

60  
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ALGUNOS ASPECTOS DE LA EVALUACION  
DEL IMPACTO PRODUCIDO POR RESIDUOS  
DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS  
EN EL ESTERO " LAS GARZAS " DEL  
MUNICIPIO DE ACAPETAHUA,  
CHIAPAS, MEXICO.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G A**

P R E S E N T A :

**ANA CECILIA ESPINOSA GARCIA**

Director: **Dr. Jaime Saavedra Solá**



MEXICO, D. F.

**FACULTAD DE CIENCIAS  
REGISTRACION DE TESIS**

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.



**COMISION NACIONAL  
DEL AGUA**

**EL PRESENTE TRABAJO SE IMPRIMIÓ CON EL APOYO DE  
LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: Algunos aspectos de la evaluación del impacto producido por residuos de plaguicidas organofosforados en el estero "Las Garzas" del municipio de Acapetahua, Chiapas, México.

realizado por Ana Cecilia Espinosa García

con número de cuenta 8022403-5 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

Biol. Jaime Saavedra Solá

Propietario

M.enC. José Roman Latournerie Cervera

Propietario

Biol. Francisco Miguel Gómez

Suplente

Biol. Ignacio Daniel González Mora

Suplente

Biol. Ma. de Lourdes Barbosa Saldaña

FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de Biología

M.en C. Alejandra Martínez Peña

COORDINACIÓN GENERAL  
DE BIOLOGÍA

## **DEDICATORIA**

*A mis padres por el amor que han demostrado tenerme y por que me han enseñado a poner cariño y empeño en todo lo que haga.*

*A mis hermanos Claudia, Ale y Jaime de quienes solo he recibido su solidaridad, amistad y mucha diversión. En especial a Ale, Fabiancito y Fabián quienes por azares del destino se encuentran muy lejos y que sin embargo no he dejado de recibir sus afectos.*

*A mi compañero Ignacio por hacerme tan agradable la vida, por ser el depositario de mi amor, por nuestras dos maravillosas hijas y por su apoyo como profesional.*

*A mis hijas, mis dos inmensos tesoros Ana Daniela y Ana Eugenia por enseñarme y dejarme disfrutar día con día el ser mamá.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Biol. José Angel Aguilar Zepeda por haberme propuesto el trabajo y por su apoyo en las visitas a la Costa de Chiapas.*

*Al Biol. Jaime Saavedra Solá por haber aceptado dirigir el trabajo de tesis y por sus valiosas aportaciones.*

*Al personal técnico del laboratorio de Residuos de Plaguicidas de Sanidad Vegetal por su apoyo en el análisis cromatográfico de las muestras.*

*A José Latournerie, Francisco Miguel, Lourdes Barbosa y a Nacho por la revisión del trabajo y por sus consejos.*

*Al Topógrafo Alfredo González Mora por su apoyo en el dibujo de las figuras. A Héctor Lara Guadián por su colaboración en el procesamiento de las figuras en la computadora.*

*A la empresa Asesoría Técnica Integral de la Costa de Chiapas, S.C. (ATICOCH) por facilitarme información valiosa y por su disposición a colaborar.*

*A los pescadores que aprovechan el estero por su compañía, su apoyo en los muestreos y por transmitirme sus conocimientos sobre el estero.*

## INDICE

RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	2
ANTECEDENTES .....	7
AREA DE ESTUDIO .....	12
ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS .....	16
METODOLOGIA .....	18
PARAMETROS FISICOQUIMICOS .....	18
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS .....	18
CROMATOGRAFIA DE GASES .....	20
PRUEBA DE TOXICIDAD .....	20
ANALISIS DE RESULTADOS .....	23
RESULTADOS .....	24
PARAMETROS FISICOQUIMICOS .....	24
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS .....	24
DRENAJE .....	25
PRUEBA DE TOXICIDAD .....	25
ANALISIS ESTADISTICO .....	26
DISCUSION .....	29
CONCLUSIONES .....	38
RECOMENDACIONES .....	39
LITERATURA CITADA	
ANEXO: TABLAS Y GRAFICAS	

## RESUMEN

*El objetivo del trabajo de tesis fue evaluar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados de uso agrícola en agua y sedimento del estero "Las Garzas" del municipio de Acapetahua, Chis.*

*Los plaguicidas juegan un papel importante por tratarse de sustancias diseñadas para eliminar organismos indeseables para el hombre, específicamente los de uso agropecuario se aplican en sitios de los que no es difícil que puedan incorporarse a sistemas acuáticos como los esteros.*

*Para alcanzar el objetivo se realizaron muestreos de agua y sedimento del estero durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre; el muestreo se realizó en cinco estaciones que se definieron desde los puntos de mayor descarga de agua hasta el mar. Por medio de métodos de separación cromatográficos, se identificaron y cuantificaron los plaguicidas organofosforados. El método de separación fue por cromatografía de gases recomendado por la Environmental Protection Agency (EPA). Por otro lado se realizó una prueba de toxicidad utilizando camarones nativos del estero y a los que se les sometió a concentraciones determinadas de Paratión.*

*Los resultados obtenidos fueron los siguientes: se registraron los plaguicidas organofosforados Paratión, Mevinfos, Diazinon y Naled preferentemente en las muestras de sedimento; no se identificaron efectos temporal y espacial en las concentraciones de los plaguicidas, por medio de un modelo de Regresión Múltiple Reparametrizado, solo existe una tendencia por efecto espacial; para identificar los factores fisicoquímicos asociados con la variación de las concentraciones de plaguicida se realizaron análisis de Regresión Múltiple arrojando que los más importantes en orden descendente son oxígeno, distancia, salinidad y pH; en cuanto a la prueba de toxicidad se aplicó una prueba de Logrank para comparar la respuesta de los camarones para diferentes dosis, encontrándose que existe diferencia entre las curvas de sobrevivencia; para probar los efectos tanto de dosis como de tiempo sobre las pautas conductuales de los camarones en la prueba de toxicidad, se aplicaron pruebas de hipótesis através de modelos Log-lineales, los valores obtenidos resultaron altamente significativos ( $P < 0.001$ ).*

*Dado que la dinámica de los plaguicidas en sistemas acuáticos es un fenómeno de carácter multifactorial la interpretación del mismo requiere que se conserve la idea de integralidad, una aportación del trabajo es la que ofrece el uso de una herramienta estadística como la Regresión Múltiple precisamente en el sentido de coadyuvar en el manejo de una interpretación integral.*

*El trabajo aporta una visión de la situación, que con respecto a la contaminación por plaguicidas organofosforados, se presentó en el estero Las Garzas durante el año de trabajo, constituyendo además un antecedente para la realización de nuevos trabajos.*



## INTRODUCCION

*Desde tiempos muy antiguos el hombre ha empleado el agua para riego de sus cultivos, para recreación y transporte, entre otros usos. Sin embargo, también la ha utilizado para descarga de diferente tipo de desechos.*

*El acelerado crecimiento urbano e industrial en los últimos 25 años ha aumentado la complejidad de los residuos descargados al ambiente, provocando serios problemas ecológicos y toxicológicos en la mayoría de los países en desarrollo (García, 1994).*

*En el caso de desechos químicos vertidos en agua como son los plaguicidas, ya sea para el control directo de plagas en cuerpos de agua o por el arrastre de que son objeto los agroquímicos, cuando los niveles son excesivos, representa una limitación potencial de sus usos productivos y domésticos (Merckle y Bovey, 1974).*

*Las relaciones que el hombre ha sostenido con su entorno inmediato, en un contexto de tiempo y espacio, pueden remitirse a una secuencia de etapas ecológicas y culturales que se caracterizan por la modificación paulatina de los ecosistemas, al ejercer una presión mayor sobre los componentes del medio para cubrir la demanda de bienestar social conforme el nivel de organización social se torna más complejo y la tecnología más elaborada (Flores, 1984).*

*La creciente tendencia de introducir en grandes extensiones monocultivos ha contribuido de una manera puntual en el desequilibrio de los ecosistemas originales. Una de las manifestaciones de tal desequilibrio es el crecimiento de las poblaciones de insectos o de otras especies perjudiciales para el hombre. Así pues, podemos decir que la razón fundamental por la que algunas especies de insectos se han convertido en plaga, está asociada a la práctica misma de la agricultura moderna, que al establecer un solo tipo de cultivo en superficies grandes favorece tanto la colonización como la reproducción de los insectos que se pueden alimentar de él (IMTA-UACH, 1993).*

*La manera en que el hombre ha controlado este problema es por medio del uso de la tecnología, que entre otros elementos ha desarrollado plaguicidas; los plaguicidas han llegado al grado de ser insumos agrícolas indispensables para la producción.*

*Sin embargo, lejos de resolver los problemas ocasionados por las plagas, se ha presentado un empleo excesivo de dichos químicos que ha traído nuevas amenazas a la salud pública, de los cultivos mismos y del ambiente (IMTA-UACH, 1993).*

*Considerando que actualmente el mayor volumen de los plaguicidas son destinados a la producción agrícola, es preciso señalar que la aplicación indiscriminada y descuidada de éstas sustancias provocan severos daños, como pueden ser: deterioro de la fauna y flora silvestres; contaminación de los suelos, de mantos freáticos y de aguas costeras y continentales; se propicia la generación de plagas resistentes; y por sus características*

*de bioacumulación y transporte a través de la cadena alimenticia, llegan al hombre (Miller, T. y P. Armstrong, 1982).*

*En este sentido la evaluación del grado de contaminación del suelo y agua por plaguicidas es de particular importancia, debido a la transferencia de estos contaminantes a los alimentos. Por ejemplo en el caso de la ganadería los residuos de plaguicidas pasan del suelo y del agua al forraje y finalmente son absorbidos por los animales, concentrándose en el tejido graso aumentando la tasa de residuos en carne y leche (Henaó y Corey, 1986).*

*Para hablar de la problemática de los plaguicidas es necesario considerar un ámbito nacional e internacional en donde se ejecuta un proceso de producción, distribución, consumo y manejo de desechos de plaguicidas, que en ocasiones rebasan el control a nivel institucional.*

*México importa volúmenes significativos de plaguicidas como Carbaryl, Heptacloro y el Captan y entre los de producción nacional se encontraban el DDT y el Endrin; la característica fundamental de estos compuestos es que por su alta peligrosidad se hallan prohibidos o estrictamente restringidos en los países industrializados. Sobre este tipo de productos existe información de muy diversas instituciones, como EPA, DMS, FAO, OEA, entre otras, acerca de cuales productos están autorizados y/o restringidos o suspendidos (Restrepo, 1988).*

*Un dato importante es que el principal mecanismo que utilizan las empresas agroquímicas para promover sus mercancías es la asistencia fitosanitaria; la brindan al agricultor a través de sus técnicos. Las recomendaciones provienen directamente de las compañías, que en la mayoría de los casos ocupan en ésta tarea a personal no capacitado o a quienes se les da indicaciones de uso para que siempre se vea favorecido el consumo del producto.*

*Los procesos de comercialización se apoyan en una intensa publicidad que abarca diversos medios de difusión. Las más comunes son las revistas sobre temas agrícolas, los folletos editados por las mismas compañías, los anuncios en los periódicos locales y en la radio, los rótulos colocados tanto en los centros de distribución como a las orillas de las carreteras de las zonas de mayor consumo. Otro tipo de promoción mucho más directa consiste en aplicaciones gratuitas de agroquímicos en parcelas experimentales que facilitan los mismos productores. Un medio de gran importancia para la promoción indirecta han sido los campos experimentales del INIFAP (Restrepo, 1988).*

*Otro punto importante es el riesgo ocupacional de intoxicación por plaguicidas; dicho riesgo aumenta en la población contratada temporalmente (mexicanos y guatemaltecos) como trabajadores agrícolas para la cosecha de los productos. Según datos oficiales esta población de migrantes agrícolas estacionales suma, hasta 1990, 4.8 millones de mexicanos, de donde una tercera parte son mujeres, y con frecuencia se presenta trabajo infantil, bajo condiciones de desnutrición, analfabetismo, insalubridad en la*

*vivienda y deficiencia o inexistencia de las prácticas que dictan las normas mínimas de protección (IMTA-UACH, 1993).*

*Específicamente en el hombre los riesgos se manifiestan por intoxicaciones de grado diverso y por efectos que pueden presentarse de mediano a largo plazo, tales como carcinogénesis, teratogénesis, esterilidad, mutagénesis y otros (Diario Oficial, 1988).*

*En organismos acuáticos pueden alterar el metabolismo por estimulación o inhibición de los sistemas enzimáticos, provocando graves problemas fisiológicos (Martínez, et.al., 1991).*

*En términos de contaminación ambiental, se agrava el problema en relación con los ecosistemas acuáticos, lo que merece un énfasis particular considerando la diversidad de vías a través de las cuales puede ocurrir la contaminación incluyendo entre las principales, el vertimiento de descargas de aguas residuales a cuerpos naturales y/o artificiales sin tratamiento previo, o a través del acarreo por corrientes pluviales de sustancias tóxicas tales como plaguicidas y fertilizantes utilizados en los campos agrícolas (García, 1994; Wang, 1991; Grant y Payne, 1982; Frank, et.al., 1990; Edwards, 1977; Morley, 1977 y Hassett y Lee, 1975).*

*Arruda, et.al. (1988), menciona que la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos es directamente afectada por la contaminación del agua por plaguicidas de uso agrícola.*

*Por otra parte Edwards (1977) concluye que la principal fuente de contaminación de sistemas acuáticos por plaguicidas es el arrastre o deslavado de tierras agrícolas.*

*Los sistemas acuáticos representan probablemente uno de los ambientes más importantes y complejos en cuanto a describir la distribución y conducta de los plaguicidas. Entre los factores que influyen en la dinámica de un plaguicida en un ambiente acuático están: solubilidad en el agua; hidrólisis; formación de complejos químicicos; adsorción a suelos y sedimentos; partición de lípidos; y bioacumulación en organismos vivos (Haque, et.al., 1977).*

*La principal vía por la que un plaguicida es removido del punto donde fue aplicado es por arrastre. Esto puede ocurrir por la disolución directa en agua corriente, asociación con material suspendido en agua o ambas (Hassett, 1975).*

*Todos los factores que de una u otra manera intervienen con los plaguicidas se pueden resumir en tres puntos generales: concentración, dilución y degradación (Duke, 1977).*

*En el esquema que a continuación se presenta se puede apreciar a grandes rasgos los procesos o la dinámica a la que se someten los residuos de plaguicidas al entrar en contacto con un sistema acuático (figura 1).*

*La concentración de un plaguicida puede darse fundamentalmente por bioacumulación y por procesos biogeoquímicos. El primer caso es cuando el químico es concentrado por*

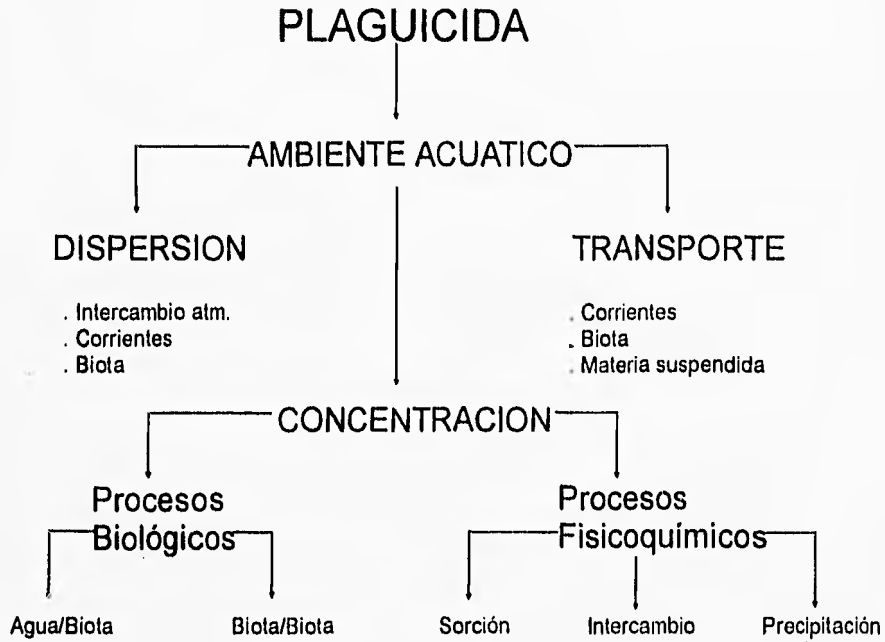


Fig. 1 Movimiento de plaguicidas en ambientes acuáticos, tomado de T.W. Duke 1977. Pesticides in aquatic environments, An Overview.

toma directa de agua por organismos del sistema o puede ser transferido de organismo a organismo a través de la cadena alimenticia a los niveles tróficos superiores.

Cuando se trata de procesos biogeoquímicos, los químicos son adsorbidos por materia en suspensión que posteriormente será depositada en el fondo para formar parte del sustrato. En consecuencia, los sedimentos del fondo constituyen un reservorio de plaguicidas (Duke, 1977).

La dilución puede ocurrir como resultado de la dispersión de un plaguicida a través de un cuerpo de agua. Los plaguicidas acumulados por organismos acuáticos con hábitos migratorios pueden ser rápidamente dispersados. Los residuos acumulados por materia en suspensión pueden ser también transportados por erosión y por transporte del agua a la atmósfera; por supuesto este tipo de dilución y transporte dependen de las condiciones climáticas locales (Duke, 1977).

Los plaguicidas en ambientes acuáticos pueden ser sometidos a transformaciones o degradaciones debidas a reacciones fotoquímicas, reacciones químicas y reacciones biológicas o a una combinación de estos fenómenos. En cualquiera de los casos de degradación los productos resultantes pueden ser más compatibles con el ambiente y en ocasiones más dañinos que el que les dio origen (Haque, et.al., 1977; Duke, 1977).

Cuando se trata de contaminación de cuerpos de agua, es de fundamental importancia el considerar el fenómeno de bioacumulación de tóxicos a través de la cadena trófica, que de acuerdo al nivel en que se presente puede ser:

.Bloconcentración: cuando el organismo ingiere o toma el tóxico de su medio (columna de agua);

.Bioacumulación: cuando el organismo acumula el tóxico en sus tejidos u órganos por medio de la ingestión de alimentos y agua;

.Biomagnificación: cuando el tóxico es trasladado a través de la cadena alimenticia en la relación presa-predador (García, 1994).

Cabe recordar que el desempeño de un plaguicida en medios acuáticos, al igual que en otros ambientes, prácticamente recae en su naturaleza y específicamente en el plaguicida del que se trate, se habla entonces de que existen diferencias entre la conducta de un plaguicida y otro a pesar de pertenecer al mismo grupo, en este caso a los organofosforados (Miller, et.al., 1982; Duke, 1977; Goring, et.al., 1975; Martínez, et.al., 1991; Edwards, 1977).

Es importante tener claro que el sedimento en un sistema estuarino hace las veces de un reservorio o sitio de almacenaje en el que se van acumulando los residuos de plaguicidas que, adsorbidos por partículas, se precipitan al fondo. Ahora, estas cantidades de químicos constantemente están en contacto con el agua y eventualmente se pueden resuspender elevando los niveles de plaguicida en el agua; de ahí el peligro

*que existe no solo para la comunidad bentónica sino también para los libres nadadores y cualquier otro organismo que de una u otra manera hace uso del agua del estero, incluido el hombre.*

*En una zona en la que la actividad agrícola es importante y que además su desarrollo y permanencia se apoya en el uso de plaguicidas, es necesario seguir de cerca el manejo y la conducta que los residuos muestren en dicho medio. Aunado a lo anterior y que es de relevancia mayor, es cuando la citada zona se localiza adyacente a un sistema estuarino que representa una riqueza ecológica por la diversidad de especies que alberga y por los procesos que en dicho medio se realizan, además de la riqueza económica por la pesquería a la que hay que prestar particular atención, y más aún si se considera que los residuos de plaguicidas de uso agrícola pueden acceder fácilmente al sistema.*

*Así, se presenta el trabajo de tesis como un elemento para conocer algunos aspectos de la dinámica, que particularmente, muestran los plaguicidas organofosforados en un área del sistema estuarino de Acapetahua, Chiapas.*

*El objetivo del trabajo es evaluar la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados en agua y sedimento del estero identificado como "Las Garzas", ubicado en el municipio de Acapetahua, Chis. y así poder contar con elementos para plantear acciones orientadas a la conservación o en su caso a la prevención de contaminación por plaguicidas organofosforados.*

## ANTECEDENTES

*Por plaguicida nos referimos al nombre genérico que engloba a las sustancias utilizadas para el combate de insectos (insecticidas), malezas (herbicidas) y hongos (fungicidas) principalmente. Por definición, cualquier plaguicida es una sustancia tóxica con cualidades biocidas, pues afectan procesos bioquímicos compartidos por diversos seres vivos (incluido el hombre) tales como la respiración, la síntesis del ADN o la transmisión de impulsos nerviosos (IMTA-UACH, 1993).*

*El primer plaguicida sintético fue fabricado en 1892 pero se usó ampliamente hasta mediados del presente siglo. Antes de la Segunda Guerra Mundial los plaguicidas que se empleaban eran compuestos no persistentes o se trataba de extractos de venenos de insectos y de plantas. Por ejemplo, el sulfato de nicotina que fue separado apartir del tabaco, o el piretrum que se elabora con flores secas de crisantemo, tal sustancia fue usada por los chinos hace 2000 años (Miller y Armstrong, 1982).*

*El empleo de plaguicidas en la agricultura mexicana se inició a finales del siglo pasado; en 1898 ya se utilizaban 38 compuestos químicos como son el arseniato de plomo, arsénico blanco, ácido cianhídrico, aceto arsenito de cobre (verde de París), ácido fórmico y sulfato de cobre con cal viva (mezcla de Burdeos). Todos estos compuestos se consideraban "insecticidas de patente", y no todos eran seguros, por lo que los agricultores preferían elaborar sus propias fórmulas (Restrepo, 1988).*

*Ya en este siglo se han desarrollado plaguicidas de muy diverso tipo y para muchos fines. Dentro de los plaguicidas el grupo de los insecticidas es el más usado. Este grupo se puede dividir en: compuestos estables como los organoclorados; compuestos menos estables como los organofosforados; y en compuestos de carbamato que rápidamente se descomponen en subproductos (Arnon, 1987).*

*En todo el mundo se han realizado estudios acerca de los diferentes impactos producidos por el uso de plaguicidas de todos los tipos. No obstante en nuestro país los estudios de contaminación por plaguicidas se ha concentrado en los clorados, que tienen como característica la persistencia en el ambiente por tiempos prolongados. Si bien es importante conocer la magnitud del daño propiciado por plaguicidas clorados, debido a su larga permanencia en el medio, también lo es el saber cuál o cuáles son los efectos producidos por los fosforados que presentan la particularidad de ser menos persistentes en comparación con los clorados, pero son más tóxicos en términos generales, y que además, actualmente su uso es más promovido que el de los primeros.*

*Durante la década de los setenta, los plaguicidas usados en la agricultura han tenido grandes cambios. A finales de los sesenta los organoclorados predominaban; sin embargo, entre 1969 y 1972 casi todos los plaguicidas persistentes fueron legalmente restringidos en los países desarrollados, y fueron remplazados por los organofosforados que son más lábiles (Frank, et. al., 1982).*

*En 1980 según cálculos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), existían alrededor de 1500 sustancias químicas usadas como ingredientes activos de los plaguicidas. En el año de 1987 se reportaban en México 1500 compuestos activos registrados para uso agrícola, que se vendían en distintas formulaciones a través de 2750 marcas registradas (IMTA-UACH, 1993).*

*En México uno de los plaguicidas organofosforados que en la actualidad es ampliamente utilizado es el Paratión, el cual representa un serio problema de contaminación debido a sus propiedades tóxicas (Martínez, et.al., 1991). Específicamente en la Costa de Chiapas los plaguicidas de uso agrícola más difundidos son, entre otros, los que tienen como ingrediente activo Paratión y Mevinfos.*

*Con el propósito de evaluar una posible contaminación por plaguicidas, en nuestro país se han realizado diversos estudios en sistemas acuáticos.*

*La implementación del proyecto de desarrollo en la Costa de Chiapas se realizó en el marco del llamado Programa de desarrollo rural integrado del trópico húmedo (PRODERITH) para una primera etapa iniciada en 1978 y el Plan de Desarrollo Agropecuario Costa de Chiapas para la segunda etapa a partir de 1983.*

*En el año de 1983, y dentro del Plan de Desarrollo Agropecuario, se efectuó un estudio de impacto ambiental. En el documento se identificaron acciones que en la primera etapa de la implementación del Plan, tendían a causar efectos adversos hacia los recursos del suelo y del agua. Sin embargo la condición inicial de la zona a impactar ya presentaba profundas modificaciones por causa del uso del suelo, básicamente agricultura y ganadería.*

*Cabe aclarar que si bien las acciones que se identificaron no fueron las causas originales del disturbio, si las podemos considerar como complementarias y con un papel catalizador de degradación y de cambios hacia los medios terrestres, ya que se puede comprender que durante esa etapa, se especularía con la tenencia de la tierra y se empezaría a tener un mayor interés por desmontar y ampliar las áreas agrícolas y ganaderas a costa de las forestales.*

*Desde el punto de vista ecológico y económico los sistemas acuáticos se identificaron como los que empezarían a experimentar cambios notables, debido a que sus condiciones dinámicas y características físico-químicas, sufrirían modificaciones debido a las alteraciones de drenaje y aportación de un mayor número de partículas en suspensión y aporte de sustancias químicas.*

*Además de lo antes expuesto se tiene como antecedente de la zona la producción de cultivos como el algodón en el que el uso de plaguicidas alcanzó grandes volúmenes de aplicación y que en la actualidad no se realiza debido, entre otros aspectos, a los altos costos que implica su establecimiento por concepto de agroquímicos. Así mismo, en los últimos años se establecieron cultivos como el tabaco, plátano y hortalizas que de igual manera sus rendimientos son obtenidos a base de frecuentes aplicaciones de plaguicidas*



de diversos tipos. Todo esto aunado a que la cultura de uso de agroquímicos para cualquier tipo de cultivo está muy arraigada en los productores de la zona, lo cual se debe a que no se cuenta con alguna otra alternativa para el control de plagas que demeritan los niveles de producción en sus parcelas, la calidad de sus productos y en consecuencia dañan significativamente la inversión de los productores así como su Ingreso.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) 1985, realizó un estudio global de la contaminación agroquímica de los esteros y cuerpos de agua del Soconusco, zona que abarca 21 municipios situados en el extremo sureste del estado de Chiapas. Los resultados indicaron la presencia de plaguicidas clorados como: Heptacloro, derivados de BHC, Aldrin, Endrin, Dieldrin, p,p,-DDD, p,p-DDT y Endosulfan, tanto en aguas de los esteros como en la de ríos y pozos. Cabe aclarar que los registros no rebasaban los niveles máximos permisibles (SARH, 1975). También se realizaron análisis de tejido adiposo de iguana (*Conolophus subcristatus*), por ser en la zona costera uno de los animales silvestres de mayor consumo humano. En los resultados se detectó la presencia de gamma-BHC, Heptacloro, Dieldrin, Endrin, Endosulfan, p,p DDE, p,p,-DDD y p,p-DDT. El balance que se obtuvo del análisis de los resultados, manifestó la necesidad de implementar acciones orientadas a un manejo eficiente de agroquímicos.

En otros sitios del país, investigaciones realizadas por parte del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, han detectado plaguicidas como BHC, Lindano, Aldrin, Endrin, Epóxido de Heptacloro y DDT con sus derivados DDD y DDE, en agua, en camarón y en lisa de la Bahía de Lobos, Sonora (Peña, 1971, 1974, 1975)

En estudios realizados por el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON, 1987), en el sistema estuarino La Atanasia-Santo Domingo del Valle del Yaqui, demuestran la presencia de plaguicidas clorados en sedimento y agua. La presencia de éstos tóxicos en sedimento manifiesta el riesgo existente al consumir productos bentónicos como pata de mula, mejillón y otros organismos filtradores cultivados o capturados en las aguas del estero.

Otra investigación en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, registró en 1983 concentraciones importantes de plaguicidas clorados en camarón (*Penaeus stylirostris* y *P. vannamei*), en cangrejo (*Callinectes arcuatus*), robalo (*Centropomus robalito*) y lisa (*Mugil cephalus* y *M. curema*). Sobresale la presencia permanente del DDT, con concentraciones que van de 0.23 ppb en cangrejos y 11.13 ppb en lisa (Restrepo, 1988).

Como se puede ver los trabajos que se han realizado se han concentrado en plaguicidas clorados y en la parte noroeste del país, en donde la tecnología al servicio de la producción agropecuaria da una de sus mayores manifestaciones.

*No obstante, en el sur del país las condiciones que prevalecen con respecto a la actividad agropecuaria, dejan ver que de no tomarse medidas hoy habrá que enfrentarse a una situación similar a la del noroeste. Así pues entre las estrategias productivas de los principales cultivos del Soconusco resalta el problema generalizado del control de plagas y enfermedades. La solución inmediata que se le ha dado a este problema ha sido el uso de plaguicidas. Indudablemente la aplicación de agentes agrotóxicos tienen una serie de implicaciones muy delicadas dadas las condiciones de fuertes oscilaciones del nivel freático y del drenaje hacia aguas estuarinas (IMTA-CIES, 1992).*

*En la última década se ha incrementado el uso de agroquímicos, en la zona del Soconusco. Todos los efectos sobre los ecosistemas y los seres humanos no ha sido aún evaluado en la zona y por lo tanto se desconocen (IMTA-CIES, 1992).*

*En vista del panorama que la agricultura presenta en el estado de Chiapas se han implementado cultivos bajo la modalidad de agricultura orgánica, la experiencia se tiene básicamente en el cultivo del café. Los beneficios se reportan a nivel ambiental debido a que no se aplican a las plantaciones ni fertilizantes ni plaguicidas químicos, a nivel económico debido a que al no utilizar agroquímicos los costos de producción pueden reducirse y a nivel de comercialización ya que el producto cumple satisfactoriamente con las normas de países como E.U. en lo relativo a los límites máximos permisibles de agroquímicos, es un producto con una mayor demanda. La Unión de Ejidos "Profesor Otilio Montaño" con 1,500 socios y la Unión de Ejidos de Producción Agropecuaria y Comercialización "Huixtla" con 2,646 agremiados, son organizaciones que actualmente manejan métodos orgánicos de producción de café. En particular la Unión de Ejidos "Profesor Otilio Montaño" cuenta con Café Orgánico Certificado (con una producción de 10,000 sacos de café oro) mismo que exportan a los Estados Unidos y pretenden ampliar su mercado a Europa, Japón y Canadá; además se encuentra en etapa experimental la producción orgánica de hongos y miel de castilla. A largo plazo esta Unión de Ejidos se plantea la producción, comercialización e industrialización de frutales, producción forestal sustentable con el Sello Verde, ganadería racionalizada con manejo ecológico, elaboración de productos y subproductos lácteos tales como crema, queso y mantequilla con Sello Orgánico.*

*En un contexto mundial, se han emprendido tareas con el propósito de regular el uso y manejo de plaguicidas; como producto de este esfuerzo la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en su sesión de noviembre de 1985 adoptó el Código Internacional para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. El Código se elaboró y adoptó tomando en cuenta que el incremento de la producción alimentaria tiene alta prioridad en muchas partes del mundo y que no sería posible actualmente y con los sistemas productivos prevalecientes, alcanzar este objetivo si no se utilizan insumos agrícolas como los plaguicidas (FAO, 1986a; FAO, 1986b).*

*Paralelamente a la promoción para la aplicación de tal Código en beneficio de una utilización más segura, eficaz y racional de los plaguicidas y del aumento de la*

*producción alimentaria, se realizan esfuerzos intensivos para introducir sistemas de control biológico e integrado de plagas (FAO, 1986b).*

*A nivel nacional, por lo que a regulación en materia de plaguicidas respecta, ha aparecido en el Diario Oficial de la Federación el Catálogo Oficial de Plaguicidas, el cual tiene como propósito informar sobre los plaguicidas autorizados en México para controlar las plagas que afectan al hombre, plantas y animales, tomando en consideración su empleo racional, con el fin de lograr un mayor beneficio socioeconómico, minimizando los riesgos a la salud y el ambiente (Diario Oficial, 1988).*

*Del mismo modo existe un reglamento emitido por la SARH en 1975 en donde se presentan algunos niveles máximos permisibles de residuos de plaguicidas en agua. Por su parte el Instituto Nacional de Ecología publicó en enero de 1990, en la Gaceta Ecológica, los criterios de calidad del agua para diferentes usos, allí se muestran los niveles máximos permisibles de residuos de los principales plaguicidas de uso agropecuario en agua.*

## AREA DE ESTUDIO

*La zona en donde se realizó el presente trabajo se seleccionó a partir de que en la porción superior se está llevando a efecto, en un área aproximada de 65,000 ha. (para el subproyecto Acapetahua), un proyecto de desarrollo en el que se plantea la construcción de infraestructura hidroagrícola como el eje del que se parte para elevar los niveles de producción, de bienestar de la familia rural y de manejo eficiente de los recursos naturales; como parte de dicho proyecto se ha estado otorgando asistencia técnica agropecuaria a los diferentes grupos de productores. Dicho proyecto entró en operación desde 1978, en una primera etapa y siendo parte del Programa de Desarrollo Rural Integral del Trópico Húmedo y ya en una segunda etapa a partir de 1983, formando parte del Plan de Desarrollo Agropecuario Costa de Chiapas; dentro de las acciones que se han emprendido en la zona figuran, entre otras, la construcción de infraestructura hidroagrícola, principalmente caminos, drenes y estructuras complementarias para integrar a la producción grandes extensiones que durante una época del año permanecían inundadas y negadas a la producción agropecuaria. Hasta la fecha, en el subproyecto Acapetahua, se han construido 146 km. de drenes, 143 km. de caminos y 2,500 ha cuentan con drenaje parcelario.*

*El estudio se realizó en la porción del estero identificado como "Las Garzas", dentro del municipio de Acapetahua, Chis. Dicho municipio se localiza en la parte sur del estado de Chiapas, dentro de la planicie costera del océano Pacífico (figura 2).*

*La región hidrológica de Acapetahua se localiza entre los 15°07' y los 15°38' latitud norte y los 92°30' y 92°55' de longitud oeste. En particular el sistema estuarino estudiado se localiza entre los 15°09' y los 15°13' latitud norte y los 92°48' y 92°54' de longitud oeste (IMTA-CIES, 1992; figura 3).*

*La precipitación total anual es de 3478.1 mm., siendo la temporada más lluviosa de Junio a Septiembre; la temperatura media anual es de 27.9 °C, presentándose la temporada más cálida entre Marzo y Mayo. El clima según Köppen modificado por García, se clasifica como cálido-húmedo con abundante lluvia en verano, isotermal, con el mes más cálido antes de Junio (García, 1981).*

*En cuanto a la hidrología cabe mencionar que el sistema estuarino en estudio recibe, de manera indirecta, el caudal de los ríos Cacaluta con un gasto medio en la estación lluviosa de 16 m<sup>3</sup>/seg. y en la estación seca con un gasto medio de 4 m<sup>3</sup>/seg.; y el río Doña María con un gasto medio en la estación lluviosa de 7 m<sup>3</sup>/seg. y en la estación seca con un gasto medio de 1 m<sup>3</sup>/seg. Sin embargo la región es atravesada por siete ríos principales además de otros de tipo torrencial (CPNH, 1981).*

*En el sistema estuarino, por efecto de las mareas y descarga de los ríos se ha registrado una fluctuación de niveles de mareas de 2.60 a 0.70 m. (CPNH, 1981).*

*La disponibilidad de agua subterránea en la zona agrícola-ganadera adyacente al sistema en cuestión, se ha estimado en 150 millones de m<sup>3</sup>, originada por las lluvias locales y*

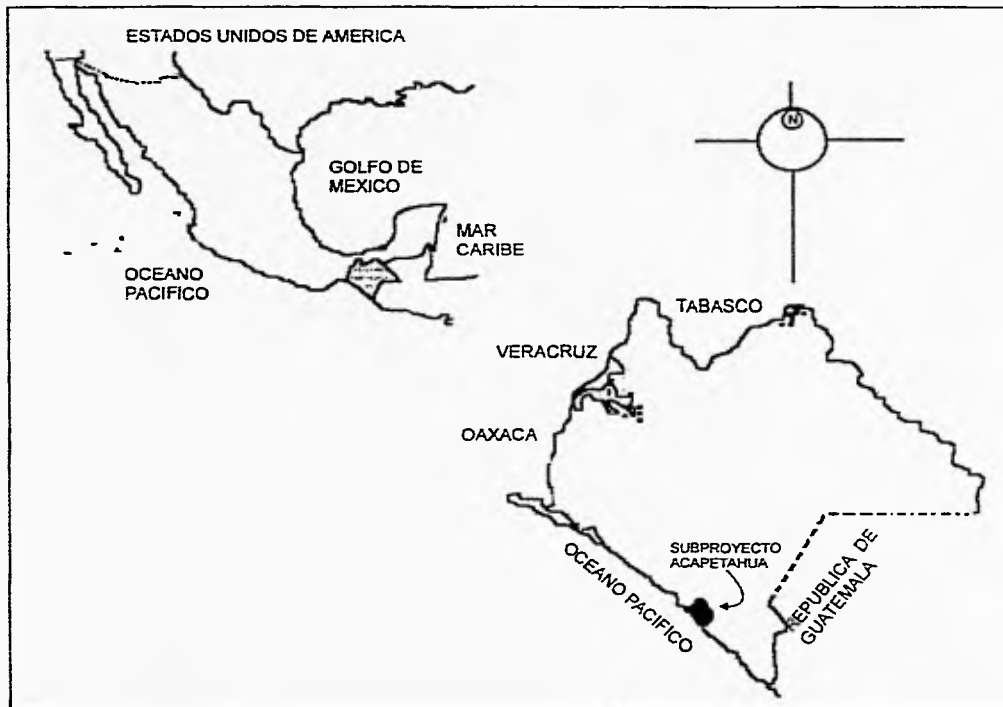


Fig. 2. Localización del área de estudio

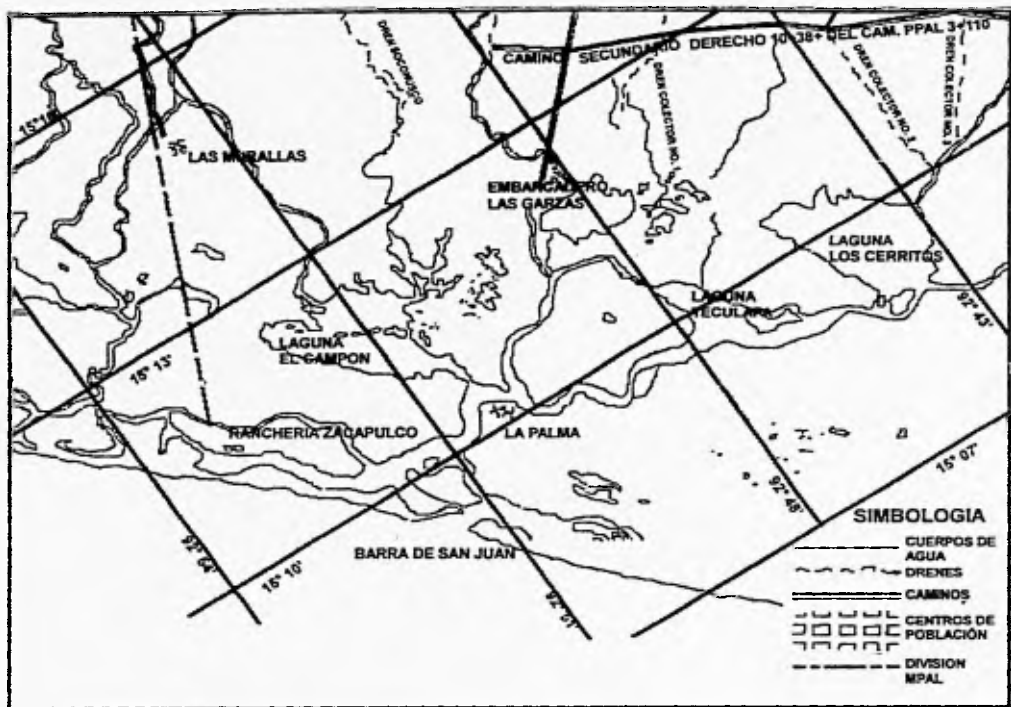


Fig. 3. Localización del estero "Las Garzas"

el desbordamiento de los ríos. Los niveles freáticos en época de lluvias se encuentran a menos de 1 m. de profundidad en un 80% del área y en época de secas las profundidades oscilan entre 2 y 4 m. (CPNH, 1981).

La vegetación es uniforme y densa con arbustos y árboles de raíces aéreas arqueadas emitidas por el tronco y ramas inferiores que se ramifican y entrelazan en todas direcciones penetrando profundamente en el lodo. En la zona de estudio los manglares alcanzan una altura de 20 a 25 m. (IMTA-CIES, 1992).

La vegetación mejor representada es la que corresponde al manglar, esta forma casi un cinturón o faja continua de cubierta forestal baja, esta formación habita a lo largo de toda la costa del Pacífico, bajo condiciones de inundación permanente (IMTA-CIES, 1992).

Otro tipo de vegetación que se presenta en la zona de la franja costera es el manacal o bosque de palma. Esta comunidad vegetal hace su aparición de manera aislada en la planicie costera del Pacífico cerca del manglar al suroeste de Escuintla. Este bosque se encuentra en suelos pobremente drenados constituido por una población de palmas con vegetación inferior o intermedia de pastizales, los palmares alcanzan alturas de 20 m. (IMTA-CIES, 1992).

El estado actual que guarda la vegetación natural del área es el de presentar profundas alteraciones, ya que su cobertura se pierde rápidamente y en algunas áreas solo quedan relictos. Las causas de esta degradación se deben a que la mayoría del uso del suelo se ha destinado a la agricultura de temporal y a la ganadería de tipo extensivo (SARH, 1983).

La flora característica de la zona de estudio comprende como principales especies las que a continuación se enlistan:

<i>Avicennia germinans</i>	Madre sal
<i>Conocarpus erecta</i>	Mangle prieto o botoncillo
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo
<i>Rhizophora harrisani</i>	Mangle amarillo

La fauna cuenta con una amplia gama de la que se distinguen las siguientes especies:

<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil

<i>Podiceps dominicus</i>	Zambullidorcillo
<i>Butorides virecens</i>	Garcita verde
<i>Herpetothenes cachinans</i>	Guaco
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca copetona
<i>Ortalis leucogastra</i>	Chachalaca de vientre blanco
<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván
<i>Ceryle torguata</i>	Pescador gigante
<i>Ophrylla ecaudata</i>	Vampiro gallinero
<i>Lepus flavigularis</i>	Liebre
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo rayado
<i>Felis yagouaroundi</i>	Leoncillo
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de campo
<i>En el estero se reportan las siguientes especies:</i>	
<i>Caiman cocodrilus</i>	Caimán
<i>Myadestes obscurus</i>	Jilguero
<i>Sorex veraepacis</i>	Musaraña
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeñón
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco
<i>Ajaia ajaia</i>	Espátula
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije
<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora
<i>Otus cooperi</i>	Tecalotico manglero



<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador
<i>Cuniculus paca</i>	Tepescuintle
<i>Procyon lotor</i>	Mapache
<i>Nasua narica</i>	Tejón
<i>Felis pardalis</i>	Ocelote
<i>Panthera onca</i>	Jaguar

Las especies que predominan en la zona de manglar son varias especies de pelicanos, gaviotas y golondrinas de mar, loros, murciélagos, cucharón *Cochlearius cochlearius* y puercoespín *Coendo mexicanus*.

De la fauna acuática, los peces son los mejor representados, para el área se estima la presencia de 75 especies agrupadas en 39 familias, cifras que pueden aumentar al realizarse estudios más profundos al respecto, con lo que se deriva que la actividad pesquera y acuícola en la Costa de Chiapas tiene un gran potencial de desarrollo (SARH, 1983).

En relación a los suelos se tiene que la topografía presenta una geoforma de planicie con una pendiente que va de 0 a 1%; la textura es franco-limosa y franco-arenosa; son suelos con profundidades de 2 m.; tienen una fertilidad media a baja; su drenaje es de moderadamente pobre a pobre con una permeabilidad lenta; su capacidad de retención de agua es alta; presenta un escurrimiento superficial lento; el contenido de materia orgánica es medio (IMTA, 1988).

El tipo de suelo tiene como problemática general la pérdida de humedad en el subsuelo; fuerte compactación superficial y; una elevación considerable del manto freático en la época de lluvias (IMTA, 1988).

Cabe señalar que la región ha estado sometida a fuertes presiones por el uso del suelo, ya que se han desmontado vastas extensiones principalmente para introducir explotaciones ganaderas con un nivel muy bajo de tecnificación, es decir explotaciones de tipo extensivo. El daño que se ha provocado en el suelo, al dejarlo descubierto se ha manifestado con una importante pérdida de suelo, mismo que al no tener cobertura vegetal es arrastrado por el agua en la temporada de lluvias y es depositado en las partes bajas de la planicie costera y en los esteros.

## ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS

*La mayoría de los habitantes de las rancherías circundantes del estero se dedican a la pesca, ya sea como cooperativistas o por su cuenta. En particular existen dos cooperativas, una en la ranchería de Las Palmas y la otra en la de Zacapulco. Del estero se explota principalmente camarón, lisa, mojarra y hacia la Boca-barra se San Juan se extrae pargo y robalo. Hay pescadores que trabajan por temporadas en el mar, de donde extraen tiburón y sierra. Las artes de pesca que se emplean en el estero son la atarraya, arpón y anzuelo, en el mar palangre (línea) y trasmallo.*

*En cuanto a las embarcaciones, de un total de 406,113 son de fibra de vidrio y 293 de madera.*

*Los volúmenes de extracción en 1991, de acuerdo a los registros de SEPESCA, fueron de camarón 238 ton/año; cazón 76 ton/año; lisa 2 ton/año; jaiba 2 ton/año; robalo 8 ton/año; sierra 77 ton/año y; tiburón 131 ton/año (Secretaría de Gobernación, 1992).*

*La comercialización de los productos extraídos se realiza en diferentes puntos a nivel local y regional, constituyendo éstos los mercados más importantes.*

*Otras actividades que les da ingresos a las poblaciones, son la venta de comida a base de pescado y mariscos a turistas y paseantes. Es común el uso de lanchas para transporte colectivo desde el embarcadero Las Garzas hacia las Palmas y Zacapulco. Otros rentan sus lanchas para paseos por el estero o para llevar a turistas y paseantes a la playa.*

*Con respecto a la actividad turística se puede decir que es incipiente, sin embargo sábados y domingos así como en semana santa acude una gran cantidad de gente de la región; se sabe que en tales fechas se practican deportes acuáticos, para los cuales el estero brinda condiciones óptimas, por sus dimensiones, su profundidad promedio y la relativa calma en cuanto a corrientes en el agua (Secretaría de Gobernación, 1988).*

*Los servicios que tienen las rancherías son: Las Palmas.- jardín de niños, primaria y telesecundaria, cuentan con una miniclínica del IMSS-COPLAMAR en la que asisten dos enfermeras y un médico pasante (prestador de servicio social) y además tienen luz eléctrica, carecen de drenaje y agua potable. En la ranchería Zacapulco.- jardín de niños y primaria, tienen una miniclínica IMSS-COPLAMAR con una enfermera y un médico pasante (prestador de servicio social), también tienen luz eléctrica, pero carecen de drenaje y agua potable (Secretaría de Gobernación, 1988).*

*Las tierras adyacentes al sistema en estudio están dedicadas a la agricultura y ganadería. La producción agrícola se concentra principalmente en el área ejidal y comprende cultivos básicos como maíz, arroz, ajonjolí y frijol. A nivel comercial se explota tabaco. La fruticultura se sustenta principalmente por el cacao, mango y plátano que se explotan también a nivel comercial (CPNH, 1981).*

*La actividad agrícola se caracteriza por explotaciones de temporal con bajo nivel tecnológico y bajos rendimientos, excepto en el tabaco y el plátano, únicos cultivos que usan insumos agroquímicos, mecanización y variedades mejoradas apoyadas con sistemas de riego. La producción ganadera se concentra principalmente en el sector privado y en menor grado en el área ejidal. Se practica en general con baja tecnología en el manejo de ganado y de los pastizales; predomina la raza cebú-holandés y en menor proporción el cebú-suizo (CPNH, 1981).*

## METODOLOGIA

*Para cumplir el objetivo en su momento expuesto, se asignaron cinco puntos de muestreo, la localización de tales puntos se realizó de acuerdo al interés sobre la distribución de plaguicidas organofosforados conforme nos acercamos al mar. La primera estación de muestreo se localiza en el canal las Garzas, la segunda al salir del canal en un sitio conocido como Paistalón, la tercera en el canal Machón la cuarta frente a la rancharla de Zacapulco y la quinta en la Boca-barrá de San Juan (figura 4).*

*Los muestreos se realizaron durante los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre del año de 1988.*

**PARAMETROS FISICOQUIMICOS.** - *Se registraron los parámetros que a continuación se enlistan:*

- *temperatura (termómetro escala de -10° a 120° C)*
- *salinidad (refractómetro)*
- *transparencia (disco de Secchi)*
- *profundidad*
- *pH (potenciómetro)*
- *oxígeno disuelto (oxímetro YSI)*

*Todas las mediciones se realizaron in situ. Los registros se efectuaron a una profundidad de 30 a 40 cm., en el caso de la temperatura y salinidad se hicieron registros de superficie y fondo.*

**RESIDUOS DE PLAGUICIDAS.** - *Por pláticas directas con los productores agrícolas del área y del Jefe del Centro de Apoyo al Desarrollo Rural Integrado de Acapetahua, se obtuvieron datos sobre los plaguicidas de mayor consumo en la zona, teniendo estos en común que los ingredientes activos eran Paratión y Mevintos, siendo el primero el que más se aplica.*

*Con base en lo anterior y en la metodología recomendada por la EPA (Environmental Protection Agency) y Chesters, se dio el siguiente tratamiento a las muestras (EPA, 1979; Chesters, et al., 1974).*

*Para la toma de muestras se utilizaron frascos de vidrio con tapa de rosca y contratapa de aluminio, los frascos se lavaron con agua corriente y dextrán, posteriormente se enjuagaron con agua destilada y por último con acetona. Una vez limpios se taparon y guardaron. Ya en el punto de muestreo se enjuagaron nuevamente pero en esta ocasión con agua del estero.*

*Se tomaron muestras de agua y de sedimento. En el primer caso, para cada estación se tomaron 2 lt. de agua directamente por inmersión del frasco, a una profundidad de 30 cm. aproximadamente.*

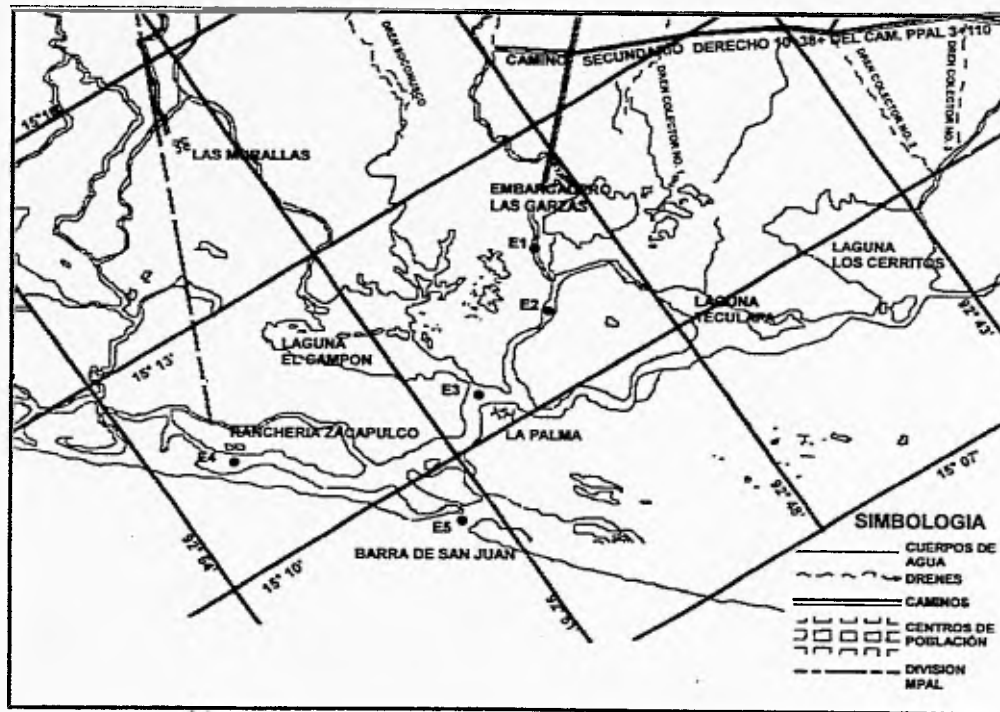


Fig. 4. Localización de las estaciones de muestreo

Hecho lo anterior se etiquetaron los frascos y fueron introducidos a una hielera a fin de conservarlos a 4 °C. aproximadamente. Para el muestreo de sedimento se utilizó una draga. De la muestra obtenida se llenaron dos frascos de capacidad de 1/4 lt. por cada estación. Del mismo modo se etiquetaron y colocaron dentro de la hielera.

Una vez en el laboratorio, todo el material empleado para el análisis fue lavado con agua corriente y dextrans, para después enjuagarlo con agua destilada y acetona.

AGUA.- se realizaron tres extracciones sucesivas con 60 ml. de una solución de 85% hexano/15% cloruro de metileno, cada una; posteriormente se montó una columna cromatográfica empacada con un tapón de fibra de vidrio y 10 cm. de sulfato de sodio anhidro, por la que se hizo pasar la fase orgánica obtenida de las extracciones (esto con el fin de eliminar agua de la fase orgánica), la columna previamente se eluyó con 60ml. de hexano. Una vez que pasó la fase orgánica por el sulfato de sodio, este se enjuagó con 40 ml. de hexano.

Enseguida se procedió a concentrar. Para esto se empleó un Rotovapor Brickman RE 120 con un baño maría de 70 °C. El volumen se llevó hasta 7ml. aproximadamente para luego aforar a 10 ml. con hexano.

SEDIMENTO.- la muestra se dejó secar a temperatura ambiente por una semana, cumplido este lapso la muestra se encontraba "semiseca". Se pesaron 50 gr. y se mezclaron con 50 gr. de sulfato de sodio anhidro, la mezcla se dejó reposar por espacio de 1 hora para luego molerla en licuadora por 20 segundos. Se empacó una columna cromatográfica con la mezcla molida, a la que previamente se le puso un tapón de fibra de vidrio. Se eluyó con 40 ml. de hexano y luego se vertieron 250 ml. de una solución 50% acetona/50% hexano; ya que pasaron los solventes, la columna se enjuagó con 40 ml. de hexano.

Luego se procedió a concentrar bajo corriente de nitrógeno hasta un volumen de 100 ml. El concentrado se lavó, en un embudo de separación con 300 ml. de agua destilada y 25 ml. de una solución saturada de sulfato de sodio.

A la fase acuosa separada se le hizo una extracción con 20 ml. de una solución de 85% hexano/15% cloruro de metileno. La fase orgánica obtenida del primer lavado y la del segundo se juntaron en un embudo de separación y se lavaron dos veces con 100 ml. de agua destilada, se desecharon las fases acuosas y la orgánica se hizo pasar por 1/2 pulg. de sulfato de sodio anhidro, por último se enjuagó el sulfato de sodio con tres porciones de hexano de 5 ml. cada una. Finalmente se concentró en un Rotovapor Brickman RE 120 con un baño maría a 70 °C hasta un volumen de 5 ml.

Por otro lado se tomaron 5 gr. de cada una de las muestras de sedimento y se secaron, en una estufa, a una temperatura de 103 °C +/- 0.5 por 24 horas, esto para obtener el peso seco. Ya que se encontraban totalmente secas las muestras se introdujeron a la

*muffa donde se incineraron a 550 °C por espacio de una hora, de este modo se obtuvo el porcentaje de materia orgánica contenida en la muestra.*

**CROMATOGRAFIA DE GASES.** - *en la primera etapa se inyectaron 5 microlitros de cada muestra incluyendo blancos y fortificados.*

*El blanco se inyectó con el propósito de identificar picos que pudieran traer los reactivos, y así no confundirlos con algún pico de plaguicida.*

*El fortificado es una muestra que se procesa como una más pero a ésta se le adiciona una cantidad conocida de algún estandar de plaguicida. El fortificado se corre como un control el cual nos muestra si durante el proceso hubo pérdida debida al tratamiento en sí, dando de este modo un porcentaje de recuperación.*

*El cromatógrafo en el cual se inyectaron las muestras fue un TRACOR 222 con las siguientes especificaciones:*

*Columna.- 1.5% OV-17 / 1.95% QF-1. Con una longitud de 4 pies.*

*Temperatura de la columna.- 175 °C*

*Temperatura del detector.- 250 °C*

*Temperatura del inyector.- 205 °C*

*Flujo de gases.- Nitrógeno = 10 cm<sup>3</sup>/min.*

*Aire = 140 cm<sup>3</sup>/min.*

*Hidrógeno = 90 cm<sup>3</sup>/min.*

*Flujo de gas acarreador.- Nitrógeno = 70 cm<sup>3</sup>/min.*

*Detector.- Fotométrico de flama (FPD)*

*Velocidad de la carta.- 0.25 cm/min.*

**PRUEBA DE TOXICIDAD.** - *la prueba realizada fue de tipo exploratorio ya que el rango de concentraciones utilizadas fue muy amplio, esto con el propósito de definir un rango más apropiado para pruebas de toxicidad que arrojen información más específica en cuanto a las tolerancias del organismo prueba. Por sus características se puede clasificar como sigue:*

- . Estática, en el sentido de que a lo largo de toda la prueba no se hizo recambio de agua.*
- . Con aereación continua.*
- . Por su duración fue de corto plazo, 24 horas.*
- . Concentración letal 50% por la respuesta de los organismos*

*Los organismos que se seleccionaron para la prueba fueron camarones procedentes del estero en estudio, los cuales pertenecían a dos especies, a saber *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris*, estos organismos se eligieron en base a la recomendación que se plantea en APHA(1985) en donde se maneja la filogenia del camarón con respecto a los insectos, para cuyo control se elaboran los plaguicidas; además por ser un producto muy*

importante a nivel comercial y para consumo mismo de las familias del área. Los camarones fueron capturados en el mes de Septiembre, durante la noche y permanecieron dentro de una malla en el estero hasta las 7 a.m., tiempo en el que se repartieron en dos bolsas de polietileno llenas de agua del lugar.

Durante el traslado al laboratorio se mantuvieron a la sombra y con aereación. Las condiciones durante el transporte fueron las siguientes:

BOLSA	OXIGENO (PPM)	TEMP. (°C)	SALINI. ‰	pH
1	3.8	29	2	6.7
2	4.0	29	2	6.8

Solo se emplearon organismos de talla juvenil (3 a 5 cm.) y no se hizo distinción de sexo.

Una vez que se llegó al laboratorio los camarones se encontraron en las siguientes condiciones:

BOLSA	OXIGENO (PPM)	TEMP. (°C)	SALINI. ‰	pH
1	3.6	28.5	2	7
2	3.2	30	2	7

Así permanecieron por un lapso de 24 horas durante las cuales se les mantuvo sin alimentación.

Como cámaras experimentales se utilizaron acuarios de vidrio con una capacidad de 40 lt. Previo a la prueba todos los acuarios fueron lavados con jabón y agua corriente para después enjuagarlos con agua destilada y acetona.

Ya limpios se les puso una capa de sedimento de aproximadamente 1.5 cm. de grosor. Tal sedimento procedía del lugar de estudio, pero con anterioridad se les dio un tratamiento en una multa a 400 °C por un lapso de una hora, de tal modo que se asegurara que quedaban libres de residuos de plaguicidas (Matsumura, 1977).

Posteriormente se vertieron 25 lt. de agua procedente del estero, en cada acuario. Los acuarios, que en total sumaban 8, incluyendo el control, se mantuvieron a una temperatura de entre los 26.5 ° y 28 °C, oxígeno disuelto de entre 5.8 - 7.8 ppm, una



salinidad de 2 ppm y pH que iba de 6.9 - 7.5. Estas condiciones prevalecieron hasta el término de la prueba.

Asimismo se preparó un acuario control que presentaba las condiciones físico-químicas de los acuarios experimentales pero con la diferencia de que en éste no se aplicó ninguna cantidad de plaguicida.

Una vez instaladas las cámaras experimentales y antes de aplicar el plaguicida, se distribuyeron los camarones a las mismas de manera aleatoria.

El tóxico empleado fue Paratión, adquirido en Tapachula, Chis. con el nombre comercial de "Plaguifol", fabricado por Plaguicidas de México S.A. En la etiqueta se refería que el ingrediente activo era paratión metílico al 37%. Se realizaron los cálculos necesarios y se trabajó con las concentraciones y la distribución de organismos que se presenta en el cuadro I.

**CUADRO I**  
**Distribución de los camarones en los acuarios experimentales acorde a las concentraciones de Paratión empleadas**

ACUARIO	Paratión (ppm)	No. de organismos	<i>Penaeus vannamei</i>	<i>Penaeus stylirostris</i>
1	0.001	7	5	2
2	0.005	5	5	0
3	0.950	7	5	2
4	1.000	7	7	0
5	1.520	5	5	0
6	2.660	7	4	3
7	10.55	5	5	0
CONTROL	0	5	4	1
TOTAL		48	40	8

La aplicación del tóxico se realizó mediante una solución que se diluyó con agua directamente del acuario asignado, y se fue vertiendo lentamente. Ya aplicado el plaguicida se fueron registrando las reacciones de tipo cualitativo que iban mostrando

los camarones, de tal manera que se tuviera un esquema general del comportamiento del organismo ante el tóxico.

También se fue registrando el número de organismos que iban muriendo y el tiempo en el que se presentaban los eventos, a fin de contar con los porcentajes de sobrevivencia (Tabla VII).

Para finalizar, en cuanto morlan todos los camarones de un acuario, se tomaba una muestra de agua y otra de sedimento para registrar la distribución del tóxico en cada componente del sistema, por medio de análisis cromatográfico.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el análisis de los resultados se consideró aplicar pruebas estadísticas que permitieran discriminar entre los factores físicoquímicos los más relevantes con respecto a las concentraciones de plaguicidas registradas en las diferentes estaciones de muestreo, de manera tal que se contara con elementos para explicar la conducta de los residuos de plaguicidas dentro del estero. Así mismo se aplicaron pruebas estadísticas para el análisis de los resultados obtenidos durante la prueba de toxicidad.

Para analizar si las concentraciones de los plaguicidas difieren en las estaciones de muestreo y en los meses del año, se aplicaron Modelos de Regresión Múltiple Reparametrizados, tomando como variables independientes los meses del año y las estaciones. Se optó por este análisis ya que las variables antes mencionadas son de tipo categórico y además porque se consideró que este análisis se ve menos afectado por las desviaciones de los supuestos de un modelo estadístico lineal en comparación con el análisis de varianza.

Por otro lado para estimar la posible relación entre los parámetros físicoquímicos y las concentraciones de plaguicidas encontradas en el estero, se utilizaron Modelos de Regresión Múltiple y se pretendió encontrar el mejor modelo para explicar la variación de las concentraciones de plaguicida.

Se aplicó la prueba de Logrank (Méndez, et.al., 1994) para determinar si existía diferencia o no en la sobrevivencia de los camarones expuestos a diferentes concentraciones del tóxico.

Para determinar cual era la CL50 se aplicó el método abreviado de Litchfield y Wilcoxon (Gutiérrez, E., 1983).

Por último se aplicaron Modelos Log-lineales para probar los efectos de la dosis y el tiempo sobre las pautas conductuales de los camarones durante la prueba de toxicidad, de acuerdo a las hipótesis:  $H_0$ : conducta es homogénea para la dosis y tiempo; y  $H_1$ : conducta es heterogénea para la dosis pero no para el tiempo (Castillo, 1988).

## RESULTADOS

### PARAMETROS FISICOQUIMICOS

*En los parámetros fisicoquímicos registrados no se detectaron variaciones significativas, en la tabla I se muestran los valores promedio y desviación estándar, de los parámetros considerados, durante el periodo de Junio a Septiembre de 1988.*

*Los factores salinidad y oxígeno disuelto muestran particularidades; para el caso de la salinidad se encontraron valores muy elevados (34 ‰) con respecto a los registrados en los siguientes 3 meses, esto es Julio, Agosto y Septiembre; en la concentración de oxígeno también se identificó una conducta diferente precisamente en el mes de Junio (ver gráficas 2 y 3, y Tabla I y II).*

### RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

*En los análisis practicados a las muestras de agua no se detectaron plaguicidas sino hasta el mes de septiembre, en las estaciones E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub> y E<sub>1</sub>, en orden decreciente. Los valores de concentración registrados van de 0.0003 a 0.002 ppm. (gráfica 9)*

*En la tabla III se muestran los plaguicidas registrados en sedimento de cada una de las estaciones de muestreo, así como también la distancia del punto de mayor descarga de agua dulce, de los drenes, a cada una de las estaciones. Los puntos de mayor descarga se consideraron bajo el criterio de dimensiones del dren y el sitio en el que terminan su recorrido y por ende el punto final de las aguas que conducen.*

*Los plaguicidas que se detectaron con una mayor frecuencia a lo largo del estudio corresponden a Paratión y Mevinfos, el resto de los plaguicidas únicamente se presentaron como trazas, tal es el caso de Diazinon y Naled.*

*Para el mes de Julio las concentraciones de Paratión en el estero mostraban valores de concentraciones decrecientes partiendo de la estación E<sub>1</sub> (la más cercana al punto de mayor descarga) hasta la E<sub>5</sub> (en la Boca-barra). En el mes de Agosto se encontró un patrón muy similar al del mes de Julio, es decir, la mayor concentración se registró en la E<sub>1</sub> y la menor en la E<sub>6</sub> (gráficas 7 y Tabla IV).*

*Durante el mes de Septiembre se mostró un valor diferente con respecto al patrón observado en los 2 meses anteriores; en la estación E<sub>3</sub> se registró un pico de Paratión, y en la E<sub>1</sub> una concentración muy baja, esto hay que resaltarlo considerando que en meses anteriores era precisamente en esta última estación en donde se registraba la mayor concentración (gráfica 7 y Tabla IV).*

*Para el caso de Mevinfos, en el mes de Julio, la concentración mayor en sedimento fue registrada en la estación E<sub>1</sub> y la menor (no detectada) en la E<sub>6</sub>; sin embargo las*

concentraciones de la estaciones fueron ascendiendo en el siguiente orden:  $E_7$ ,  $E_8$ ,  $E_1$  y  $E_6$ , en la  $E_6$  no se detectaron residuos (gráfica 8 y Tabla IV).

En el mes de Agosto el orden ascendente de las concentraciones de Mevinfos en sedimento fue el siguiente:  $E_2$ ,  $E_4$  y  $E_1$ , para la  $E_3$  y  $E_6$  no se detectaron residuos (gráfica 8 y Tabla IV).

Para el mes de Septiembre el orden en el que se fueron presentando las concentraciones fue el siguiente:  $E_4$ ,  $E_6$ ,  $E_1$ ,  $E_3$  y  $E_2$ .

#### DRENAJE

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el área adyacente al sistema estuarino cuenta con una cantidad considerable de infraestructura hidroagrícola; dicha infraestructura, fundamentalmente drenes o caminos con cuneta (o préstamo lateral), tienen una influencia sobre el sistema estuarino; en la tabla V se presenta una relación de los principales drenes y caminos con cuneta, y los puntos en los que descargan agua y material de arrastre. Así mismo se presenta un croquis en el que se muestra su ubicación (figura 5 y Tabla V).

#### PRUEBA DE TOXICIDAD CON CAMARONES (*Penaeus* spp.)

Durante la prueba realizada con camarones nativos, del estero en estudio, sometidos a diferentes concentraciones de Paratión, se registraron como resultados una serie de reacciones que a continuación se describen a manera de pautas conductuales; se consideró como nivel base conductual a los organismos que se encontraban bajo las mismas condiciones pero sin tóxico, es decir el control:

**CUADRO 2**  
Resumen de pautas conductuales observadas en los camarones (*Penaeus* spp.) durante su exposición al Paratión

Secuencia en el tiempo	Pauta de comportamiento
1	Hiperactividad, natación desordenada, "euforia".
2	Nada hacia la superficie e inicio de pérdida de coordinación natatoria.
3	Necrosamiento de la región branquial.
4	Convulsiones y saltos incluso fuera del acuario.
5	Pasividad, tendencia al enterramiento. Aceleración del batido del escafognatito.
6	Descoordinación total, generalmente en posición ventro dorsal. Respuesta a estímulos mecánicos
7	Detención del batido del escafognatito, sin respuesta a estimulación mecánica

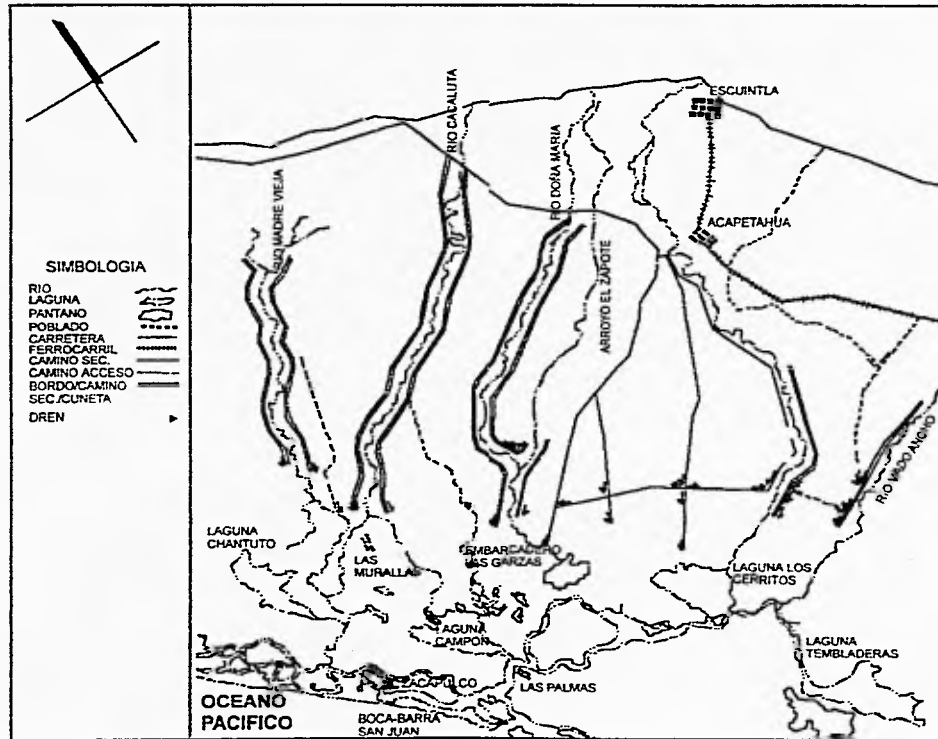


Fig. 5. Localización de la principal infraestructura hidroagrícola

*Todos los eventos arriba descritos se presentaron en lapsos que iban de 10 minutos a 24 hrs. de acuerdo a la concentración a la que se sometieron; los camarones sometidos a las concentraciones más altas mostraron esta conducta en un lapso de tiempo menor y los que fueron expuestos a concentraciones menores los eventos conductuales se presentaron en tiempos mayores (Tabla VI).*

*Los camarones del control no presentaron ningún comportamiento que se asemejara al de los acuarios de prueba.*

*Los datos obtenidos de los ensayos realizados fueron sometidos a diferentes pruebas estadísticas a fin de interpretar por medio de modelos la conducta y cambios físicos de los camarones ante el tóxico y poder contar con elementos para precisar cuales son los factores más relevantes que intervienen en la respuesta.*

#### **ANALISIS ESTADISTICO**

*Con objeto de identificar si la concentración de los plaguicidas difiere en las estaciones de muestreo y en los meses del año y cuales de los parámetros fisicoquímicos intervienen en la concentración de los plaguicidas en el estero, se realizaron los análisis estadísticos cuyos resultados a continuación se describen.*

*El modelo que se aplicó a los datos para probar el efecto temporal y espacial fue de Regresión Múltiple Reparametrizado. En primer lugar se trató de probar si es que las concentraciones de Paratión se ven afectadas por las variables mes y estación (variables categóricas). Como resultado se encontró que no hay diferencia, es decir que no es significativo el efecto del mes ni tampoco el de las estaciones ( $P > 0.05$ ).*

*Posteriormente se probó si es que las concentraciones de Paratión eran afectadas significativamente por las variables mes y distancia de los puntos de mayor emisión. Los resultados reportaron que no son significativos los efectos del mes ni de la distancia. No obstante se identifica una tendencia de la variable distancia sobre la concentración, la relación es negativa (pendiente =  $-0.024$ ), esto es entre mayor la distancia del punto de mayor emisión la concentración es menor.*

*En el análisis de los efectos sobre las concentraciones de Mevinfos se encontraron resultados similares a los obtenidos para Paratión.*

*Después se aplicó el modelo de Regresión Múltiple a todos los factores fisicoquímicos para ver de que manera se asocian a las concentraciones. Primero se trabajó con los datos de Mevinfos y los parámetros: distancia, temperatura, salinidad, oxígeno, pH, turbidez y precipitación pluvial. El modelo resultó ser pobre para explicar cuales de los factores son más importantes o no con respecto a las concentraciones (coeficiente de determinación del 25%).*

Para Paratión el modelo explica cuáles son los factores más relevantes; los resultados del análisis reportan como los factores más importantes asociados a la concentración: 1) oxígeno, 2) distancia, 3) salinidad y 4) pH, el coeficiente de determinación para el modelo completo es del 85.7%. Aplicando una técnica para seleccionar el modelo y eliminando los datos extremos el coeficiente de determinación se eleva al 91%.

El modelo que describe como están asociados los parámetros fisicoquímicos a la concentración [P] (concentración de Paratión) es el siguiente:

$$[P] = -13.43 - 0.39(\text{distancia}) + 0.10(\text{salinidad}) - 1.63(\text{oxígeno}) + 3.35(\text{pH}) + E$$

A este modelo se le hizo un análisis de los residuales y se concluyó que se cumple con todos los supuestos; sólo el examen de autocorrelación resultó inconclusivo.

Para el caso de la prueba de toxicidad se elaboraron curvas de sobrevivencia con el propósito de comparar la respuesta de los camarones para diferentes dosis. Utilizando la prueba de Logrank (Méndez, et.al., 1994) y planteando como  $H_0$ : que no hay diferencia en las curvas de sobrevivencia a diferentes dosis; lo que se concluye es que se  $H_0$  se rechaza encontrándose que hay diferencia entre las curvas de sobrevivencia ( $P < 0.05$ ).

Posteriormente se aplicó el método abreviado de Litchfield y Wilcoxon (Gutiérrez, E., 1983), en el que por medio de un método geométrico se puede determinar la CL50. Lo que se obtuvo es que la CL50 se localizó dentro de un rango de 1.05 y 1.51% con un límite de confianza del 95%. No obstante el modelo no es adecuado por el número de datos con los que se contaron.

Para probar los efectos de interés, en el experimento de toxicidad, se aplicaron pruebas de hipótesis a través de modelos Log-lineales, para los que se definieron como variables causales la Dosis y el Tiempo y Pautas conductuales como variable de respuesta. Las tres variables son categóricas y con ellas se elaboraron tablas de contingencia.

En razón de los datos de sobrevivencia obtenidos (Tabla VII) se decidió utilizar 5 niveles de dosis que corresponden a  $D_3$  (0.95 ppm),  $D_4$  (1.0 ppm),  $D_5$  (1.52 ppm),  $D_6$  (2.66 ppm) y  $D_7$  (10.55 ppm), 4 tiempos de  $T_0$  a  $T_3$  y 4 pautas conductuales; para un primer análisis, tratando de examinar los tratamientos más representados. El resultado para el modelo con una interacción bajo la  $H_0$ : conducta es homogénea para dosis y tiempo (Castillo, 1988), dio un valor de  $\chi^2$  de 154.4 ( $P < 0.001$ ) con lo que rechazamos la hipótesis nula, y concluimos que la respuesta conductual de los organismos es afectada por el tiempo de exposición o la dosis a la que se sometieron.

Se realizó otra prueba cortando en dos tiempos de exposición (el  $T_0$  y el  $T_3$ ), reduciendo la base de datos para la prueba a una tabla de contingencia de  $5 \times 2 \times 4$ .

Se incorporaron al método de análisis estadístico, dos modelos, uno con interacción entre dosis y tiempo y el otro con dos interacciones dosis-tiempo y dosis-conducta. En

*el primer caso la  $H_0$ : conducta es homogénea para dosis y tiempo; y para el segundo  $H_0$ : conducta es heterogénea para la dosis pero no para el tiempo (Castillo, 1988).*

*Los valores de la prueba obtenidos, para ambos casos resultaron altamente significativos ( $P < 0.001$ ) por lo que las  $H_0$  se rechazan. La conclusión en el primer caso es que la respuesta conductual es afectada por la dosis o el tiempo o por ambos; para el segundo caso se prueba que la conducta es afectada tanto por la dosis como por el tiempo de exposición. Por lo tanto ambos factores afectan significativamente la frecuencia de las pautas conductuales.*



## DISCUSION

*Como se ha venido mencionando (y que es importante tener presente), la probabilidad de movimiento de los plaguicidas y sus subproductos, entre los diferentes componentes ambientales, sugiere que la degradación de dichas sustancias en el ambiente es un proceso continuo y dinámico, en el que pueden presentarse diferentes vías, que de manera simultánea favorezcan o participen en su descomposición (figura 1). Esto coincide con Kenaga, (1975); Goring, et. al., (1975); Moilanen, et. al., (1975); Duke, (1977), quienes afirman que la fotodescomposición de plaguicidas es afectada por las condiciones ambientales*

*Para el caso estudiado y de acuerdo con lo reportado por Moilanen y col. (1975), la intervención del pH en la fotólisis de los plaguicidas se puede calificar de poco importante, debido a que a los valores registrados en el periodo de estudio oscilaron entre 6.7 y 7.4 en promedio, esto es, que el agua permaneció prácticamente con un pH neutro. No obstante cabe señalar que para el mes de Junio se registraron los valores más altos de pH (7 a 8.1), lo que nos habla de un ambiente ligeramente alcalino, condición que de acuerdo con Moilanen y col. (1975), Kaufman (1974) y Wang (1991) no favorece a la fotodegradación de los plaguicidas.*

*En la gráfica 4 se puede apreciar la conducta del pH durante el periodo de estudio. En general se puede distinguir una tendencia hacia la acidez conforme va avanzando la temporada lluviosa, lo cual sería una condición benéfica hablando en términos de fotodegradación de acuerdo con Wang, (1991). Aunque de manera ya más específica en las estaciones E<sub>1</sub> y E<sub>6</sub> para el mes de Septiembre sucede lo contrario, alcanzando valores máximos de 7.7. Un aspecto que llama la atención es que estas dos estaciones de muestreo corresponden a la "entrada y salida" de agua del sistema, es decir, en los puntos en los que las concentraciones, en general, resultaron ser las mayores y menores respectivamente (figura 4).*

*Otro factor importante en la fotólisis de los plaguicidas es el oxígeno. En la tabla I de parámetros fisicoquímicos se aprecia que las concentraciones promedio de oxígeno en las diferentes estaciones de muestreo varían de 3.7 a 6.9 ppm; las mayores concentraciones se registraron en la E<sub>6</sub>, esto es en la boca-barra, lo que resulta comprensible tomando en cuenta que en ese punto hay movimiento constante del agua además de una mezcla continua entre el agua del estero y el agua del mar. En el tiempo, el mes que registró mayores concentraciones de oxígeno fue Junio. La tendencia general de las concentraciones fue de reducción conforme avanzaba la estación lluviosa, apesar de lo cual se considera que los niveles de oxígeno registrados influyen de manera relevante en la fotodegradación de los residuos de plaguicidas, de acuerdo con Moilanen y col. (1975) quienes concluyeron que la tasa fotolítica aumenta conforme sea mayor la concentración de oxígeno.*

*No hay que perder de vista que la situación que, según Hassett y Lee (1975), prevalece en los sedimentos de ambientes estuarinos es de anaerobiosis, condición desfavorable*

para que los plaguicidas sean degradados. Por otro lado la luz que penetra al agua y pudiera llegar hasta el fondo es en menor cantidad, por lo que en el fondo del estero la degradación de plaguicidas por vía fotolítica no se considera la más importante (gráfica 3).

Por lo anteriormente expuesto se puede entender el por qué en la  $E_6$ , en general se detectaron las más bajas concentraciones de plaguicidas, en comparación con las otras estaciones. El espacio físico de la  $E_6$  corresponde a un punto menos protegido por vegetación que aminore la entrada de radiación solar, a diferencia de las otras estaciones de muestreo en las que la sombra provocada por el manglar es considerable, en el caso de la  $E_1$ , se encuentra relativamente oscura. Así se puede concluir que los residuos de plaguicidas que se localizan en las zonas más expuestas a radiación solar y en donde las concentraciones de oxígeno sean relativamente altas, el proceso de degradación por vía fotolítica se verá favorecido.

Otro aspecto que participa en la degradación de plaguicidas en ambientes acuáticos es el material suspendido, en particular esta característica se manifiesta en la transparencia del agua. Varios autores coinciden en que la presencia de material suspendido y la naturaleza del mismo, es el principal factor en la degradación de plaguicidas por diferentes vías, incluida la fotólisis (Gomma y Faust, 1974; Mollanen, et.al., 1975; Kaufman, 1974; Kenaga, 1975; Hassett y Lee, 1975; Weber y Weed, 1974; Merkle y Bovey, 1974; Duke, 1977; Armstrong y Konrad, 1974).

La tabla I muestra que la transparencia promedio va de 45.6 cm. a 99.6 cm., en un cuerpo de agua con profundidades promedio que van de 1.23 m. a 1.76 m. De manera general podemos afirmar que la cantidad de material suspendido en agua del estero va de mayor a menor partiendo de la  $E_1$  hacia la  $E_6$  (Tabla II).

En el tiempo la diferencia que se presentó fue ligera, obteniéndose una menor transparencia en los meses de Agosto y Septiembre, lo que se atribuye a la entrada de material que ha sido arrastrado por el agua de origen pluvial; en general se puede decir que la transparencia tuvo una pequeña variación y que la conducta en las estaciones de muestreo se conservó.

Lo interesante de lo anterior es que si estamos suponiendo que al entrar mayor cantidad de material de arrastre en los meses lluviosos, esperaríamos que las concentraciones de plaguicidas aumentaran así como el número de ellos. No obstante lo que se registró solo coincide en parte con tal aseveración, debido a que las concentraciones sí se elevaron pero no se encontró diferencia en la diversidad de plaguicidas.

Aquí cabe mencionar que toda esa dinámica de arrastre de material desde las partes altas, influye directamente en lo que sucede en el estero. Así pues cuando entra la estación lluviosa y se inicia la entrada de agua y material al estero se da una resuspensión del sedimento del fondo y una eventual presencia de residuos en el agua, que ya habían sido depositados.

*Hassett y Lee (1975) menciona que un plaguicida que se ha asociado con material de arrastre o en suspensión tiende a sedimentarse. Una vez que forma parte del sedimento puede ser reincorporado al agua y podrá ser tomado por algún organismo, degradado por microorganismos o simplemente resedimentado.*

*En este contexto se esperaría que en las muestras de agua del estero que se tomaron en los meses de menor transparencia (Agosto y Septiembre) se registraran residuos, lo cual sucedió únicamente para el mes de Septiembre, este hecho se retomará mas adelante (gráfica 9).*

*Al respecto Moilanen y col. (1975) llevó al cabo experimentos en torno a la fotodescomposición del Paratión en presencia de material suspendido al que el plaguicida se adsorbe. Sometió a irradiación el Paratión adsorbido a partículas, obteniendo como resultado la rápida fotólisis del plaguicida en los subproductos Paraoxon y p-nitrofenol.*

*En trabajos realizados por Gomma y Faust (1974) obtuvieron como productos p-nitrofenol y Paraoxon como secundario, al someter Paratión, en presencia de material particulado, a luz ultravioleta en condiciones alcalinas.*

*Ahora, no sólo es importante que exista o no material suspendido en el agua, sino también cual es el contenido o composición de dicho material particulado.*

*En ese sentido, Sánchez y Sánchez (1990) realizaron un estudio del que concluyen que el factor más importante en la adsorción de Mevinfos al suelo es el contenido de arcilla de éste último, adsorción que es facilitada por el complejo arcilla-materia orgánica.*

*Ya se ha hablado de que la adsorción de los residuos a partículas del suelo está muy relacionada con el contenido de materia orgánica y arcilla. En particular la bioactividad del Diazinon y Paratión decrece con el incremento de materia orgánica del suelo (Weber y Weed, 1974).*

*Así mismo se ha mostrado que la arcilla interviene como catalizador de la descomposición de algunos plaguicidas, en especial para los organofosforados y algunos herbicidas (Armstrong y Konrad, 1974; Frank, 1991).*

*En este punto es importante dejar clara la estrecha relación que tienen los eventos físicoquímicos que ocurren en el suelo en el que se aplica directamente el plaguicida y las diferentes vías de degradación y/o modificación de dichas sustancias, que se pueden presentar en el sistema estuarino.*

*Observando las conclusiones a las que llegaron los autores antes citados, se puede interpretar uno de los eventos que se presentan en el estero como sigue: las estaciones en que se registró una transparencia menor es debido a una mayor cantidad de material suspendido, el cual se compone en parte de material orgánico; bajo esa condición habría una mayor cantidad de plaguicida adsorbido a las partículas y su degradación fotoquímica se vería favorecida. Sin embargo hay que señalar que también y de manera simultánea*

parte del material que fue arrastrado al estero sufrirá un proceso de precipitación dando lugar a una concentración o acumulación de los residuos en el fondo del estero.

Cabe aclarar que el tipo de suelo que predomina en la porción de la planicie costera es franco limosa, pero lo que corresponde al suelo del estero se trata de suelo arcilloso predominantemente con más del 50% de material orgánico (IMTA, 1988).

De acuerdo con Weber y Weed (1974) el alto contenido de material orgánico en el sedimento del estero puede resultar desfavorable a la degradación.

Con respecto a la salinidad se encontró un cambio notable entre los meses de Junio y Julio; para Junio todavía se registraron salinidades que iban de 32 a 34 ‰, aumentando de la E<sub>1</sub> a la E<sub>6</sub>, pero para los meses de Julio a Septiembre ya se registraron salinidades de cero en las estaciones E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> y E<sub>4</sub>, mientras que en la E<sub>6</sub> la salinidad fluctuó entre 30 y 24.5 ‰.

Lo anterior encuentra su explicación en la entrada de la estación lluviosa que además de intervenir con aportes de material de arrastre contribuye vigorosamente con la descarga de agua dulce al estero; en este punto no hay que olvidar el papel que juega a este nivel la infraestructura hidroagrícola, aspecto que se abordará en su momento. Según Wang la salinidad, para el caso del Mafatón, favorece la degradación. A mayor salinidad es más rápida la degradación: con 40 ‰ se reduce a la mitad la concentración de los residuos en un tiempo de 3.4 días; a una salinidad de 0 ‰ se reduce a la mitad la concentración de los residuos en un tiempo de 25 días (Wang, 1991).

De acuerdo con los datos que se registraron en campo y por lo reportado por Wang (1991), la salinidad en el sistema estudiado no es un factor determinante para la degradación de los residuos de plaguicidas durante lluvias, debido a que la salinidad en el estero es muy baja. Posiblemente en temporada de secas la participación de éste factor sea relevante.

En el caso de la temperatura, para el estero se registraron temperaturas en agua que prácticamente no mostraron variación, los promedios se muestran en la tabla I; así podemos hablar de un sistema isotérmico durante el verano (Tablas I y II).

Las temperaturas del agua del estero son altas en términos generales, lo que nos lleva a pensar que, de acuerdo con Kaulman (1974) y Frank (1991), éste factor tiene una influencia fundamental en una eventual degradación térmica o también contribuye en otro tipo de degradación. Se puede decir que las altas temperaturas son una de las principales "defensas" que tiene el sistema contra los impactos de residuos de plaguicidas.

Kaufman (1974) afirma que a temperaturas altas la tasa de degradación aumenta, ya sea química, fotolítica o biológica.

*La entrada de las lluvias en la zona resulta relevante ya que entre otros eventos se da el arrastre de gran cantidad de material que se va depositando en los esteros. Esta materia, específicamente en la zona, proviene de superficies de uso agropecuario en las que se hacen aplicaciones de plaguicidas con cierta frecuencia, en consecuencia al llegar las lluvias toda esa superficie es deslavada arrastrando además de materia, residuos de plaguicidas que han sido adsorbidos por las partículas de arrastre, fenómeno que ha sido registrado por diversos autores (Wang, 1991).*

*Específicamente se pensaba que podían presentarse dos situaciones. Por un lado la precipitación pluvial podía diluir de manera tal que al analizar las muestras se encontraría que las concentraciones mostrarían una tendencia a disminuir conforme avanzara la entrada de las lluvias; por otro lado también se tenía presente que lo que podría ocurrir era que las concentraciones de plaguicidas presentarían una tendencia a elevarse, debido fundamentalmente al arrastre de plaguicidas adsorbidos en partículas que se habrían acumulado en el suelo de uso agropecuario durante el periodo anterior a la estación lluviosa.*

*Finalmente conforme a lo que se encontró se puede decir que la interpretación que más se acercó a la realidad fue la segunda alternativa. Lo cual nos lleva a darle un alto nivel de importancia a la precipitación pluvial como factor determinante en el transporte y destino de los residuos de plaguicidas que se aplican en la zona agrícola aledaña al estero.*

*Por lo que respecta al drenaje habrá que iniciar comentando que la zona aledaña al estero históricamente era una planicie costera que por su baja pendiente y el régimen y abundancia de las lluvias, permanecía inundada una parte del año. Tal condición hacía imposible un aprovechamiento agropecuario adecuado de superficies considerables lo que repercutía en la economía de la zona.*

*Con la puesta en marcha del Proderith (1978) y luego con el Plan de Desarrollo Agropecuario Costa de Chiapas (1983), el régimen hidrológico de la zona se modificó, esto repercutió en la dinámica del área de esteros. Así, se tiene que los volúmenes de agua dulce de aportación continental hacia el estero se elevaron (IMTA-CIES, 1992) y el tiempo en el que se incorporaban al sistema se redujo.*

*En este sentido se tienen datos como las salinidades que del mes de Junio al mes de Julio se abaten hasta 0 ‰. Otros datos que fundamentan la aseveración anterior son los propios comentarios de las gentes que habitan en la zona, quienes hablan del beneficio que les han traído los drenes al ya no inundarse sus parcelas.*

*Observando que la presencia de plaguicidas en el estero tiene repercusión no sólo en el sistema a nivel físico sino también en el componente biótico, es necesario plantear los posibles efectos que se puedan distinguir en las diferentes comunidades.*

*Los daños patentes se pueden identificar en toda la comunidad biótica de los esteros en los que de una u otra manera se ha impactado por plaguicidas; un daño directo se puede*

presentar en la comunidad bentónica. En primer lugar la acumulación de residuos de plaguicidas en las diferentes poblaciones que conforman la comunidad; abatimiento de las poblaciones por envenenamiento crónico y letal causado por plaguicidas; aumento en la cantidad de residuos de plaguicidas adsorbidos por partículas suspendidas en la columna de agua; exceso en la cantidad de material de arrastre que es depositado sobre las poblaciones impidiendo un desarrollo adecuado de las mismas; exceso en la cantidad de materia en suspensión que modifica la tasa fotosintética de la comunidad fitoplanctónica.

Si bien es cierto que se han encontrado vías de degradación biológica de plaguicidas (Kaufman, 1974; Hiltbold, 1974 ), también existen trabajos que relacionan los daños que éstas sustancias ocasionan a diferentes organismos en diversas concentraciones (Parr, 1974; Grant y Payne, 1982; Thompson y Edwards, 1974; Kenaga, 1979).

En relación a lo anterior, la prueba de toxicidad realizada, solo se trata de un ensayo con camarones nativos a los que se les sometió a diferentes concentraciones de Paratión; uno de los propósitos era identificar los cambios conductuales y físicos ocasionados por el envenenamiento, los resultados que se obtuvieron coincidieron con los reportados por Martínez y col. (1991) y por Ram (1991).

Comparando las concentraciones de Paratión utilizadas en las cámaras experimentales (0.001 a 10.55 ppm) y las concentraciones registradas en las muestras del estero (0.1 a 7.32 ppm), encontramos que el rango de concentraciones registradas en campo cae dentro del utilizado en la prueba, lo que nos llevaría a suponer que los camarones en su ambiente natural estarían muriendo en periodos cortos de tiempo. No obstante, las condiciones bajo las cuales se realizó la prueba nos llevan a pensar que la sobrevivencia de los camarones también se vió afectada por otros factores. Cuando se aplicó el plaguicida a los acuarios experimentales, suponemos que la concentración en el agua era muy alta, esto en los primeros minutos; conforme fue transcurriendo el tiempo el Paratión fue depositándose en el sedimento y en el material suspendido de modo tal que al final de la prueba y al tomarse las muestras de agua y sedimento el plaguicida no se detectó en agua y en cambio si se registró en sedimento. Esto nos puede dar una idea de cómo y en qué período tan breve se pueden depositar los residuos de plaguicidas. Por otro lado se identifica que los camarones, durante los primeros minutos, estuvieron expuestos muy directamente al tóxico y que el daño branquial fue eminente.

En relación al análisis estadístico practicado, con la prueba de Logrank se encontró que las curvas de sobrevivencia son diferentes, por lo que se tiene que las dosis afectan de manera distinta a los organismos expuestos al tóxico.

Por los resultados arrojados en el análisis con el modelo Log-lineal se puede concluir que la dosis y el tiempo de exposición afectan de manera independiente la respuesta de sobrevivencia de los camarones; dado el fenómeno y los niveles de significancia de ambas variables, es muy probable que la interacción de ambas afecte también de manera significativa.

*Los resultados obtenidos de los análisis estadísticos aplicados a los datos deberán tomarse con las reservas del caso, principalmente por los tamaños de muestra y el número de mediciones practicadas. Se puede plantear la realización de trabajos que consideren algunos aspectos de esta investigación como objetivos centrales.*

*Como referencia en E.U., The National Technical Advisory Subcommittee for fish, other aquatic life and wildlife, clasificó a los plaguicidas orgánicos en tres grupos basándose en la toxicidad relativa a camarón, y precisamente el Paratión y Mevinfos que fueron detectados en el estero estudiado, aparecen en el grupo de mayor toxicidad junto con otros clorados (Gomma y Faust, 1974).*

*Existen indicadores de límite máximos permisibles de plaguicidas en agua; por un lado la FWPCA (Federal Water Pollution Control Administration of U.S.A.) recomienda como nivel máximo de residuos de plaguicidas en agua 50 ng/lit, en donde incluyen a Paratión y mevinfos; por otro lado la EPA (Environmental Protection Agency of U.S.) establece los límites para el Paratión y Mevinfos en 4 ng/lit. (A.P.H.A., 1985; Hassett y Lee, 1975).*

*En México se emitió un Reglamento por parte de la SARH en 1975, en el que marca que para aguas costeras (en donde incluyen esteros) el límite máximo permisible de Paratión es de 1000 ng/lit.; en 1990 la Gaceta Ecológica (del Instituto de Ecología) expidió límites máximos permisibles para el Paratión en agua dulce y marina, en 40 ng/lit. (SARH, 1975; INE, 1990).*

*Actualmente en nuestro país no se cuenta con límites máximos permisibles para el caso de plaguicidas en sedimento, sin embargo dentro del trabajo se contempló el análisis de muestras de agua, en donde no se registraron residuos sino hasta el mes de septiembre.*

*Los niveles de plaguicida encontrados en agua (debajo 0.0025 ppm) no fueron superiores a los límites máximos permisibles de acuerdo a lo establecido por el Instituto Nacional de Ecología (0.040 ppm) ni tampoco los de la Environmental Protection Agency (0.004 ppm), lo que resulta positivo pero que no deja de ser preocupante sobre todo pensando en que la tecnificación del temporal que se promueve aún no ha alcanzado a consolidarse; en el caso de la ganadería que es una actividad muy importante y que presenta una tendencia a crecer, la aplicación de agroquímicos es incipiente, esto es, se están iniciando prácticas de fertilización y control de plagas en algunas praderas; en cuanto a la agricultura la adopción de paquetes tecnológicos en donde el uso de agroquímicos es un aspecto primordial, aún no se logran los impactos esperados.*

*Por otro lado la constante promoción que se está realizando en favor de la conservación de la infraestructura, básicamente drenaje del área agrícola adyacente al estero, llama la atención debido a que esto constituye una entrada constante de residuos de agroquímicos al estero.*

*Tal es el caso del área estuarina del Indian River en Florida, estudiado por Wang (1991), en donde adyacente a ésta se encuentran vastas superficies citricolas y agrícolas mismas que son drenadas por una red de canales. Dichos canales descargan*

directamente al estero conformando una vía directa para la introducción de plaguicidas.

A pesar de esta situación la zona de estudio se encontró en un momento adecuado para tomar medidas en el qué, para qué, cómo, cuánto, cuándo aplicar plaguicidas y agroquímicos en general. Se menciona que se encontró en un momento adecuado en el sentido de que los niveles de residuos medidos en el estero aún no eran críticos.

Las concentraciones registradas en sedimento van de 0.10 a 7.32 ppm para el caso de Paratión y de 0.06 a 3.81 ppm para el Mevinfos, esto identifica a este componente del estero como un reservorio de plaguicidas (Tabla IV).

La presencia y concentraciones de plaguicidas en los puntos de muestreo no fue regular en el tiempo, como se puede apreciar en las gráficas 7 y 8; lo anterior nos lleva a pensar que hay un proceso continuo de degradación y acumulación de residuos en el fondo del estero, como lo afirma Duke (1977) y Goring y col. (1975).

Las diferencias encontradas en el mes de Septiembre, con respecto a lo observado en Julio y Agosto, en la distribución de las concentraciones de Paratión se pueden atribuir a la entrada de una mayor cantidad de agua al estero. Las concentraciones de la  $E_1$  se muestran menores y, las estaciones  $E_3$  y  $E_4$  por localizarse en sitios en los que las velocidades de corriente disminuyen, se favorece más la sedimentación y la acumulación de plaguicidas en el fondo (gráfica 7).

Para Mevinfos el panorama en el tiempo resultó parcialmente diferente en comparación con el Paratión. Durante los meses de Julio y Agosto se registró la mayor concentración en la  $E_1$ , pero para Septiembre se registró en la  $E_2$ . En general el patrón que se encontró durante el último mes fue semejante a la del Paratión y para la cual podemos dar la misma explicación. No obstante para Mevinfos las concentraciones en los meses de Julio y Agosto aumentaron en las  $E_2$  y  $E_4$ , mientras que en la  $E_3$  disminuyó. La  $E_6$  se distinguió por no haberse detectado durante Julio y Agosto (gráfica 8).

Es difícil pensar que la conducta de un plaguicida en un sistema como el que nos ocupa muestre un patrón sencillo de interpretar esto básicamente por que las variantes que intervienen en su distribución y destino son muchas y de muy diferente naturaleza. Esto se puede apreciar en el desempeño de Paratión y Mevinfos en el estero Las Garzas.

Debido a que la participación de los factores ambientales es de manera simultánea, resulta difícil asignar a uno solo o a varios por separado la responsabilidad de la variación de las concentraciones de plaguicida en el sistema estuarino. Al respecto en el presente trabajo se utilizó una técnica de Regresión Múltiple con el propósito de encontrar la participación de los diferentes factores. El uso de esta herramienta o de otras multivariadas conserva la idea de una interpretación integral dado el carácter multifactorial del fenómeno. Este aspecto en particular no se maneja en los trabajos citados en el presente documento.



*El desempeño de un plaguicida en medios acuáticos, al igual que en otros medios, también recae en su naturaleza y más aún en el plaguicida de que se trate, se habla entonces de que existen diferencias entre la conducta de un plaguicida y otro a pesar de pertenecer al mismo grupo, en este caso a los organofosforados (Miller, et.al., 1982; Goring, et.al., 1975; Duke; 1977; Martínez, et.al., 1991).*

*El hecho de que los residuos de plaguicidas de uso agropecuario lleguen a depositarse en el sistema de esteros tiene efectos a otro nivel, tal es el de las pesquerías. Las comunidades que se han establecido en las inmediaciones del estero obtienen una parte significativa de sus ingresos del aprovechamiento y explotación del estero, además de que muchas de sus actividades domésticas las realizan utilizando esa agua. Así pues existe un riesgo real, de no tomarse medidas, de afectación de la actividad pesquera y de la salud pública.*

*Un punto que es interesante discutir es el relacionado a la realización de estudios de impacto en el que se involucren a todas las componentes del Proderith. Si bien es cierto que dicho programa se distingue por la atención que ha puesto al buen manejo de los recursos suelo y agua, no ha sido la suficiente como para evitar que las prácticas productivas de la zona impacten de manera negativa a sistemas como los esteros de Acapetahua.*

*Otra situación que es inegable y que de una u otra manera ha repercutido, es la falta de vinculación entre los sectores de investigación y desarrollo de tecnología del país con el sector productivo. Ya que existen tecnologías productivas de bajo impacto ambiental que no están al alcance de los productores.*

*Otra realidad que no hay que dejar de lado, es que en nuestro país el desarrollo de tecnología y nuevas prácticas para control de plagas se encuentran en una etapa inicial y son casos prácticamente aislados en los que el control integral de plagas es una realidad.*

*Por último, el pasado 5 de junio de 1995 el sistema estuarino conocido como La Encrucijada, y del que forma parte el área de estudio, fue decretado Reserva de la Biósfera mismo que se encuentra bajo la administración del Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas.*

*Este hecho aunque aparentemente pueda ofrecer una solución a la problemática ambiental en la que está sumergido el sistema de esteros, sólo resulta ser parcial debido a que las actividades productivas y en general las socioeconómicas de la zona adyacente al sistema que nos ocupa no se verán afectadas por este decreto.*

*Si consideramos que una parte muy importante de la afectación de los esteros tiene su origen en las partes altas, se tendría que actuar a un nivel aún más grande, esto es, en las subcuencas y cuencas implementando acciones que conlleven la conservación y el aprovechamiento de sistemas tan ricos como lo es el área estuarina del municipio de Acapetahua, Chiapas.*

## CONCLUSIONES

*Se registraron los plaguicidas organofosforados Paratión y Mevinfos en el sedimento; los plaguicidas Diazinon y Naled sólo se registraron como trazas en sedimento y; en el agua se registró la presencia del plaguicida Paratión.*

*En el año de trabajo, las concentraciones de plaguicidas registradas en agua, durante la época de lluvias, no rebasan los límites máximos permisibles establecidos por el INE y los de la EPA, por lo que podemos concluir que el sistema se encuentra en condiciones aceptables con respecto a la contaminación por plaguicidas organofosforados.*

*Los factores fisicoquímicos asociados para explicar la variación en las concentraciones de plaguicidas son en orden de importancia el oxígeno, distancia del punto de emisión, salinidad y pH.*

*Las diferentes dosis y los tiempos de exposición utilizadas en el ensayo de toxicidad afectan de manera significativa el patrón de respuesta del organismo prueba.*

*Existe un gran potencial en la Costa del estado de Chiapas para el desarrollo de explotaciones acuícolas. De aquí que en este caso debe encontrarse el punto de equilibrio entre la actividad agropecuaria y la acuícola.*

## RECOMENDACIONES

### GENERALES

*Es innegable que se requiere de atención bien fundamentada y orientada para que el uso de plaguicidas en las condiciones actuales sea realmente adecuado y no se quede en la recomendación tradicional por receta que se puede aplicar en condiciones muy diversas.*

*El concepto de manejo integral de recursos debe ser difundido y llevado a la práctica, ya que de no ser así se continuarán realizando intentos infructuosos para alcanzar un desarrollo sustentable.*

*La dimensión ambiental debe ser incluida en toda acción que se vaya a emprender, como son proyectos productivos y de desarrollo no solo para cumplir un requisito, sino para que en realidad se haga conciencia sobre su conveniencia si se aspira a un manejo integral de recursos.*

*Es recomendable que se realicen bioensayos con especies nativas a fin de tener datos sobre las tolerancias a los plaguicidas utilizados en la zona, de tal manera que se tengan indicadores para el desarrollo de una actividad productiva de bajo impacto para las comunidades bióticas y para los sistemas que se ubican en las partes bajas.*

### ESPECIFICAS

*De acuerdo a lo que se ha venido tratando a lo largo del presente trabajo el origen de la contaminación por plaguicidas se encuentra en la actividad productiva agropecuaria conjugada con los procesos naturales que tienen efecto en la zona, ante esto es evidente que las recomendaciones que se emitan tendrán que orientarse precisamente desde ese nivel y no directamente en el sistema que se esta viendo afectado.*

*Así se recomienda que se diseñe y ponga en marcha un Plan de Acción en el que se incluyan programas y estudios como:*

*- Estudios de Insectos benéficos y plagas, que identifiquen plenamente cuáles son las plagas insectíles que provocan serios daños a los sistemas productivos predominantes de la zona, y cuales son los insectos que pueden aprovecharse en un control biológico y/o integral de plagas.*

*Una vez identificados los insectos benéficos se puede promover entre los productores agropecuarios de la zona, su cuidado y aprovechamiento.*

*- Ante la constante promoción de conservación y mantenimiento del sistema de drenaje hidroagrícola, el establecimiento de un sistema de monitoreo químico de plaguicidas en diferentes ecosistemas que eventualmente puedan ser afectados por residuos de*

*plaguicidas. Este puede ser una parte complementaria de los sistemas de monitoreo de calidad del agua de la Comisión Nacional del Agua.*

*- Se recomienda que se establezca un programa de capacitación dirigido a los técnicos que laboran en la zona y a los productores, con el que se pretenda desarrollar capacidades para: determinar umbrales económicos de daño por plagas insectíles y su control integral, realizar evaluaciones de impacto ambiental de manera práctica, utilizar insectos benéficos de la zona para controlar plagas.*

*- La implementación de un programa de uso racional de plaguicidas en el que participen productores a través de sus organizaciones; programa que tendrá como objetivos el difundir: prácticas de control biológico e integral de plagas, los umbrales económicos como criterio para la aplicación de plaguicidas, la biología de las plagas que afectan a los sistemas productivos principales de la zona, la importancia de identificar y actuar para mitigar los impactos ambientales que se puedan provocar con la actividad productiva.*

*Por otro lado es recomendable el desarrollo y promoción de paquetes tecnológicos de cultivos resistente a las plagas más recurrentes en la zona, teniendo presente el evitar las grandes extensiones establecidas con monocultivos.*

*Promover y apoyar la investigación y la implementación de cultivos de tipo orgánico, que en el estado de Chiapas se han venido trabajando y con los que se han obtenido buenos resultados en términos ecológicos y económicos.*

## LITERATURA CITADA

- APHA, AWWA, WPCF.** 1985. *Standard methods for the examination of water and wastewater.* EUA. 16a. Ed.
- Armstrong, D.E. y J.G. Konrad.** 1974. *Non biological degradation of pesticides.* En: *Pesticides in soil and water.* Ed. W.D. Guenzi Soil Science Society of America, Inc. E.U. 123-130p.
- Arnon, I.** 1987. *La Modernización de la agricultura en países en vía de desarrollo: recursos-potenciales-problemas.* Ed. Limusa. México. 733 pp.
- Arruda, J.A., M.S. Cringan, W.G. Layher, G. Kersh y Ch. Bever.** 1988. *Pesticides in fish tissue and water from Tuttle Creek lake, Kansas.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 41:617-624.
- Castillo, M.A.** 1988. *El Modelo log-lineal para el análisis de tablas de contingencia, una herramienta útil y sencilla. Monografías y Manuales en Estadística y Cómputo. Vol. 7(3). Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 64 p.*
- Comisión del Plan Nacional Hidráulico (CPNH).** 1981. *Diagnóstico de factibilidad del proyecto Acapetahua, Chiapas. PRODERITH.*
- Chesters, G., H.B. Plonke y T.C. Daniel.** 1974. *Extraction and analytical techniques for pesticides in soil, sediment and water.* En: *Pesticides in soil and water.* Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 451-539 p.
- Diario Oficial de la Federación.** 1988. *Catálogo Oficial de Plaguicidas.* México, D.F.
- Duke, T. W.** 1977. *Pesticides in aquatic environments on overview.* En: *Pesticides in aquatic environments.* Ed. M.A. Quddus. U.S. 1-7 p.
- Edwards, C.A.** 1977. *Nature and origins of pollution of aquatic systems by pesticides.* En: *Pesticides in aquatic environments.* Ed. M.A. Quddus. U.S. 11-38 p.
- Environmental Protection Agency (EPA).** 1979. *Manual of Analytical methods for the analysis of pesticide residues in human and environmental samples.* Ed. J. F. Thompson. U.S.
- FAO.** 1986a. *Código Internacional de las Naciones Unidas para la distribución y utilización de plaguicidas.* Roma, Italia. 31 pp.
- FAO.** 1986b. *Plaguicidas y Salud. Ecología Humana y Salud IECO/OMS/OPSI Vol. V (1):2-4.*
- Frank, R., H.E. Braun, M. Von Hove Holdrinet, G.J. Sirons, y B.D. Ripley.** 1982. *Agriculture and water quality in the Canadian Great Lakes basin: V. Pesticide use in 11*

agricultural watersheds and presence in stream water 1975-1977. *J. Environ. Qual.* 11(3):497-505.

Frank, R., H.E. Braun, B.D. Ripley y B.S. Clegg. 1990. Contamination of rural ponds with pesticide. 1971-85 Ontario, Canada. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 44: 401-409

\_\_\_\_\_. 1991. Degradation of parent compounds of nine organophosphorus insecticides in Ontario surface and ground waters under controlled conditions. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 47:374-380.

Flores, M. 1984. Análisis del impacto biológico en obras hidráulicas. Tesis licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias UNAM. 85 pp.

García, C.J. 1994. Bioacumulación. En: Memoria del curso de Limnología aplicada. Boletín Informativo del Consejo de la Cuenca Lerma-Chapala. No. especial, enero 1994.

García, M.E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, México, D.F. 252 pp.

Gomaa, H.M. y S.D. Faust. 1974. Removal of organic pesticides from water to improve quality. En: *Pesticides in soil and water*. Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 413-448 p.

Goring, C.A.I., D.A. Laskowski, J.W. Hamaker y R.W. Meikle. 1975. Principles of pesticide degradation in soil. En: *Environmental dynamics of pesticide*. Ed. R. Haque y V.H. Freed. E.U. 135-171 p.

Grant, M.A. y W.J. Payne. 1982. Effect of pesticides on denitrifying activity in salt marsh sediments. *J. Environ. Qual.* 11(3): 369-372.

Gutierrez, L.E. 1983. Caracterización tóxica de algunos efluentes industriales mediante bioensayos estáticos con renovación. Facultad de Ciencias, UNAM. Tesis de Licenciatura en Biología. 64 pp.

Haque, R., P.C. Kearney y V.H. Freed. 1977. Dynamics of pesticides in aquatic environments. Ed. M.A. Qudus. U.S. 39-52 p.

Hassett, J.P. y G.F. Lee. 1975. Modeling of pesticide in the aqueous environment. En: *Environmental dynamics of pesticides*. Ed. R. Haque y V.H. Freed. E.U. 173-184 p.

Henoa, H.S. y G. Corey. 1986. Plaguicidas organofosforados y carbámicos. Serie Vigilancia 2. OPS/OMS, México.

Hiltbold, A.E. 1974. Persistence of pesticides in soil. En: *Pesticides in soil and water*. Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 203-220 p.

IMTA. 1988. Guía técnica para producción y conservación en el trópico. Jiutepec, Mor. 642 pp.

**IMTA-CIES.** 1992. *Diagnóstico ecogeográfico de la región hidrológica de Acapetahua, El Soconusco, Chiapas, México.* 51 pp.

**IMTA-UACH.** 1993. *Curso de fertilizantes, plaguicidas y efectos ambientales.* México, D.F.

**Instituto Nacional de Ecología.** 1990. *Criterios de Calidad del Agua.* Gaceta Ecológica, No. 20 enero 1990. 26-36 p.

**Instituto Tecnológico de Sonora.** 1987. *Evaluación del impacto ecológico de la descarga del colector principal No. 1 en el sistema estuarino La Atanasia-Santo Domingo del Valle del Yaqui. Tercer informe de avance.* Dirección de fomento a la investigación del ITSON, Cd. Obregón, México.

**Kaufman, D.D.** 1974. *Degradation de pesticides by microorganisms.* En: *Pesticides in soil and water.* Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 133-185 p.

**Kenaga, E.E.** 1975. *Partitioning and uptake of pesticides in biological systems.* En: *Environmental dynamics of pesticides.* Ed. R. Haque y V.H. Freed. E.U. 217-273 p.

**Kenaga, E.E.** 1979. *Acute and chronic toxicity of 75 pesticides to various animal species.* *Down to Earth* vol. 35(2): 9-15

**Martínez, L., R. Alfaro, E. Sánchez y I. Galar.** 1991. *Toxic effect of parathion on Moina macrocopa.* *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 47:51-56.

**Matsumura, F.** 1977. *Absorption, accumulation and elimination of pesticides by aquatic organisms.* En: *Pesticides in aquatic environments.* Ed. M.A. Quddus. E.U. 77-105 p.

**Méndez, I., G.D. Namihra, A.L. Moreno y C.S. Martínez.** 1994. *El Protocolo de Investigación: Lineamientos para su elaboración y análisis.* Ed. Trillas. México. 210 pp.

**Merckle, M.G. y R.W. Bovey.** 1974. *Movement of pesticides in surface water.* En: *Pesticides in soil and water.* Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 99-106 p.

**Miller, T.G. y P. Armstrong.** 1982. *Living in the environment.* Ed. Wadsworth, Inc. E.U. 491 pp.

**Moilalen, K.W., D.G. Crosby, C.J. Soderquist y A.S. Wong.** 1975. *Dynamic aspects of pesticide photodecomposition.* En: *Environmental dynamics of pesticide.* Ed. R. Haque y V.H. Freed. E.U. 45-60 p.

**Morley, H.V.** 1977. *Fate of pesticides in aquatic environments.* En: *Pesticides in aquatic environments.* Ed. M.A. Quddus. E.U. 53-74 p.

**Parr, J.F.** 1974. *Effect of pesticides on microorganisms in soil and water.* En: *Pesticides in soil and water.* Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 315-337p.

**Peña, E.C.** 1971. *Estudio de la influencia de pesticidas sobre las aguas estuarinas de la Bahía de Lobos, Sonora. Primer informe parcial.* Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. México.

----- 1974. *Estudio de la influencia de pesticidas sobre las aguas y fauna marina de la Bahía de Yavaros, Sonora.* Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. México.

----- 1975. *Estudio de la influencia de pesticidas sobre las aguas y fauna marina de la Bahía del Tóbari, Sonora. Primer informe parcial.* Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. México.

**Ram, M.D. y K. Gopal.** 1991. *Neurobehavioral changes in freshwater fish Channa punctatus exposed to Fenitrothion.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 47:455-458.

**Restrepo, I.** 1988. *Naturaleza Muerta: Los plaguicidas en México.* Ed. Océano. México. 236 pp.

**Sánchez, M., M.J. Sánchez.** 1990. *Effect of colloidal soil components on the adsorption of mevinphos.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 44:106-113.

**SARH.** 1975. *Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas.* Diario Oficial de la Federación, 29 de marzo de 1973. 33-53 p.

**SARH.** 1983. *Proyecto de Desarrollo Agropecuario Costa de Chiapas.* Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas.

**Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.** 1985. *Estudio de la contaminación por agroquímicos en esteros y cuerpos de agua en la región del Soconusco, Chiapas.* Delegación Regional de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

**Secretaría de Gobernación.** 1988. *Los Municipios de Chiapas.* Gobierno del Estado de Chiapas.

**Secretaría de Gobernación.** 1992. *Agenda Estadística del Estado de Chiapas.* Gobierno del Estado de Chiapas.

**Thompson, R.A. y C.A. Edwards.** 1974. *Effects of pesticides on nontarget invertebrates in freshwater and soil.* En: *Pesticides in soil and water.* Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 341-375 p.

**Wang, T.** 1991. *Assimilation of malathion in the Indian river estuary, Florida.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 47:238-243.

**Weber, J.B. y S.B. Wood.** 1974. *Effects of soil on the biological activity of pesticides.* En: *Pesticides in soil and water.* Ed. W.D. Guenzi. Soil Science Society of America, Inc. E.U. 223-250 p.



***A N E X O***

***TABLAS Y GRAFICAS***

**TABLA I.**  
**Parámetros fisicoquímicos registrados en el periodo**  
**de Junlo a Septiembre de 1988, en el estero Las Garzas.**  
**Valores prodemio y desvlación estandar.**

PARAMETRO		E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
TEMPERA. C	media	30.03	30.65	30.37	30.90	29.62
	D.S.	0.96	1.24	1.34	1.26	0.54
pH	media	6.7	6.9	7	7	7.4
	D.S.	0.36	0.24	0.32	0.33	0.47
TRANSP. (cm)	media	46.12	45.62	64.62	68	99.62
	D.S.	6.86	10.22	4.89	11.97	22.64
PROF. (m)	media	1.23	1.57	1.47	1.31	1.76
	D.S.	0.25	0.31	0.21	0.18	0.22
SALINIDAD %.	media	8.5	8.5	8.5	8	28.67
	D.S.	14.72	14.72	14.72	13.85	3.67
OXIGENO (ppm)	media	3.72	4.52	4.28	3.6	6.9
	D.S.	0.40	0.40	1.95	1.67	0.60

E 1 - LAS GARZAS  
E 2 - PAISTALON  
E 3 - MACHON  
E 4 - ZACAPULCO  
E 5 - BOCA BARRA SAN JUAN

**TABLA II.**  
Factores fisicoquímicos registrados por cada estación y por mes.

FACTOR	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
<b>E1</b>				
TEMP.°C	31.5	30.25	29.5	29
SALIN. ‰	34	0	0	0
O <sub>2</sub> PPM	3.6	4.3	3.8	3.2
pH	7	7	6.1	6.7
TRANSP. CM	47	57	40.5	40
PROF. MTS.	1.20	1.20	1.61	.90
<b>E2</b>				
TEMP.°C	32.5	30.5	30.62	29
SALIN. ‰	34	0	0	0
O <sub>2</sub> PPM	5.1	4.6	4.4	4
pH	7.3	7	6.8	6.65
TRANSP. CM	50	58	44.5	30
PROF. MTS.	1.80	1.83	1.05	1.60
<b>E3</b>				
TEMP.°C	32.5	29.5	30.5	29
SALIN. ‰	34	0	0	0
O <sub>2</sub> PPM	7.6	3.6	3.3	2.6
pH	7.5	7	6.9	6.6
TRANSP. CM	64	70	67.5	57
PROF. MTS.	1.50	1.20	1.78	1.42
<b>E4</b>				
TEMP.°C	32.5	30.75	31.37	29
SALIN. ‰	32	0	0	0
O <sub>2</sub> PPM	6.4	3	3	2
pH	7.5	7	7	6.57
TRANSP. CM	53	66	86.5	66.5
PROF. MTS.	1.30	1.03	1.41	1.50
<b>E5</b>				
TEMP.°C	29.5	29.5	30.5	29
SALIN. ‰	34	30	26.2	24.5
O <sub>2</sub> PPM	7.9	6.8	6.6	6.3
pH	8.1	7	7	7.7
TRANSP. CM	76	78	121.5	123
PROF. MTS.	1.80	2.0	1.83	1.40

**TABLA III.**  
*Relación de residuos registrados en el estero Las Garzas, Chis. (1988), y las distancias del punto de mayor emisión a las estaciones de muestreo.*

<i>ESTACION</i>	<i>PLAGUICIDA</i>	<i>DISTANCIA DEL PUNTO DE MAYOR EMISION (KM)</i>
<i>E 1</i>	<i>PARATION MEVINFOS</i>	<i>0.850</i>
<i>E 2</i>	<i>PARATION MEVINFOS</i>	<i>1.860</i>
<i>E 3</i>	<i>PARATION MEVINFOS</i>	<i>6.160</i>
<i>E 4</i>	<i>PARATION MEVINFOS</i>	<i>11.640</i>
<i>E 5</i>	<i>MEVINFOS</i>	<i>9.520</i>

**TABLA IV.**  
**Concentraciones (ppm) registradas de residuos de los plaguicidas Paratión y**  
**Mevinfos en sedimento del estero Las Garzas en los meses de Julio, Agosto y**  
**Septiembre de 1988.**

	PARATION (PPM)			MEVINFOS (PPM)		
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.
E1	7.32	2.51	0.88	1.56	3.06	0.66
E2	2.57	1.24	2.55	0.07	0.60	3.81
E3	0.33	0.60	2.84	0.83	ND	1.87
E4	0.10	0.49	0.49	0.12	0.81	0.06
E5	ND	ND	ND	ND	ND	0.16

ND: NO DETECTADO

**TABLA V.**  
*Relación de los principales drenes y caminos con cuneta (infraestructura hidroagrícola) de la zona de Acapetahua, Chis., así como los puntos en los que descargan.*

<b>DREN</b>	<b>PUNTO DE DESCARGA</b>
ZANJON DEL CHINO	DESCARGA EN EL RIO VADO ANCHO, QUE A SU VEZ DESEMBOCA EN LOS ESTEROS.
COLECTOR No. 3	DESCARGA EN EL RIO CINTALAPA, QUE A SU VEZ DESEMBOCA EN LA LAGUNA LOS CERRITOS.
COLECTOR No. 2	DESCARGA EN EL RIO CINTALAPA, QUE A SU VEZ DESEMBOCA EN LA LAGUNA LOS CERRITOS.
COLECTOR No. 1	DESCARGA A UN LADO DEL EMBARCADERO LAS GARZAS.
SOCONUSCO	DESCARGA CERCA DE LA LAGUNA CAMPON.
ARROYO EL ZAPOTE	SE TRATA DE UN ARROYO CUYO CAUCE SE APROVECHO COMO DREN; NATURALMENTE DESCARGA EN EL RIO DOÑA MARIA, ESTE DESEMBOCA CERCA DEL EMBARCADERO LAS GARZAS.
HIDALGO	DESCARGA EN EL RIO CACALUTA, DICHO RIO DESEMBOCA A LA ALTURA DE LAS MURALLAS.
ULAPA	DESCARGA EN EL RIO MADRE VIEJA, EL CUAL DESEMBOCA AL LADO IZQUIERDO DE LAS MURALLAS.

<b>CAMINOS CON CUNETA</b>
CAMINO ACACOYAHUA - EMBARCADERO LAS GARZAS
CAMINO ESCUINTLA - ACAPETAHUA - EMBARCADERO LAS LAURAS
CAMINO EL PATASTE - LAS MURALLAS

**TABLA VI.**  
**Reacciones registradas en el tiempo, en los camarones *Penaeus spp.***  
**sometidos a Paratión a diferentes concentraciones, bajo condiciones de**  
**temperatura, salinidad, oxígeno y pH constantes.**

ACUARIO	PARAT. PPM	TIEMPO TOTAL	TIEMPO LECTURA	REACCION REGISTRADA
1	0.001	24 hr.	20'	Sin cambios.
			1hr.20'	Muy activos, algunos nadan de lado.
			2 hr.	Muy activos, algunos nadan de lado, otros saltan fuera del agua.
			5 hr.	Muy activos, su nado es errático, uno se muestra poco activo. Saltan.
			8 hr.	Dos buscan enterrarse, otros se muestran poco activos, otros con nado errático y saltan.
			11 hr.	Sin cambio.
			14 hr.	Uno se encuentra en el fondo de lado pero aun responde, dos se muestran muy activos y dos poco activos en el fondo.
			17 hr.	Mueren dos, el resto se encuentra poco activo (5). La zona branquial se les nota oscura.
			20 hr.	Sin cambio.
			24 hr.	Muere uno más, el resto permanece en el fondo poco activos.
2	5	14 hr.	30'	Sin cambio.
			60'	Muy activos, nado errático saltan fuera del agua.
			2 hr.	Muy activos, nado errático saltan, uno se entierra.
			4 hr.	Disminuye su actividad, dos se van al fondo.
			6 hr.	Poco activos, se concentran en las esquinas, porción branquial oscura.
			8 hr.	Muere el primero, el resto poco activo, responden al estímulo, se ubican en las esquinas.
			10 hr.	Sin cambio.
			14 hr.	Mueren dos, los otros dos poco activos en el fondo, porción branquial oscura. Muere uno, solo quedó uno vivo en el fondo con reacción pobre al estímulo.
3	0.95	1 hr	10'	Muy activos, nado errático, saltan fuera del agua.
			20'	Tratan de enterrarse, en algunos la zona branquial se ve oscura, prefieren las esquinas.
			30'	Muere el primero, el resto en el fondo, aun responden al estímulo.
			40'	Muere uno más, el resto en el fondo en las esquinas.
			50'	La parte branquial se muestra negra, todos están en el fondo. Mueren tres.
			60'	Mueren los últimos dos.





**TABLA VII.**

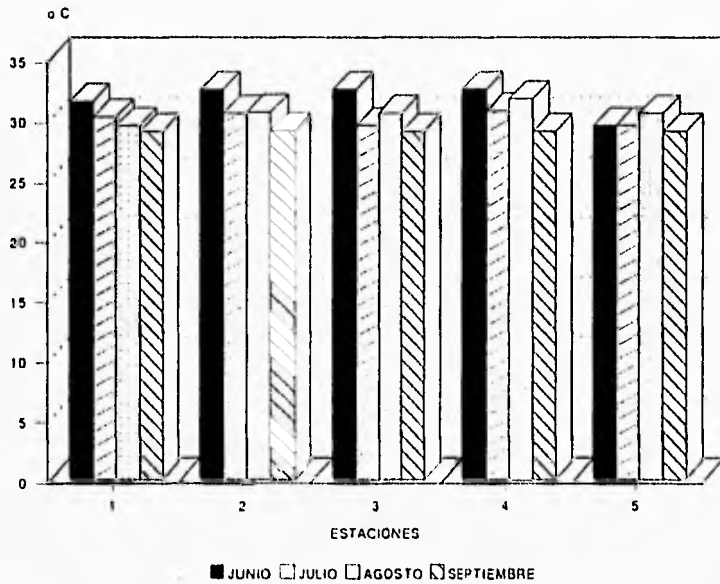
Número de camarones que presentaron diferentes pautas conductuales de acuerdo a las diferentes dosis y tiempos de exposición a Paratión.

PAUTAS CONDUCTUALES	DOSIS																						
	D <sub>1</sub>								D <sub>2</sub>														
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	
1	7													5									
2		7	7	7	5	5	5							4	3								
3				2	2	2	7	7	5	5	5	4		1	2	5	4	4	2	1			
4							2	2	2	2	3						1	1	3	4	5		

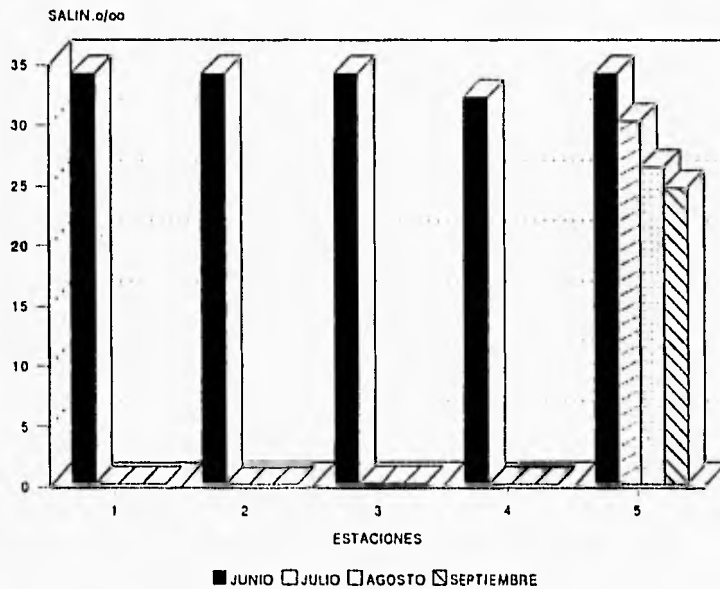
PAUTAS CONDUCTUALES	DOSIS																																							
	D <sub>3</sub>					D <sub>4</sub>					D <sub>5</sub>					D <sub>6</sub>					D <sub>7</sub>					CONTROL														
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>		
1	7					7	7				5					7					5					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2		7					7	5			3																													
3			7	5	2			2	5		2	4	1					7	5																					
4			1	2	5			2	7		1	4	5					2	7																					

Pautas conductuales: 1.No muestran cambio de conducta; 2. Natación errática. "Euforia".  
 Natación sobre partes laterales. Saltos violentos fuera del acuario; 3. Necrosis de la región branquial.  
 Baño acelerado del escafognatito. Tratan de enterrarse en el sedimento. Responden a estímulos mecánicos;  
 4. Se suspende el movimiento del escafognatito. No hay reacción a estímulos mecánicos. Muerte.

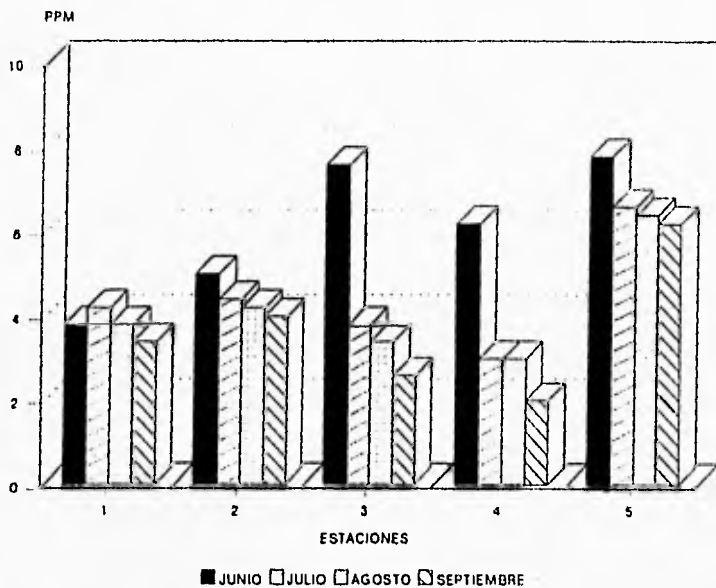
GRAFICA 1. Valores de temperatura (oC) registrados en las estaciones de muestreo en el estero Las Garzas, Chis.



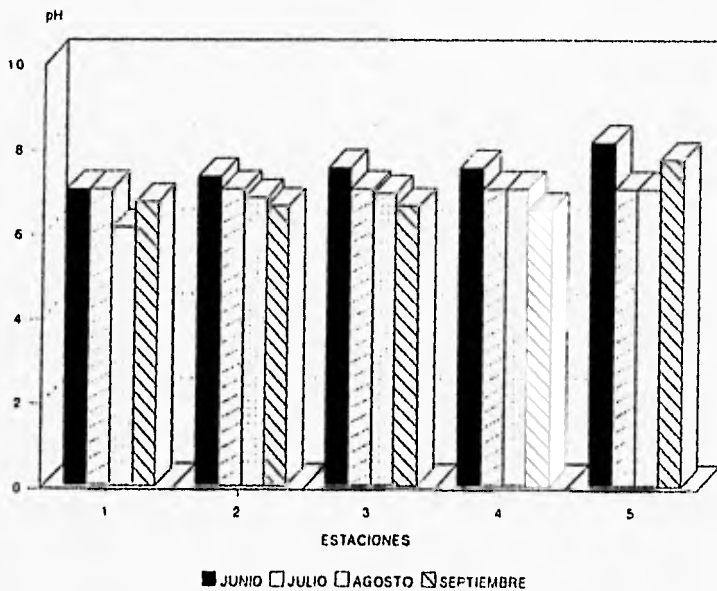
GRAFICA 2. Valores registrados de salinidad(o/oo) en las estaciones de muestreo del estero Las Garzas, Chis.



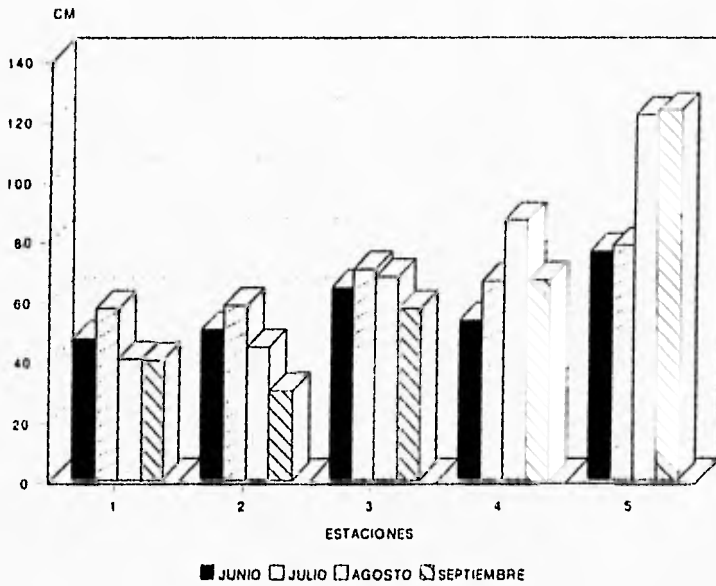
GRAFICA 3. Valores registrados de oxígeno (ppm) en las estaciones de muestreo del estero Las Garzas, Chis.



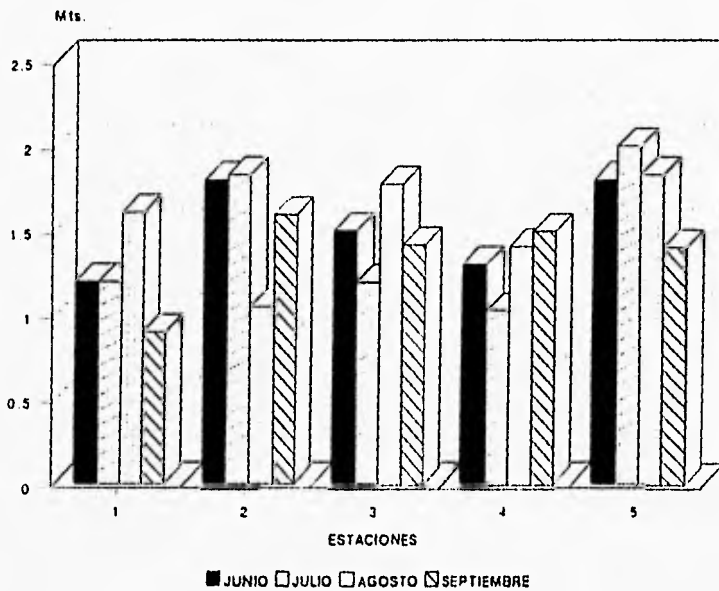
GRAFICA 4. Valores registrados de pH en las estaciones de muestreo del estero Las Garzas, Chis.



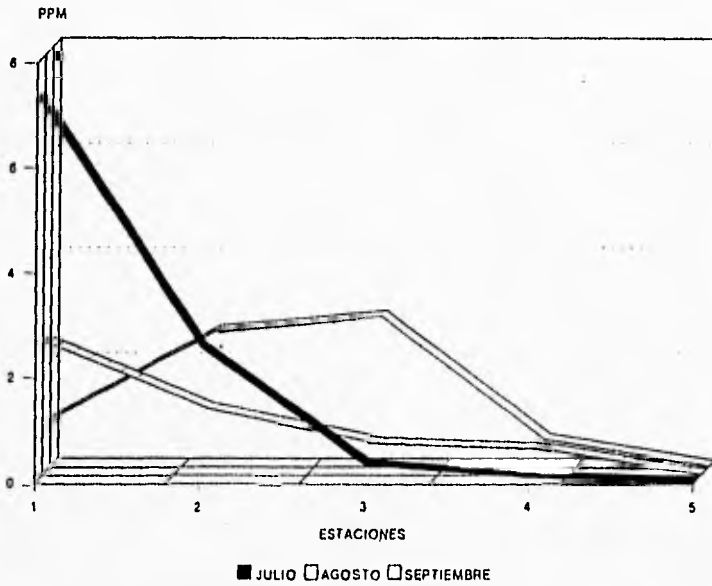
GRAFICA 5. Valores de transparencia (cm) en las estaciones de muestreo en el estero Las Garzas, Chis.



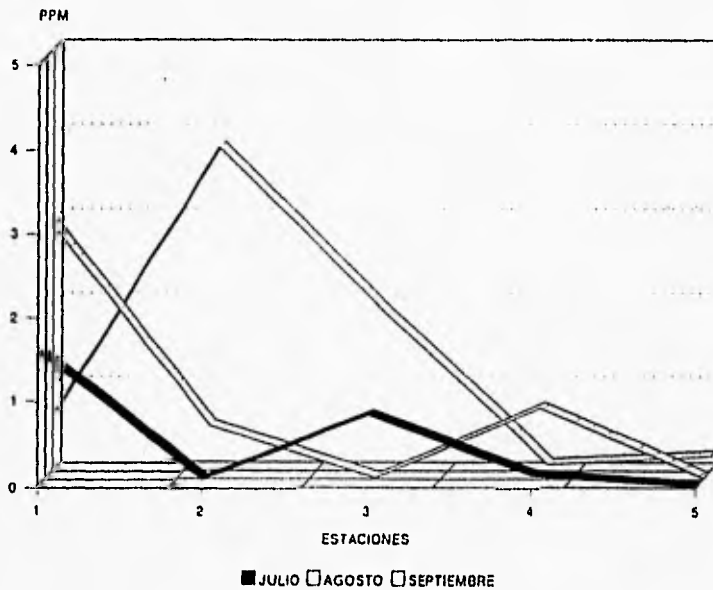
GRAFICA 6. Valores de profundidad (m.) registradas en las estaciones de muestreo del estero Las Garzas, Chis.



GRAFICA 7. Concentraciones (ppm) de Paratión en sedimento del estero Las Garzas, Chis. 1988.



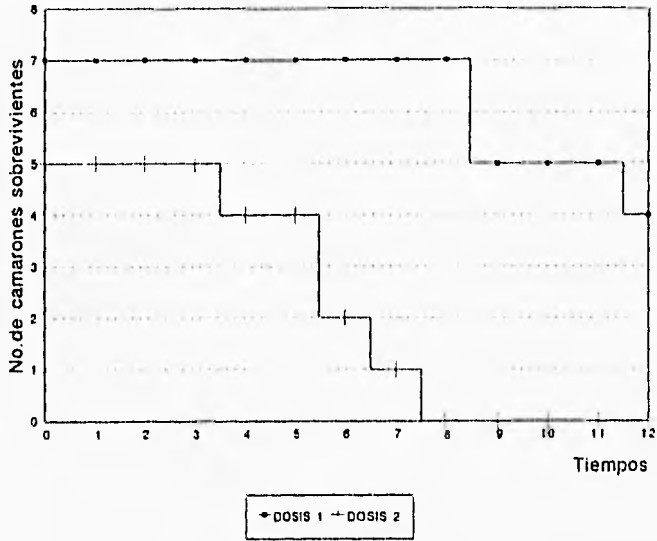
GRAFICA 8. Concentraciones (ppm) de Mevinfos en sedimento del estero Las Garzas, Chis. 1988.



GRAFICA 9. Concentraciones (ppm) de Paratión en agua del estero Las Garzas, Chis. Septiembre 1988.



GRAFICA 10. Curva de sobrevivencia de camarones de la Costa de Chiapas, expuestos a Paratión (D1-D2).



GRAFICA 11. Curva de sobrevivencia de camarones de la Costa de Chiapas, expuestos a Paratión (D3-D7).

