

4.
24

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE BIOLOGIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"DETERMINACION DE LA TOXICIDAD AGUDA DE LOS HERBICIDAS "COPPER CONTROL", "DIQUAT", "GRAMOXONE" Y "GESATOP 50 P.H." SOBRE JUVENILES DE *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN) Y SU POSIBLE USO EN EL CULTIVO DE ESTA ESPECIE".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
JOSE BERNARDO DE LA MORA PEREZ-ARCE

GUADALAJARA, JAL., 1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	DEDICATORIA	II
	AGRADECIMIENTOS	III
	CONTENIDO	IV
	RESUMEN	V
	ABSTRACT	VI
1.	INTRODUCCION	1
2.	GENERALIDADES	3
	2.1 EL CULTIVO DEL LANGOSTINO MALAYO	3
	2.2 LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN ACUACULTURA: SU IMPORTANCIA Y ALGUNOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON ESTA	4
	2.3 EL PROBLEMA DE LAS MALEZAS ACUATICAS EN ACUACULTURA Y SU CONTROL	7
	2.3.1 CONTROL MECANICO	8
	2.3.2 CONTROL BIOLOGICO	9
	2.3.3 CONTROL QUIMICO	10
	2.4 CONTROL QUIMICO DE MALEZAS ACUATICAS Y FITOPLANCTON	11
	2.5 REGISTRO DE HERBICIDAS	12
	2.6 PRUEBAS DE TOXICIDAD	14
	2.7 SELECCION DE SUSTANCIAS DE PRUEBA	16
3.	MATERIALES Y METODOS	18
	3.1 ORGANISMOS DE PRUEBA	18
	3.2 CALIDAD DEL AGUA	19
	3.3 SUSTANCIAS DE PRUEBA	19
	3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL (SISTEMA ESTÁTICO)	20
4.	RESULTADOS	23
	4.1 "COPPER CONTROL" (COBRE ELEMENTAL)	23
	4.2 "DIQUAT" (DIQUAT)	28
	4.3 "GRAMOXONE" (PARACUAT)	33
	4.4 "GESATOP 50 P.H." (SIMAZINA)	38
5.	DISCUSION	39
6.	CONCLUSION	48
7.	APENDICE	50
8.	BIBLIOGRAFIA	58

RESUMEN

Se estudió la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Copper Control", "Diquat", "Gramoxone" y "Gesatop 50 P.H.", sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii. Se determinó el LC50 del ingrediente activo de estas sustancias para varios tiempos de exposición, siendo los siguientes:

"Copper Control": .11969, .06739, .06739 y .06739 mg/l para las 24, 48, 72 y 96 h de exposición respectivamente.

"Diquat": .70415, .46420, .26568 y .15699 mg/l para las 24, 48, 72 y 96 h de exposición respectivamente.

"Gramoxone": .04444, .03621, .03344 y .03742 mg/l para las 24, 48, 72 y 96 h de exposición respectivamente.

El ingrediente activo de "Gesatop 50 P.H." no resultó tóxico a los organismos de prueba en concentraciones que fueron de .1 a 100 mg/l.

Se hacen recomendaciones acerca del posible uso de estas sustancias en el cultivo del langostino malayo Macrobrachium rosenbergii.

ABSTRACT

Acute toxicity of the active ingredient of herbicides "Copper Control", "Diquat", "Gramoxone" and "Gesatop 50 P.H." on Macrobrachium rosenbergii juveniles was tested.

The LC50 for several exposition times of the crustacean to the active ingredient of each one of the substances mentioned before was calculated by means of a Probit analysis obtaining the next data:

"Copper Control": .11969, .06739, .06739 y .06739 mg/l for 24, 48, 72 y 96 h of exposition respectively.

"Diquat": .70415, .46420, .28568 y .15699 mg/l for 24, 48, 72 y 96 h of exposition respectively.

"Gramoxone": .04444, .03621, .03344 y .03742 mg/l for 24, 48, 72 y 96 h of exposition respectively.

Active ingredient of "Gesatop 50 P.H." didn't become toxic in concentrations from .1 to 100 mg/l.

A discussion concerning the possible use of these herbicides for control of weeds or algae bloom is made.

CAPITULO 1.
INTRODUCCION

Uno de los cultivos que en acuacultura tropical ha tomado más auge en los últimos años es el cultivo del langostino malayo Macrobrachium rosenbergii (de Man) (Ling y Costello, 1976).

Una modalidad de este cultivo, consistente en siembras y cosechas continuas, es la forma más productiva de manejar esta especie, dado que como en la población de langostinos se hace evidente una diferenciación de tallas es necesario cosechar todos los organismos que llegan a la talla comercial y permitir de esta manera el desarrollo del resto de los individuos. En sistemas como el descrito pueden llegar a producirse tres toneladas por hectárea en un ciclo anual (Malecha, 1982).

Esta especie, que generalmente se cultiva en estanques rústicos, comparte algunos de los problemas que presentan otras especies cultivadas en sistemas semejantes, como son la presencia de malezas acuáticas y excesivo crecimiento fitoplanctónico, con todas las condiciones adversas que en el sistema del estanque esto conlleva, tales como bajas en el nivel de oxígeno, altos niveles de amoníaco no ionizado, etc.

Tanto las malezas acuáticas como el crecimiento excesivo del fitoplancton son susceptibles de control mediante

diversos sistemas, tales como el control mecánico en el caso de malezas, control biológico mediante especies herbívoras o fitoplanctófagas y control químico (Huet, 1978).

En muchos casos y entre ellos el del langostino malayo, el control químico resulta más fácil y económico que las otras alternativas. A diferencia del cultivo de peces en el que existen varios herbicidas y alguicidas probados con baja o ninguna toxicidad sobre la especie cultivada y sin efecto residual considerable, no puede decirse lo mismo del cultivo del langostino malayo, dado que por diferencias obvias en fisiología y metabolismo, una sustancia que no es tóxica para algunas especies de peces no forzosamente será inocua para el langostino.

La falta de trabajos referentes a la toxicidad de herbicidas y alguicidas sobre la especie Macrobrachium rosenbergii hace necesaria una investigación como la presente, cuyo objetivo es la observación de los posibles efectos tóxicos de algunas de estas sustancias, de uso común en piscicultura, para así determinar su posible uso o rechazo en explotaciones comerciales de langostino malayo donde se utiliza el cultivo continuo.

CAPITULO 2. GENERALIDADES

2.1. EL CULTIVO DEL LANGOSTINO MALAYO.

El Macrobrachium rosenbergii es un crustáceo decápodo carideo de gran talla, originario de la región Indopacífica y que en la actualidad completa su ciclo de vida en cautiverio, siendo una de las especies con mejores rendimientos en cultivo (Malecha, 1982).

Los sistemas utilizados en el cultivo de esta especie, así como las instalaciones y técnicas de cría son fundamentalmente las mismas que en piscicultura. La mayor parte de las explotaciones comerciales de langostino consisten en un sistema de estanques rústicos de circuito abierto y de moderada complicación tecnológica (Ling y Costello, 1976).

En muchas zonas la demanda de langostino aumenta rápidamente y la producción actual de los estanques no será suficiente para satisfacer la demanda prevista a futuro. En vista de esto, en Estados Unidos y otros países se realizan investigaciones para mejorar la eficiencia de cultivo, aumentar la producción y mejorar la calidad del producto (Ling y Costello, 1976).

Una de las técnicas usadas para aumentar la producción es mediante el sistema de siembra y cosecha continuas en monocultivo, en el que por redesos periódicos se remueven del

estaque los organismos que han alcanzado la talla comercial y de ésta manera se permite el desarrollo del resto de los organismos, puesto que los organismos grandes por sus costumbres territorialistas y agresivas inhiben el crecimiento de la mayor parte de la población (Malecha, 1982).

2.2. LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN ACUACULTURA: SU IMPORTANCIA Y ALGUNOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON ESTA.

Con el objeto de mantener densidades altas de organismos en sistemas de cultivo intensivo o semiintensivo se les suministra alimento suplementario y como consecuencia de esto se crea un medio rico en nutrientes propicio para el crecimiento fitoplanctónico (Costa-Pierce et al., 1985).

El fitoplancton es la base de la cadena trófica en cualquier sistema acuático y simultáneamente es la fuente más importante de oxígeno disuelto en el mismo, siendo factor indispensable en el mantenimiento de altas densidades de organismos en cultivos acuáticos (Costa-Pierce et al., 1985).

Independientemente de que se manejen altas densidades de organismos en cultivo, tanto peces como crustáceos requieren de una concentración mínima de oxígeno que varía según la especie y el tiempo de exposición; así, en concentraciones permanentemente

bajas los organismos dejan de alimentarse y crecer, además de ser más susceptibles a parásitos y enfermedades (Boyd, 1984).

El requerimiento mínimo de oxígeno disuelto (O.D.) para el mantenimiento sin estrés del langostino malayo se encuentra entre 2.25 y 2.75 ppm. en consecuencia, el límite de seguridad para los niveles de O.D. en estanques conteniendo esta especie es de 3 ppm (Malecha, 1982; New y Singholka, 1982).

Sin embargo y a pesar de que es indispensable la presencia de un florecimiento fitoplanctónico (bloccm) en sistemas intensivos o semiintensivos de cultivo, éste puede provocar problemas de manejo debido a su alta tasa de respiración y tendencia a morir repentinamente (Swingle, 1968). Por ejemplo, durante periodos de intensa iluminación solar, la supersaturación de oxígeno disuelto puede causar la muerte de las algas verde-azules por fotooxidación (Abeliovich y Shilo, 1972), mientras que con clima nublado y sin viento puede haber concentraciones de oxígeno disuelto críticamente bajas al amanecer (Boyd et al., 1975).

Otro problema que puede presentarse debido al exceso de fitoplancton es el pH básico a causa de la intensa fotosíntesis (Boyd y Lichtkoppler, 1985). El problema del pH elevado se presenta como tal debido a la relación que existe entre éste y el porcentaje de amonía no ionizada presente en el cuerpo de agua (se relacionan en proporción directa, así, con 28°C y pH 7 el porcentaje de amonía no ionizada es .7; pH 8, 6.55; pH 9, 41.23;

2.3. EL PROBLEMA DE LAS MALEZAS ACUATICAS EN ACUACULTURA Y SU CONTROL.

Aunque la vegetación en cantidades moderadas es benéfica para los estanques de acuicultura (Huet, 1978), el excesivo crecimiento de esta da origen a diversos problemas de manejo y mantenimiento de dichos estanques, entre los que se pueden mencionar la dificultad en el redeo para cosechas parciales o totales, constitución de refugios de organismos plaga, pérdida de agua por evapotranspiración, etc. (Boyd, 1984; Malecha, 1982).

La vegetación presente en los estanques puede clasificarse según su hábitat de la manera siguiente (Zomosa, 1983):

- Vegetación flotante.
- Vegetación sumergida: * Enraizada o anclada.
* No enraizada ni anclada.
- Vegetación emergente.
- Vegetación marginal.
- Algas: * Superiores.
* Filamentosas.
* Fitoplanctónicas.

En estanques con maleza acuática sumergida, puede suceder que al disminuir la penetración de la luz por la abundancia de fitoplancton, ésta muera y ocasione una baja de oxígeno por la descomposición bacteriana de que es objeto, aunque no es necesario que lo anterior suceda para que el oxígeno disuelto

disminuya. de hecho, su respiración es uno de los factores más importantes en el consumo de oxígeno en un cuerpo de agua (Hepher y Pruginin. 1985; Cragg y Fry. 1986).

Todos los problemas anteriormente mencionados pueden y deben solucionarse con el objeto de optimizar los recursos de cualquier empresa acuícola. Entre las soluciones se distinguen tres categorías: control mecánico, control biológico y control químico (Hepher y Pruginin. 1985; Huet. 1978).

2.3.1. CONTROL MECANICO.

En general, los sistemas utilizados para el control de las malezas por medios mecánicos están orientados a remover o eliminar malezas sumergidas o emergentes, entre las técnicas usadas pueden mencionarse las siguientes:

- Drenado o desagüe. Mediante este sistema se vacía el cuerpo de agua y ya con el fondo seco se procede a la recolección manual o mecánica de las malezas.

- Encadenado. Este metodo consiste en el uso de cadenas metálicas, las cuales son arrastradas por el fondo del estanque en sentido perpendicular a la dirección de la tracción, de esta forma elimina toda maleza que encuentre a su paso. Los fragmentos o pedazos de maleza flotan en la superficie del agua y de ahí son recuperadas y sacadas del estanque.

- Rastrilleo. Consiste en retirar mediante un rastrillo todo tipo de malezas flotantes y algas filamentosas del agua.

- Redadas o uso de redes. Mediante este sistema se pueden sacar del agua malezas flotantes de poco peso, tales como la lechuga acuática. Es práctica común en países donde la mano de obra es abundante y barata.

- Segadoras o cortadoras mecánicas. Existe una gran variedad de aparatos de éste tipo, que van desde segadoras mecánicas convencionales propulsadas o tiradas por tractores para el control de malezas marginales hasta segadoras montadas en lanchas que cortan las malezas acuáticas bajo el agua.

Como puede observarse, no todas éstas técnicas pueden utilizarse en estanques de cultivo de langostino puesto que algunas son prácticamente imposibles, como el drenado de los estanques, mientras que otras requieren equipo especial o mucha mano de obra, repercutiendo cualquiera de éstos dos conceptos en un incremento en los costos de manejo (Zomosa, 1983).

2.3.2. CONTROL BIOLÓGICO.

Considerada por algunos autores como la mejor (Huet, 1978; Hopher y Pruginin, 1985), esta forma de control altera poco el sistema del estanque y ejerce un control permanente.

Existen varias formas de control biológico como lo son la introducción de peces herbívoros y fitoplanctófagos al estanque, el uso de ganado para mantener bajo control la vegetación marginal o su alternativa, consistente en la siembra de vegetación competidora, etc.

Este método de control es útil y práctico en algunos sistemas de cultivo. no siendo así en el de langostino malayo, esto por varias razones:

Si se mantiene la cantidad adecuada de peces controladores (herbívoros y fitoplanctófagos), que puede ser hasta de 500 o 600 organismos de 400 g como mínimo por hectarea, la dificultad de los redeos de cosechas parciales ó totales, desdobles y otras maniobras de manejo se ve notoriamente incrementada.

El sembrar vegetación competidora en grandes extensiones de terreno requiere una inversión de tiempo y dinero considerable, además de no ser completamente efectivo.

Respecto al mantenimiento de ganado para el control de vegetación marginal se puede decir que además de que estos animales son selectivos en lo referente a su alimento y por lo tanto no ejercen un control completo, además de que pueden deteriorar la estructura física de los bordos (Hepher y Pruginin, 1985; Huet, 1978).

2.3.3. CONTROL QUIMICO.

Consiste en el uso de herbicidas y algicidas para el control de macrofitas y algas, respectivamente.

El uso de estas sustancias tiene ya cierto tiempo de realizarse dado que simplifica muchas actividades de manejo y mantenimiento en granjas de acuicultura (Hepher y Pruginin, 1985; Malecha, 1982; Cragg y Fry, 1986; Pruse, 1975; Tucker et al., 1983).

Dadas las características del control mecánico y control biológico se hace notorio el problema de utilizarlas en el control de malezas acuáticas y fitoplancton en el cultivo continuo del langostino malayo, motivo por el cual éste trabajo se enfoca a la solución de éstos problemas mediante el método químico, mismo que será descrito con más detalle en las siguientes secciones.

2.4. CONTROL QUIMICO DE MALEZAS ACUATICAS Y FITOPLANCTON.

El fácil abastecimiento de herbicidas y alguicidas en el mercado y el equipo sencillo que se emplea para su aplicación han hecho que su uso se difunda bastante para el control de maleza en los estanques.

Hay tres métodos para el uso de herbicidas con éste propósito, relacionándose éstas con las características del herbicida usado y de la maleza por controlar, siendo los siguientes:

-Esterilización del suelo. Los herbicidas utilizados para éste fin son aplicados a la zona del dique o bordo y en algunas ocasiones en el fondo del estanque, cuando éste se vacía.

Los altos costos de éste método lo hacen muchas veces impráctico, aunque puede ser útil si el área a tratar no es muy grande.

Entre los productos disponibles para la esterilización del suelo se encuentran el monuron, diuron, amitrol, amitrol-T, simazina, atrazina, TCA, dalapon, clorato de sodio y

clorotiamida, siendo todos estos herbicidas absorbidos por la raíz (Huet, 1978).

-Tratamiento del follaje. El tratamiento del follaje solo tiene un efecto insignificante sobre el suelo y se usa principalmente en la zona de vegetación emergente, aunque sirve también contra malezas marginales y flotantes puesto que las sustancias utilizadas en este tipo de tratamiento son absorbidas por las hojas.

Dentro de este grupo de herbicidas (absorbidos por las hojas), se pueden distinguir dos formas de acción: herbicidas de contacto (cianamida cálcica, sulfato de cobre, arsenito y clorato de sodio, etc.) y herbicidas sistémicos (fitohormonas sintéticas; MCPA, 2,4,5-T y 2,4-D; dipiridilos: diquat y paraquat) (Villarías, 1981).

- Aplicación en el agua del estanque. Los herbicidas se aplican al agua del estanque para controlar las plantas sumergidas y las algas.

Naturalmente, con este método de aplicación, el problema de la toxicidad de la sustancia a emplear sobre los organismos cultivados se vuelve más agudo y se debe considerar un amplio margen de seguridad al usarlos. Además se deben tomar precauciones especiales al erradicar algas filamentosas y la maleza sumergida por los posibles efectos negativos indirectos, como lo es una baja de oxígeno por la descomposición bacteriana de que es objeto la materia orgánica muerta.

Entre los herbicidas usados en este tipo de aplicaciones se encuentran los siguientes: simazina, sulfato de cobre, arsenito de plomo, diorex, etc. (Huet, 1978).

2.5. REGISTRO DE HERBICIDAS.

Puesto que la mayor parte de la información de que se dispone referente al uso de herbicidas en acuicultura se basa en estudios realizados en otros países, es conveniente seguir los mismos lineamientos en lo referente a reglas de seguridad para su correcta aplicación y dosificación.

En Estados Unidos de Norteamérica es requisito que todos los posibles usos de los herbicidas estén registrados en la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) (Cumming, 1975).

De los herbicidas registrados hay algunos que están permitidos para su uso en manejo de pesquerías o acuicultura y son los siguientes: sulfato de cobre, DMA-2,4-D, Diquat, endotal y simazina, pero el hecho de que un herbicida no esté registrado no implica que no puedan usarse en experimentación o de manera comercial, asumiéndose que el usuario es responsable de los posibles daños que sufra si no actúa de acuerdo con las recomendaciones de los empleados gubernamentales o de los manuales de la EPA.

El que una sustancia carezca de registro no significa que sea insegura o peligrosa en su uso, tan sólo indica que se carece de la información debidamente documentada respecto a su seguridad.

De la misma manera, el registro de una sustancia no implica que ésta sea efectiva para los usos que se pretenden (Boyd y Lichtkoppler, 1985).

2.6. PRUEBAS DE TOXICIDAD.

Cualquier sustancia química requiere ser evaluada respecto a su toxicidad antes de poder ser recomendada para su uso en cualquier área, no siendo la excepción los herbicidas o alguicidas con posible uso en acuacultura.

Existen varios tipos de pruebas de toxicidad y pueden clasificarse según Buikema, et al. (1982), de la siguiente manera:

- Prueba de toxicidad aguda. Esta prueba está diseñada para determinar la concentración más alta que afecta a un determinado porcentaje de organismos de prueba, p. ej. 50% de una población previamente establecida (Concentración Letal 50%, LC50 por sus siglas en inglés).

Estas pruebas pueden ser de distintos tipos dependiendo de su metodología y ésta está dada en función de los objetivos de la prueba. Los distintos tipos de ensayo que miden la toxicidad aguda son:

Sistema estático, en el que no se renueva la solución tóxica ; estático con renovación de solución tóxica, usado en algunos ensayos donde por las características de la sustancia (volatilidad, por ejemplo), se hace necesaria la recuperación de

la solución tóxica: y continuo. en el que se renueva constantemente la solución de prueba.

- Prueba de larga duración. También conocidas como pruebas de toxicidad subletal o crónica. Están diseñados para la obtención de información del efecto de varias concentraciones de tóxico sobre la supervivencia a largo plazo, crecimiento y reproducción de la especie en estudio.

Por ser un método simple, económico y básico para estudios más completos se recomienda el uso de las pruebas de toxicidad aguda en sistema estático para la determinación de toxicidad por pesticidas en condiciones estándar (Buikema, et al. 1982)

El procedimiento usado durante la realización de las pruebas de toxicidad aguda es como sigue: Se hace un ensayo preliminar con el objeto de disminuir el rango de concentraciones de la prueba definitiva. esto se logra probando una serie de concentraciones que van de una muy baja a una muy alta, p. ej. .01 mg/l a 10g/l.

Una vez limitado el rango se prueban concentraciones con una relación logarítmica entre sí (Buikema et al., 1982)

El bioensayo completo consiste en 4 ó 5 concentraciones de prueba y 1 testigo. todo por duplicado.

Los recipientes de prueba varían según la especie y el tipo de prueba a realizar, pero para juveniles de langostino en pruebas estáticas de toxicidad aguda pueden utilizarse acuarios con capacidad de 50 l. y no exceder la carga de biomasa de 2 g/l (APHA, 1985).

Existen diversos métodos de análisis de los resultados de las pruebas de toxicidad, entre estos se encuentran los siguientes: probit, Litchfield-Wilcoxon, logit, método gráfico, etc. (APHA, 1985).

Es necesario hacer notar que las pruebas de toxicidad son totalmente válidas solo para las condiciones específicas del ensayo, pero sirven para normar un criterio respecto a la utilización de las sustancias probadas en circunstancias diferentes a las de la prueba original.

2.7. SELECCION DE SUSTANCIAS DE PRUEBA

La falta de trabajos referentes a la toxicidad de herbicidas y alguicidas de uso común en piscicultura sobre el langostino malayo Macrobrachium rosenbergii hacen necesaria una investigación básica, en la que se estudien los posibles efectos tóxicos de algunas de estas sustancias en condiciones de laboratorio sobre este organismo, con el objeto de determinar su posible uso en el cultivo de esta especie de gran potencial económico.

Las sustancias seleccionadas para este estudio son: simazina, diquat, paraquat y cobre elemental, todas en presentaciones comerciales.

El motivo de su selección es su variada aplicación en sistemas acuícolas y efectivo control de problemas de malezas y crecimientos fitoplanctónicos.

Las características químicas en detalle de cada una de estas sustancias y sus formas de aplicación se pueden ver en el Apéndice.

El presente trabajo se enfoca a la obtención de información básica mediante test de toxicidad aguda de corta duración y en sistema estático acerca de los posibles efectos tóxicos directos de las sustancias de prueba sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii y en base a la información obtenida recomendar o descartar su uso en el cultivo de esta especie.

CAPITULO 3.

MATERIALES Y METODOS

Todos los ensayos y pruebas fueron realizados en el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara en Barra de Navidad, Jalisco.

3.1. ORGANISMOS DE PRUEBA.

Se utilizaron juveniles de Macrobrachium rosenbergii procedentes de los estanques guardería de la unidad acuícola "El Cihualteco", perteneciente a la compañía "Aquacultura Jalisciense, S.A. de C.V.", todos aparentemente en buen estado.

Los organismos fueron capturados mediante una red con luz de malla de 1/8", y escogidos manualmente de forma que todos los organismos de prueba midieran más de 2.54 cm y que ninguno hubiera desarrollado quelas. Posteriormente fueron trasladados en un transportador especial con capacidad de 600 l, equipado con suministro de aire por burbujeo y sustratos extras.

Se les mantuvo en el exterior del laboratorio en tanques cilíndricos (1.60 m de diámetro X 1.00 m de altura) de fibra de vidrio con capacidad de 1500 l y con oxígeno a saturación gracias al uso permanente de aire inyectado.

Los organismos fueron alimentados con langostino ad libitum mientras no fueron utilizados en un bioensayo.

3.2. CALIDAD DEL AGUA.

Se midieron varios parámetros, siendo los siguientes: pH, con un potenciómetro digital marca "Markson" mod. 92; oxígeno disuelto (O.D.), con un oxímetro digital mod. DO 520-2 de Fritz Aquaculture, Inc.; temperatura, mediante un termómetro "Brannan" con escala de -20° a 110°C; y finalmente la dureza total y alcalinidad, medidas mediante un equipo "Hach" mod. DREL/5.

Las mediciones de O.D. y pH fueron realizadas diariamente en cada uno de los acuarios de prueba a las 12:00 h, mientras que las mediciones de temperatura se hicieron por lo menos tres veces en el transcurso del día.

La dureza total y la alcalinidad fueron determinados una sola vez al inicio de cada bioensayo, las muestras se tomaron con un matraz erlenmeyer de 125 ml de capacidad y procesadas inmediatamente siguiendo instrucciones del manual del equipo DREL/5 ya mencionado.

3.3. SUSTANCIAS DE PRUEBA.

Se usaron presentaciones comerciales de las cuatro sustancias herbicidas y/o alguicidas siendo las siguientes:

- Simazina. Como fuente de simazina se utilizó el producto "Gesatop 50 P.H." de Ciba-Geigy, cuya composición es:

Simazina _____ 50%
Diluyente, humectante, dispersante
y compuestos relacionados _____ 50%

La presentación de este producto es como polvo humectable.

- Diquat. Esta sustancia fue probada en la forma de "Diquat Ortho" de Compañía Química Chevron y su composición es la siguiente:

Diquat dibromuro	35.3%
Ingredientes inertes	64.7%

- Paraquat. El producto probado que contiene esta sustancia es "Gramoxone", de ICI de Mexico, División Agrícola. Su composición es:

Ion paraquat	25%
Ingredientes inertes	75%

- Cobre. Se utilizó "Copper Control" de Laboratorios Químicos Argent cuya fórmula es:

Cobre como elemento	8.5%
Ingredientes inertes	91.5%

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL (Sistema estático).

Los procedimientos utilizados durante los bioensayos de toxicidad aguda fueron los desarrollados por APHA (1985). Se utilizaron 12 acuarios de cristal con capacidad de 100 l, llenados con 50 l de agua obtenida de la red de agua potable de Barra de Navidad y almacenada sin tratamiento. Antes de cada bioensayo se procedió al lavado de cada acuario con agua y jabón, una vez lavados y enjuagados tres veces fueron llenados con agua pasada a través de un filtro de cartucho de 10 micras. A cada acuario se le proveyó de una piedra de aereación con el fin de mantener los niveles de oxígeno disuelto en el punto de saturación. La iluminación de estos acuarios durante los

bioensayos fue natural, sin incidencia directa de los rayos solares.

Cada bioensayo consistió en cinco concentraciones de prueba y un testigo, todo por duplicado. A las réplicas de cada bioensayo se les denominó series A y B. La selección de las concentraciones utilizadas para el bioensayo con cada una de las sustancias se basó en pruebas preliminares que se realizaron para determinar en qué rango debería encontrarse el LC50 de cada una de estas. El rango de concentraciones de ingrediente activo de "Copper Control" en el bioensayo realizado fue de .02 a .125 mg/l, en el bioensayo de "Diquat" de .125 a .79 mg/l de ingrediente activo, en el bioensayo con "Gramoxone" de .0125 a .079 mg/l de ingrediente activo y en el bioensayo con "Gesatop 50 P.H." de .1 a 100 mg/l de ingrediente activo.

Los juveniles de langostino fueron sacados de los tanques de mantenimiento por medio de una red manual con luz de malla de 1/8". pesados en conjunto con una balanza marca OHAUS con capacidad de 2610 g con aproximación de 1 g. Se les midió de la base del pedúnculo ocular al extremo distal del telson con aproximación de 1 mm, con el objeto de tener la información acerca de las características morfométricas de la población de prueba al inicio de esta. Fueron colocados en los acuarios al azar, uno por uno hasta completar 10 en cada uno de ellos, de manera que no se excedió el límite máximo de carga de biomasa por acuario de 2 g/l y estos no fueron alimentados durante los ensayos (APHA, 1985).

Las sustancias de prueba fueron agregadas a los acuarios 12 horas después de la introducción de los langostinos. Las concentraciones probadas guardan una relación logarítmica entre sí, según lo recomendado por APHA (1985).

Los tratamientos fueron sorteados al azar antes del inicio de cada bioensayo, si la mortalidad en los acuarios testigo excede al 10% se invalidan los resultados del mismo (APHA, 1985).

Las observaciones de la mortalidad fueron hechas a las 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h a partir del momento de la aplicación del tóxico. Todos los langostinos muertos fueron retirados y contabilizados en cuanto se detectaron, anotándose su procedencia (concentración y serie).

Los resultados fueron analizados mediante análisis probit con el objeto de determinar el LC50 y sus límites de confianza al 95% (Infante y Calderón, 1980).

CAPITULO 4.

RESULTADOS

4.1. "COPPER CONTROL" (COBRE ELEMENTAL).

Se realizó un bioensayo con el objeto de determinar el LC50 del ingrediente activo de esta sustancia sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii, donde las concentraciones de prueba fueron de 0.02 a 0.125 mg/l (Tabla 1).

La morfometría de los organismos utilizados durante el bioensayo fue analizada estadísticamente mediante una prueba de t con el objeto de determinar la posible variación entre las poblaciones de las réplicas A y B, no habiéndose encontrado una variación en morfometría estadísticamente significativa, por lo que los resultados de ambas series son representativos para la población de prueba (Tabla 1).

Los parámetros fisicoquímicos observados durante este bioensayo se muestran en la Tabla 2.

Durante la realización del bioensayo se observó que algunos organismos muestran espasmos aparentes, habiendo a las 24 h organismos muertos en algunas de las concentraciones (Tabla 3). No fue posible recoger cadáveres y mudas completos debido a que los organismos presentan un gran canibalismo. Muchos de los organismos muertos acababan de sufrir ecdisis.

Los LC50 calculados a partir de los datos de este bioensayo pueden observarse en la Tabla 4. Dado que las poblaciones de las réplicas A y B resultaron estadísticamente similares se realizó una gráfica donde se muestran los LC50 y sus límites de confianza al 95% para ambas réplicas (A y B), (Figura 1).

Tabla 1. Información general del bioensayo realizado para la determinación de la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Copper Control" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii.

Fecha de inicio:	17 de febrero de 1989		
Concentraciones de prueba (mg/l):	.02, .0315, .05, .079 y .125		
Organismos por concentración:	20, por acuario: 10		
Datos biométricos: Serie A. Media de la longitud(mm):		38.54	
	Desviación estándar:	2.36	
Serie B. Media de la longitud(mm):		38.92	
	Desviación estándar:	1.92	
Ambas series. Peso promedio(g):		1.06	
Nota: Series A y B estadísticamente similares dado que:			
	t observada= .88	<	t 05 (98)= 1.983

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos del bioensayo realizado para la determinación de la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Copper Control" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii.

Rango de temperatura:	25.5° - 26°C
Rango de pH:	7.6 - 8.0
Rango de oxígeno disuelto (mg/l):	7.8 - 8.4
Dureza total (mg/l como CaCO ₃):	120
Alcalinidad (mg/l como CaCO ₃):	115

Tabla 3. Mortalidad de juveniles de Macrobrachium rosenbergii en varios tiempos de exposición a diferentes concentraciones de ingrediente activo de "Copper Control" (sobre 10 organismos iniciales).

Tiempo (h)	Concentración (mg/l)											
	.02		.0135		.05		.079		.125		Control	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	1	1	5	1	4	4	6	7	0	0
48	1	2	3	2	6	4	7	5	7	8	0	0
72	1	2	3	2	6	4	7	5	7	8	0	0
96	1	2	3	2	6	4	7	5	7	8	0	0

Tabla 4. LC50 del ingrediente activo de "Copper Control" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para varios tiempos de exposición.

Tiempo (h)	Serie	LC50 (mg/l)	Límites de confianza al 95%
24	A	.11151	.08194 - .15176
	B	.13836	.09889 - .17185
	A y B	.11969	.08822 - .16239
48	A	.05545	.04515 - .06810
	B	.08037	.06119 - .10557
	A y B	.06739	.05294 - .08668
72	A	SIMILAR A LAS 48 h	
	A y B		
96	A	SIMILAR A LAS 48 h	
	A y B		

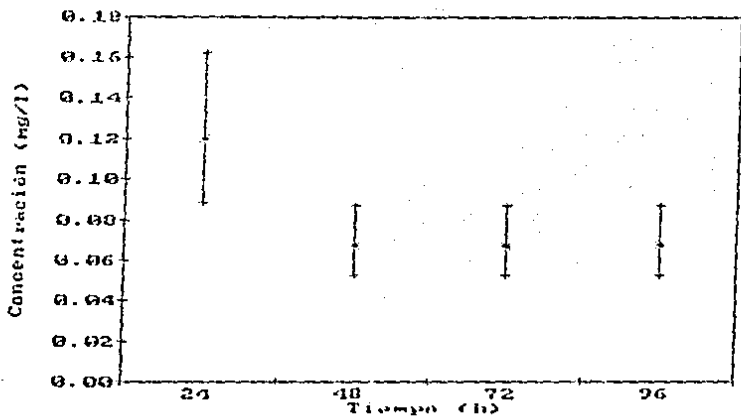


Figura 1. LC50 del ingrediente activo del "Cooper Control" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para varios tiempos de exposición (se muestran los límites de confianza al 95%).

4.2. "DIQUAT" (DIQUAT).

Se realizó un bioensayo con el objeto de determinar el LC50 del ingrediente activo de esta sustancia sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii en el cual se utilizaron concentraciones que fueron de .125 a .79 mg/l (Tabla 5).

La morfometría de los organismos utilizados durante la prueba fué analizada estadísticamente con el objeto de determinar si las poblaciones de las series A y B fueron similares, no habiéndose encontrado una diferencia significativa por lo que los resultados obtenidos de ambas series son representativos para una misma población (Tabla 5).

Los parámetros fisicoquímicos observados durante el bioensayo pueden consultarse en la Tabla 6.

Durante la realización del bioensayo algunos organismos mostraron una notoria pérdida del equilibrio, desplazándose en círculos tanto en el plano horizontal como en el vertical. A las 24 h de haberse iniciado el bioensayo se observó mortalidad en todas las concentraciones (Tabla 7) y no fué posible recoger cadáveres o mudas completos debido al canibalismo.

En base a los resultados obtenidos mediante este bioensayo se calcularon los LC50 y sus límites de confianza al 95% para varios tiempos de exposición (Tabla 8). Debido a que los organismos de las réplicas A y B fueron similares se graficó el LC50 y sus límites de confianza para ambas (A y B) (Figura 2).

Tabla 5. Información general del bioensayo realizado para la determinación de la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Diquat" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii.

Fecha de inicio:	20 de enero de 1989
Concentraciones de prueba (mg/l):	.125, .2, .315, .5, y .79
Organismos por concentración:	20; por acuario: 10
Datos biométricos: Serie A. Media de la longitud(mm):	34.82
Desviación estándar:	3.62
Serie B. Media de la longitud(mm):	34.30
Desviación estándar:	3.59
Ambas series. Peso promedio (g):	0.91
Nota: Series A y B estadísticamente similares dado que:	
t observada = .72	< t .05 (98) = 1.983

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos del bioensayo realizado para la determinación de la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Diquat" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii.

Rango de temperatura	25° - 26°C
Rango de pH:	7.6 - 8.2
Rango de oxígeno disuelto (mg/l):	7.3 - 8.0
Dureza total (mg/l como CaCO3):	120
Alcalinidad (mg/l como CaCO3):	115

Tabla 7. Mortalidad de juveniles de Macrobrachium rosenbergii en varios tiempos de exposición a diferentes concentraciones del ingrediente activo de "Diquat" (Sobre 10 organismos iniciales).

Tiempo (h)	Concentración (mg/l)											
	.125		.2		.315		.5		.79		Control	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	0	2	0	2	1	3	3	5	7	1	1
48	2	0	3	1	3	5	4	6	7	8	1	1
72	4	3	3	2	5	6	6	8	8	8	1	1
96	4	5	6	5	5	7	8	9	9	9	1	1

Tabla 6. LC50 del ingrediente activo de "Diquat" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para varios tiempos de exposici3n.

Tiempo (h)	Serie	LC50 (mg/l)	L6mites de confianza al 95%
24	A	.70795	.68027 - .73675
	B	.64897	.51423 - .81901
	A y B	.70415	.65713 - .75454
48	A	.54594	.48627 - .61294
	B	.39443	.35955 - .43269
	A y B	.46420	.42420 - .50797
72	A	.28122	.24176 - .32713
	B	.29005	.26872 - .31307
	A y B	.28568	.25945 - .31456
96	A	.16808	.13927 - .20285
	B	.14347	.11703 - .17589
	A y B	.15699	.13775 - .17875

4.3. "GRAMOXONE" (PARAQUAT).

Se realizó un bioensayo con el objeto de determinar el LC50 del ingrediente activo de esta sustancia sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii, habiéndose utilizado para tal fin concentraciones que fueron de .0125 a .079 mg/l (Tabla 9).

La morfometría de las poblaciones de las series A y B fue analizada mediante una prueba de t con el objeto de determinar si existe una diferencia estadística entre ambas, no habiéndose encontrado dicha diferencia, por lo que los LC50 obtenidos de ambas series son representativos para la misma población (Tabla 9).

Los parámetros fisicoquímicos observados durante el bioensayo pueden consultarse en la Tabla 10.

Se hizo notoria la afectación de los organismos al observarse la pérdida de equilibrio de éstos, provocando su desplazamiento en círculos tanto en el plano horizontal como en el vertical. A las 24 h de iniciado el ensayo se observaron organismos muertos en todas las concentraciones (Tabla 11). No fué posible recoger mudas y cadáveres completos debido al canibalismo. Algunos de los organismos murieron en el proceso de ecdisis.

En base a los resultados obtenidos se calculó el LC50 y sus límites de confianza al 95% para varios tiempos de exposición (Tabla 12), graficándose los correspondientes a las series A y B calculadas en conjunto, ya que las poblaciones de ambas son estadísticamente similares (Figura 3).

Tabla 11. Mortalidad de juveniles de Macrobrachium rosenbergii en varios tiempos de exposición a diferentes concentraciones de ingrediente activo de "Gramoxone" (Sobre 10 organismos iniciales).

Tiempo (h)	Concentración (mg/l)												
	.125		.2		.315		.5		.79		Control		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	1	2	2	2	3	6	6	7	9	1	1	1
48	1	1	3	2	3	6	7	9	10	9	1	1	1
72	2	1	3	2	3	7	9	10	10	9	1	1	1
96	3	1	3	3	5	7	10	10	10	10	1	1	1

Tabla 9. Información general del bioensayo realizado para la determinación de la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Gramoxone" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii.

Fecha de inicio:	2 de febrero de 1989	
Concentraciones de prueba (mg/l):	.0125, .02, .0315, .05, y .079	
Organismos por concentración:	20; por acuario: 10	
Datos biométricos: Serie A. Media de la longitud(mm):	36.08	
	Desviación estándar:	2.82
Serie B. Media de la longitud(mm):	36.12	
	Desviación estándar:	3.14
Ambas series. Peso promedio (g):	0.96	
Nota: Series A y B estadísticamente similares dado que:		
	t observada= .067 < t 05 (98)= 1.983	

Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos del bioensayo realizado para la determinación de la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Gramoxone" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii.

Rango de temperatura:	24° - 25°C
Rango de pH:	7.6 - 8.0
Rango de oxígeno disuelto (mg/l):	7.5 - 8.5
Dureza total (mg/l como CaCO ₃):	120
Alcalinidad (mg/l como CaCO ₃):	115

Tabla 12. LC50 del ingrediente activo de "Gramoxone" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para varios tiempos de exposici3n.

Tiempo (h)	Serie	LC50 (mg/l)	L3mites de confianza al 95%
24	A	.05830	.03924 - .08661
	B	.03900	.02668 - .05701
	A y B	.04444	.03074 - .06425
48	A	.03580	.02424 - .05287
	B	.04499	.02453 - .08255
	A y B	.03621	.02417 - .05425
72	A	.03853	.02740 - .05416
	B	.04134	.02067 - .08270
	A y B	.03344	.02377 - .04705
96	A	.03476	.02475 - .04883
	B	.03500	.02237 - .05634
	A y B	.03742	.02503 - .05595

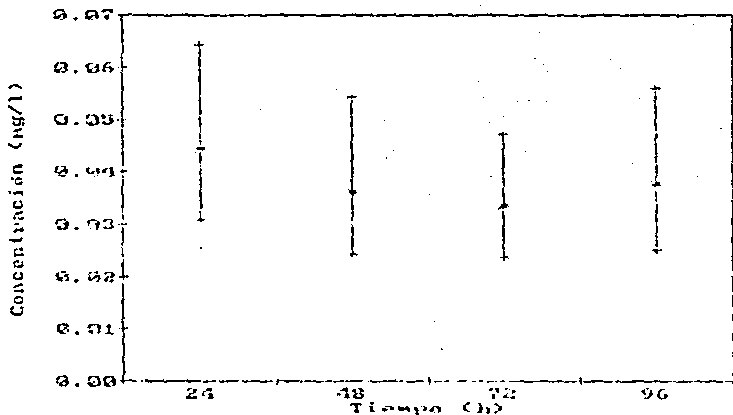


Figura 3. LC50 del ingrediente activo de "Gramoxono" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para varios tiempos de exposición (se muestran los límites de confianza al 95%).

4.4. "GESATOP 50 P.H." (SIMAZINA).

Se realizó un bioensayo con el objeto de determinar la posible toxicidad del ingrediente activo de esta sustancia sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii, habiéndose utilizado concentraciones que fueron de .1 a 100 mg/l (Tabla 13).

La morfometría de los organismos de prueba fue analizada estadísticamente mediante una prueba de t con el objeto de determinar si los organismos de las series A y B corresponden a una misma población, no habiéndose encontrado una diferencia significativa entre ellas, por lo que los resultados en cada una de ellas son válidos para toda la población de prueba (Tabla 3).

Los parámetros fisicoquímicos observados durante el bioensayo pueden consultarse en la Tabla 14.

Por características físicas de la sustancia de prueba (baja solubilidad) se formó una suspensión que no permitió la observación directa de los organismos, aunque a las 72 h se había sedimentado una considerable proporción. Los organismos no fueron afectados y no se registró mortalidad en el bioensayo, por lo que no fue posible calcular el LC50 para ningún período de exposición.

Tabla 13. Información general del bioensayo realizado para la determinación de la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Gesatop 50 P.H." sobre juveniles de Macrorachium rosenbergii.

Fecha de inicio:	15 de diciembre de 1987
Concentraciones de prueba (mg/l):	.1, 1, 10 y 100
Organismos por concentración:	20; por acuario: 10
Datos biométricos: Serie A. Media de la longitud(mm):	37.96
Desviación estándar:	3.08
Serie B. Media de la longitud(mm):	37.24
Desviación estándar:	4.05
Ambas series. Peso promedio (g):	1.05

Nota: Series A y B estadísticamente similares dado que:

$$t \text{ observada} = 1.000 < t_{05} (98) = 1.983$$

Tabla 14. Parámetros fisicoquímicos del bioensayo realizado con el objeto de determinar la toxicidad aguda del ingrediente activo de "Gesatop 50 P.H." sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii.

Rango de temperatura:	24° - 25°C
Rango de pH:	7.6 - 8.2
Rango de oxígeno disuelto (mg/l):	7.5 - 8.3
Dureza total (mg/l como CaCO ₃):	120
Alcalinidad (mg/l como CaCO ₃):	115

CAPITULO 5.

DISCUSION

Los registros de los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura y oxígeno disuelto) observados durante los ensayos se mantuvieron en todo momento dentro del rango recomendado por APHA (1985) para pruebas de toxicidad aguda realizadas con crustáceos de hábitat tropical. La dureza total y alcalinidad fueron medidas sólo al inicio de cada bioensayo sin haberse realizado verificaciones periódicas en el transcurso del bioensayo.

Aunque para todos los ensayos se comprobó estadísticamente la similitud morfométrica entre las series A y B, los LC50 observados para cada una de las series difieren entre sí, motivo por el cual se manejó como dato válido el LC50 obtenido mediante el análisis probit de la suma de las mortalidades de ambas series comparado con la suma de organismos de prueba de ambas series.

Ya que la mortalidad de los organismos parece no tener relación directa con la morfometría de éstos, ni con variaciones en cuanto a parámetros fisicoquímicos, es posible que la variación de la mortalidad observada entre las series A y B sea debida al estado fisiológico de los langostinos en el momento de los ensayos.

Lo anterior coincide con observaciones hechas por Wickins (1982), donde se hace notar la importancia de la incorporación de agua del medio circundante por los crustáceos durante el proceso de la muda; en éste caso, los organismos se verían afectados al incorporar el agente tóxico al mismo tiempo que el agua debido a un incremento de la superficie permeable de su cuerpo.

A este respecto se observó en todos los tratamientos y concentraciones donde se registró mortalidad una relación entre ésta y el estadio de muda de los organismos, habiéndose notado que una gran proporción de los langostinos muertos se encontraban en la fase final de la ecdisis o una vez terminada ésta, sin que pueda hacerse una validación estadística de lo anterior debido al hecho de que no fué posible recoger mudas ó cadáveres íntegros ya que los organismos de prueba presentan un gran canibalismo. Este canibalismo no llegó a interferir con los resultados de los bioensayos, puesto que no se observaron ataques entre organismos vivos.

Debido a que cada una de las sustancias probadas tiene características especiales y modos de acción y aplicación diferentes de las demás, es necesario discutir acerca de cada una de ellas por separado.

COPPER CONTROL.

Se encontró que el LC50 de esta sustancia fué de .11969 mg/l para las 24 h y .06739 mg/l de las 48 h en adelante, esto último al parecer debido a que la sustancia deja de afectar a los organismos al paso del tiempo, no habiendo incremento en la mortalidad. El LC50 se mantiene igual al del último período donde se observó el mencionado incremento de la mortalidad.

Puesto que el fabricante recomienda concentraciones que van de 0.2 a 1.0 mg/l para el control de malezas sumergidas y fitoplancton (Argent, 1984) se hace evidente el riesgo de utilizar esta sustancia en estanques que contengan langostino

malayo, aún cuando se siguiera la recomendación de no tratar más de 1/2 ó 1/3 parte del espejo de agua, puesto que al tratar una superficie menor, la concentración total en el cuerpo de agua se verá disminuida en la misma proporción, pero permanecería de cualquier forma cerca de el LC50.

La dureza del agua al inicio del ensayo con esta sustancia fue de 120 mg/l (como CaCO₃), cantidad muy superior al límite de riesgo de 50 mg/l como CaCO₃ de dureza total establecido por el fabricante, dado que si dicha dureza es menor a la recomendada pueden presentarse problemas por toxicidad directa del cobre sobre los organismos presentes en el agua (Argent, 1984). La forma en que el CaCO₃ evita la toxicidad del cobre sobre los organismos presentes en el agua es mediante la formación de un compuesto insoluble (CuCO₃) que limita la cantidad del ión de cobre presente en forma soluble y tóxica (Boyd, 1984).

Debido a que las concentraciones recomendadas son superiores al LC50 calculado en este trabajo, éste no es suficientemente profundo o detallado para hacer una correcta recomendación de uso, siendo necesario un trabajo posterior en el que se determine el LC10 ó alguna otra forma de calcular con mayor exactitud la máxima concentración sin efecto letal sobre los organismos.

DIQUAT.

El LC50 determinado mediante el ensayo realizado con esta sustancia fue de .70415, .46420, .20568 y .15699 mg/l para las 24, 48, 72 y 96 h respectivamente. Esta sustancia no parece perder su efecto tóxico sobre los organismos al paso del tiempo

en las condiciones del bioensayo, puesto que la mortalidad en ningún momento se detuvo, observándose un incremento constante de ésta en el transcurso de la prueba.

Esta sustancia tiene dos formas básicas de uso, una consiste en la inyección en el agua para el control de malezas sumergidas y otra en la aspersión sobre vegetación marginal o emergente, teniendo la primera un riesgo mayor puesto que los organismos quedan en contacto directo con la concentración requerida del tóxico para matar la vegetación plaga (Boon, 1971). La concentración recomendada va de 0.176 a 0.528 mg/l de diquat como ingrediente activo, siendo superior al LC50 determinado mediante el bioensayo de toxicidad aguda, para la mayoría de los intervalos de tiempo, por lo que no es posible recomendar su uso con este fin.

Respecto a la aplicación de esta sustancia para el control de malezas marginales o emergentes puede decirse que el riesgo es mucho menor puesto que los organismos no se ven afectados directamente, además de que por sus características químicas el diquat es inactivado por el suelo casi de inmediato (Villarías, 1981). Por otra parte la concentración recomendada por el fabricante para este fin es sumamente alta (4500 mg/l como ingrediente activo) y si no se toman las debidas precauciones en el sentido de verificar su aplicación directa sobre la vegetación marginal puede alcanzar una concentración alta en el agua del estanque perjudicando a los organismos.

Esta sustancia puede ser utilizada también para el control de vegetación flotante y emergente en concentraciones que van de

1125 a 1680 mg/l de ingrediente activo (Thomson, 1979). Es evidente el riesgo de tratar de controlar este tipo de vegetación mediante este método, ya que una alta proporción del tóxico va a dar al agua y, dependiendo de la superficie tratada o la cantidad de herbicida utilizado, pueden alcanzarse concentraciones de riesgo para los organismos de cultivo.

En base a lo anterior puede recomendarse el diquat para controlar la vegetación marginal por el hecho de tener un bajo riesgo al ser aplicado fuera del agua además de ser inactivado por el suelo. Para el control de vegetación flotante y emergente puede usarse siempre y cuando no se exceda de 1/3 de litro de producto comercial en una hectárea y de preferencia cuando se encuentre el agua turbia. Para la recomendación anterior se consideró un factor de aplicación de 0.1 del LC50 a 96 h por tratarse de una sustancia fácilmente inactivable (Buikema et al., 1982).

GRAMOXONE.

Los LC50 de esta sustancia sobre los juveniles de langostino para los diferentes periodos de exposición determinados mediante los ensayos realizados en este trabajo fueron de 0.04444, 0.03621, 0.03344 y .03742 mg/l a las 24, 48, 72 y 96 h respectivamente.

El comportamiento de la curva de toxicidad posiblemente tenga su explicación en una paulatina pérdida del efecto tóxico, sin que éste llegue a perderse por completo. Así, mientras que con una sustancia estable se requiere una concentración inicial cada

vez menor para alcanzar el LC50 al aumentar el tiempo de exposición, con una sustancia que pierde efecto a través del tiempo, la concentración inicial que dará por resultado el LC50 en intervalos sucesivos de tiempo se verá incrementada en relación inversa a la velocidad de pérdida del efecto tóxico de la sustancia.

Dado que el paraquat (ingrediente activo del "Gramoxone") tiene el mismo modo de acción que el diquat las recomendaciones de uso son similares que las ya mencionadas para éste en lo referente a su uso sobre malezas marginales, aunque debe hacerse notar la toxicidad mucho mayor del paraquat.

Respecto a su uso para el control de vegetación sumergida, flotante y emergente no puede recomendarse por su elevado riesgo sobre los organismos en cultivo, alcanzando, las dosis recomendadas por el fabricante (aún las más bajas y tratando solo 1/3 parte del estanque) (ICI, s.f.), concentraciones letales que sobrepasan los LC50 para todos los intervalos de tiempo.

Si se tomara el mismo factor de aplicación que el usado para el diquat, 0.1 del LC50 a las 96 h, daría como resultado que no puede usarse más de 150 ml de "Gramoxone" por una hectárea de cuerpo de agua con un metro de profundidad.

Obviamente los resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio, sin interferencia de sólidos en suspensión y materia orgánica que pudieran inactivar al paraquat, mientras que en el estanque estos dos elementos de inactivación están siempre presentes. Se manejaron los datos de esta manera para lograr una

visualización del problema de la elevada toxicidad de esta sustancia.

GESATOP 50 P.H.

No se observó efecto tóxico de esta sustancia sobre los organismos de prueba en concentraciones 50 veces más altas que las recomendadas (Tucker et al., 1983; Pruss, 1975) para el control de maleza marginal en preemergencia y fitoplancton.

Debido a la baja solubilidad de esta sustancia (Villarías, 1981) se formó un precipitado en los acuarios con las concentraciones más altas sin que por esto se vieran afectados los langostinos del ensayo.

Por su baja toxicidad, forma de acción y presentación puede ser recomendada para su uso en acuicultura de langostino, aunque deben realizarse pruebas en estanquería que cuantifiquen la variación en la capacidad de carga (biomasa) de los estanques tratados en comparación con otros estanques no tratados, como los realizados por Tucker et al. (1983) con bagre de canal cultivado en estanques tratados con simazina.

De cualquier forma, aunque la capacidad de carga de los estanques se viera afectada, es posible utilizar esta sustancia en estanques guardería donde se pretende alcanzar elevadas supervivencias de organismos juveniles, que en estanques con crecimiento excesivo del fitoplancton tienen riesgo de morir por una baja de oxígeno o por amoníaco no ionizado asociada al pH elevado (Swingle, 1966; Trussel, 1972).

El hecho de que algunas de las sustancias probadas tienen un efecto similar permite escoger y recomendar las que tengan las mayores posibilidades de ejercer un control efectivo y con el menor riesgo posible sobre los organismos en cultivo, así, para el control de fitoplancton se recomienda la simazina, para el control de maleza marginal se recomienda el diquat en la postemergencia y la simazina como control de preemergencia, para el control de vegetación emergente y flotante el diquat tomando en cuenta las recomendaciones hechas anteriormente.

En general puede decirse también que es preferible usar estas sustancias cuando la temperatura es baja y antes de que la biomasa vegetal sea tan grande que ocasione problemas de oxígeno durante su descomposición, siendo particularmente útil la aplicación de simazina en el fondo del estanque antes de que este sea llenado.

CAPITULO 6.

CONCLUSION

1. Se demostró la toxicidad aguda del ingrediente activo del "Copper Control", "Diquat" y "Gramoxone" sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii mientras que el de "Gesatop 50 F.H" no tuvo efecto tóxico sobre los mismos en las concentraciones probadas.

2. Se determinaron los LC50 del ingrediente activo del "Copper Control" (Cobre elemental) sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para las 24, 48, 72 y 96 h de exposición siendo los siguientes: 0.11969, 0.06739, 0.06739 y 0.06739 mg/l respectivamente.

3. Se determinaron los LC50 del ingrediente activo del "Diquat" (Diquat) sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para las 24, 48, 72 y 96 h de exposición siendo los siguientes: 0.70415, 0.46420, 0.28568 y 0.15699 mg/l respectivamente.

4. Se determinaron los LC50 del ingrediente activo del "Gramoxone" (Paraquat) sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii para las 24, 48, 72 y 96 h de exposición siendo los siguientes: 0.04444, 0.03621, 0.03344 y 0.02742 mg/l respectivamente.

5. No se encontró efecto tóxico del ingrediente activo de "Gesatop 50 P.H." (Simazina) sobre juveniles de Macrobrachium rosenbergii en concentraciones que van de 0.1 a 100 mg/l.

6. Se recomienda el uso de "Gesatop 50 P.H." (Simazina) para el control de fitoplancton, el de "Diquat" (Diquat) y "Gesatop 50 P.H." (Simazina) para el control de maleza marginal en post y preemergencia respectivamente y el uso de "Diquat" (Diquat) para el control de vegetación flotante o emergente, todo lo anterior en concordancia con las indicaciones de los respectivos fabricantes.

CAPITULO 7.

AFENDICE

CARACTERISTICAS DE LAS SUSTANCIAS DE PRUEBA.

- "Copper Control"

Esta sustancia es producida por Argent Chemical Laboratories, su elemento activo es el cobre, en forma de compuestos quelados, tales como mono y trietanolamina de cobre. Es un producto registrado en la E.P.A. (E.E.U.U.) con el número 46677-1.

La fórmula del producto aparece en la sección de materiales y métodos, en la parte correspondiente a las sustancias de prueba.

El "Copper Control" se recomienda para controlar varias algas verdeazules, filamentosas y planctónicas que pueden aparecer en reservorios de agua, estanques de peces, lagos de recreación, y laboratorios de producción de cría de peces y crustáceos.

Según el fabricante existen dos riesgos claros en el uso de esta sustancia y que deben mantenerse bajo control, siendo los siguientes:

- No usar "Copper Control" cuando la dureza del agua es menor de 50 ppm

- Si la temperatura del agua excede los 20°C debe considerarse como máximo el tratamiento de 1/3 parte del estanque. El resto del estanque podrá ser tratado una vez que hayan pasado de 7 a 10 días del primer tratamiento.

El proceso de quelación consiste en tomar iones metálicos (como el cobre) y unir químicamente a ellos moléculas orgánicas (lipofílicas) que hacen al ión metálico más estable y posibilitan la presencia de éste en un cuerpo de agua sin que sea precipitado por formar compuestos insolubles con los carbonatos, de esta forma se mantiene accesible a las plantas ó algas, siendo éstas afectadas en la función respiratoria y fotosíntesis (Cedeño-Maldonado y Swader, 1974).

La toxicidad de los quelatos o compuestos quelados de cobre es menor que la toxicidad del cobre en la forma de sulfato a la misma concentración (Boyd, 1984).

Fuesto que el cobre no ionizado es tóxico a peces y crustáceos la primera recomendación guarda relación con el hecho de que el cobre iónico tiene una fuerte afinidad con los carbonatos y en función de la dureza del agua será la cantidad de carbonatos disponibles para la formación de un compuesto de cobre no tóxico e insoluble.

La segunda recomendación tiene por objeto prevenir una baja repentina de los niveles de oxígeno debido a la descomposición de la materia orgánica muerta proveniente de algas y plantas afectadas por el alguicida. En caso de que la temperatura alcance los 30°C no debe tratarse más del 10% de la superficie del estanque, los tratamientos subsecuentes deben hacerse con extremo cuidado y de ser posible monitorear los niveles de oxígeno.

Algunas de los géneros de algas susceptibles de ser tratadas con "Copper Control" son:

Aphanizomenon, Dictyosphaerium, Euglena, Anabaena. Y Microcystis son controladas con concentraciones que van de 0.2 a 0.5 ppm de Cobre activo, dependiendo del grado de infestación.

Chlorella, Cladophora, Hydrodictyon, Oedogonium, Spirogyra, Phormidium y Chara requieren de concentraciones mayores (de 0.5 a 1.0 ppm) dependiendo de la intensidad de crecimiento.

"Copper Control" puede ser aplicado en los estanques desde una embarcación o desde el dique mediante atomizadores (manuales o mecánicos) o puede ser inyectado bajo la superficie del agua.

Previo al tratamiento debe hacerse una solución con la cantidad adecuada del alguicida en una proporción 1:10 ó 1:20. Esto con el fin de facilitar la correcta distribución en la superficie a tratar.

Puesto que la dureza y la temperatura varían con el tiempo es indispensable su determinación previamente a cada aplicación.

- "Diquat"

El diquat es un herbicida dipiridilo cuya constitución precisa es 6,7-dihidrodipirido(1,2-a:2',1'-c)pirazinedio dibromuro (Villarías, 1981).

La sustancia utilizada para las pruebas fué fabricada por la Compañía Química Chevron en su División de Químicos Agrícolas Ortho, con registro de la E.P.A. (E.E.U.U.) número 239-1663-2A.

La fórmula de este producto está dada en la sección de materiales y métodos, en la parte correspondiente a las sustancias de prueba.

Esta sustancia es utilizada para controlar diversos tipos de vegetación no deseada entre los que se encuentran malezas acuáticas de difícil manejo.

El modo de acción de esta sustancia es mediante su absorción a través de las hojas y trastorno de las membranas celulares y citoplasma, conduciendo esto al colapso de la estructura celular y la desecación de los tejidos verdes.

El agente activo es en realidad un peróxido liberado durante la reoxidación de los radicales libres del herbicida por electrones libres procedentes de cloroplasto. Este proceso se rige por el grado de actividad fotosintética, así, en días soleados y cálidos (alta velocidad de fotosíntesis), la actividad herbicida se realiza en unas pocas horas, pero debido a la eliminación rápida el efecto puede quedar localizado, mientras que en días nublados o por la tarde (velocidad lenta de fotosíntesis), la eliminación se hace más despacio, pero su acción es más eficiente ya que el herbicida se trasloca mejor en la planta (Boon, 1971)

Al igual que otros herbicidas se recomienda que no se aplique a más de $1/3$ ó $1/2$ de la superficie del agua por el riesgo de baja de oxígeno debida a la descomposición de las plantas muertas. Es necesario esperar 14 días por lo menos entre tratamientos.

Algunas de las géneros de malezas controladas por esta sustancia y las concentraciones recomendadas son:

- Sumergidas:

Utricularia, Ceratophyllum, Elodea, Najas, Potamogeton y Myriophyllum: 8.4 a 16.8 l/Ha

- Flotantes:

Hydrocotyle, Salvinia, Eichornia, Pistia y Lemna: 4.2-6.3 l/Ha

- Marginales:

Typha: 8.4 l/Ha

- Algas:

Spirogyra y Pithophora: De 0.5 a 1.5 ppm

Esta sustancia no es volátil, completamente soluble en agua y no sufre fotodescomposición. Debido a que es una sal de base fuerte, experimenta con facilidad un intercambio de bases con cationes al entrar en contacto con materia de naturaleza arcillosa; y otros sistemas de cambio iónico. Por lo anterior, se produce una inactivación prácticamente inmediata con la mayoría de los suelos, especialmente los más pesados.

Una recomendación importante en lo referente a su uso sobre malezas acuáticas es que se evita su aplicación en aguas con elevada cantidad de sólidos en suspensión, puesto que sufre una rápida inactivación.

La forma de aplicación de este herbicida es mediante atomizadores para tratamientos de vegetación marginal y flotante, mientras que para combatir algas y malezas sumergidas se

recomienda su aplicación bajo la superficie por medio de inyectores.

- "Gramoxone"

El "Gramoxone" es un herbicida de contacto fabricado por ICI División Agrícola, cuyo ingrediente activo, el paraquat, pertenece al grupo de los herbicidas dipiridilos al igual que el diquat.

Dado que los herbicidas de este grupo se comportan de manera semejante se puede considerar que el modo de acción y las características físicas de esta sustancia son similares a las ya descritas para el diquat.

La fórmula química del paraquat es la siguiente: (1,1-Dimetil 4,4-Dipiridilo), y la fórmula del "Gramoxone" puede verse en la sección de materiales y métodos, en la parte referente a las sustancias de prueba.

Para el control de malezas acuáticas se recomiendan dosis que van de 5 a 22 l de "Gramoxone" por Ha dependiendo del grado de infestación y la velocidad de crecimiento. Para facilitar su correcta distribución y aplicación se hace una solución con la cantidad adecuada de herbicida a un volumen que puede ser de 200-500 l/Ha (Zomosa, 1984).

Algunas de los géneros controlados con "Gramoxone" son:

Lemna, Cladophora, Giurina, Typhase y Junus.

El "Gramoxone", si es usado de acuerdo con las instrucciones del fabricante, no es tóxico a peces y microartrópodos presentes en el cuerpo de agua tratado, y por lo tanto no afecta la cadena trófica de éste (Boletín Técnico ICI, s.f.)

- "Gesatop 50 P.H."

Esta sustancia es producida por Ciba Geigy y comercializada como herbicida total con efecto residual prolongado, la fórmula del producto aparece en la sección de materiales y métodos en la parte correspondiente a las sustancias de prueba.

El ingrediente activo de esta sustancia es la simazina, compuesto orgánico perteneciente a las triazinas cuya fórmula es: 2-cloro-4,6-bis(etilamino)-s-triazina (Thomson, 1979).

El modo de acción de esta sustancia, al igual que el resto de las triazinas, consiste en alterar la función fotosintética e impidiendo la asimilación de los nitratos, siendo más susceptible la planta al efecto tóxico en el momento posterior a la germinación. Debido a su efecto residual prolongado y acción sobre casi cualquier planta es aplicado en zonas que deben permanecer libres de toda vegetación como pistas, zonas aledañas a vías y carreteras, etc.

Otra utilidad de esta sustancia es que puede ser utilizada en cuerpos de agua que se desea mantener libres de algas fitoplanctónicas o como control de algas verdeazules, sin tener efecto tóxico sobre los organismos presentes en el cuerpo de agua, ya sea estanque, lago ó represa.

La simazina ha sido utilizada desde hace tiempo en acuicultura, demostrando ejercer un control efectivo de algas fitoplanctónicas (Tucker y Boyd, 1978; Pruss, 1975; Tucker et al., 1983).

La simazina tiene una baja solubilidad (3.5 ppm a 20°C), pero es adsorbido con fuerza por suelos ricos en arcillas y humus, pudiendo persistir de 6 a 12 meses, dependiendo del terreno y la aplicación. En el agua permanece también un largo periodo pudiendo alcanzar los tres meses, aunque claro, a una concentración cada vez menor (Villarías, 1981)

Las dosis recomendadas varían según el autor, pero en general van de .1 a 2 mg/ l , debiendo tenerse especial cuidado en su aplicación cuando ya hay maleza o algas presentes, puesto que al morir éstas provocarán una baja en el nivel de oxígeno que puede perdurar algún tiempo y afectar la producción del peces en un cuerpo de agua (Tucker et al., 1983).

Una forma alternativa de uso de esta sustancia consiste en su aplicación en el fondo del estanque antes de que sea llenado, de esta forma se impide la formación de biomasa que puede morir y afectar los niveles de oxígeno por su descomposición (Snow, 1964).

CAPITULO 6.
BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABELIOVICH, A. and M. SHILO. 1972. Photo-oxidative Death in Blue-Green Algae. J. Bacteriol., 111:682-689.
- A.P.H.A. 1985. Standard method for the examination of water and wastewater. 15th. edition. Washington, D.C. American Public Health Association. 1134 pp.
- ARGENT. 1984. Copper Control. Folleto de divulgación.
- BOON, W.R. 1971. Los Aspectos Químicos y Modo de Acción de los Herbicidas Diquat y Paraquat. Servicio de Información "Plant Protection" I.C.I.
- BOYD, C. E. and F. LICHTKOPPLER. 1985. Water Quality Management in Pond Fish Culture. Research and Development Series No. 22. Project:AID/DSAN-G 0039. Agricultural Experiment Station. Auburn University.
- BOYD, C. E. 1984. Water Quality in warmwater fish ponds. Third Printing. Auburn University. Agricultural Experiment Station.
- BOYD, C. E., E. E. PRATHER y R. W. PARKS. 1975. Sudden Mortality of a Massive Phytoplankton Bloom. Weed Sci., 23:61-67.
- BUKEMA, A. L., R. NIEDERLEHNER and J. CLARIAS. 1982. Biological Monitoring, Part IV. Toxicity Testing. Water Res., 16:229-262.

- CEDERO-MALDONADO, A. and J. A. SWADER. 1974. Studies on the Mechanism of Copper Toxicity in Chlorella. Weed. sci. 22:443-449. (In) Boyd, C. E. 1984. Water Quality in warmwater fish ponds. Third Printing. Auburn University. Agricultural Experiment Station.
- COSTA-PIERCE, B. A., S. R. MALECHA and E. LAWS. 1985. Effects of Polyculture and Manure Fertilization on Water Quality and Heterotrophic Productivity in Macrobrachium rosenbergii Ponds. Transactions of the Amer. Fish Soc. 114:826-836.
- CRAGG, B. and J.C. FRY. 1986. A simple model to describe deoxygenation following application of the aquatic herbicide terbutryne. Aquatic Botany. 24:385-396.
- CUMMING, K. B. 1975. History of Fish Toxicants in the United States, p. 5-21. (In) P. H. Eschmeyer (ed.), Rehabilitation of Fish Populations with Toxicants: a Symposium North-Central Div., Amer. Fish Soc., Spec. Publ. No. 4.
- DE LA TORRE, R. 1986. Situación Actual de la Engorda de Langostino Malasio en la Región de Tecomán, Colima. Reporte Técnico. Universidad de Colima. Mimeografiado.
- E.I.F.A.C. 1973. Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. Report on Ammonia and Inland Fisheries. Water Res. 7:1011-1022. (In) Boyd, C. E. 1984. Water Quality in warmwater fish ponds. Third Printing. Auburn University. Agricultural Experiment Station.

ESTA TESIS NO DEBE
59 SALIR DE LA BIBLIOTECA

- HEPHER, B. y Y. FRUGININ. 1985. Cultivo de Perce Comerciales.
 Limusa, México. 315 pp.
- KUET, M. 1978. Tratado de Piscicultura. 2a. Edición. Mundo-Prensa
 Madrid, España.
- I.C.I. s. f. "Gramoxone" Herbicida. Boletín Técnico. División
 Agrícola. 12 pp.
- INFANTE, S. y L. C. CALDERON. 1980. Manual de Analisis Probit.
 Col. Postgr. Inst. Enseñ. e Invest. en Ciencias Agri-
 colas. Centro de Est. y Cálculo. Chapingo, México.
- LING, S. W. and T. J. COSTELLO. 1976. Review of culture of fresh-
 water prawns. FAO Fish. Tech. Pap. Fish/AQ/Conf/76/R12.
- MALECHA, S. R. 1982. Commercial Pond Production of the fresh-
 water prawn, Macrobrachium rosenbergii, in Hawaii.
Sea Grant Publication. No. UHIMI-Sea Grant-NO-82-02.
- NEW, M. B. and S. SINGHOLKA. 1980. Freshwater Prawn Farming. A
 Manual for the culture of Macrobrachium rosenbergii.
FAO Fish. Tech. Pap. (225):116 p.
- PRUSS, S. W. 1975. Effects of low levels of Simazine on Plankton
 algae in a non-stratified lake. Proc. of the Northeast,
Weed Science Soc. 124-131.
- SNOW, J. R. 1964. Simazine as a Preflooding Treatment for Weed
 Control in Hatchery Ponds. Proc. Annual Conf. S. E.
Association Game and Fish Comm. 18:441-447. (In) Boyd,
 C. E. 1984. Water Quality in warmwater fish ponds.
 Auburn University. Agricultural Experiment Station.

- SWINGLE, H. S. 1968. Fish Kills Caused by Phytoplankton Bloom and their Prevention. Proceedings of the World Symposium on Warm Pond Fish Culture. Volume 5. FAO Fisheries Reports. 44:407-411.
- THOMSON, W. T. 1979. Agricultural Chemicals. Book 2: Herbicides. Thomson Publications, Fresno, CA.
- TRUSSEL, R. P. 1972. The Percent Un-ionized Ammonia in Aqueous Ammonia Solutions at Different pH Levels and Temperatures. J. Fish. Res. Bd. Canada, 29:1505-1507.
- TUCKER, S. C., R. L. BUSCH and S. W. LLOYD. 1983. Effects of Simazine Treatment in Channel Catfish Production and Water Quality in Ponds. J. Aquat. Plant. Manage. 21:7-11.
- VILLARIAS, J. L. 1981. Guía de Aplicación de Herbicidas. Madrid. Mundi-Prensa. pp. 640-649.
- WICKINS, J. F. 1982. Opportunities for Farming Crustaceans in Western Temperature Regions. pp. 87-179. (In) Recent Advances in Aquaculture. Muir, J. F. and Robert, R. J. (Edts.) Westview Press Inc. Boulder Colorado.
- ZOMOSA, R. E. 1983. El Problema de las Malezas Acuáticas y su Control. Esc. Ing. Agrícola. U.A.G.