

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE METIL PARATIÓN, METIL AZINFÓS, CLORPIRIFOS, DIAZINÓN, Y METAMIDOFOS, EN CAMARONES DEL GÉNERO *PENAEUS Sp*

I. Osuna*, D. López**, J.G. Galindo*** y M.C. Riva****

0.1. Resumen

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la letalidad de los Plaguicidas organofosforados: Metil Paratión, Metil Azinfós, Clorpirifos, Diazinón y Metamidofos, en camarones del género *Penaeus sp.* Se ha realizado una exposición a diferentes concentraciones de los compuestos, determinándose la CL50 (concentración que ocasiona el 50 % de mortalidad) en un tratamiento agudo de 48 horas. Clorpirifos resultó ser el más tóxico con una CL50-48h de 0.0027 mg/l mientras que Metamidofos presentó la menor toxicidad con una CL50-48 h. de 5.132 mg/l.

Palabras clave: Toxicidad aguda, plaguicida, Camarón, *Penaeus*, CL50.

0.2. Summary. TOXICOLOGICAL EVALUATION OF METHYL PARATHION, METHYL AZINFOS, CHLORPYRIFOS, DIAZINON AND METHAMIDOPHOS TO THE SHRIMPS FROM GENUS *PENAEUS Sp.*

The main purpose of this work is to study the lethality of the pesticides Methyl Parathion, Methyl Azinfos, Chlorpyrifos, Diazinon and Methamidophos on shrimps of the genus *Penaeus sp.* exposed at different concentrations of these compounds; CL50 was determined (the one causing 50% of death rate) in an acute treatment of 48 hours. Results show that Chlorpyrifos is the most toxic (48 h-LC50:0.0027 mg/l) and Methamidophos presented the lowest toxicity of all them (48 h-LC50: 5.132 mg/l).

Key words: Acute toxicity, pesticide, Shrimp, *Penaeus*, LC50.

0.3. Résumé. ÉVALUATION TOXICOLOGIQUE DU METIL PARATION, METIL AZINFOS, CLORPIRIFOS, DIAZINON ET METAMIDOFOS, SUR LES CREVETTES DU GENRE *PENAEUS Sp.*

L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'efficacité létale des anti-fléaux organophosphorés: Metil Paration, Metil Azinfos, Clorpirifos, Diazinon et Metamidofos, sur les crevettes du genre *Penaeus sp.* Les crevettes ont été exposées à différentes concentrations de composants, pour déterminer la CL50 (concentration qui provoque 50% de mortalité) pendant un traitement aigu de 48 heures. Clorpirifos a démontré être le plus toxique avec une LC50-48 h de 0,0027 mg/l, et Metamidofos le moins toxique avec une CL50-48 h de 5132 mg/l.

Mots-clés: Toxicité, aiguë, plaguicides, *Penaeus*, CL50.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se utilizan entre 5 y 10 millones de toneladas de plaguicidas integrados en 1.000 formulaciones con un valor aproximado de 16.30 millones de dólares. De dichas cantidades se utilizan el 70 % en actividades agrícolas y un 30% para otros fines, como por ejemplo para uso doméstico^{1,2}.

Se estima que menos del 0.1% de los plaguicidas aplicados sobre una zona agrícola alcanzan al organismo que origina la plaga y hasta el 99% se dispersa en el medioambiente presentando un riesgo potencial para los ecosistemas vecinos².

Existen unos 250 compuestos organofosforados manufacturados en todo el mundo, de los cuales aproximadamente 140 son plaguicidas, y el resto son principalmente compuestos de uso industrial³. Químicamente, son ésteres del ácido fosfórico o tiofosfórico que presentan menor lipofilia y persistencia en el medio que otros plaguicidas utilizados (organoclorados). Son comúnmente utilizados en la agricultura y en la ganadería, para la protección de cultivos y/o eliminación de ectoparásitos⁴.

Un bajo nivel de bioacumulación, con la excepción de los Clorpirifos (logKow:4,96), junto con la amplia degradación que presentan en el medio, han sido las razones por las cuales los plaguicidas organofosforados están sustituyendo en parte a los

* Maestro en Ciencias Israel Osuna Flores, Instituto Tecnológico de los Mochis (Secretaría de Educación Pública, México). Doctorando en el Laboratorio de Toxicología Ambiental de este Instituto. (INTEXTER, UPC)

** Licenciado en Ciencias Biológicas, David López Ribas. Doctorando en el Laboratorio de Toxicología Ambiental de este Instituto. (INTEXTER, UPC)

*** Dr. en Ciencias Químicas, José Guillermo Galindo Reyes. Laboratorio de Toxicología y Contaminación Marina de la Universidad Autónoma de Sinaloa (México)

**** Dra. en Ciencias Biológicas, M^o Carmen Riva Juan. Investigadora de la Universidad Politécnica de Catalunya, Jefe del Laboratorio de Toxicología Ambiental (INTEXTER, UPC)

plaguicidas organoclorados. Sin embargo, esto no elimina el peligro que comporta su amplio uso sobre todo en áreas con intensa actividad agrícola⁶.

El riesgo de contaminación afecta a diferentes tipos de ambientes acuáticos, particularmente ríos, estuarios, lagunas y pantanos. Los plaguicidas organofosforados han sido determinados en aguas costeras y continentales en concentraciones que varían de 10-20 ng/l hasta valores superiores a 120 µg/l⁶⁻⁹.

Otros autores^{10,5} citan que los plaguicidas organofosforados pueden presentar efectos mutagénicos y carcinogénicos sobre los organismos que viven en ecosistemas de aguas costeras y continentales.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el efecto tóxico de 5 plaguicidas organofosforados en camarones del género *Penaeus* Sp. y determinar la concentración letal media (CL50) durante un tratamiento agudo de 48 horas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los compuestos usados en este estudio son cinco plaguicidas organofosforados: Metil Paratión, Metil Azinfós, y Metamidofos han sido obtenidos de BAYER de México, Clorpirifos de DOW ELANCO y Diazinón de DRAGON AGROQUIMICOS, (México)

Metil Paratión o,o-dimetil o-(4-nitrofenil) fosforotioato

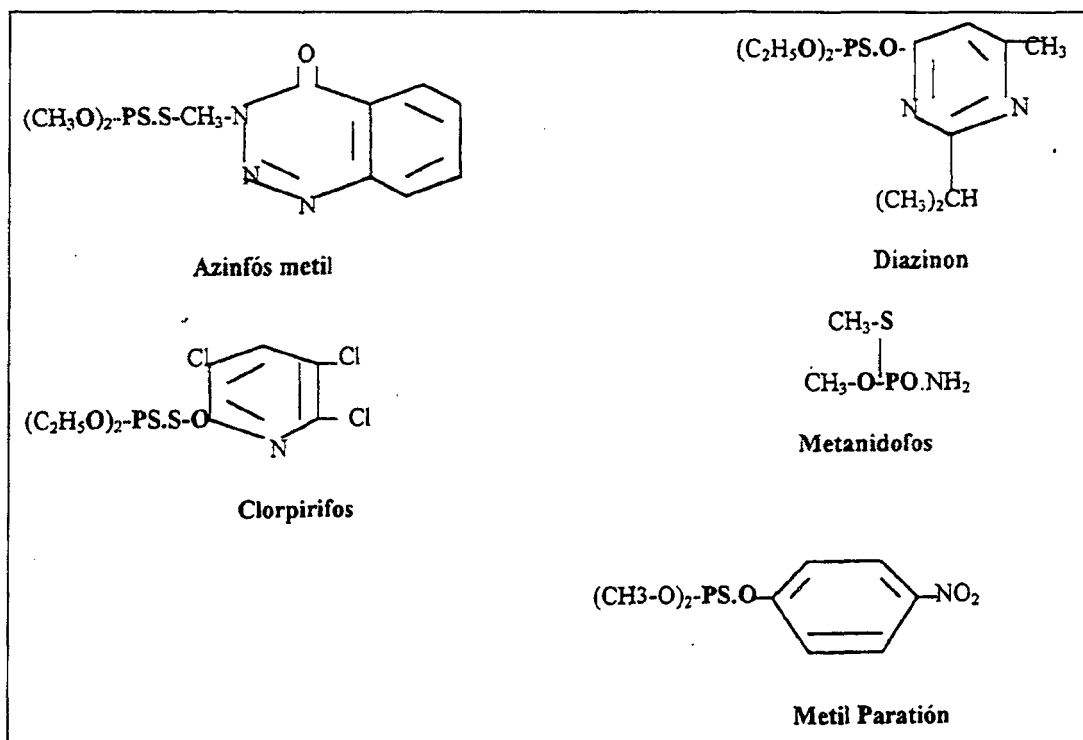
MetilAzinfós o,o-dimetil s-((4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3(4h)-il)metil) fosforoditioato

Clorpirifos (o,o dietil o- (3,5,6 tricloro-2-piridinil) fosforotioato

Diazinón o,o- dietil, o-(2-isopropil-6-metil-4-pirimidinil)

Metamidofos o,s-dimetil fosforamidotioato

Estructura química de los plaguicidas empleados en el estudio:



Los camarones peneidos utilizados fueron colectados en una zona no contaminada a unos 110 Km de la costa de Mazatlán (Estado de Sinaloa, México) y en granjas camaronícolas del Estado de Sinaloa. Los experimentos se llevaron a cabo con juveniles de 5 a 7 cm de longitud.

Para la elección de las concentraciones de tóxico se tuvo en cuenta el informe presentado por la Comisión Intersecretarial Para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas¹¹ y los resultados obtenidos por Galindo et al.¹²⁻¹³.

Los animales fueron mantenidos y aclimatados en el laboratorio durante dos semanas

antes de iniciarse el ensayo. Las características del agua: salinidad 20 ppm., t: 20 a 29 °C, pH: 7.5 -7.8 y fotoperíodo de 12 horas así como las concentraciones de los plaguicidas fueron mantenidas a lo largo de todo el ensayo, a su vez se cambió el agua y se alimentó a los camarones a las 24 horas.

Todos los ensayos se realizaron con aguas de igual salinidad y por duplicado, añadiendo distintas cantidades de cada uno de los plaguicidas organofosforados disueltos previamente en acetona y manteniendo la concentración de oxígeno a nivel de saturación. Cada grupo de 8 animales fue mantenido en 10 litros de agua. Los animales se

expusieron a 5 concentraciones de tóxico durante un período de 48 horas, y como control se utilizó 3 ml de acetona (una concentración en acuario de 17,4 mg/l) con el fin de poder observar la posible toxicidad de este solvente orgánico.

A continuación se citan las concentraciones utilizadas con cada compuesto:

a) Tratamiento con Metil Paratión: 5 grupos tratados con las concentraciones de 0.003776; 0.00944; 0.013216; 0.01888 y 0.026432 mg/l.

b) Tratamiento con Metil Azinfós: 5 grupos tratados con las concentraciones de 0.01515; 0.0202; 0.0303; 0.03636 y 0.04444 mg/l.

c) Tratamiento con Clorpirifos: 5 grupos tratados con las concentraciones de 0.00055625; 0.0011125; 0.00278125; 0.00445 y 0.006675 mg/l.

d) Tratamiento con Diazinón: 5 grupos tratados con las concentraciones de 0.012; 0.016; 0.024; 0.032 y 0.040. mg/l.

e) Tratamiento con Metamidofos: 5 grupos tratados con las concentraciones de 2.415; 4.347; 5.796; 8.211 y 9.660 mg/l.

Los acuarios se observaron cada 4 horas retirándose los animales muertos, considerando como criterio de muerte, la ausencia de movimientos respiratorios¹⁴⁾.

Para la determinación de las concentraciones letales se siguió la norma OCDE 203¹⁵⁾.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este trabajo se ha planteado ante la necesidad de conocer más ampliamente el comportamiento de los plaguicidas organofosforados sobre los organismos acuáticos y de manera especial en camarones del género *Penaeus* sp.

En la Tabla 1 y en las Figuras de 1-5 se presentan los resultados obtenidos. A partir de las rectas (mortalidad-concentración) se establecen los valores correspondientes a la CL50 (concentración que produce el 50 % de mortalidad), CL0 (concentración que no produce mortalidad y la CL100 (concentración que produce un 100 % de mortalidad) a 48 horas de exposición.

TABLA 1

Concentraciones letales (mg /l) de los plaguicidas estudiados a 24 y 48 h

Compuesto	CL50 (mg/l)	
	24 h	48 h
Metil Paratión	0,0255	0,0188
Clorpirifos	0,01739	0,00207
Metil Azinfós	0,0242
Diazinón	0,0741	0,0207
Metamidofos	5,132

Clorpirifos se presenta como el plaguicida organofosforado más tóxico sobre camarón de los

cinco estudiados en este trabajo mientras que Metamidofos ha resultado ser el que muestra una CL50 mayor.

Con respecto a las observaciones realizadas cada 4 horas, es difícil establecer un criterio ya que las concentraciones de cada plaguicida a las que han sido expuestos los camarones son diferentes, pero se puede comentar que Metil Paratión es el único que comienza a presentar mortalidad a las 4 horas, Metil Azinfos y Diazinón a las 8 horas, Clorpirifos a las 12 horas y Metamidofos a las 20 horas de exposición.

De acuerdo con el "Registry of toxic effects of chemical substances"¹⁶⁾ se considera que los plaguicidas estudiados en este trabajo pudieran entrar dentro de la clasificación como altamente tóxicos, ya que los valores de CL50 resultaron ser inferiores a < 1 mg/l; y aunque para el Metamidofos la CL50 es superior a éste valor, si la exposición se realizara a 96h. posiblemente también se encontraría dentro de esta categoría.

Galindo et al¹²⁾ encuentran valores de CL50-72 hr de 3,0040 mg/l y CL50-24 hr.: de 0,0173 mg/l para Metamidofos y Metil Paratión respectivamente en camarones peneidos de las costas de Sinaloa, México, además Metamidofos resultó ser el menos tóxico de los 4 plaguicidas organofosforados citados en su trabajo, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

En la Tabla 2 se presentan las CL50 de algunos de estos plaguicidas obtenidas para otras especies de camarones peneidos de las costas de México y del género *Metapenaeus* de las costas de la India como para otros invertebrados, tales como *Gammarus*, *Asellus*, *Triops* y *Brachionus*.

Los valores presentados en esta tabla son del orden de los obtenidos en nuestro estudio con ligeras variaciones que pueden ser justificadas por posibles diferencias en la salinidad, dureza y temperatura del agua. Cabe destacar que el rotífero *Brachionus calyciflorus* es mucho menos sensible que los camarones para este tipo de compuestos.

En otros trabajos²⁴⁻²⁶⁾, Clorpirifos y Metamidofos presentan CL50- 96 hr. 0,015 mg/l en *Salmo gairdneri* y 51 mg/l en *Salmo trutta* respectivamente; según dichas publicaciones estos valores son el mayor y el menor encontrados, del grupo de plaguicidas organofosforados estudiados. En estos trabajos también se han determinado las CL50 de los otros tres plaguicidas de este estudio: Diazinón con CL50- 48h. de 0.38 mg/l en *S. gairdneri*, Metil Paratión con CL50- 96h. de 4,74 mg/l en *S. trutta* y Metil Azinfós con CL50- 96h. de 0,13 mg/l en *S. gairdneri*. De estos trabajos se extrae que Clorpirifos es el más tóxico y Metamidofos es el menos tóxico, lo cual es comparable con los resultados obtenidos en nuestro estudio.

La mayor toxicidad presentada por Clorpirifos en este estudio y en los trabajos señalados con anterioridad, puede ser justificada según

Barberá²⁷⁾ por la presencia de radicales etílicos en su estructura química. En el mismo estudio se estipula que los compuestos organofosforados etilderivados son más tóxicos que los metilderivados,

sobre todo en mamíferos. Según Solé⁵⁾ y Robles et al²⁸⁾ este plaguicida presenta además un alto valor de FBC (factor de bioacumulación).

TABLA 2

Toxicidad de plaguicidas organofosforados en diferentes especies de camarón y otros invertebrados

Pesticida	Especie	CL50 (mg/l)	Referencia
Metil Paratión	<i>Penaeus aztecus</i>	0,00555	17)
Metil Paratión	<i>Penaeus duorarum</i>	0,0019	18)
Metil Paratión	<i>Metapenaeus mono.</i>	0,120	19)
Metil Paratión	<i>Gammarus pulex</i>	0,00321	20)
Metil Paratión	<i>Gammarus fossarum</i>	0,00252	20)
Clorpirifos	<i>Asellus aquaticus</i>	0,0027	21)
Clorpirifos	<i>Triops longicaudatus</i>	0,0004	22)
Clorpirifos	<i>Penaeus vannamei</i>	0,0048	13)
Diazinón	<i>Brachionus calyc.</i>	29,2200	23)

Los plaguicidas organofosforados han demostrado ejercer efectos genotóxicos y carcinogénicos, así por ejemplo Herrera y de la Peña¹⁰⁾, han llevado a cabo una revisión de la carcinogenicidad y mutagenicidad de un total de 448 productos plaguicidas, encontrando para Metil Azinfos, Metil Paratión y Diazinón efectos mutagénicos. Estos plaguicidas presentan efectos neurotóxicos debido a la acción que ejercen estos xenobióticos al unirse su radical fosfórico al lugar esterásico de la acetilcolinesterasa, produciendo una inactivación de la misma con el consiguiente acúmulo de acetilcolina en los terminales sinápticos del sistema nervioso autónomo y central, glándulas exocrinas y uniones neuromusculares²⁹⁾.

Los plaguicidas organofosforados son compuestos de naturaleza variable y a pesar de presentar baja lipofilia y menor persistencia, pueden ser adsorbidos y acumularse principalmente en el tejido adiposo de animales así como en otros tejidos en órganos con alto contenido en lípidos como son el nervioso, el hígado y la musculatura cardíaca⁵⁾.

Se ha comprobado en diversos trabajos^{12,19,20,30)} el efecto sobre el metabolismo de crustáceos que pueden presentar este tipo de compuestos: alteraciones en la producción de glucógeno, lípidos, proteínas totales, actividad en las fosfatasa ácidas y alcalinas, tasa de respiración, consumo de oxígeno y tasa de excreción de amonio, entre otros.

La toxicidad elevada sobre camarón que presentan sobre todo Clorpirifos y Metil paratión debería tenerse en cuenta, ya que son plaguicidas con un amplio uso en México tanto a nivel doméstico como agrícola, pecuario, urbano e industrial¹¹⁾.

Los plaguicidas organofosforados podrían presentar consecuencias sobre los camarones

peneidos tales como la reducción en los niveles de población. Aunque las causas pueden ser varias, existen antecedentes en las estadísticas sobre la pesca de camarón, que reflejan un descenso de 35-38% en la última década^{12,31)}. Cabe destacar que en los últimos años se han registrado niveles de plaguicidas potencialmente peligrosos en algunos estuarios y lagunas costeras del estado de Sinaloa México³²⁻³⁹⁾.

Por las razones antes mencionadas se sugiere tener un control y vigilancia en la aplicación de los plaguicidas estudiados, para la prevención de posibles alteraciones en los ecosistemas acuáticos e incluso repercusiones en la salud humana.

4. AGRADECIMIENTOS

El Maestro en Ciencias Israel Osuna Flores agradece al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) la subvención recibida para la realización del proyecto 462.95-P del que forma parte este estudio; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México por su apoyo económico para realizar la tesis Doctoral en el Laboratorio de Toxicología Ambiental de INTEXTER, UPC.

Los autores expresan su agradecimiento a la CICYT por su apoyo financiero al proyecto AMB 95-408.

FIGURAS 1-5: Representación gráfica del log. de la concentración frente a la mortalidad. Extrapolación de las CL0, CL50, CL1000.

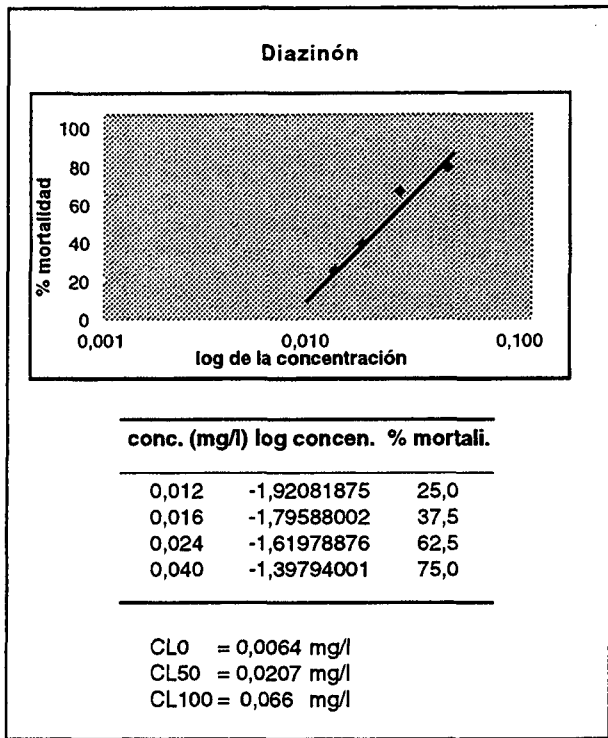


FIGURA 1: Diazinón.

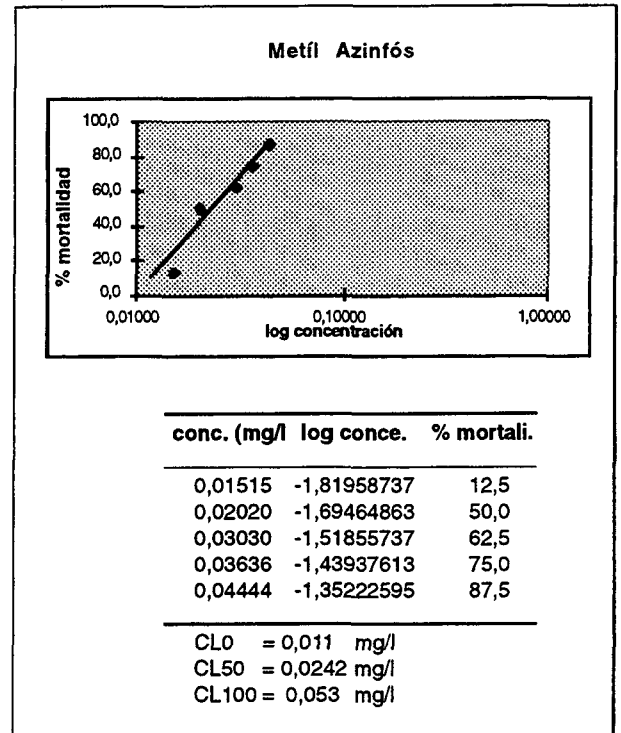


FIGURA 2: Metil Azinfós.

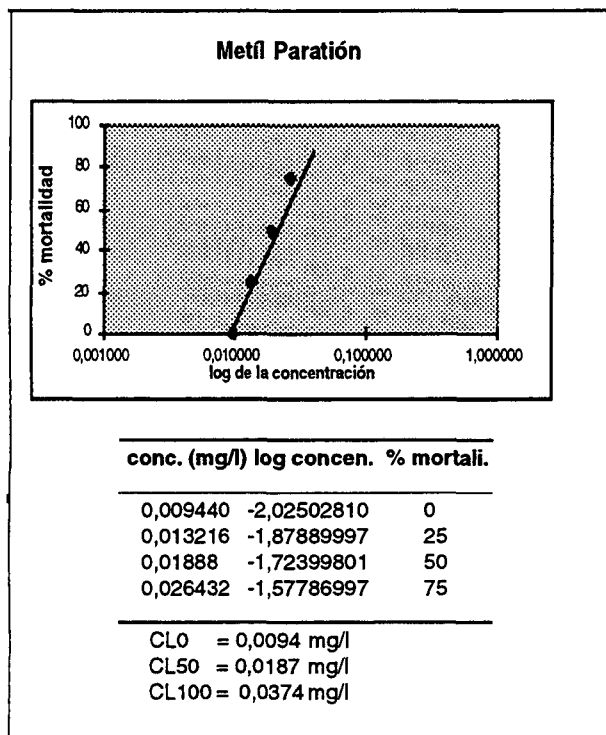


FIGURA 3: Metil Paratión.

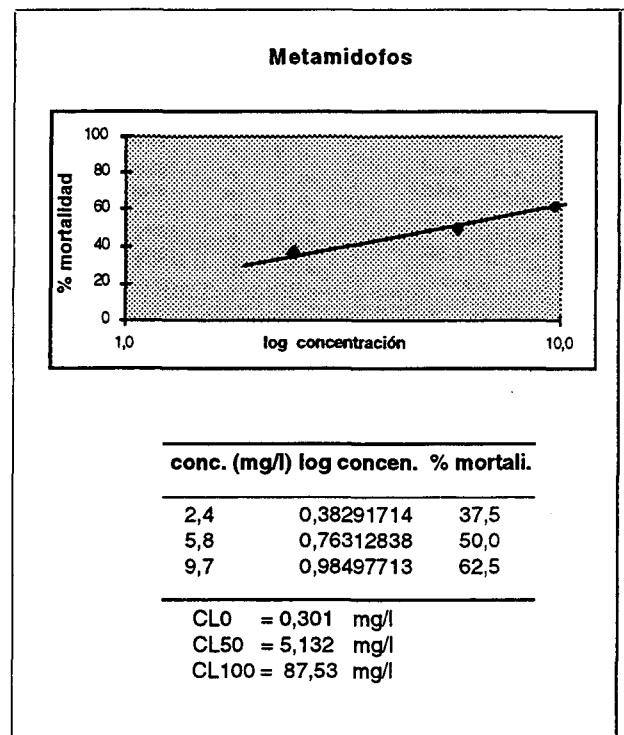


FIGURA 4: Metamidofos.

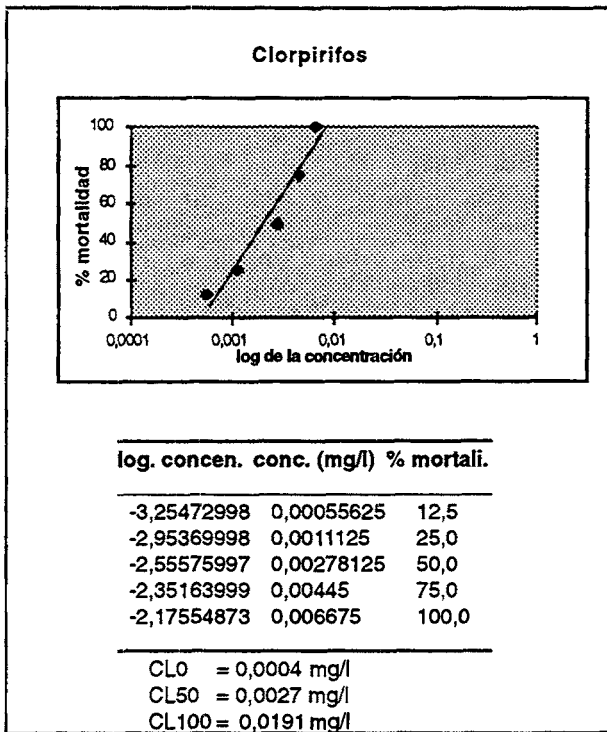


FIGURA 5: Clorpirifos.

4. BIBLIOGRAFÍA

1. Scope. Secretary's Commission on Pesticides, U.S. Department of Health, Education, and Welfare: Report of the Secretary's Commission on Pesticides and Their Relationship to Environmental Health. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., (1993).
2. Repetto M. Toxicología Avanzada, Díaz de Santos S.A., (1995) Madrid, España.
3. Barceló, D., Porte, C.; Cid J.; and Albaigés, J. Determination of organophosphorus compounds in Mediterranean coastal waters and biota samples using gas chromatography with nitrogen-phosphorus and chemical ionization mass spectrometric detection. vol 38: pp. 199-209, (1990).
4. Eto M. Organophosphorus pesticides: Organic and biological chemistry. CRC pres, Boca Raton, FL, pp. 1-387, (1974).
5. Sole, R. M. Ecotoxicología de microcontaminantes orgánicos: Bioacumulación e índices bioquímicos de estres en bivalvos. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, España, (1992).
6. Wang C. T.; Lenahan, A. R.; Tucker W. J. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 38, 226 (1987).
7. Leistra, M.; L. G. M. Th. Tuinstra, A. M. Van der Burg and S. J. H. CRUM, Chemosfere, 13, 403 (1984).
8. Scott, P. S.; Keeling, L. R.; James, H.; Waggott, A.; and Whittle, P. In: Organic Micropollutants in the Aquatic Environment (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, nº, 1988) pp. 2-13.
9. Morin, R.; Gaboury G.; and Mamarbachi, G. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 36, 622 (1986).
10. Herrera A., y de la Peña, E. Genotoxicidad/ carcinogenicidad de los plaguicidas. Rev. Toxicol. Vol. 6 nº 3: pp. 353-367, (1989).
11. Cicoplafest. Comisión Intersecretarial Para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. Catálogo Oficial de Plaguicidas. México, D. F. (1994).
12. Galindo, R.J.G.; Guerrero, I.M.A.; Villagrana, L.C.; Medina, J.A.; Y Muños, R.H.A. Efectos de la contaminación por plaguicidas en camarones peneidos de Sinaloa, México. Revista Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa nº.13: pp. 34-38, (1994).
13. Galindo, R. J. G.; Medina, J. A.; Villagrana, L. C. Toxic effects of organochlorine pesticides on *Penaeus vannamei* shrimps in Sinaloa, México. Chemosphere, vol. 33, no. 3, pp. 567-575, (1996).
14. Riva M.C.; Flos, R.; Crespi, M.; y Balasch, J. Lethal potassium dichromate and whitening (Blankophor) exposure of goldfish (*Carassius auratus*): chromium levels in gills. Comp. Biochem. Physiol. vol 68c: pp. 161-165, (1981).
15. OCDE 203. Organization for Economic Cooperation and Development. Guidelines for Testing of Chemicals. Fish, acute toxicity test. (1984).
16. Niosh. Registry of toxic effects of chemical substances. Edition (1976).
17. Buttler, P.A. Comercial Fishery Investigations. In Pesticide Wildlife Service Investigations During the calendar year. Fish and Wildlife Service, Circular 199 US Department of the Interior Washington D. C., (1963).
18. Schoor, W. P. and Braush, J. The inhibition of acetylcholinesterase activity in pink shrimp (*Penaeus duorarum*) by methylparation and its axon. Archives of Environmental Contamination and Toxicology vol5: pp. 599-605, (1980).
19. Reddy, M. S. and Rao, R.V.K Methylparathion-induced alterations in the Acetylcholinesterase and Phosphatases in Penaeid prawn, *Metapenaeus monoceros*. Bull. Environ., contam. toxicol. vol45: pp. 350-357, (1990) b
20. Kuhn, K.; y Streit, B. Detecting sublethal effects of organophosphates by measuring Acetylcholinesterase activity in *Gammarus*. Bull. Environ. contam. Toxicolo. vol 53: pp. 598-404, (1994).
21. Van Wijngaarden, R.; Leeuwangh, P.; Lucassen, W. G.; Romijn, K.; Runday, R.; Velde, R.; Van der & Willigenburg, W. Acute toxiciti of chlorpyrifos to fish, a newt, and aquatic invertebrates. Bull. Environ. Contam. Toxicol. vol 51: pp. 706-12, (1993).

22. Walton, E. W.; Darwazeh, A. H.; Mull, S. M.; and Schreiber, T. E. Impact of selected synthetic pyrethroids and organophosphorous pesticides on the tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (Le Conte) (Notostraca: Triopsidae). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* vol 45: pp. 62-68, (1990).
23. Fernández, C. A.; Ferrando, D. M.; and Moliner, A. Effect of sublethal Diazinon concentrations on the demographic parameters of *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifera). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* vol 48: pp. 202-208, (1992).
24. The Pesticide Manual. The British Crop Protection Council. 6^a. ed. (1979) y 7^a. ed. (1983).
25. Davey, R. B. y col. *Environmental Entomology*, vol. 5, 1053-55, (1976).
26. McEwen y Stephenson, G. R. The use and significance of pesticides in the Environment. John Wiley and Sons, (1979).
27. Barberá, C. Pesticidas agrícolas. Ed. Omega, S.A.-Barcelona, España (1989).
28. Robles, C.; Orgaz, A. I.; y Nuñez, M. Biocumulación del Cumafos, Diazinón y Clorpirifos en dos especies de peces de agua dulce. IX Jornadas Toxicológicas Españolas. Santiago de Compostela, España en: *Revista de Toxicología* vol.8, no. 2: p. 350, (1991).
29. Martine, CH. J. Intoxicación por insecticidas anticolinesterásicos. *Rev. Toxicol.* vol.7 nº 2. pp. 135-149, (1990).
30. Galgani, F. ; and Bocquene, G. In vitro inhibition of acetylcholinesterase from four marine species by Organophosphates and Carbamates. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* Vol 45: pp. 243-249, (1990).
31. Programa de Pesca y Acuicultura 1995-2000. SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. pp.1-96, (1995).
32. SRH. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Estudio y medición de la contaminación de agua producida por aguas de retorno agrícola. Memoria: Dirección General del Uso del Agua y Prevención de la Contaminación, Dirección de Prevención de Contaminantes, México., (1974).
33. Albert. L. y Armenta, V. M. Contaminación por plaguicidas organoclorados en un sistema de drenaje agrícola del estado de Sinaloa. *Protección de la calidad del agua*, (1975).
34. Rosales, M.T.L.; Escalona, R.L.; Alarcón, R.M.; y Zamora, V. Organochlorine hydrocarbon residues in sediments of two different lagoons of northwest México. *Bull. Environ. Contam. Toxicology* vol 35: pp. 322-330, (1985).
35. Véjar, A. Presencia de plaguicidas en zonas costeras del sur de Sonora, Tesis de Licenciatura. Centro de Investigación Científica y Tecnológica. Universidad de Sonora., (1986).
36. Vergara, A. V. Presencia de plaguicidas en zonas costeras del sur de Sonora. Tesis de Licenciatura. Centro de Investigación Científica y Tecnológica. Universidad de Sonora., (1986).
37. Galindo, R.J.G. Contaminación en camarones (*Penaeus* spp.) y en el agua del estero de Urías, Mazatlán, Sinaloa, México. *Revista Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa* nº.9: pp. 32-36, (1987).
38. CNA.CESA. Manifestación de impacto ambiental modalidad específica del proyecto HUITES, Sonora, Sinaloa, contrato No.-S6aa 91-015 Junio (1992).
39. Galindo, R.J.G.; Guerrero, I.M.A.; Villagrana, L.C.; Quezada, U.L.G. y Angulo, S. Contaminación por plaguicidas en agua, sedimentos, camarón y almeja en dos ecosistemas costeros de Sinaloa. *Tropical Ecology* vol 33(2) : pp.172-180, (1992).

Trabajo recibido en: 1997.05.13.

Aceptado en: 1997.06.11.