el amonio no ionizado ($N\text{-}NH_3$) fueron monitoreados al inicio y al final de cada prueba en cada recipiente. Se observaron los animales a intervalos de 12 horas a fin de establecer signos anormales y mortalidad. Se tomó como criterio de efecto la mortalidad de los animales y se verificó por la inmovilización ó por la falta de reacción física a un estímulo suave.

Todos los tratamientos y el control fueron terminados 60 horas después de iniciadas las pruebas. Se utilizó el programa de computación Análisis Probit, versión 1.5 (EPA) para determinar la CL-50% de cada insecticida.

RESULTADOS Y DISCUCION

En ambas pruebas se observaron variaciones de mortalidad según las dosis empleadas y en el tiempo de exposición de las postlarvas a los insecticidas. En el rango de concentraciones para las pruebas definitivas (0.0001, 0.001, 0.01 y 0.1 ppm de i.a.) se presento en promedio mortalidades arriba del 50% a las 24 horas de exposición para ambos insecticidas.

Los grupos E-1, E-2 Y E-3 vrs. L-1, L-2 y L-3 demostraron que el Endosulfan fue mas tóxico que el Lindano desde el inicio de las pruebas hasta las 48 horas de exposición. Los grupos E-4 y L-4 tuvieron 100% de mortalidad a las 12 horas de exposición. El grupo control demuestra que los organismos de prueba eran sanos y que estaban bien alimentados y que la mortalidad observada en este se mantuvo dentro de el rango de validez de la prueba, no mayor de 10% ver (Cuadro 2)

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad a diferentes horas de exposición de postlarvas Penaeus vannamei a los insecticidas endosulfan y lindano.

		PORCENTAJE DE MORTALIDAD (horas)				
Grupo	Código	12	24	36	48	60
E-1	E-0.0001	6.66	40	70	93.33	100
E-2	E-0.0010	20	46.66	66.66	86.66	100
E-3	E-0.0100	50	83.33	100	100	100
E-4	E-0.1000	100	100	100	100	100
L-1	L-0.0001	3.33	30	46.66	83.33	100
L-2	L-0.0010	13.33	50	53.33	80	100
L-3	L-0.0100	50	76.66	90	100	100
L-4	L-0.1000	100	100	100	100	100
Control	Control	3.33	3.33	6.66	6.66	10

El cuadro 3 muestra la LC-50% de los insecticidas Endosulfan y Lindano sobre las postlarvas de camarón Penaeus vannamei expuestas a las 12 y 24 horas, en ambas pruebas con intervalos de confianza de 95% y con valores de χ^2 . Estos mostraron que la toxicidad de los dos insecticidas es similar.

Cuadro 3. Valores de CL-50% a las 12 y 24 horas de los insecticidas Endosulfan y Lindano sobre postlarvas de camarón *Penaeus vannamei* con intervalos de confianza de 95% y con valores de χ^2.

TIEMPO	12 horas		24 horas	
	ENDOSULFAN	LINDANO	ENDOSULFAN	LINDANO
CL-50% (ppm)	0.008	0.009	0.001	0.001
P<0.05	0.004-0.013	0.004-0.014	0.000-0.001	0.000-0.002
χ^2	3.46	2.33	4.48	2.53

La mortalidad aumentó en función del tiempo de exposición y de la cantidad de insecticida en solución. La CL-50% para cada insecticida disminuyó con el tiempo de exposición. No se observó ningún cambio importante en la calidad del agua durante la realización de los bioensayos, posiblemente debido a la poca biomasa contenida en los recipientes y a la corta duración de las pruebas.

El cuadro 4 Muestra los parámetros de calidad del agua registrados durante los bioensayos y los rangos recomendados para el cultivo del camarón. La alta salinidad pudo haber influido en la toxicidad de los químicos al aumentar la permeabilidad de las menbranas (branquias) y permitir una mayor captación química por difusión (Cleveland, 1992). La concentración de oxígeno se mantuvo dentro de un rango aceptable durante ambas pruebas.

Cuadro 4. Parámetros de Calidad del Agua

PARAMETRO	INICIO	FINAL	IDEAL[1]
Tenperatura (Cº)	24.0	25 ± 1.1	25-30
Oxígeno (ppm)	7.64	7.2 ± 0.32	3-8
Salinidad (ppt)	32.0	31.8 ± 0.9	15-25
pH	7.8	7.7 ± 0.16	7.5-8.5
N-NH_3 (ppm)	0.007	0.01 ± 0.004	< 0.1

[1]Teichert-Coodington (1994).

En las pruebas preliminares las postlarvas muertas presentaban un color rojo, posiblemente debido a la dilatación de los cromatóforos por efecto de la acumulación de los insecticidas en el organismo.

El comportamiento anormal observado en las pruebas definitivas se caracterizaró por un nado errático, un estado de letargo, las antenas, apéndices y músculo de color blanquecinos. En general se observaron pocas mudas (cambio del exoesqueleto) durante las pruebas; y fueron únicamente en las más bajas concentraciones de cada producto y en el control.

Estudios realizados por Flegel, (1994) indican que en pruebas con camarón tigre negro Penaeus monodon (3.0 grs.) el Metil Paration causo 100% de mortalidad en 24 horas en una concentración de 0.015 ppm mientras que el Cipermetrin causo 100% de mortalidad en 24 horas en solamente 5 partes por trillón (5 manogramos por litro i.a.) . Mimmo, et al sf. Reportó que el valor de CL-50% a 28 horas para el DDT sobre el Penaeus duorarun es de 0.00012 ppm. La CL-50% para Endosulfan y Lindano presentó la misma tendencia en todas las concentraciones y tiempos. Se encontraron diferencias al cambiar la dosis lo que indica que la sensibilidad de las pruebas a mayor estímulo mayor mortalidad. (Figuras 1,2 y 3).

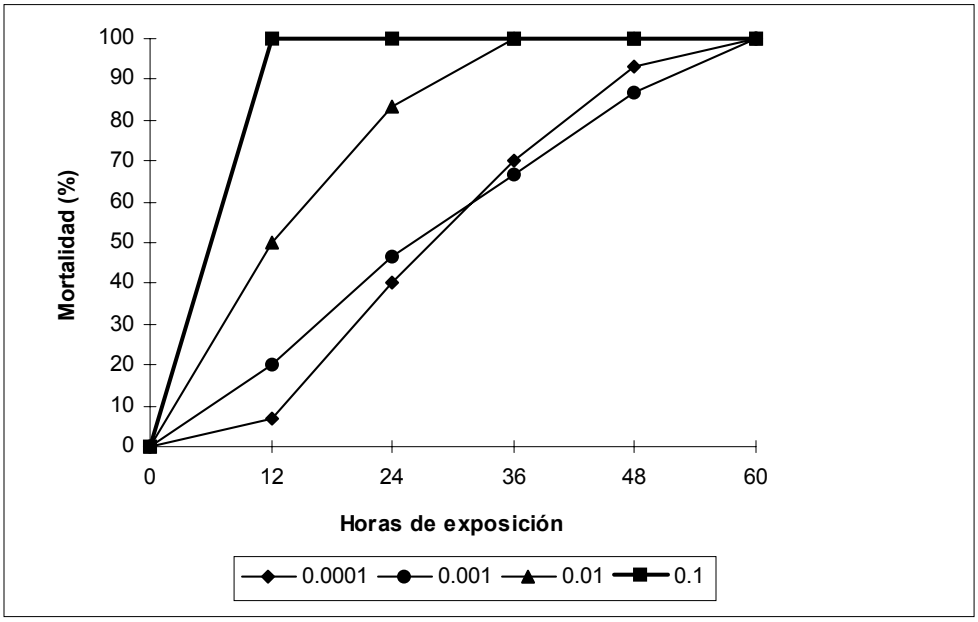

Figura 1. Porcentaje de mortalidad de postlarvas de camarón Penaeus vannamei a 4 concentraciones de Endosulfan en distintas horas de exposición.

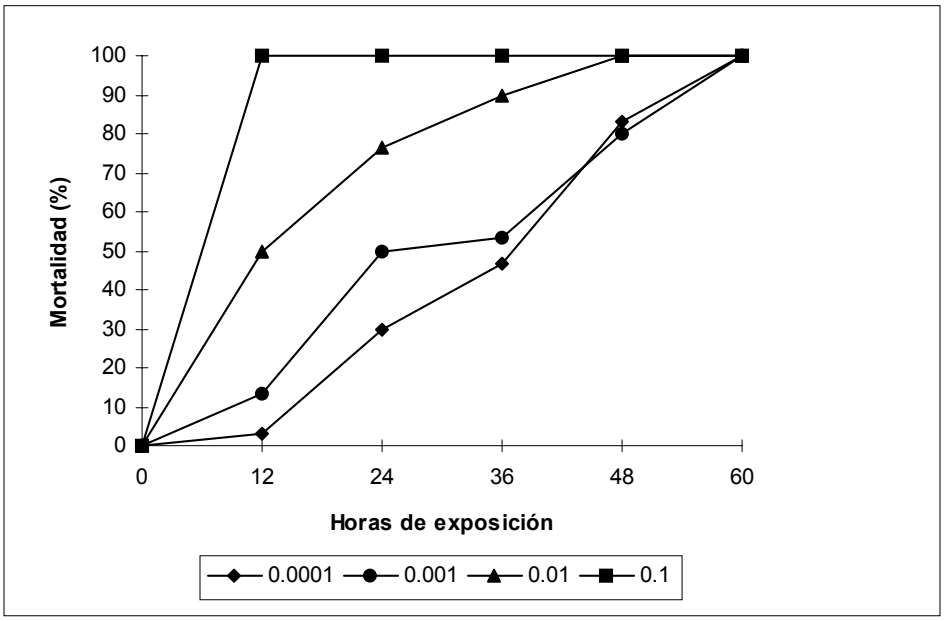

Figura 2. Porcentaje de mortalidad de postlarvas de camarón Penaeus vannamei a 4 concentraciones de Lindano en distintas horas de exposición.

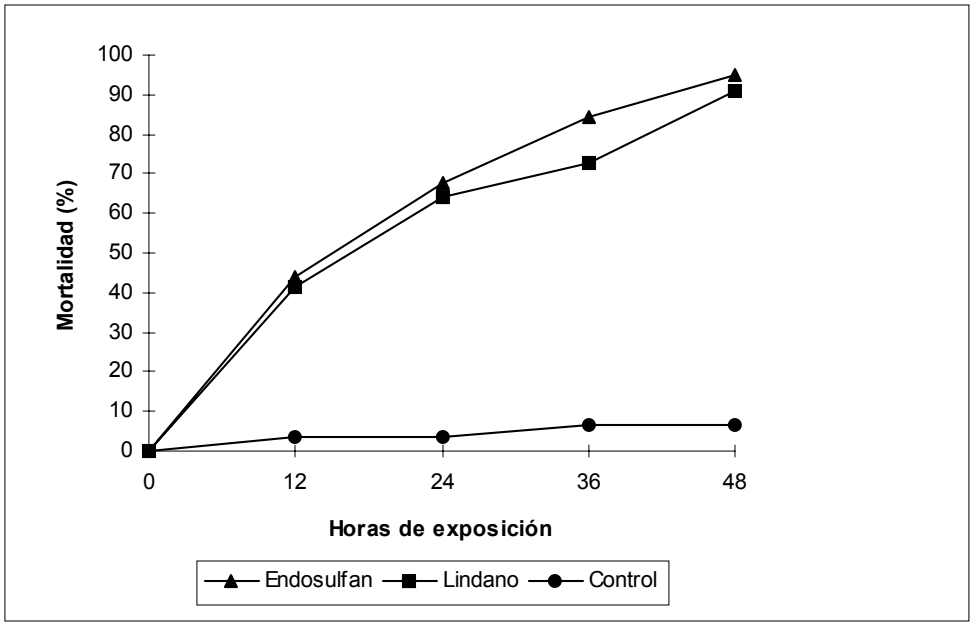

Figura 3. Comparación del control sobre los porcentajes de mortalidad promedio de postlarvas de camarón Penaeus vannamei expuestas a 4 concentraciones de Endosulfan y Lindano en distintas horas de exposición.

CONCLUSIONES

En base a resultados obtenidos con estas pruebas se puede concluir que los insecticidas Endosulfan y Lindano resultaron altamente tóxicos para el Penaeus vannamei.

No se presentaron diferencias en la CL-50% de los insecticidas Endosulfan y Lindano en el mismo tiempo de exposición, pero sí las hubo comparando cada insecticida a las 12 y 24 horas, lo que indica que la CL-50% disminuye con el tiempo de exposición.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones:

1. Realizar bioensayos con postlarvas de camarón para evaluar efectos crónicos de estos insecticidas.

2. Realizar bioensayos con organismos nativos para identificar especies útiles en el monitoreo de sustancias tóxicas en medios naturales.

3. Monitoriar la presencia de plaguicidas en aguas destinadas a la acuacultura.

4. Medir niveles de degradación de los plaguicidas en el medio.

5.Ampliar estudios de toxicología para determinar la cantidad de químicos acumulada en los organismos, expuestos a diferentes concentraciones de insecticidas y los efectos histológicos que puedan tener.

6. Repetir las pruebas con diferentes etapas de desarrollo del camarón para confirmar su sensibilidad a los tóxicos por edad.

BIBLIOGRAFIA

AVAULT, J.W. 1996. Fundamentals of aquaculture ; A Step-by-Step Guide to Commercial Aquaculture. Baton Rouge, La., EE. UU. AVA Publishing Company Inc. pp 264-266.

CLEVELAND, L. 1992. Riesgos de algunos químicos agrícolas en las pesquerías. United States Fish and Wildlife Service National Fisheries Contaminant Research Center, Columbia. p. 47-58.

ECHEVERRIA, M. 1992. Manual de ecotoxicología. Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO). Tegucugalpa, Honduras. 30 pp.

HANCE, R. 1993. Agroecological effects resulting from the use of persistent pesticides in Central America. FAO/IAEA/SIDA. Coordinated Research Program, Vienna, Austria. 2 pp.

HARVIN, J. 1995. Determinación del Efecto del Tratamiento con Diferentes Dosis de Cal Hidratada Carbonato de Magnesio en SPF *p. Vannamei* infectados con TSV. Noti-andah. (Hond). no. 3 : 6-7.

HERNADEZ, E. 1993. Criterios y procedimientos para bioensayos. Centro Universitarios de Estudio Generales, Departamento de Biología. p. 12-33.

LAGUNES, A.; VASQUEZ, M. 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. México, D.F. p. 6-17.

LAGUNES, A.; VILLANUEVA, J. 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. México, D.F. p. 179-195.

METELEV, V.V. ; KANEV, A.I. ; DZADSOKHOVA, N.G. 1983. Water Toxicology. Translated from Russian by National Marine Fisheries Service. New Delhi, Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd. pp 11-41, 157-163.

MEYER, D. 1994. Marine Shrimp Culture Development in Southern Honduras. International Workshop on Fish Ponds in Wetlands Maintanance and/or Creation, Polish Academy of Sciences, 20-22 September 1994, Ustron, Poland.

MEYER, D.E. 1994. Determination of pesticide levels in estuaries and the Gulf of Fonseca in Southern Honduras. Panamerican Agriculture School, Honduras and the International Atomic Energy Agency (IAEA), Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Vienna, Austria. 9 pp.

PORTILLO, H. 1995 . La Ecotoxicología una alternativa para la evaluación de la calidad del agua. Cuaderno sobre el Estado Sanitario y Ambiental de Honduras- No 3 pp. 35-36.

PRIETO, A. 1993. Diagnóstico y contro de enferdades bacterianas en el camarón de cultivo. Mexico, FAO. p. 47-50.

PULLIN, R.S.V. 1995. Growth and Sustainability of Aquaculture. International Center for Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, The Philippines. NAGA:19-20.

RAND, G.M. ; PETROCELLI, S.R. 1985. Fundamentals of Acuatic Toxicology : Methods and Aplications. EE. UU., Hemisphere Publishing Corporation. 670 p.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. 1987. The Agrochemicals Handbook. Edit by Hartley, D. ; Kidd, H. Segunda Edición. U.K., Unwin Brothers Limited, Old Woking, Surrey. pp 104, 137.

TEICHERT- CODDINGTON, D. 1995. Estuarine water quality and sustainable shrimp culture in Honduras. p. 144-156.

WAINWRIGHT, F. 1996. Los Manglares del Pacífico Hondureño. Honduras. Noti-andah (Hond.) no. 6 : 10-11.