

---

## 1.1. Información

Ya habíamos mencionado al inicio que el problema de la falta de información confiable y accesible sobre intoxicaciones agudas por plaguicidas existente en la mayoría de los países de la Región, por tanto interesa recolectar información sobre los siguientes cuatro aspectos:

- plaguicidas utilizados según tipo, cantidad y toxicidad.
- poblaciones expuestas, tanto laboral como no laboral.
- intoxicaciones y defunciones por plaguicidas sean éstas de tipo accidental o suicida, ocupacional o no ocupacional, y
- exámenes de laboratorio para evaluar exposición e intoxicación preclínica.

1.1.1. *Plaguicidas utilizados.* Sobre este tópico importa tener acceso a los datos que las autoridades de agricultura tengan en relación a los plaguicidas autorizados para su uso en el país; en base a las plagas existentes para los distintos cultivos agrícolas de cada región. Conviene además verificar con las autoridades de Hacienda, Comercio y Aduana si además de los plaguicidas registrados por las autoridades de agricultura existen otros en el mercado provenientes de importación o contrabando. En última instancia es el extensionista agrícola o el propio campesino quienes deciden qué plaguicida usar y cuantas aplicaciones llevan a cabo. Estas decisiones pueden ser influidas por el bajo nivel educacional de los campesinos, la influencia de los representantes de las empresas vendedoras de agroquímicos; el etiquetado de los productos y la poca divulgación que se hace de otros métodos no químicos de control de plagas. Todos estos elementos entre otros, se reconocen como contribuyentes al uso inadecuado de los plaguicidas y deberán ser analizados como parte de este estudio.

1.1.2. *Población expuesta.* Aquí reside uno de los grandes obstáculos para determinar la real magnitud de las intoxicaciones agudas con plaguicidas, ya que habitualmente no conocemos cuantos son los expuestos y la intensidad de la exposición. Al presentar tasas de exposición en forma de plaguicidas por habitante (Tabla IV), aquellos países con poblaciones grandes, como por ejemplo México y Brasil, aparecen con valores menores que el promedio mundial estimado por la OMS. Lo contrario sucede por ejemplo con Costa Rica, país con una población inferior a los 3 millones de habitantes, en que un denominador más pequeño resultará en tasas aparentemente más elevadas. Este tipo de incongruencias se puede corregir cuando se dispone de mejor información sobre la población expuesta y de ser posible sobre la intensidad de la exposición a la que están sujetos.

1.1.3. *Intoxicaciones agudas y defunciones.* La Tabla V y el gráfico I muestran las posibles modalidades de intoxicación por plaguicidas; en ambos se presentan los distintos efectos a la salud asociados con exposición a plaguicidas de cualquier tipo que esta sea. Adicionalmente el gráfico I desarrollado por Davies describe categorías de exposición y los diferentes efectos de los plaguicidas sobre poblaciones humanas.

La confiabilidad de los datos a recolectar dependerá de la capacidad de los servicios de salud y seguridad de las áreas de estudio seleccionadas, para captar los casos de intoxicación. Debe considerarse que: 1) en ocasiones estos servicios están habitualmente lejos de las áreas de aplicación de plaguicidas, 2) que nuestros médicos y enfermeras no están debidamente

---

capacitados para diagnosticar y tratar a las intoxicaciones, 3) que la ignorancia y el temor del campesino a menudo hace que éste no concurra al centro de salud, o clínica del seguro social, cuando las intoxicaciones no son suficientemente graves, 4) que habitualmente el intoxicado o sus familiares desconocen la sustancia química involucrada, 5) que en la gran mayoría de los países no existe obligación legal del médico de comunicar a las autoridades de salud, los casos de intoxicación o muerte por plaguicida, 6) como no hay coordinación entre los distintos sistemas de salud y seguridad social donde puede consultar el intoxicado en ocasiones se produce duplicidad de la información. 7) los centros de manejo de intoxicados cuando existen, disponen de información valiosa sobre accidentes o suicidios con plaguicidas, sin embargo como están adscritos a los hospitales de las ciudades más importantes, no siempre captan la información sobre los intoxicados agrícolas.

Por ejemplo la Tabla VI muestra sustancias responsables y las modalidades de intoxicación letal por plaguicidas en Costa Rica, un país con estadísticas de salud aceptables y muy buenas vías de acceso a los servicios hospitalarios.

En este protocolo se enfatizará la recolección de datos sobre intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas y cuando sea factible con el apoyo de exámen de laboratorio y monitoreo biológico.

1.1.4. *Exámenes de laboratorio.* Es este el cuarto tipo de información sobre plaguicidas y salud que sería deseable recolectar como parte de este protocolo. Los exámenes de laboratorio son una forma de evaluar el grado de exposición a plaguicidas y pueden ayudar a establecer un diagnóstico preclínico. Estamos hablando de dos tipos de exámenes. 1) Los metabolitos que pueden determinarse para las distintas sustancias y que se señalan en el documento de apoyo 7, y 2) exámenes de inhibición de colinesterasa sanguínea en expuestos a insecticidas organofosforados y carbámicos. Para el propósito de este protocolo nos interesa únicamente los exámenes de inhibición de la colinesterasa

## 1.2. Monitoreo Biológico

Consiste en la aplicación periódica de análisis biológicos a la población expuesta a un determinado agente químico, con el fin de medir el ingreso del plaguicida en el organismo o detectar los metabolitos o efectos de tal sustancia. Pretende determinar alteraciones o metabolitos en etapa previa a la enfermedad clínica. Se dispone actualmente de varios métodos de utilidad práctica en el monitoreo de población expuesta a plaguicidas:

1. Medición de metabolitos en orina. Tal como se señala en el documento de apoyo 7, estos pueden utilizarse con numerosas sustancias, necesitan de instrumentalización costosa y por lo general su uso resulta un tanto restringido
2. Medición de residuos de plaguicidas acumulados en tejidos adiposo y sérico. De utilidad especialmente al evaluar exposiciones pasadas a insecticidas organoclorados. Se trata también de técnicas costosas y que requieren de un laboratorio especializado.
3. Determinación de actividad colinesterásica sanguínea. Este es el método usado de preferencia en estudios epidemiológicos dirigidos a evaluar los efectos de la exposición

a insecticidas organofosforados y carbámicos y es el que recomendamos utilizar en este protocolo.

Existen numerosos métodos de laboratorio para la determinación de colinesterasa, tanto en plasma como en glóbulos rojos, (Tabla VII) aunque la mayor parte lo hacen midiendo por diferentes sistemas la cantidad de ácido producido por la hidrólisis de la acetilcolina.

Como un indicador biológico la colinesterasa cumple con los requisitos de ser una prueba sencilla, de bajo costo y que con ciertas condiciones proporciona resultados confiables. Condiciones que se refieren a recordar que puede afectarse por otras causas que el insecticida, que deben efectuarse exámenes de preexposición y luego repetir periódicamente de manera que cada individuo actúe como su propio control. Existe una variación amplia de la actividad colinesterásica al medirse en diferentes personas. Cada individuo tiene su propio valor normal, pero en un grupo de personas las modificaciones entre ellos son de hasta un 15%. Son pocas situaciones y enfermedades que disminuyen la enzima lo suficiente como para cambiar la interpretación de los resultados de un método de campo como el colorimétrico y salvo otro criterio clínico, deben ser consideradas como si fueran ocasionadas por exposición a plaguicidas.

Si en un trabajador no se tiene valor previo, los límites normales del método empleado serán los que se comparen con los resultados obtenidos luego de la exposición. Los efectos de la inhibición de la enzima colinesterasa por insecticidas organofosforados y carbámicos son acumulativos en el tiempo y por lo tanto un trabajador con exposición diaria y disminución ligera de su valor normal todos los días puede caer bruscamente por debajo de su valor límite y aparecer los síntomas. Por último en estudios de grandes grupos de trabajadores expuestos se ha detectado una buena relación entre el descenso de la colinesterasa y el estado de salud, encontrándose que aquellos individuos con 25% o más de descenso presentan diversas alteraciones que deben hacer al médico retirarlo de la exposición.

4. Alquil fosfatos urinarios. Constituyen los metabolitos más sensibles para evaluar exposición a insecticidas organofosforados aunque se trate de métodos que están aún en fase experimental.
5. Depresiones de la neuroesterasa tóxica y de la esterasa no específica. Se trata de métodos cuyo uso se está implantando al comprobarse la capacidad de producir neuropatía tóxica periférica retardada por parte de algunos insecticidas organofosfóricos. Como se refiere a efectos de tipo crónico tampoco se considerará en este protocolo.

## 2. PROPÓSITO

Colaborar con las autoridades de Salud, Ambiente y Agricultura de los países de la región de las Américas en la prevención de los problemas de salud debidos al uso inadecuado de plaguicidas agrícolas.

---

### 3. OBJETIVOS

- Actualizar la información disponible sobre plaguicidas agrícolas utilizados en el país y en el área o áreas en estudio, comenzando con aquellas sustancias de mayor toxicidad y de mayor uso.
- Recolectar información sobre la población expuesta a plaguicidas laboral y no laboralmente en el área(s) en estudio.
- Recolectar información sobre intoxicaciones y muertes por plaguicidas en el o en las áreas en estudio durante un período determinado de tiempo.
- Recolectar información sobre los exámenes toxicológicos efectuados en la población expuesta a plaguicidas en el área(s) en estudio durante un período determinado de tiempo.

Como resultado de los objetivos señalados se espera proponer a las autoridades de Salud, Ambiente y Agricultura del país y/o del área(s) en estudio:

1. El establecimiento de un sistema de vigilancia epidemiológica dirigida a la población más expuesta a plaguicidas.
2. Desarrollar las actividades de capacitación necesarias de acuerdo al resultado del estudio para reducir las exposiciones y la morbimortalidad por plaguicidas.
3. Promover las acciones dirigidas a evaluar la aplicación de la legislación existente en la regulación de plaguicidas.
4. Proponer las investigaciones de seguimiento necesarias en el área de plaguicidas y salud.

### 4. METODOLOGÍA

#### 4.1. Propuesta de Estudio

De acuerdo a las consideraciones incluidas en los antecedentes se propone un estudio descriptivo de corte transversal sobre la situación de plaguicidas y salud de una o dos poblaciones agrícolas de cada país. El incluir dos poblaciones permitirá considerar diferentes modalidades de uso y exposición a plaguicidas. Se sugiere que éste tenga como período de estudio cuando menos un ciclo agrícola completo y no se extienda más allá de un año de duración.

#### 4.2. Recolección de Información

Para cada población estudiada se recolectará información que se detalla a continuación, para lo cual se sugiere utilizar los formularios del Anexo I. Estos permitirán comparaciones entre las diferentes áreas en estudio, facilitando así las actividades futuras de vigilancia epidemiológica.

---

---

En cuanto al significado de los términos aquí usados se sigue el texto de Vigilancia Epidemiológica de Plaguicidas Organofosforados y Carbámicos (documento de apoyo 6), así como el Glosario de la OMS sobre Plaguicidas (documento de apoyo 2).

- 4.2.1. Plaguicidas utilizados durante un período determinado: mes, año o ciclo agrícola. De acuerdo al formulario 1, Anexo I debe precisarse: tipo de sustancia, ingrediente activo, producto formulado, presentación, época (mes) de aplicación y cultivo.

La información debe recolectarse según la toxicidad aguda de cada sustancia utilizada para las categorías de la clasificación OMS, 1984-85, (documento de apoyo No. 1) interesando especialmente los plaguicidas de las categorías IA y IB, el herbicida paraquat de la categoría II y el insecticida malation de la categoría III.

- 4.2.2. Población expuesta. En el formulario 2 del Anexo I se recolectará la información sobre modalidades de exposición.

- a) Trabajadores agrícolas son aquellas personas con exposición mixta, tanto ocupacional como no ocupacional.
- b) Residentes vecinos en zona agrícola aledaña cuya exposición es de predominio no ocupacional.

- 4.2.3. En cuanto a la intensidad de la exposición ésta se determinará según cuatro criterios:

- a) Según las modalidades de exposición descritas en 4.2.2. se estima que presentan mayor exposición los trabajadores agrícolas que los residentes vecinos a las zonas agrícolas aledañas.
- b) Para los trabajadores, los oficios ordenados de mayor a menor exposición serían:
  - Aplicador bomba manual o motor
  - Mezclador y cargador
  - Banderillero
  - Aplicador aéreo
  - Manipulador de desechos —recolector de cosechas.
- c) En el caso de exposición laboral se establece un gradiente de exposición en base al número de aplicaciones de plaguicidas según tipo de aplicación y toxicidad de la sustancia.
- d) Frecuencia del contacto con plaguicidas. Dependerá en gran parte del cultivo y del tipo de plaga que se deba combatir.

#### 4.3. Criterios y Definiciones

- 4.3.1. Efectos agudos sobre la población expuesta: Intoxicados y defunciones. Con el propósito de facilitar la homogenización de criterios entre los diversos países
-

participantes en el presente estudio, se sugieren dos tipos de definición de casos y sospechosos. El primer tipo incluye aquellos diagnósticos basados exclusivamente en datos clínicos sin el apoyo de laboratorio. En el segundo, se sugieren las definiciones que incorporan el apoyo de laboratorio.

#### *Definiciones Clínicas*

Davies en su libro sobre Agromedicina denomina enfermedad colinérgica a las manifestaciones de intoxicación aguda por insecticidas organofosforados y carbámicos. Distingue síntomas y signos muscarínicos y nicotínicos y los clasifica en leves, moderados y graves. Caso será todo sujeto que haya estado en contacto con plaguicidas organofosforados y/o carbámicos y que presente la siguiente sintomatología.

- |     |   |
|-----|---|
| I   | Leves: cefalea, fatiga, mareo, visión borrosa, sudoración, náusea y vómitos, calambres abdominales, salivación y miosis.  |
| II  | Moderados: se agregan a los anteriores malestar y opresión precordial, bradicardia, crispatura muscular, confusión, ataxia (dificultad para caminar) y síntomas de psicosis tóxica. |
| III | Graves: se agregan a los anteriores pérdida de reflejos, ataques convulsivos locales o generalizados, arritmia con bloqueo cardíaco y función pulmonar deteriorada.                 |

La definición de caso de intoxicación aguda por el herbicida paraquat será el de un sujeto que haya manipulado el herbicida y que presente 2 de los siguientes síntomas: 1) ardor subesternal y abdominal, 2) disminución de cantidad de orina (oliguria) 3) coloración amarilla de piel y mucosas (ictericia), y 4) signos de insuficiencia respiratoria con disnea y cianosis.

#### *Definiciones con Apoyo de Laboratorio*

A continuación se señalan las definiciones de caso sustentado además con pruebas de laboratorio (el detalle de las pruebas sugeridas se describe en el Anexo). Estas definiciones son las sugeridas por Henao y Corey.

- 1) Caso clínico es aquel individuo que estuvo en contacto con plaguicidas organofosforados y/o carbámicos y que presenta una disminución de actividad colinesterásica superior al 25% en relación con los valores basales de preexposición y que además presenta los signos y síntomas de intoxicación descritos.
- 2) Caso subclínico es aquel individuo con una disminución de actividad colinesterásica superior a 25% pero sin síntomas ni signos de intoxicación.
- 3) Sospechoso es aquella persona expuesta con disminución de 20-25% de actividad colinesterásica; o bien el que presenta signos y síntomas de intoxicación leve o moderada sin descenso notable de la acetilcolinesterasa.

## 5. TAMAÑO DE LA POBLACIÓN A ESTUDIAR

Es importante definir el número mínimo de personas a considerar para evaluar realmente la exposición a plaguicidas en esa área. La muestra que se propone está basada en un método desarrollado por el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC/USA) que permite diferentes opciones sobre el tamaño de la población a estudiar según la probabilidad esperada de casos. (Anexo III). La muestra se seleccionará de acuerdo con la hipótesis del número de casos de intoxicación a esperar, ya sea en trabajadores expuestos y/o población residente.

Considerando la siguiente información para un estudio de cohorte:

I	a) Número de trabajadores expuestos	500
	b) Número de residentes no trabajadores	1000
	c) Incidencia de intoxicaciones en trabajadores expuestos	2%
	d) Incidencia de intoxicación en residentes no trabajadores	0.2%
II	a) Número de expuestos	300
	b) Número de no expuestos	500
	c) Incidencia de intoxicados en trabajadores expuestos	3%
	d) Incidencia de intoxicación en residentes no trabajadores	0.1%
III	a) Número de expuestos	300
	b) Número de no expuestos	500
	c) Incidencia de intoxicaciones en trabajadores expuestos	5%
	d) Incidencia de intoxicación en residentes no trabajadores	1%
IV	a) Número de expuestos	100
	b) Número de no expuestos	200
	c) Incidencia de intoxicación en trabajadores	11%
	d) Incidencia de intoxicaciones en residentes no trabajadores	1.6%

## 6. ORGANIZACION DEL ESTUDIO

### 6.1. Equipo de Campo

La coordinación del estudio estará a cargo de un epidemiólogo en cada país. Para la recolección de información se propone un equipo integrado por:

- dos ingenieros agrónomos
- dos médicos generales
- una secretaria encargada del archivo de formularios.

---

Este personal deberá recolectar los cuatro tipos de información señalados en la parte de metodología: plaguicidas utilizados, población expuesta, intoxicados y exámenes de monitoreo biológico. Una de las responsabilidades centrales de este equipo de trabajo será el capacitar al personal de salud de las unidades y puestos de atención médica y sanitaria de las áreas donde se desarrolla el estudio ECO, dispone de material educativo de apoyo. (Documentos de apoyo 8 y 9)

Es altamente conveniente que los miembros de este equipo participen desde el inicio de la planificación del estudio, incluyendo la selección y reconocimiento del área o áreas donde se hará el estudio.

## 6.2. Inicio y Duración del Estudio

Dependerá de los períodos del ciclo agrícola en que se aplican plaguicidas, lo que a su vez está determinado por el cultivo en cuestión.

La duración máxima del estudio debe ser de un año, ya que durante ese período se cubre por lo menos un ciclo agrícola completo. Las conclusiones de estudio deberían en principio permitir que durante el segundo año se inicie el sistema de vigilancia epidemiológica y establecer además las medidas preventivas que se estimen necesarias. Para los cuatro tipos de información o recolectas se propone la modalidad siguiente.

- a) Plaguicidas utilizados: en lo posible captar la información correspondiente al mismo período durante el cual se va a estudiar el número de intoxicados.

Si no es posible usar la información de sustancias utilizadas en el ciclo agrícola (año) inmediato anterior para el área en estudio.

Deben considerarse como otras fuentes posibles de información, los registros nacionales o estatales a cargo de las autoridades agrícolas, sanitarias comerciales y/o ambientales.

- b) Población expuesta: aquellos residentes y trabajadores que se definen como expuestos durante el ciclo agrícola en el área en estudio.

La información censal con frecuencia está desactualizada. Se sugiere por lo tanto realizar registros propios de las comunidades seleccionadas en el área de estudio. Esta fase es fundamental y no representa un alto costo en virtud del tamaño de la muestra relativamente pequeña.

La población residente puede ser seleccionada utilizando una muestra aleatoria de las viviendas de las comunidades objeto de estudio. El número de residentes no trabajadores se obtendrá utilizando como factor el número promedio estimado de individuos por familia.

- c) Intoxicaciones y defunciones: los que se detectan en el área en estudio durante el ciclo agrícola en estudio. Se sugiere recolectar los datos en forma mensual.
- d) Exámenes de monitoreo biológico: para insecticidas organofosforados se recomienda tomar una muestra de sangre para evaluar los niveles de colinesterasa al menos antes,

durante y después de finalizada la exposición. Esto dependerá en gran medida de los recursos e infraestructura de laboratorio disponibles.

## 6.4 Recursos Necesarios

Parece viable que en la mayoría de los países sean sus propias autoridades de salud y agricultura quienes proporcionen la mayoría de los recursos humanos y materiales requeridos para el presente estudio.

La OPS a través de sus representantes y de ECO puede colaborar como recurso técnico y de asesoría.

## 6.5 Documentos de apoyo

A cada grupo de investigadores que vayan a iniciar este estudio se entregará los siguientes documentos

6.5.1. Clasificación de Plaguicidas conforme a su peligrosidad (ECO/OPS, 1986).

6.5.2. Glosario de Definiciones de OMS.

6.5.3. Hojas de información técnica sobre 16 plaguicidas escogidos por su mayor toxicidad, su mayor uso y por la frecuencia y gravedad de las intoxicaciones que producen:

Toxicidad IA incluye:	aldicarb mevinfos paratión metil paratión fensulfotión hexaclorobenceno leptofos
Toxicidad IB incluye:	diclorvos endrín azinfos etílico y metílico carbofurán oxymal aldrín fentión
Toxicidad II incluye:	paraquat
Toxicidad III incluye:	malatión

6.5.4. Código de Conducta FAO para la distribución y utilización de plaguicidas, 1986.

---

6.5.5. Guía de Acción. Cuidadora para el Código de Conducta FAO, 1987.

6.5.6. Vigilancia Epidemiológica de Plaguicidas Organofosforados y Carbámicos. Henao S. y Corey G. ECO/OPS 1986.

6.5.7. Plaguicidas y sus metabolitos.

6.5.8. Plaguicidas. La Prevención de Riesgos en su Uso. Manual de Adiestramiento. Segunda Edición, ECO 1986.

6.5.9. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Intoxicaciones por Insecticidas. R. Plestina. ECO 1986.

6.6. Recolección y análisis de la información. En los formularios (Anexo I) puede vaciarse la información agrícola y de salud recolectada por el equipo de campo. Algunos de estos pueden llevarse directamente al trabajo de campo, otros tienen su mayor utilidad en la acumulación sistemática de toda la información sobre cada uno de los eventos a estudiar.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ALBERT L y E. ARANDA, La Legislación Mexicana sobre plaguicidas. Análisis y Propuesta de Recomendaciones. Folia Entomológica Mexicana No. 68:75-87, 1986.
2. ARANDIA, J. (et al.) Intoxicación por plaguicidas agroquímicas en Pueblo Llano, Mérida, Venezuela. Mérida Venezuela: Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, 1987.
3. ARATA, A. El Uso de Plaguicidas en la Agricultura y la Salud Pública. Folia Entomológica Mexicana No. 68:139-185, 1984.
4. ABULL, D.A. Growing Problem: Pesticides and Thurd World Poor. Oxfam, London 1982.
5. CAMPOS, M. Problemas asociados con el uso de plaguicidas en Guatemala. San José, Costa Rica: OPS: LUCAM, 1987.
6. Clasificación de Plaguicidas conforme a su Peligrosidad recomendada por la OMS (VBC) Ginebra, 1984-1985. Inglés, traducción ECO/OPS, 1986.
7. COYE, M., JOHN LOWE & KEITH MADDY. Biological Monitoring of Agricultural Workers Exposed to Pesticides: I Cholinesterase Determinations. II Monitoring of Intact Pesticides and Their Metabolites. Journal of Occupational Medicine, Vo 28,(8)619-636. August 1986.
8. DAVIES, J.E., VIRGIL FREED & FRED WHITTEMORE. (Editores), Enfoque Agromédico sobre Manejo de Plaguicidas. (Traducción de Programa de Salud Pública Veterinaria), OPS/OMS Washington D.C. 1982.

---

9. FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas) Código Internacional de Conducta para Distribución y Utilización de Plaguicidas. GIFAP, Bélgica, 1986.

10. HAYES WJ JR. Pesticides Studies in Man. Williams and Wilkings Co., Baltimore, USA, 1982

11. HENAO, S., y G COREY. Plaguicidas Organofosforados y Carbámicos Serie Vigilancia, ECO/OPS, 1986.

12. IARC Monographs. Vol. 15 Some fumigants, the herbicides 2,4-D and 2,4,5-T, chlorinated dibenzodioxins and miscellaneous pesticides, International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1983.

13. IARC Monographs. Vol. 30. Miscellaneous pesticides, International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1983

14. IARC. Monographs, Vol. 41. Some halogenated hydrocarbons and pesticide exposures. International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1986.

15. JEYARATNAM, J. Intoxicación Aguda por Plaguicidas: Un Problema del Tercer Mundo. Foro Mundial de la Salud. Vol. 34, 1985.

16. LEVINE, R.S. Assessment of Mortalty and Morbidity Due to Unintentional Pesticide Poisonings, WHO/VBC/86 929. Word Health Organization, Geneva, 1986.

17. LEVINSOHN, M. Insecticide use and Increased Mortality in Rural Central Luzom, Phillipines The Lancet, June 13, 1987. 1359-1362.

18. MORGAND. Diagnóstico y Tratamiento de los Envenamamientos con Plaguicidas. (3a. Edición), US Environmental Protection Agency, 1982.

19. MOSES, M. En: Environmental and Occupational Medicine. w. ROM, Editor Little Brown, Boston, 1983, pages 547-572.

20. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, Informes de Comités de Expertos sobre Plaguicidas. OMS, Ginebra, 1973-1986.

21. PLAGUICIDAS: La Prevención de Riesgos en su Uso (Manual de Adiestramiento), 1986. Centro ECO/OPS/OMS. Segunda edición.

22. Protocolo estandarizado para estudios de campo sobre exposición a plaguicidas OMS, 1986 ingles traducción de ECO/OPS.

23. ROTHMAN, K. Modern Epidemiology Objectives of Epidemiology Study Design Little Brown & Co., 1986 p. 79-82.

24. SEMANAYAKE, K & LAKSHMAN K. Neurotoxic Effects of Organophosphorus Insecticides, New England Journal of Medicine Vol. 316 (13), March, 1987.

---

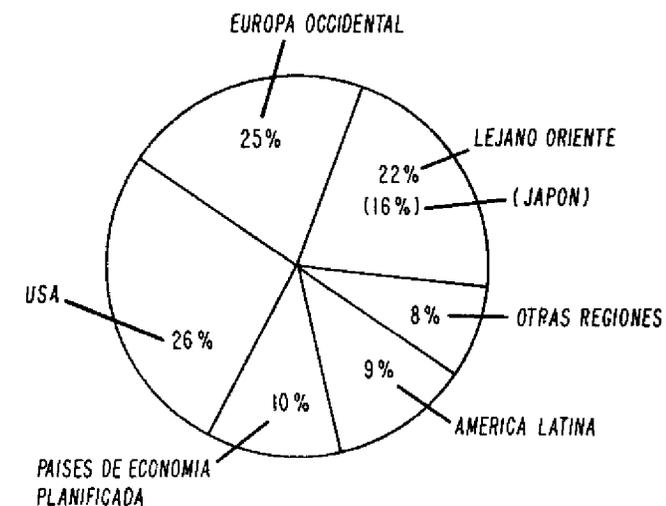
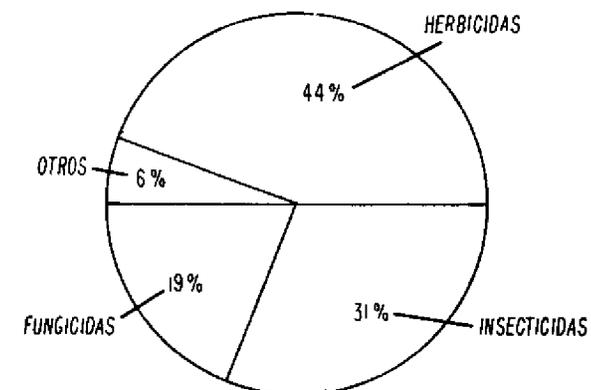
25. SINGH, P.D.A. & M.E. WEST. Acute Pesticide Poisoning in the Caribbean. *W.I. Med J. (West Indian Med. Journal)*. Vol. 34 (2):75-83, 1985.
26. TRAPPE, A. *et al.* Proyecto de Vigilancia Epidemiológica en Ecotoxicología de Plaguicidas. *Revista de Saude Ocupacional (Brasil)*. Vol. 12 (47): 12-20, 1984.
27. UNITED NATIONS, 1987. Consolidated list of products whose consumption and/or sale have been banned, withdrawn restricted or not approved by Governments. Pages 121-226 *Agricultural Chemicals*.
28. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Regional Office for Europe, 22, Copenhagen, 1987, *Organophosphorus Pesticides: an Epidemiological Study*, 138 pages.
29. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Environmental Health Program Geneva, Public Health Impact of Agrochemicals. Draft WHO/PEP/88/V.

**Tabla 1** Estimaciones utilización mundial de plaguicidas 1985 toneladas\*

Mundial	2 millones	
Países industrializados de occidente	1.3 millones	66%
Países economía centralizada	220,000	11%
Tercer mundo	400,000	20%

\* Industry and Environment UNEP Vol. 8, No. 3, 1985

**Tabla 2** Utilización mundial de agroquímicos, Asociación Británica de agricultura, 1986\*



\* en: Chemical Weekly Special Report/Pesticides, May 4, 1988, p. 22-39

**Tabla 3** Resumen estimaciones mundiales anuales publicadas de intoxicaciones no intencionales por plaguicidas

Año	Casos	Muertes	Referencias
1973	500,000	—	1) WHO, 1973 *
1977	—	20,640	2) Copplestone, 1977
1982	750,000	13,800	3) Bull, 1982
1983	1,500,000 2,000,000	40,000	4) ESCAP, 1983
1985	1,111,000	20,000	5) Levine, 1986 (Area Surveys of mortality: method used in the study by WHO, 1973)
1985	(2,900,000)*	(220,000)*	6) Jeyaratnam (1985) (based on hospital data)

\* intoxicaciones intencionales y no intencionales.  
(estimaciones basadas en registros hospitalarios).

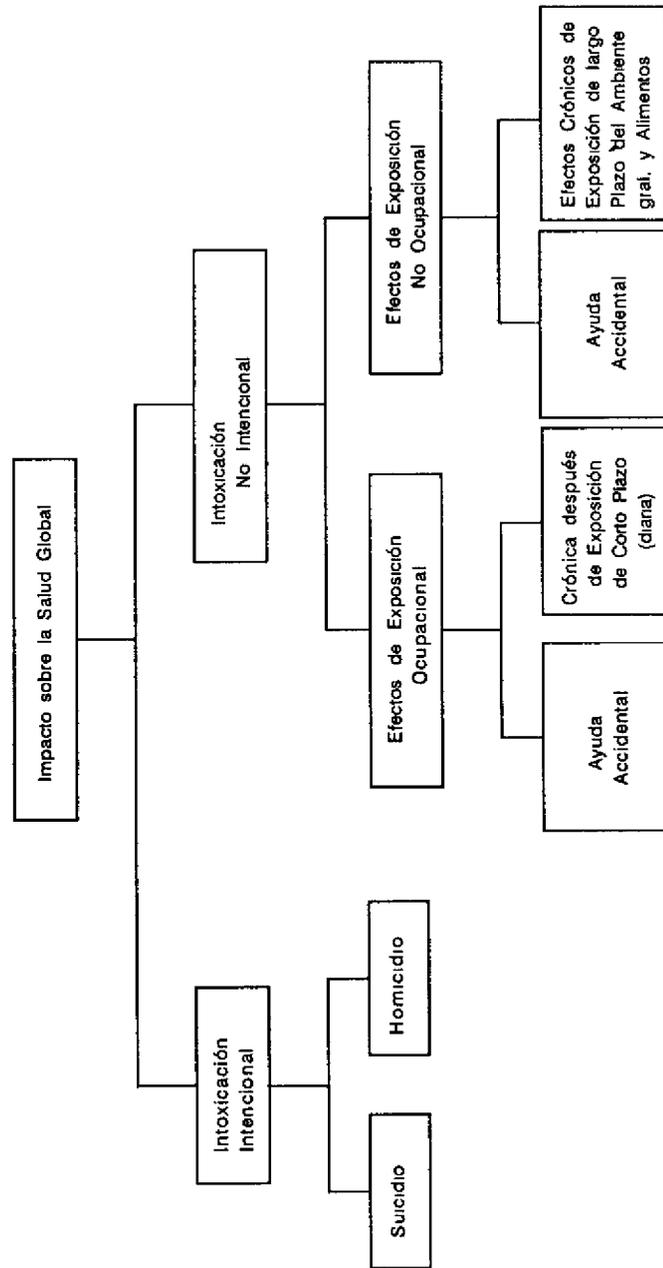
1. Safe use of Pesticides WHO Expert Committee on Insecticides. Twentieth report. Technical Report Series No. 513, WHO, Geneva, 1973.
2. COPPLESTONE, J.F.A. Global view of pesticides safety, pp. 147-155 in: Pesticide Management and Insecticide Resistance (eds Watson and Brown), Academic Press, N.Y., 1977.
3. BULL, D., 1982, A growing problem: Pesticides and the third world poor. Oxfam, Oxford.
4. ESCAP. 1983, Development/environment trends in Asia and the Pacific: A regional overview, Economic and Social Commission of Asia and the Pacific, Bangkok.
5. LEVINE, R.S., 1986, Assessment of mortality and morbidity due to unintentional pesticides poisoning. WHO/VBC/86. 929 WHO, Geneva, (Análisis de encuestas locales según el método del estudio de WHO, 1973).
6. JEYARATNAM. J. Scandinavian Journal Work Environment Health 11, pp. 229-234.

**Tabla 4** Utilización de plaguicidas, Población y área cultivable en cinco países de América Latina (1982-1988)

Country		Population size (millions)	Agricultural area (km <sup>2</sup> )	Amount of pesticides used	
				total tonnes	kg/person kg/km <sup>2</sup>
Costa Rica	(a)	2.6	31 844	8 000	3.1 251
Guatemala	(b)	8.4	42 000	3 000	0.36 71
Colombia	(c)	29	310 000	21 000	0.72 68
Mexico	(d)	81	600 000	53 000	0.65 88.3
Brasil	(e)	136	1 200 000	42 000	0.31 35
World 4 000 000				2 000 000	0.5
Mundial (f)					

- a) L. CASTILLO Y C. WESSELING. CCSS, 1984.
- b) M. DE CAMPOS. Inst. Guatemalteco Segur. Sociales, 1983.
- c) S. HENAO. Documento, octubre 1986. Mimeo. Facultad Nacional de Salud Pública, Medellín.
- d) Dirección General Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal. SARH, 1988.
- e) Anuario FAO de Producción, Vol. 39. 1985.
- f) Industry and Environment. Vol. 8, No. 3, 1985.

Tabla 5 Efectos sobre la salud humana por los plaguicidas\*



\* Public Health Impact of Agrochemicals, Draft, WHO/PEP/87/X.

Tabla 6 Deaths from pesticide poisonings in Costa Rica 1983-1984\*  
Muertes por intoxicación con plaguicidas

By substance/sustancia				
Paraquat	33	67.3%	25	59.2%
Organophosphates	10	20.4%	10	21.0%
Carbamates	2	4.1%	4	5.6%
Chlorinated	1	2.0%	—	—
Estricnina	—	—	1	2.4%
Mixtures	2	4.1%	2	4.8%
Total	49	100	42	100

By cause/tipo de intoxicación				
Suicide	30	61.2%	23	54.8%
Accidental	5	10.2%	3	7.1%
Occupational	3	6.1%	5	11.9%
Homicide	1	2.0%	—	—
Unknown	10	20.4%	11	26.2%
Total	49	100%	42	100%

\* National Poison Center Government Social Insurance Institution (CCSS)  
Centro Nacional de Intoxicados. Caja Costarricense Seguros Sociales (CCSS)

**Tabla 7** Valores límite inferiores aproximados del nivel normal en las actividades de la colinesterasa plasmática y eritrocítica en humanos\* (11)

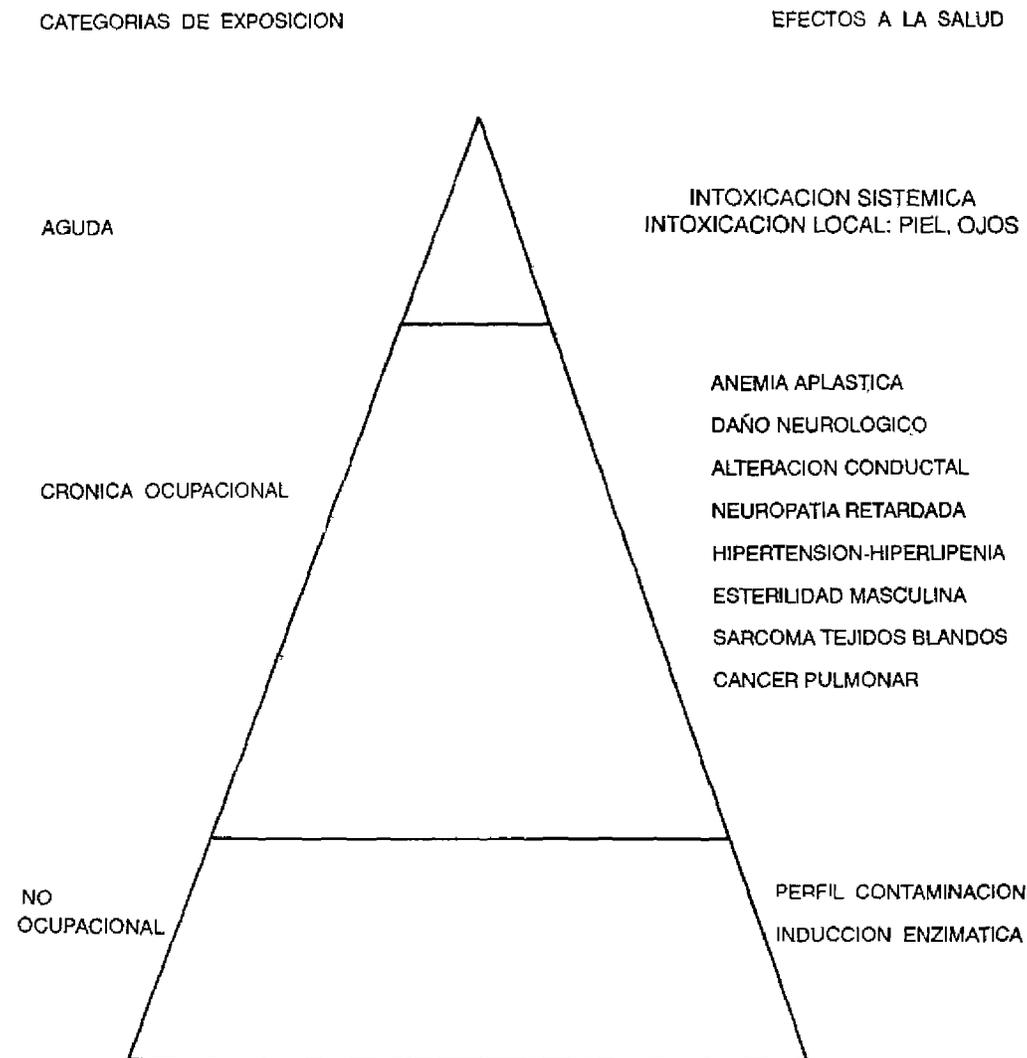
Método	Colinesterasa plasmática	Colinesterasa eritrocítica	Sangre total	Unidades
1. APH (Michel)	0,45	0,55	—	APH/hr/ml
2 Ph Stat (Naab-Whitfield)	2,3	0,8	—	μM/min/ml
3. Che-Tel (Pfizer)	4,0	—	—	Unidades Che-Tel
4. A Che-Tel (Pfizer)	—	210	—	Unidades A-Che-Tel
5. BMC Reagent Set (Eilman Boehringer)	1875	—	3000	mU/min/ml
6. 1-test Cholinesterase (EM Diagnostics)	3,6	—	—	Unidades/ml
7. Acholest test paper	>20	—	—	Minutos
8. Dupont ACA	<8	—	—	Unidades/ml
9. Garry-Routh (Micro)	—	—	7,8** 5,8***	μM-Sh/3 min/ml
10. Merckotest	—	—	3,0	Unidades/ml
11. GLC (Method) (Cranmer)	2,1	8,2	—	μM/min/ml
12. Technicon	2,0	8,0	—	μM/min/ml

\* Fuente: Colombia. Ministerio de Salud. Sección Toxicología.

\*\* Hombre

\*\*\* Mujer.

**GRÁFICO I**



De JOHN E. DAVIES y Cols. *Enfoque agromédico sobre manejo de plaguicidas* p 67 OPS, Programa de Salud Pública Veterinaria HPV, Washington D.C., 1986.

ANEXO I

FORMULARIOS Y TABLAS PARA ANALISIS DE INFORMACION

Formulario 1	Plaguicidas utilizados.
Formulario 2	Cuestionario individual sobre población expuesta.
Formulario 3	Tabla población total expuesta según sexo y edad.
Formulario 4	Tabla población trabajadora expuesta según actividad y frecuencia de exposición.
Formulario 5	Cuestionario individual casos de intoxicación y defunciones.
Formulario 6	Tabla intoxicaciones y defunciones según mes del año.
Formulario 7	Tabla intoxicaciones y defunciones según tipo de exposición.
Formulario 8	Tabla intoxicaciones y defunciones ocupacionales por años de exposición.
Formulario 9	Análisis toxicológicos de niveles de colinesterasa y otros exámenes. Listado de casos.
Formulario 10	Niveles de colinesterasa y frecuencia de exposición a insecticidas fosforados y carbámicos.
Formulario 11	Niveles de colinesterasa y años de exposición a insecticidas fosforados y carbámicos.

FORMULARIO 1

PLAGUICIDAS UTILIZADOS

Pais \_\_\_\_\_ Región<sup>1</sup> \_\_\_\_\_  
 Municipio<sup>2</sup> \_\_\_\_\_ Comunidad<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_

Plaguicida usado <sup>4</sup>				
Toxicidad IA	Kilos <sup>5</sup>	Litros <sup>5</sup>	Cultivo tipo	Superficie de aplicación (hectáreas)
1. _____	_____	_____	_____	_____
2. _____	_____	_____	_____	_____
3. _____	_____	_____	_____	_____
4. _____	_____	_____	_____	_____
5. _____	_____	_____	_____	_____

1. Provincia, Estado, Departamento o Región  
 2. Municipio, Cantón

3. Comunidad, Area  
 4. Nombre Genérico  
 5. Ingrediente Activo

2/3 continua

Toxicidad IB <sup>4</sup>	Kilos <sup>5</sup>	Litros <sup>5</sup>	Cultivo tipo	Superficie de aplicación (hectáreas)
1				
2.				
3				
4				
5.				
Toxicidad II <sup>4</sup> (paraquat)				
Toxicidad III <sup>4</sup> (malatión)				

3/3 continua

Fuente de información<sup>6</sup>

---

---

---

Fecha \_\_\_\_\_

---

6. Indicar fuente y forma de obtención de los datos sobre uso de plaguicidas.

FORMULARIO 2

CUESTIONARIO INDIVIDUAL SOBRE POBLACION EXPUESTA

- 1 Nombre o Clave de Identificación \_\_\_\_\_
- 2 Edad \_\_\_\_\_ 3. Sexo \_\_\_\_\_
- 4 Residente sin Exposición Ocupacional
  - Frecuencia de Uso de Plaguicidas \_\_\_\_\_ (Semana)
  - Tipo de Plaguicidas (Nombre Comercial) \_\_\_\_\_
5. Trabajador (Residente o no Residente). Tipo de Trabajo. (Marque las que corresponda)
  - Aplicador Manual
  - Mezclador
  - Cargador
  - Banderillero
  - Aplicador Aéreo
  - Manipulador de Residuos
  - Recolector de Cosecha
  - Otros (Estipular)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_
6. Años de Uso de Plaguicidas \_\_\_\_\_
7. Frecuencia de Uso de Plaguicidas en Último Ciclo Agrícola \_\_\_\_\_ (Semana)

Pais \_\_\_\_\_  
 Región<sup>1</sup> \_\_\_\_\_  
 Municipio<sup>2</sup> \_\_\_\_\_  
 Comunidad<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

FORMULARIO 3

POBLACION EXPUESTA POR GRUPO DE EDAD Y SEXO

Población Expuesta	Masculino				Femenino			
	< 16	16-44	45 >	Total	< 16	16-44	45 >	Total
Trabajador Agrícola								
Residente								
Total								

1 Provincia, Estado, Departamento  
 2 Municipio o Cantón  
 3 Comunidad o Área

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

**FORMULARIO 4**

**POBLACION TRABAJADORA EXPUESTA SEGUN ACTIVIDAD Y FRECUENCIA**

*Frecuencia de exposición laboral*

Tipo de Actividad	Total	Diana	2-3 Semana	Semanal	Mensual
Aplicador Manual					
Mezclador					
Cargador					
Banderillero					
Aplicador Aéreo					
Manipulador de Desechos					
Recolector de Cosecha					
Otros (Estipular)					
<b>Total</b>					

*Definiciones de la actividad*

**Aplicador.** Es el que utiliza plaguicidas con bomba a motor o en forma manual.  
**Mezclador:** Es el que prepara (formula) los plaguicidas mezclados con distintos disolventes junto al lugar donde se va a aplicar  
**Cargador.** El que coloca los plaguicidas, formulados, en el tanque de un avión, o de un equipo terrestre  
**Banderillero:** Señala al aplicador aéreo los puntos por donde este debe iniciar la aplicación aérea  
**Aplicador Aéreo:** Es el que utiliza plaguicidas por medio de un avión especialmente equipado para ese efecto.  
**Recolector de Cosecha.** Trabajador agrícola que recolecta productos agrícolas que han sido fumigados con plaguicidas.  
**Manipulador de Residuos** Debe estar en contacto con residuos (desechos) de plaguicidas para su eliminación, almacenaje o transporte.

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

**FORMULARIO 5**

**CUESTIONARIO INDIVIDUAL SOBRE CASOS DE INTOXICACION Y DEFUNCIONES**

Unidad de Atención Médica \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Fecha de Intoxicación \_\_\_\_\_ Fecha de Defunción \_\_\_\_\_

Plaguicida(s) (Nombre genérico) \_\_\_\_\_

Vía de Absorción Predominante

- Inhalación
- Cutánea
- Ingestión
- Desconocido

Tipo de Exposición

- Laboral \_\_\_\_\_ (Especificar)
- Accidental
- Suicidio
- Homicidio
- Desconocido

Clasificación Clínica

- Caso Leve
- Caso Moderado
- Caso Grave

Clasificación con apoyo de Laboratorio

- Clínico Confirmado
- Subclínico
- Sospechoso

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

**FORMULARIO 6**

**INTOXICACIONES Y DEFUNCIONES SEGUN MES(1)**

Población Expuesta	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Trabajadores Agrícolas													
Sospechosos Intoxicados													
Leve													
Moderado													
Grave													
Defunciones													
Residente													
Sospechosos Intoxicados													
Leve													
Moderado													
Grave													
Defunciones													
Total													

(1) Definiciones de Casos aparecen en la página del Protocolo

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

**FORMULARIO 7**

**TABLA INTOXICACIONES Y DEFUNCIONES SEGUN TIPO DE EXPOSICIÓN**

Población Expuesta	Intencional		No Intencional		Total
	Suicidio	Homicidio	Ocupacional	Comunitario	
Trabajador Agrícola					
Residente					
Total					

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

FORMULARIO 8

TABLA INTOXICACIONES Y DEFUNCIÓNES OCUPACIONALES  
 POR AÑOS DE EXPOSICIÓN

AÑOS DE EXPOSICIÓN

Actividad <sup>(4)</sup>	< 1		1 - 5		6 - 10		10 >		Totales
	Casos	Defunciones	Casos	Defunciones	Casos	Defunciones	Casos	Defunciones	
Aplicador Manual									
Mezclador									
Cargador									
Banderillero									
Aplicador Aéreo									
Manipulador de Desechos									
Recoleccionador de Cosecha									
Otros (Estipular)									

(4) Ver Definiciones Formulario 4.

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

FORMULARIO 9

ANÁLISIS DE INHIBICIÓN DE COLINESTERASA 1  
 REGISTRO INDIVIDUAL DE LA POBLACIÓN EXPUESTA

Nombre o Clave	Fecha <sup>2</sup>	Valor <sup>2</sup>	Fecha <sup>3</sup>	Valor <sup>3</sup>

- 1 Indicar Método Empleado
- 2 Valor Inicial
- 3 Valor de Seguimiento

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

**FORMULARIO 10**

**NIVELES DE COLINESTERASA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y CARBÁMICOS**

**FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN LABORAL**

Nivel de Colinesterasa (1)	Total	Diana	2-3 Semana	Semanal	Mensual
Normal					
Disminución del 25%					
Disminución entre 25-50%					
Disminución mayor al 50%					
Total					

(1) Indicar método empleado

País \_\_\_\_\_  
 Región \_\_\_\_\_  
 Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_

**FORMULARIO 11**

**NIVELES DE COLINESTERASA Y AÑOS DE EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y CARBÁMICOS**

**AÑOS DE EXPOSICIÓN**

Nivel de Colinesterasa (1)	< 1	1 - 5	6 - 10	10 >	Total
Normal					
Disminución del 25%					
Disminución entre 25-50%					
Disminución mayor al 50%					
Total					

(1) Indicar método empleado

---

**ESTUDIO DE CASO:  
LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DEL RÍO NEGRO, ARGENTINA\***

*Enrique Ortiz\**

*Simpósio Regional sobre La Problemática de las Sustancias Químicas y el Medio Ambiental Río de Janeiro, Brasil 13-15 de setiembre de 1988.*

La selección por parte de Argentina de la Cuenca del Río Negro como estudio de caso a ser desarrollado dentro del Programa Regional "Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales" obedeció fundamentalmente a tres factores, a los múltiples usos a que se destinan sus aguas, a su importancia socioeconómica y a su posible contaminación con plaguicidas

El área de estudio, la cuenca del río Negro, se localiza al norte de la región llamada Patagonia en Argentina (Figura 1). El río Negro es el resultado de la unión de los ríos Neuquén y Limay, los cuales tienen su origen en la Cordillera de Los Andes y después de un recorrido de 720 km descargan sus aguas en el Océano Atlántico.

El área de la cuenca del río Negro es de 95 000 km<sup>2</sup>. El río Negro por sí mismo tiene una pequeña área de captación, 8 000 km<sup>2</sup>, con un ancho menor a 20 km.

Varias hidroeléctricas regulan los flujos de los tributarios del río Negro (ríos Neuquén y Limay). Así, sobre el río Limay se encuentran las presas de Chacon, Alicurá y Arroyito, en operación, y varias otras en construcción, Piedra del Aguila, etc. En el río Neuquén las presas de Cerros Colorados y El Chañar controlan el flujo y generan electricidad, mientras que el Dique Ballester constituye una presa derivadora para el riego de las partes altas del valle.

Los ríos aquí mencionados tienen un régimen de flujo influenciado tanto por los deshielos como por la precipitación pluvial. El promedio descargado por el río Negro es de 876 m<sup>3</sup>/s (período de registro de 1927-1980). Para este mismo período el gasto máximo registrado fue de 1 346 m<sup>3</sup>/s y de 335 m<sup>3</sup>/s el mínimo. El ciclo hidrológico presenta dos picos, agosto y noviembre, y el período de estiaje es de diciembre a marzo.

\* Estudio que se viene realizando en Argentina con la participación de diferentes organizaciones y bajo la coordinación del Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH)  
\* Profesional Joven Residente, CEPIS (SEDUE, México)



Figura 1 Localización de la Cuenca del Río Negro, (Natale et al, 1988a).

La principal actividad económica de la cuenca del río Negro es el cultivo de frutales y hortalizas, con un uso consuntivo de las aguas de los ríos Neuquén, Limay y Negro con fines de riego.

La Tabla 1 muestra la distribución de los cultivos principales dentro de la cuenca, en términos del área cultivada (hectáreas) y de la producción (toneladas), durante el período 1979-80. La producción de manzanas y peras dentro de la cuenca es la más importante de Argentina. Su importancia a nivel nacional se demuestra en que dentro del valle se genera el 88% y 77% de la producción total nacional de manzanas y peras, respectivamente.

Asimismo, dentro de la cuenca, un número aproximado de 335 000 habitantes se abastece de agua para consumo humano a partir del recurso hídrico superficial de la misma (Tabla 2).

Algunas poblaciones se abastecen por medio de pozos filtrantes localizados en las márgenes de los ríos, mientras que otras lo hacen directamente de los cuerpos superficiales.

No obstante que un porcentaje de la población, menor al 40%, cuenta con alcantarillado, la mayoría de las aguas residuales generadas son descargadas, sin ningún tratamiento, a los cuerpos receptores.

La actividad industrial dentro de la cuenca está principalmente relacionada con el almacenamiento y procesamiento de frutas. Sin embargo, en las partes altas y bajas del valle son de esperarse cambios importantes en la actividad socioeconómica, debido fundamentalmente a la futura ubicación del Distrito Federal en Viedma-Carmen en la Patagonia, en la vecindad de la desembocadura del Río Negro, y al desarrollo industrial de la Provincia de Neuquén.

Por su parte, la pesca comercial dentro de la cuenca se limita a sus partes altas, fundamentalmente al río Neuquén; en esta zona, durante el año 1986, fueron capturadas 178 toneladas. A lo largo del río Negro únicamente se desarrolla algo de pesca deportiva.

En relación a la agricultura, principal actividad socioeconómica de la cuenca, el período estacional de mayor aplicación de plaguicidas se da en el lapso comprendido entre los meses de octubre a marzo.

Los principales plaguicidas empleados en el cultivo de frutales se presentan en la Tabla 3. Niveles significativos de carbaryl, azinphos metílico (gutón), paratión, phosmet, propargite y cyhexatín, son aplicados en las áreas bajo riego de la cuenca.

Pese a que los plaguicidas organoclorados raramente son usados con fines agrícolas, se ha reportado el empleo de heptacloro.

Debido a que las áreas de aplicación de plaguicidas dentro de la cuenca del río Negro son irrigadas con aguas de los ríos Neuquén, Limay y Negro, se establece que el principal transporte de plaguicidas, de las áreas agrícolas a los cuerpos receptores, sea principalmente a través de los drenes de las redes de riego.

Debido a la poca precipitación pluvial en la cuenca, a las características planas del terreno y al diseño de las redes de riego, el transporte de los plaguicidas a través del escurrimiento superficial es despreciable.

**Tabla 1.** Distribución de los principales cultivos dentro de la cuenca del Río Negro, (Natale et al, 1988a).

Crop	Agricultural aspects	
	Cultivated surface 1979-1980 (ha)	Production 1979-1980 (Tons)
Apples	35,130	779,000
Pears	9,585	117,000
Grapes	16,200	48,900
Tomatoes	5,600	60,000
Garlic	110	490
Onions	700	12,600
Peaches		26 400
Alfalfa	11,000	46,600
Quince		3,805

**Tabla 2.** Principales aspectos socioeconómicos de la cuenca del Río Negro, (Natale et al, 1988a).

Social aspects				
Total population		Population supplied with drinking water from the Negro River Basin		
Neuquen Province	Río Negro Province	Neuquén Province	Río Negro Province	
158,737 (1980)	Upper Valley 162,557 (1983) Middle Valley 24,425 (1985) Lower Valley† 59,467 (1985-86)	142,863 (1980)	Upper Valley 115,963 (1983)	Middle Valley 16548 (1984) Lower Valley† 57870 (1985-86)

† Includes Buenos Aires Province.

**Tabla 3.** Uso de plaguicidas en las tierras de cultivo de la cuenca del Río Negro (Natale et al, 1988a).

Pesticide	Chemical class	Active mass (t) used (tons)		Application rate (t) (kg/ha)	Toxicity (2) Rat Acute Oral LD <sub>50</sub> (mg/kg)	Fish LC <sub>50</sub> (mg/l)	Persistence (3) Percentage of recovery after 1 week
		1985/86	1986/87				
CARBARYL	CARBAMATE	38.00	104.0	1.80	500.0	1.0	4.5
CYHEXATIN	ORGANOTIN	13.00	18.0	0.63	540.0	-	-
CLOFENTEZINE		-	0.9	0.45	-	-	-
DICOFOL	ORGANOCHLORINES	2.70	2.3	1.00	684.0	0.1	-
DIMETHOATE	ORGANOPHOSPHORUS	-	0.5	1.80	185.0	9.6	100.0
ENDOSULFAN	ORGANOCHLORINES	1.75	0.7	1.60	18.0	0.001	30.0
ENDRIN	ORGANOCHLORINES	0.60	-	-	7.3	0.0002	100.0
GUTHION	ORGANOPHOSPHORUS	52.00	39.0	1.00	11.0	0.010	-
HEPTACHLOR	ORGANOCHLORINES	7.20	-	1.80	90.0	0.009	25.0
METAMIDFOS	ORGANOPHOSPHORUS	3.00	9.0	0.54-1.44	29.9	-	-
METHYL DEMETON	ORGANOPHOSPHORUS	3.75	-	0.75	2.5	-	-
METHIDATHION	ORGANOPHOSPHORUS	6.00	0.8	0.12-0.96	25.0	-	-
MONOCROTOPHOS	ORGANOPHOSPHORUS	7.20	0.9	1.8	21.0	7.0	-
OMETHOATE	ORGANOPHOSPHORUS	7.00	-	2.4	50.0	-	-
PARATHION	ORGANOPHOSPHORUS	40.00	32.5	1.5	4.0	0.047	50.0
PHOSMET	ORGANOPHOSPHORUS	33.00	30.0	1.8	147.0	0.03	-
PHOSPHAMIDON	ORGANOPHOSPHORUS	10.00	-	1.5	11.0	8.0	-
PROPARGATE	AROMATIC & CYCLIC SULFUR COMPOUND	10.50	21.0	1.80	2200	0.03	-
TRIAZOFOS	ORGANOPHOSPHORUS	-	0.6	0.40	-	-	-
TRICYCLAZOL	ORGANOTIN	-	1.5	1.50	-	-	-

References: (1), (2), (3)

---

Los mecanismos de transporte de plaguicidas más importantes en las áreas de aplicación son la percolación y el escurrimiento subsuperficial, ambos mecanismos incrementan el tiempo de transporte hasta los drenes.

Por lo tanto, la pérdida neta esperada de plaguicidas en el área de aplicación es alta debido a la degradación en el suelo y a su comportamiento en los acuíferos no confinados, antes de ser descargados a los cuerpos superficiales, drenes agrícolas y ríos.

Estos mecanismos de transporte, aunados a la baja persistencia de muchos de los plaguicidas ampliamente usados, explican las detecciones irregulares de estos plaguicidas en los cuerpos receptores.

El uso intensivo de plaguicidas en la cuenca del río Negro, los múltiples usos a que se destinan sus aguas, así como el constante incremento de la población, determinaron la necesidad de llevar a cabo el presente estudio con la finalidad de determinar la presencia, transporte, destino y posibles deterioros en los usos del agua debido a los plaguicidas presentes en sus aguas.

Es necesario mencionar que estudios preliminares llevados a cabo por la Universidad del Comahue mostraron que las concentraciones en el agua de algunos plaguicidas organoclorados y organofosforados estaban por encima de los criterios internacionales para la protección de la vida acuática.

En términos generales, la metodología del estudio incluye tanto la capacitación de recursos humanos y el manejo específico del problema. La capacitación está encaminada a mejorar la habilidad y capacidad de las instituciones de servicio e investigación de Argentina en el campo de la toxicología acuática. Los objetivos del manejo específico del problema están orientados a determinar la tecnología capaz de preservar y desarrollar los usos del agua en la cuenca del río Negro y las actividades agrícolas del valle.

En relación es esto último, tres son los principales usos del agua a preservar: fuente de abastecimiento de agua potable, para más de 400 000 habitantes, habitat para la biota acuática y riego de tierras de cultivo.

Debido a la particularidad de las técnicas y herramientas a ser empleadas en el estudio, éste se ha dividido en los siguientes programas.

- Monitoreo de plaguicidas en el sistema acuático
- Modelación matemática de destino y transporte de plaguicidas
- Establecimiento de riesgos
- Ingeniería de control y/o tratamiento
- Desarrollo de estándares para plaguicidas en aguas de la cuenca del río Negro

En términos generales, las principales actividades desarrolladas después de tres años de trabajo son:

---

- Inventario de plaguicidas
- Establecimiento de una red de monitoreo
- Pruebas de toxicología acuática empleando bioensayos
- Desarrollo de un modelo para calcular el coeficiente de volatilización de algunos plaguicidas, determinando la importancia del mismo en el decaimiento total y el efecto de la velocidad del viento sobre el coeficiente de volatilización
- Realización de una primera aproximación simplificada del modelo de transporte de destino de plaguicidas organofosforados en el río Negro para el caso del disulfón, plaguicida más frecuentemente detectado en noviembre de 1987
- Desarrollo y aplicación de una metodología para determinar la porción del río que actúa como caudal de dilución de los drenajes de la red de riego

La Tabla 4 nos muestra el inventario de plaguicidas empleados en el alto valle del río Negro en la campaña agrícola 1986-87. Los valores correspondientes a los volúmenes máxicos comercializados son preliminares ya que la campaña agrícola termina posteriormente a la elaboración de la tabla. De esta lista surge que los plaguicidas de mayores volúmenes comercializados en 1986-87 (metil-azinfos, fosyet, paratión, carbaryl, metamidofos, cyhexatín y omite) no fueron detectados en las campañas de muestreo de octubre y noviembre de 1986. Esto se pudo deber al hecho que el laboratorio que realizó los análisis no contaba con el detector específico para plaguicidas organofosforados.

En relación a la red de monitoreo, ésta comprendió 11 estaciones de monitoreo de la calidad del agua, una de sedimentos, tres de agua potable y tres de biomonitores (Figura 2).

Además de los plaguicidas organoclorados y organofosforados analizados, el programa también consideró el análisis de parámetros convencionales de calidad de agua y parámetros hidrometeorológicos. El análisis de plaguicidas fue realizado en la columna de agua, en los sedimentos y en tejido de un organismo bivalvo local.

Las Tablas 5 y 6 presentan la ubicación y concentración de varios plaguicidas detectados en la cuenca

Las pruebas de toxicología acuática se llevaron a cabo con la finalidad de evaluar la toxicidad de algunos de los plaguicidas más usados en la zona del Alto Valle del Río Negro, como son: metil azinfos, fosalone, propargue, cyhexatín y carbaryl. La información generada por estas pruebas se considera de importancia ya que permite conocer la toxicidad de los compuestos formulados antes de su aplicación en la zona de estudio. Si bien es posible encontrar información toxicológica en la bibliografía internacional, ésta es incompleta y generalmente está referida a toxicidad aguda oral en ratas.

Además, es importante tener en cuenta que las características de la formulación de los compuestos afectan directamente la toxicidad de los mismos.

---

Tabla 4. Consumo estimado de plaguicidas.  
Temporada 1986 - 87.

Plaguicida	Formulado kg/campaña	Activo kg/campaña	Dosis g.i.a./ha
Metil-azinfos	60.000	39.000	1.000
Fosmet	60.000	30.000	1.800
Paration	65.000	32.500	1.500
Carbaryl	50.000	42.500	1.800
Metidation	2.000	800	120
Monocrofos	1.500	900	1.800
Meta midophos	18.000	10.800	1.530
Piretroides (varios)	16.000	1.800	10
Dimetoato	1.000	500	1.800
Triciclazol	3.000	1.500	1.000
Triazofos	2.000	600	405
Cihexatin	30.000	18.000	630
Dicofol	10.000	1.800	1.000
Sulfoxil (Omite)	70.000	21.000	1.800
Clofentezine (Acaristop)	1.800	900	450
Heptacloro			
Endosulfan			

Fuente: Inta-Est exp. Alto Valle del Río Negro.

Las pruebas de toxicidad realizadas hasta ahora se llevaron a cabo empleando como organismo de prueba *Daphnia magna*. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7.

Para las condiciones hidrometeorológicas imperantes en el río Negro en noviembre de 1987, se determinaron los coeficientes de volatilización para disulfotón, malatión, metil azinfos, metil paratión y paratión. De acuerdo a los resultados obtenidos quedó evidenciado el despreciable efecto que tiene la volatilización en el decaimiento de estos plaguicidas en el medio acuático. Asimismo, para el caso del disulfotón, se observó que aumentos importantes en la velocidad del viento no provocan cambios en el orden de magnitud del coeficiente de volatilización.

Como una primera aproximación del modelo de transporte y destino de plaguicidas organofosforados se aplicó un modelo simplificado para el plaguicida más frecuentemente detectado en noviembre de 1987: el disulfotón. Este modelo se aplicó para uno de los tramos del río Negro, con el aporte de siete descargas puntuales en la red de riego. Esta primera aproximación tuvo por finalidad determinar las órdenes de magnitud del decaimiento por volatilización para condiciones de velocidad de viento medias y altas, pero con la previsión de su escasa relevancia dadas las características de los plaguicidas organoclorados.

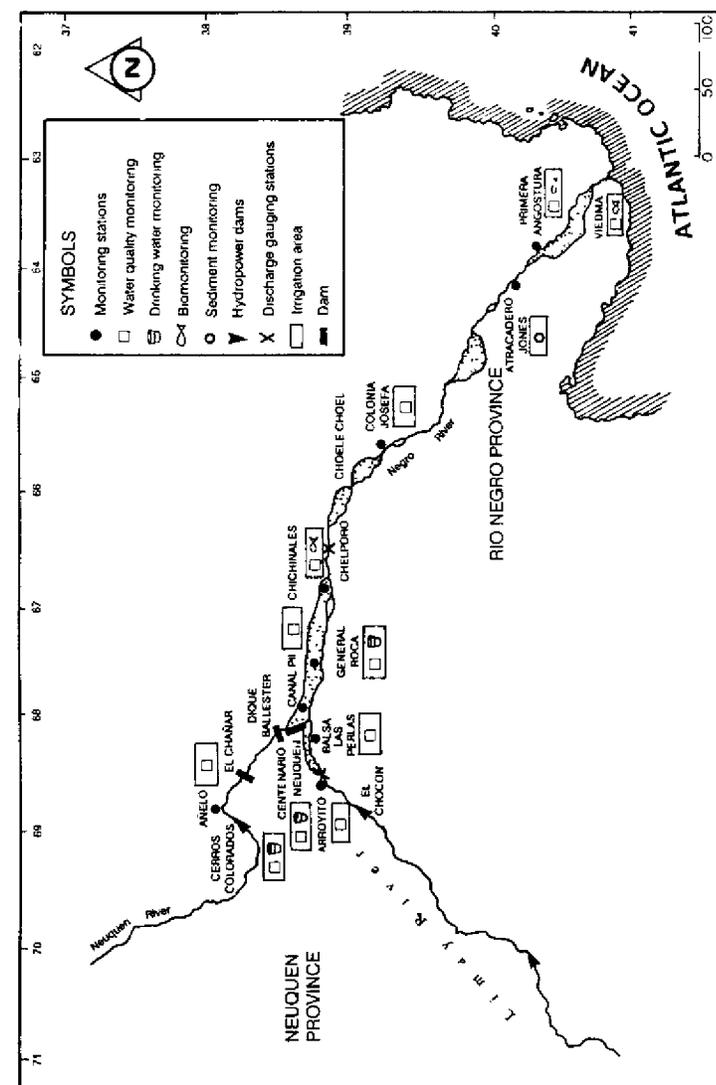


Figura 2 Red de monitoreo de calidad del agua de la cuenca del Río Negro.  
(Octubre 1986 - Febrero 1987), (Natale et al, 1988a)

Tabla 5 Plaguicidas detectados en la cuenca del Río Negro  
(Febrero-Marzo 1986)  
(Natale et al, 1988a).

Monitoring Station	Sampling* location	Aldrin (2/86)** SS† (mg/kg)	Dieldrin (3/86) D † (µg/l)	Malathion (3/86) D (µg/l)	Parathion (2/86) D (µg/l)	Methyl Parathion (3/86) D (µg/l)	Fenitrothion (3/86) SS (µg/l)	Heptachlor (2/86) D (µg/l)	Heptachlor Epoxide (2/86) D (µg/l)	β-Chlordane (2/86) D (µg/l)
LAS PERLAS	Limay River (km 730')	0.24	—	—	—	—	—	0.205	0.081	—
NEUQUEN	Neuquen River (km 725')	—	—	—	—	—	—	0.080	0.026	—
I. JORDAN	Negro River (km 720')	—	—	—	—	—	—	—	0.093	—
ALLEN	Negro River (km 700')	—	0.037	—	—	—	—	—	—	—
GRAL. ROCA	Negro River (km 665')	—	0.022	—	—	—	—	—	—	—
VILLA REGINA	Negro River (km 630')	—	—	0.057	—	0.034	0.11	—	—	—
POMONA	Negro River (km 415')	—	0.066	—	—	—	—	—	—	—
BALLESTER D	Main Irrigation Channel	1.75	0.005	—	—	—	—	—	—	0.004
STEFANELLI	Main Irrigation Channel/D Water Intake	0.12	0.013 0.020	—	0.021	—	—	0.143	—	—
PII	Upper Valley Drain Irrigation Network	—	1.025	—	—	—	—	—	—	—
PIII	Upper Valley	—	0.148	—	—	—	—	—	—	—
P 14-18	Upper Valley	—	0.654	—	—	—	—	—	—	—
Col 21	Upper Valley	—	0.457	—	—	—	—	—	—	—

NOTES: \* Progressive distance from the Negro River mouth  
\*\* Sampling months  
† Pesticide concentration in suspended solids  
‡ Dissolved pesticide concentration

Tabla 6 Plaguicidas detectados en la cuenca del Río Negro  
(Octubre 1986 - Febrero 1987)  
(Natale et al, 1988a).

Monitoring station	Sampling location*	Heptachlor (11/86) SS (mg/kg)	Dieldrin (10/86)** SS † (mg/kg)	Heptachlor (10/86) D † (µg/L)	Heptachlor Epoxide (10/86) S † (mg/kg)	Chlorpyrifos (11/86) D (µg/L)	p,p' DDD (10/86) S (mg/kg)
VIEDMA	Negro River (km41)	3.4	—	—	—	<0.040	—
1ra ANGOSTURA	Negro River (km145)	—	—	—	—	0.040	—
Cnia. JOSEFA	Negro River (km400)	2.8	—	—	—	0.088	—
CHICHINALES	Negro River (km595)	6.1	1.6	—	—	<0.040	—
GRAL. ROCA	Negro River (km665)	—	—	—	—	0.042	—
ÁNELO PORTEZUELO	Negro River (km820')	—	—	—	—	0.134	—
CENTENARIO	Neuquen River (km740')	5.5	—	—	—	<0.040	—
NEUQUEN	Neuquen River (km720')	7.0	17.5	—	—	0.074	—
ARROYITO	Limay River (km770')	—	—	—	—	0.072	—
LAS PERLAS	Limay River (km 730')	—	—	—	—	<0.040	—
CANAL PII	Irrigation Drain/ Upper Valley	—	—	0.034	—	0.040	—
CENTENARIO	Drinking Water P.	—	—	—	—	<0.040	—
NEUQUEN	Drinking Water P.	—	—	—	—	0.040	—
GRAL. ROCA	Drinking Water P.	—	—	—	—	<0.040	—
A. JONES	Negro River (km189)	—	—	16.91	—	<0.040	0.04

NOTES: \* Progressive distance from the Negro River mouth  
\*\* Sampling months  
† Pesticide concentration in suspended solids  
‡ Dissolved pesticide concentration  
¶ Pesticide concentration in sediments

Con el fin de aplicar el modelo de transporte simplificado para este tramo del río Negro se procedió a desarrollar una estimación del caudal de dilución de los drenajes de la red de riego

Asimismo, se desarrollaron sendos programas de computación para la obtención de las tasas de volatilización y el modelo de transporte de plaguicidas.

Para el cálculo de la estimación del caudal de dilución se decidió llevar a cabo una experiencia de campo. Se empleó como trazador la medición de la conductividad eléctrica del agua, dado que existe una marcada diferencia entre los valores encontrados en el río en forma natural y los arenales de la red de riego.

**Tabla 7. Toxicidad de algunos de los plaguicidas empleados en alto valle del río Negro (Argentina) para *Daphnia magna* (Natale et al. 1988b)**

Compuesto	Formulado	Solvente	CE(1) 50 µg/l 24 hs	CE(1) 50 µg/l 48 hs
Metil Azinfos	PM 50%	Etanol	7.9 (7.31-8.53)	4.7 (4.05-5.45)
Fosalone	PM 30%	Etanol	6.6 (5.41-8.05)	2.56 (1.83-3.54)
Carbaryl	PM 85%	Agua	33.7 (31.8-3.58)	22.3 (20.4-24.5)
Cynexatin	PM 50%	Acetona	>50*	
Propargite	PM 30%	Etanol	>150*	

(\*) Es necesario efectuar más pruebas para ajustar el rango de concentración

Como resultado de las actividades antes mencionadas se concluye lo siguiente:

Al aplicar el índice preliminar de riesgo desarrollado en Argentina para diversos plaguicidas, en algunas estaciones de muestreo, los resultados indican una condición preliminar de *no riesgo*

El ajuste de los datos de campo a un modelo hipotético fue complicado. La escasa relevancia de la volatilización en la pérdida de los plaguicidas determinó que no se obtuvieran los resultados esperados.

El próximo objetivo es incorporar al modelo información y bases para determinar las tasas de pérdida por los procesos de hidrólisis, fotólisis y biodegradación.

En las estaciones de biomonitores con bivalvos instaladas en febrero de 1987 no se detectaron residuos de plaguicidas en dichos organismos, esto debido quizás a su bajo contenido de lípidos. Los resultados obtenidos al usar la trucha arco iris como biomonitor mostraron solamente presencia de plaguicidas organoclorados en sus tejidos. En el futuro se continuará con las pruebas de bioacumulación en peces.

#### BIBLIOGRAFIA

- NATALE, O.E. y GOMEZ, C.E. 1987. *Estudio de caso. plaguicidas en la cuenca del río Negro, Argentina* (informe de avance). Documento presentado en la III Reunión del Núcleo Técnico del Proyecto Regional de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales. CEPIS, Lima, Perú, 9-13 marzo 1987. 80 p.
- NATALE, O.E., GOMEZ, C.E., D'ANGILO, A.M.P. de; y SORIA, C.A. 1988a. *Waterborne pesticides in the Negro River Basin (Argentina)*. INCYTH/CTUALIBQUIMA-Univ. Comahue, INTA, DAP-Río Negro, APA-Ncuquen, Argentina. Documento presentado en la IV Reunión de Núcleo Técnico del Proyecto Regional de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales. CEPIS, Lima, Perú, 21-23 marzo 1988. 29 p.
- NATALE, O.E.; LOBOS, J.F., GOMEZ, C.E.; DOLINKUE, A.; ESTEVEZ, M.; PORRO, M.; ALCALDE, R.; VERMEOLFEN, J.; SORIA, C. y SCHULTZ, F. 1988b. *Plaguicidas en la cuenca del río Negro (Argentina)* Informe técnico de avance presentado en la IV Reunión del Núcleo Técnico del Proyecto Regional de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales. CEPIS, Lima, Perú, 21-23 marzo 1988. 74 p.
- LOBOS, J.F. 1988. *Análisis del avance del estudio de caso "Plaguicidas en la cuenca del río Negro" - República Argentina, 1987*. Cap. I: Ajuste de la Metodología Operativa para el Período de Trabajo 1987/1988. Documento presentado en la IV Reunión del Núcleo Técnico del Proyecto Regional de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales. CEPIS, Lima, Perú, 21-23 marzo 1988.
- SALAS, H.J., 1986. *Resumen, Memoria de la II Reunión del Núcleo Técnico del Proyecto Regional de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales*. CEPIS/OPS/CETESB, Sao Paulo, Brasil. 41 p.
- SALAS, H.J., LOBOS, J.F. y DOS SANTOS, J.L. 1987. *Resumen Memoria de la III Reunión del Núcleo Técnico del Proyecto Regional de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales*. CEPIS/INCYTH, Lima, Perú. 43 p.
- SALAS, H.J., ORTIZ, J.F.; MARTINO, P., FLOREZ, M.A. 1988 *Resumen Memoria de la IV Reunión del Núcleo Técnico del Proyecto Regional de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales*. CEPIS/SEDUE, Lima, Perú. 54 p.

---

De acuerdo con la problemática de la cuenca antes descrita, qué acciones serían las más recomendables implementar para llevar a cabo un manejo y control efectivo de las sustancias tóxicas presentes en las aguas superficiales de la cuenca, a fin de preservar los usos actuales de las mismas, sin detrimento de la salud de la población y del ecosistema acuático.

- a) Restricciones en el uso de los plaguicidas actualmente usados
- b) Control de las plagas que atacan los principales cultivos de la cuenca, por medio del control biológico
- c) Tratamiento de las aguas de retorno agrícola antes de ser descargadas a algún cuerpo receptor.
- d) Optimización y/o modificación de los sistemas y prácticas de riego agrícola empleados.
- e) Establecimiento de cuotas de resarcimiento a los responsables del deterioro de la calidad de las aguas de la cuenca, con la finalidad de destinar estos recursos a la construcción y operación de sistemas de tratamiento que permitan la obtención de efluentes de adecuada calidad para los diferentes usos a que se destinan las aguas.
- f) De acuerdo a los usos actuales del agua, definir el uso prioritario, presente y futuro, del recurso y, sobre este concepto, establecer las normas de calidad a que se deberán someter los cuerpos superficiales de la cuenca; en otras palabras, preservar la calidad de las aguas de acuerdo al uso prioritario de las mismas.