

WILSON FORERO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 68
TEGUIGUALTA HONDURAS

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Y CONSERVACION BIOLOGICA**

DETERMINACION DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN EL SUELO, AGUA Y PRODUCTOS DE LA E.A.P.

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

por

Félix A. Cardoza Peralta

Honduras, 22 de Abril de 1996.

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



Félix Alberto Cardoza Peralta

Zamorano, Honduras, 22 de Abril de 1996.

DEDICATORIA

A mis padres Lucía y Francisco por ser un ejemplo de perseverancia y responsabilidad.

A todos mis hermanos por su empeño en transformar el devenir diario.

Al grupo juvenil "PROMESAS" por darme una razón más para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios omnipotente, por haber estado incondicionalmente junto a mí.

A la GTZ, por haber financiado mis estudios de ingeniería.

A mi comité de asesores, por su apoyo.

A Janeth Moncada por su apoyo constante.

Al personal del Departamento de Recursos Naturales, por la confianza que depositaron en mí.

A la familia Baldelomar Peralta por darme el cariño y el apoyo como una segunda familia durante mi preparación.

A todos mis colegas y amigos nicaragüenses, por su apoyo y amistad.

A todas y cada una de las personas que oraron por mí durante mi preparación.

RESUMEN

El estudio se hizo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, durante el periodo Octubre 95- Febrero 96. Tuvo como objetivo determinar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas en medios y productos de la E.A.P. para compararlas con los parámetros de tolerancia, Concentración letal media (CL50) e Ingesta diaria aceptable (IDA), usados por la FAO/OMS según el uso que se le da a cada medio y producto muestreado. Estos medios y productos muestreados fueron: suelo, agua, sedimento, peces, pasto fresco, heno, carne y leche de vacuno. Se hicieron tres repeticiones en el tiempo (Octubre de 1995, Diciembre de 1995 y Febrero de 1996) distribuyendo las muestras en el periodo lluvioso, el de transición y el de verano. Para el análisis de laboratorio se usó el método de cromatografía de gases. Las concentraciones obtenidas se promediaron y se compararon con la CL50 en el caso del agua y con la IDA para los productos de consumo humano. En el agua del lago Okeechobee se encontró una concentración media de Clorpyrifos 20 veces mayor que la CL50 para peces. En los peces se encontraron concentraciones altas para consumo de 10 plaguicidas, 9 de los cuales son organoclorados. De igual forma la carne y la leche tuvieron concentraciones altas de tres plaguicidas del mismo grupo. Por las concentraciones encontradas se recomienda monitorear los residuos en peces, agua, sedimento, carne y leche, así como también los plaguicidas que se están usando, y estudiar la relación entre éstos y los residuos que se encuentren.

CONTENIDO

DERECHOS DE AUTOR.	..ii
APROBACION.	iii
DEDICATORIA.	..iv
AGRADECIMIENTOS.	v
RESUMEN.	vi
I. INTRODUCCION.	1
1.1 GENERALIDADES.	1
1.2. OBJETIVOS.	3
1.2.1. General.	3
1.2.2. Específicos.	3
II. REVISION DE LITERATURA.	4
2.1 IMPORTANCIA DE LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS.	4
2.2 CONSECUENCIAS DEL USO INDISCRIMINADO DE PLAGUICIDAS .	4
2.3 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES QUE REGULAN EL USO DE PLAGUICIDAS.	5
2.3.1 Limitaciones de la ingesta diaria aceptable.	5
2.4 CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS.	5
2.5 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN LOS MEDIOS NATURALES Y EN LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS.	6
2.5.1 Residuos de plaguicidas en productos de origen agropecuario.	.7
2.5.1.1 Residuos de plaguicidas en productos de origen vegetal.	.7

2.5.1.2	Residuos de plaguicidas en los peces.	10
2.5.1.3	Residuos de plaguicidas en la carne de res.	11
2.5.1.4	Residuos de plaguicidas en la leche.	13
2.5.2	Residuos de plaguicidas en el suelo.	13
2.5.2.1	Destino inmediato de los plaguicidas aplicados. .	13
2.5.2.2	Consecuencias de los residuos de plaguicidas en el suelo.	17
2.5.2.3	Resultados de estudios anteriores observados en suelos de la EAP.	17
2.5.2.4	Limitaciones de los estudios sobre residualidad de plaguicidas en el suelo.	17
2.5.3	RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN EL AGUA.	17
2.5.3.1	Otros estudios realizados en fuentes de agua. .	18
2.5.4	RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN EL SEDIMENTO.	18
III	MATERIALES Y METODOS.	20
3.1	LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA.	20
3.2	PERIODOS DE MUESTREO.	20
3.3	SELECCION DE MEDIOS Y PRODUCTOS PARA EL MUESTREO. . .	20
3.4	MEDIOS Y PRODUCTOS MUESTREADOS.	21
3.4.2	Muestreo de suelos.	21
3.4.3	Muestreo del agua.	21
3.4.4	Muestreo de sedimento.	22
3.4.5	Muestreo de peces.	22
3.4.6	Muestreo de productos vegetales.	22
3.4.7	Muestreo de carne.	23
3.4.8	Muestreo de la leche.	28

3.5 ANALISIS DE LABORATORIO.	.24
3.6 METODO DE PROCESAMIENTO DE LOS DATOS OBTENIDOS.	.24
IV RESULTADOS.	.25
V DISCUSION.	.32
5.1 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ENCONTRADOS EN LAS HORTALIZAS Y EN EL SUELO DE ZONA II.	.32
5.2 RELACION DE LOS PLAGUICIDAS ENCONTRADOS EN SAN NICOLAS Y ZORRALES CON LOS ENCONTRADOS EN EL AGUA MUESTREADA	33
5.3 RELACION ENTRE LOS PLAGUICIDAS ENCONTRADOS EN EL SEDIMENTO CON LOS ENCONTRADOS EN EL AGUA Y LOS PECES DE LA E.A.P.	33
VI CONCLUSIONES.	.36
VII RECOMENDACIONES.	.38
IX BIBLIOGRAFIA.	.39

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Clasificación de los plaguicidas.	6
2.	Concentraciones de clorotalonil encontradas en una porción normal de ensalada.. . . .	8
3.	Residuos de plaguicidas organoclorados encontrados en la carne de exportación de 8 departamentos de Honduras durante el período 1987-1988.	12
4.	Destino de los plaguicidas que llegan al suelo. . . .	14
5.	Prosesos de degradación de los plaguicidas en el suelo.....	15
6.	Concentraciones de plaguicidas encontradas en el agua durante tres períodos de muestreo.	26
7.	Concentraciones de plaguicidas encontradas en los productos de origen animal de la E.A.P.	27
8.	Concentraciones de plaguicidas encontradas en productos de origen vegetal en la E.A.P.	28
9.	Concentraciones de plaguicidas encontradas en los suelos de Colindres, Agronomía, San Nicolás y Zorrales de.	29
10.	Concentraciones de plaguicidas encontradas en los suelos de Zona II y Zona III de la E.A.P.	30
11.	Concentraciones de plaguicida encontradas en el sedimento de los lagos Okeechobee y Monte Redondo..	31

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Mapa de las áreas donde se realizaron los muestreos	41
2.	Sistemas de abastecimiento de agua al Proyecto de Acuacultura.	42
3.	Lista de plaguicidas utilizados por el Departamento de Agronomía, desde enero de 1994 hasta febrero de 1996.	43
4.	Lista de plaguicidas utilizados por el Departamento de Horticultura, desde enero de 1994 hasta agosto de 1995.	44
5.	Lista de plaguicidas que analiza el laboratorio de la FHIA.	45
6.	Lista de plaguicidas encontrados en los medios y productos de la E.A.P. durante los tres períodos de muestreode este trabajo de tesis.	46

I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

El crecimiento demográfico a nivel mundial ha venido en aumento en forma exponencial a través de los años, de tal manera que la frontera urbana también ha venido ganando terreno al área virgen, al área protegida, al área forestal y al área agrícola. Como consecuencia el área destinada a la producción se reduce cada vez más, y a la vez el volumen de alimentos necesarios para satisfacer la necesidad mundial es cada vez mayor (GTZ, 1981).

Toda esta situación desemboca en una fuerte presión y exigencia de eficiencia productiva sobre el sector agrícola. Los científicos, técnicos y productores del agro, en respuesta a esta presión mundial, han buscado métodos alternativos que les permitan ganar mayor eficiencia en la producción de alimentos (GTZ, 1981; FAO/WHO, 1991).

La Revolución Verde que se originó a inicios de los años 60, es uno de los resultados de los esfuerzos de los profesionales del agro; pero las variedades desarrolladas a la par de una más alta eficiencia productiva, llevaban mayor exigencia tecnológica y eran más susceptibles al ataque de plagas. Para que estas variedades manifestaran al máximo su potencial genético y para evitar el daño de plagas era necesario usar fertilizantes y biocidas o plaguicidas que sirvieran para combatir esas plagas (Primo y Carrasco, 1976; GTZ, 1981; AMIPFAC, 1985).

A partir del descubrimiento de los plaguicidas, se ha hecho uso de éstos en la producción agrícola y pecuaria hasta el punto que actualmente son considerados como una parte integral muy importante en la producción de alimentos; sin embargo el hecho de que los plaguicidas sean tan ampliamente usados ha traído como consecuencia el abuso de estas sustancias hasta el punto de volverse un peligro para la salud humana, animal y ambiental (Gibbons, s.f.; Taylor y Trigueros, 1988, citado por Sánchez, 1995).

A pesar del riesgo intrínseco que tiene el uso de plaguicidas, los agricultores no tienen otras alternativas para abandonar

esta práctica porque consideran que es imposible producir eficientemente sin el uso de plaguicidas. Algunos de ellos, cuando no pueden controlar una plaga, aplican dosis mayores que las recomendadas, porque creen que entre más alta sea la dosis más efectivo será el control, sin tomar en cuenta el daño ecológico que están causando. En los países tropicales y subtropicales en vías de desarrollo, este problema se agrava porque además de la falta de transferencia del conocimiento técnico y de una adecuada educación ambiental, el clima favorece la actividad ininterrumpida de las plagas tanto para reproducirse como para atacar a los cultivos y a los animales Odomésticos. Estos países, de 1971 a 1977 aplicaron aproximadamente 704 mil toneladas de plaguicidas (GTZ, 1981).

Honduras es uno de estos países en desarrollo en el que se usan los plaguicidas en una forma poco adecuada, sobre todo para el caso de los productos agrícolas de exportación, porque la buena apariencia física del producto es uno de los requisitos que imponen los países importadores. Para obtener productos de buena apariencia física los productores aplican plaguicidas en grandes cantidades para evitar el contacto del mismo con las plagas. También para muchos productos comercializados a nivel nacional tiene mucha importancia la apariencia física y ocurre el mismo problema que para los productos de exportación.

La Escuela Agrícola Panamericana en el valle de Zamorano ha hecho uso de los plaguicidas desde los años 40, por lo que es posible que existan residuos de plaguicidas en el suelo, agua y probablemente en sus cultivos. Un estudio realizado en esa institución por Moncada (1995), muestra que existen residuos de plaguicidas organoclorados en el suelo de algunas zonas productivas, en el agua de riego y de abastecimiento para la explotación piscícola de la misma.

El hecho de que se haya hecho un estudio tan general en lugar de concentrar recursos en algunos medios específicos, es precisamente porque se pretende sentar las bases para futuros estudios más específicos orientándolos sobre los medios en que deben concentrar sus esfuerzos y sus recursos, ya que es casi imposible económica, cronológica y logísticamente hacer un estudio profundo en el que se incluyan todos los medios y productos de la Escuela.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

Determinar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas en el suelo, agua, sedimento y productos de la E.A.P. obtenidas mediante el promedio de tres periodos de muestreo.

1.2.2. Específicos:

Determinar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas en el agua de los lagos Titicaca, Okeechobee, Monte Redondo, la laguna de Zona III y del río Yeguary.

Determinar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas en los peces y el sedimento de los lagos Okeechobee y Monte Redondo de la E.A.P.

Determinar la concentración media de residuos de plaguicidas en la carne y la leche de ganado vacuno producidas en la E.A.P. y compararla con la IDA de la FAO/OMS.

Determinar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas en el tomate, pepino, repollo, maíz dulce, pasto estrella y heno producidos en la E.A.P.

Determinar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas en los suelos de producción agropecuaria de la E.A.P.

Comparar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas encontradas en el agua con la CL50 que usa la FAO/OMS.

Comparar las concentraciones medias de residuos de plaguicidas encontradas en los alimentos y compararlas con la IDA que usa la FAO/OMS.

Establecer posibles relaciones entre las concentraciones medias de plaguicidas encontradas en los diferentes medios muestreados.

Determinar los medios o productos sobre los cuales se debe hacer un monitoreo de residuos de plaguicidas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DE LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Desde que se conocen algunos efectos causados por el uso de plaguicidas y sobre todo de los residuos que éstos originan, muchos investigadores y técnicos han escrito sobre este tema para que se tome conciencia sobre las consecuencias que éstos pueden traer al medio ambiente en que vivimos, a los recursos que usamos y al hombre mismo. Aun en la actualidad se hacen muchas investigaciones para conocer mejor los riesgos de efectos adversos y poder prevenirlos.

En este capítulo se trata lo que se refiere a las consecuencias del uso indiscriminado de plaguicidas, a las normas que regulan su uso, a la clasificación de los plaguicidas, y los efectos colaterales de éstos en el medio natural.

2.2 CONSECUENCIAS DEL USO INDISCRIMINADO DE PLAGUICIDAS

El uso indiscriminado de plaguicidas puede provocar que algunas especies sean reducidas en número o inclusive extinguidas. Consecuentemente ocurre un desequilibrio del ecosistema, porque cada especie tiene una función natural específica para el mantenimiento de su ecosistema como tal. En los sistemas agrícolas los insectos plaga y otros parásitos pueden desarrollar razas resistentes a los plaguicidas y se vuelve necesario aplicar dosis más altas, hacer aplicaciones más frecuentes o usar productos más tóxicos que pueden dañar la salud del humano, animales domésticos, y la fauna benéfica en general (Primo y Carrasco, 1976).

Algunos plaguicidas tienen un efecto biocida inmediato solamente, pero otros tienen efectos a largo plazo porque son capaces de permanecer en el medio en forma de residuos tóxicos. Convencionalmente se les llama residuos de plaguicidas a las cantidades remanentes de los productos biocidas, que permanecen en forma tóxica en los productos y

medios después de un tiempo de haber sido aplicados, los cuales se consideran toxicológicamente importantes (Stimmann, 1980; Londoño, 1983).

2.3 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES QUE REGULAN EL USO DE PLAGUICIDAS

Existen normas que ejercen cierto control sobre la comercialización y uso de los plaguicidas cuando son adoptadas como ley por interés particular de cada país. Estas normas se basan en recomendaciones que ofrece el fabricante del producto con respecto a la Dosis Letal Media (DL50) Y a la Concentración Letal Media (CL50) después de varios ensayos experimentales. También se ha determinado la ingesta diaria aceptable (IDA) que es la cantidad de plaguicida que el hombre, en base a su peso, puede consumir diariamente sin riesgos para su salud y su descendencia, expresada en miligramos de producto por kilogramo de peso corporal (Stimmann, 1980; AMIPFAC, 1985; FAO/WHO, 1991; Gibbons, s.f).

2.3.1 Limitaciones de la ingesta diaria aceptable

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (OMS) han elaborado informes sobre los residuos de plaguicidas en los alimentos desde 1962. En esos informes revisan constantemente los límites de tolerancia para diferentes tipos de plaguicidas (en hortalizas, frutas y otros productos vegetales), la ingesta diaria aceptable y otros aspectos toxicológicos establecidos por ellos mismos y otros organismos. Sin embargo es mucho el trabajo que falta por hacer en este campo, ya que es muy difícil imitar y uniformizar las condiciones en que los alimentos con residuos son ingeridos por el consumidor y también se tiene el inconveniente de no poder usar a los seres humanos como unidades experimentales. Por lo cual tradicionalmente se ha trabajado con ratas, monos, conejos, perros y otros animales, y a partir de esta información se establecen ingestas diarias aceptables inexactas para humanos, siendo necesario que estos parámetros tengan un amplio margen de seguridad que evite accidentes graves (FAO/OMS, 1990).

2.4 CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS

La cantidad de plaguicidas que han sido y son usados actualmente es muy grande, y la utilidad que se les puede dar es también muy variable, por eso, para poder identificarlos fue necesario clasificarlos en diferentes grupos de acuerdo a los intereses de los usuarios (cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de los plaguicidas.

Por el tipo de organismo que controlan	Por su translocación en la planta	Por su composición química	Por su presentación
Insecticidas	De contacto	Aceites minerales	Líquidos
Herbicidas	Sistémicos	Inorgánicos	Sólidos -polvos -granulados
Fungicidas		Orgánicos naturales	Gaseosos
Nematicidas		Orgánicos sintéticos	Floables
Acaricidas		Microbiológ.	
Molusquicidas		Derivados sintéticos de microorg.	
Rodenticidas		Hormonales	
Bactericidas			
Otros			

Fuente: Bustamante 1995

Este estudio toma en cuenta al grupo de plaguicidas orgánicos sintéticos, porque son los que más daño causan al medio ambiente, entre ellos los más residuales son los organoclorados y en menor escala los organofosforados y Carbamatos.

2.5 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN LOS MEDIOS NATURALES Y EN LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS

Normalmente los residuos de plaguicidas se acumulan finalmente en los diferentes medios naturales como ser: sedimento, agua, suelo, plantas, animales, en el hombre y en los alimentos que él consume. En este estudio se evaluaron los residuos en el suelo, en el agua, en el sedimento y en algunos productos de origen agropecuario.

2.5.1 Residuos de plaguicidas en productos de origen agropecuario

Cuando se habla de intoxicaciones con plaguicidas, normalmente se piensa en las personas que están en contacto directo con estos productos, o que de alguna manera los manipulan. Sin embargo la población en general, también corre el riesgo de intoxicarse por la ingestión de alimentos contaminados con plaguicidas (Bicknell, 1960; Strobbe, 1973).

2.5.1.1 Residuos de plaguicidas en productos de origen vegetal: La aplicación de plaguicidas para la prevención y control de las plagas y enfermedades de los cultivos es muy frecuente, pero se debe tener mucho cuidado para evitar o reducir la acumulación de residuos en los productos, sobre todo cuando son destinados para el consumo humano (GTZ, 1981).

Actualmente es común encontrar en países subdesarrollados, niveles de residuos de plaguicidas superiores a los límites de tolerancia que usan la FAO y de la EPA en los productos vegetales. La concentración de plaguicidas que puede encontrarse en los productos vegetales que se destinan al consumo humano depende del tipo de plaguicida aplicado, de la frecuencia de aplicación, de la dosis utilizada y de las condiciones climáticas que se hayan presentado durante el período de las aplicaciones, de la etapa de desarrollo del cultivo y del manejo postcosecha (Palma y Fischer, s.f)

En Costa Rica en 1984 se realizó un estudio donde se encontraron concentraciones altas de clorotalonil en hortalizas y se calculó la cantidad de plaguicida que podría ser consumida por una persona al comerse una porción normal de ensalada de verduras (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones de clorotalonil encontradas en una porción normal de ensalada.

Hortalizas	Concentración de Clorotalonil (ppm)	Porciones de hortalizas en una ensalada (g)	Miligramos de Clorotalonil en la ensalada (g)
Tomate	0.80	150	0.120
Lechuga	0.70	150	0.105
Apio	1.38	20	0.276
Culantro	0.10	10	0.001
Total		330	0.502

Fuente: Palma y Fischer (s.f)
Elaboración por el autor.

Como se observa en el cuadro anterior, una persona que consuma 330 gramos de vegetales, estaría ingiriendo 0.502 miligramos de clorotalonil, lo cual representa 16.73 veces la ingesta diaria aceptable (IDA) establecida por la FAO/OMS (0.03 mg. para una persona de 60 kg. de peso) (Palma y Fischer, s.f).

Según la GTZ (1981), en un estudio realizado en 1980 en Sri Lanka se analizaron muestras de tubérculos, leguminosas, coles, berenjena, remolacha colorada, chile picante, lechuga, puerro, tomate y otros vegetales de los cuales el 52% resultaron no comerciales porque tenían concentraciones de plaguicidas superiores a los límites de tolerancia que usa la FAO/OMS.

En otro estudio realizado en Filipinas en 1981 se encontró un gran porcentaje de muestras de vegetales que contenían residuos de plaguicidas organoclorados (lindano, heptacloro, aldrín, endosulfán y DDT) en concentraciones superiores a las permitidas (GTZ, 1981).

En Panamá en 1987 se desarrollaron unos ensayos en maíz y frijol para comprobar si después de un tiempo dado de almacenamiento desaparecían los residuos del malatión aplicado al momento de almacenar los granos. Se descubrió que después de 9 meses de almacenamiento las concentraciones de malatión se reducían en un 53% para el caso del frijol y en un 68% para

el caso del maíz. Esto es positivo si consideramos que es posible que los residuos en los productos almacenados se reduzcan con el tiempo; pero esa condición no se cumple ya que la necesidad de consumir los alimentos producidos no permite almacenarlos por mucho tiempo. Además se pierden otras características de calidad del grano y se saturarían los graneros con las cosechas subsecuentes. Por otro lado, también permaneció el 47% del malatión en el frijol y el 32% en el maíz (Palma y Fischer, s.f).

Otros investigadores como Hofsten y Ekström (1986), piensan que el problema de los residuos de plaguicidas en los alimentos vegetales no es para alarmarse. Creen que las concentraciones de residuos que pueden permanecer en estos alimentos no llegan al nivel de afectar la salud humana y atribuyen los casos de intoxicaciones únicamente a las medidas de seguridad deficientes y al mal manejo de estos productos. Ellos consideran que los plaguicidas no deben ser juzgados por el peligro potencial que representan; sino por el beneficio que traen a la humanidad, ya que éstos ayudan en gran medida a reducir la hambruna mundial y los problemas socioeconómicos de los países de vocación agrícola; sin embargo los plaguicidas que no permanecen en los vegetales pasan a otros medios, contaminando al medio ambiente y al hombre al final de la cadena alimenticia.

El pasto ha sido tradicionalmente usado como fuente de alimento para los rumiantes y otros animales domésticos de hábito alimenticio herbívoro u omnívoro. El heno es una forma de preservar el pasto para las épocas de sequía y escasez natural de alimento. Entonces es lógico pensar que si el pasto contiene residuos de plaguicida éstos pasarán posteriormente a la carne de los animales mencionados.

Según FUSAGRI (1986), los plaguicidas más usados en la producción de pastos son los herbicidas, pero sólo se aplican generalmente como preventivos durante el establecimiento del pastizal. El uso de insecticidas y otros plaguicidas sólo se justifica en los pastizales de explotación intensiva, pero normalmente pueden ser sustituidos por la implementación de prácticas culturales o el uso de variedades de pasto resistentes. Además los ganaderos saben el riesgo que implica aplicar plaguicidas a los pastizales que el ganado está constantemente consumiendo. Pero otros científicos¹ dicen que

¹Bustamante, M. 1996. Residuos de plaguicidas en el pasto. Francisco Morazán, Honduras, E.A.P. (comunicación personal)

cuando estos pastos son sembrados en áreas que por muchos años fueron cultivadas de algodón, en donde se aplicó DDT para el control de insectos, absorben los metabolitos DDD Y DDE que son transportados a la carne y a la leche de los animales que se alimentan en estos potreros. En otros casos la contaminación puede ocurrir a través del agua de riego.

Probablemente los alimentos concentrados constituyen una fuente potencial de contaminación por plaguicidas para el ganado más importante que el pasto fresco y el heno, porque los concentrados provienen de cereales en cuyo proceso de producción es más común el uso de plaguicidas (FUSAGRI, 1986).

2.5.1.2 Residuos de plaguicidas en los peces: Los peces son un eslabón previo al hombre en la cadena alimenticia, por eso es importante determinar las concentraciones de residuos de plaguicidas que éstos contengan y así prevenir daños a la salud humana.

Los peces acumulan en su cuerpo (especialmente en la grasa) los plaguicidas que son derramados directamente en el agua o que de cualquier manera son transportados de otros medios hacia las aguas superficiales. Los residuos que no permanecen disueltos en el agua se acumulan en el sedimento y van a contaminar a los organismos que viven en el fondo, los cuales después servirán de alimento a los peces que posteriormente son consumidos por el hombre. También los peces contaminados pueden ser consumidos por vía indirecta por medio de los animales domésticos que consumen alimentos concentrados que contienen harina de pescado.

Según Bishop et al., (1994) algunas especies, acuáticas principalmente, pueden servir como biomonitores de la contaminación por plaguicidas en una zona determinada. Los peces pueden considerarse importantes no sólo como biomonitores de la contaminación de la zona, sino que también se pueden usar como biomonitores de las concentraciones de plaguicida que pueden ser consumidas por el hombre.

En Nicaragua se tomaron muestras de peces del lago Xolotlán entre los años 1985 y 1986. Se analizaron 30 hígados y 34 filetes y se encontró que casi el 50% de los filetes presentaban concentraciones que sobrepasaban el nivel utilizado por la República Federal Alemana para el toxafeno que es de 40 ppm. En el caso de los hígados se encontraron niveles de residuos de toxafeno entre 0.15 y 19.5 ppm (Palma y Fischer, s.f.).

En Canadá se presentaron serios problemas de mortalidad de salmones jóvenes en el río Miramichi después de la aplicación de DDT en una vertiente forestal cercana para combatir el gusano de abeto. El mismo caso se dió en Estados Unidos donde hubo una alta mortalidad de truchas chupadoras, espinos y truchas plateadas por la aplicación de DDT (Strobbe, 1973).

Sin embargo también existe un estudio realizado en el valle de Zamorano, Honduras (E.A.P.) a inicios de 1995, en el cual no se encontraron residuos de plaguicidas en las tilapias de la laguna 15 de engorde del proyecto de acuicultura de esta institución (Moncada, 1995).

2.5.1.3 Residuos de plaguicidas en la carne de res: La carne del ganado bovino causa mucho interés al hombre, porque constituye una parte importante de su dieta diaria, por esa razón se han realizado varios estudios que buscan evidenciar el riesgo que se corre al consumir esta carne por medio de la determinación de la concentración de plaguicidas que pueda contener.

Para monitorear la presencia de residuos de plaguicidas en la carne del ganado vacuno se toman muestras de la grasa suprarrenal para detectar la presencia de organoclorados. Se usa el tejido graso porque éstos plaguicidas se adhieren más fácilmente en el mismo y de esa forma es más fácil detectarlos.

En un estudio realizado en Canadá en 1993 se le aplicó cipermetrina al 6% y diazinón al 9.8% a 3 novillos Hereford vía orejas para ver la concentración de este plaguicida que podía encontrarse posteriormente. Siete días Después de haber aplicado el tratamiento se sacrificó al primer novillo, a los 14 días el segundo y a los 28 días el tercero. Como resultado se encontró residuos de diazinón en la lengua de 2 de los novillos tratados y en la grasa subcutánea y perirrenal de todos los animales muestreados. La concentración más alta se encontró en el animal sacrificado en el día 14 y fué de 0.045 mg/kg. También se pudieron detectar residuos en el animal

sacrificado en el día 28, pero fueron concentraciones tan bajas como 0.02 y 0.03 mg/kg (FAO Y WHO, 1993).

En Honduras se hizo un estudio correspondiente la período de Septiembre de 1987 hasta febrero de 1988, en el cual se recopiló la información referente a las concentraciones de residuos de plaguicidas organoclorados encontrados en la carne de ganado vacuno en 8 departamentos de Honduras. Se

determinó la concentración máxima encontrada para cada plaguicida en cada departamento y también la concentración media. Los resultados obtenidos indican que no se encontraron residuos de DDT superiores a los límites de tolerancia. El lindano, aldrín y dieldrín tampoco se encontraron en concentraciones superiores a los límites en promedio, pero algunas muestras individuales sí presentaron concentraciones superiores a los niveles permitidos. El endrín se encontró en concentraciones superiores a los límites del USDA tanto en promedio como cada muestra individual (cuadro 3).

Cuadro 3. Residuos de plaguicidas organoclorados encontrados en la carne de exportación de 8 departamentos de Honduras durante el período 1987-1988.

N	Depto.	Lindano x/xmx	Aldrín x/xmx	Dieldrín x/xmx	DDT x/xmx	Endrin x/xmx
18	San Pedro	0.044 /0.33	0.048/ 0.368	0.2075 /1.79	0.14/ 0.58	0.42/ 4.08
5	Choluteca	1.04/ 3.91	0.14/ 0.489	0.055/ 0.195	0.28/ 0.909	0.0484 /0.242
10	Tegucigalpa	0.229 /1.4	--/--	--/--	0.608/ 2.021	--/--
5	El Paraíso	--/--	--/--	--/--	0.273/ 0.647	--/--
5	Olancho	0.58/ 2.9	--/--	0.201/ 1.007	0.196/ 0.512	0.134/ 0.669
5	Comayagüela	1.926 /9.63	--/--	--/--	0.366/ 0.939	--/--
5	Ceiba	--/--	--/--	--/--	0.213/ 0.196	--/--
3	Santa Rosa de Copán	--/--	--/--	--/--	0.054/ 0.082	--/--

Fuente: CESCO 1988

Elaboración del autor

N= número de muestras analizadas.

x= concentración media aritmética en ppm.

xmx= nivel máximo de residuos encontrados en ppm.

2.5.1.4 Residuos de plaguicidas en la leche: Según la GTZ (1981) La mayoría de los estudios realizados sobre residuos de plaguicidas en leche se han hecho usando la leche humana porque ésta es una fuente directa de contaminación para los niños.

Estudios realizados en Costa Rica en 1983 y 1984 demostraron que la leche humana presentaba concentraciones de 1.27 gramos de DDT por kilogramo. Después en 1987 se encontraron concentraciones altas de DDT, DDE y DDD en el 80% de las muestras tomadas a la leche de vaca en este país. En Panamá en 1987 se encontraron entre 6.4 y 68 ppm de toxafeno y entre 4.4 y 39 ppm de DDE en la leche materna, con estas concentraciones de plaguicida en cualquier país desarrollado hubiera sido prohibida la venta de leche de vaca para el consumo humano. En Guatemala en 1971 se encontraron niveles hasta de 12.2 ppm de DDT en la leche materna. Esta concentración es 250 veces más alta que el límite de tolerancia usado por la FAO ya que éste es de 0.05 ppm para la leche de vaca (Palma y Fischer, s.f).

En Canadá en 1993 se hizo un experimento con diazinón en vacas Holstein. En este experimento se aplicó el plaguicida al 11% vía oreja y se mantuvo a las vacas confinadas y con una dieta preparada para el experimento. Las muestras de leche se tomaron 5 horas antes y 5 horas después de la aplicación del tratamiento, y luego en los días 3, 7, 14, 21 y 28 después del tratamiento. Los resultados indicaron que no hubo residuos detectables en la leche antes del tercer día. Los días posteriores hubo concentraciones menores de 0.002 mg/kg, la cual puede considerarse como una concentración insignificante (FAO y WHO, 1993).

2.5.2 Residuos de plaguicidas en el suelo

El suelo es la superficie que recibe la mayor proporción de los plaguicidas aplicados a los cultivos y tiene una gran capacidad de mantener sus residuos por largo tiempo, debido eso pueden verse afectados los organismos vivos que contiene. El suelo también permite el transporte de los plaguicidas que recibe hacia otros medios donde pueden causar daños adicionales.

2.5.2.1 Destino inmediato de los plaguicidas aplicados

Es imposible hacer la aplicación de plaguicidas completamente dirigida al objetivo previsto, por el efecto de la gravedad y porque el diseño de los equipos de aplicación no lo permite. Además, los factores climáticos como la luz solar, el viento,

la lluvia y la temperatura contribuyen a que el producto tenga diferentes destinos. Por lo general el 80% del plaguicida aplicado a las plantas en el campo con equipo convencional llega al suelo, esto puede ocurrir por deriva, por derrames del plaguicida, por lavado de equipo, por lavado del follaje, por incorporación de plantas o partes de éstas, o simplemente por la distribución del producto que hace el patrón de dispersión de las boquillas usadas. También hay plaguicidas que son aplicados directamente al suelo por la biología del organismo que controlan y en este caso el 100% del plaguicida queda en este medio. Entonces se puede decir que el suelo es el medio físico que recibe la mayor cantidad del plaguicida aplicado.

No todos los plaguicidas que llegan al suelo permanecen como tales en las mismas cantidades en el tiempo, porque algunos factores biológicos, climáticos, químicos y físicos influyen en la movilidad y estabilidad del mismo. de manera que estos plaguicidas tienen diferentes destinos que pueden diferenciarse a continuación (cuadro 4).

Cuadro 4. Destinos de los plaguicidas que llegan al suelo.

A nivel superficial	A nivel subterráneo
Volatilización	Absorción radicular
Fotólisis	Degradación química *
De las hojas al suelo	Degradación microbiana *
Directamente al suelo	Absorción orgánica
Degradación fotoquímica	Adsorción por arcillas *
	Agua capilar
	Aguas profundas

Fuente: Bustamante 1995

Elaboración del autor

* Vías que pueden alterar la concentración de residuos en el suelo.

El destino que tomen los plaguicidas aplicados al suelo depende principalmente de las propiedades físicas y químicas de suelo, del porcentaje de materia orgánica del mismo, de las propiedades químicas del plaguicida, de la condición general del sitio donde ha sido aplicado y de las prácticas de manejo del suelo donde se haya aplicado el producto. De todas las vías mencionadas en el cuadro 3, solamente la adsorción por arcillas, la permanencia en el agua capilar, la degradación química y fotoquímica a compuestos tóxicos pueden repercutir en la presencia de residuos una vez que se haga un análisis del suelo (Sánchez, 1995).

Después que el plaguicida ha sido depositado en el suelo, puede empezar el proceso de degradación por diferentes vías, originando subproductos que pueden ser compuestos tóxicos, metabolitos no tóxicos o dióxido de carbono. Los procesos más comunes de degradación se pueden observar en el cuadro 5.

Cuadro 5. Procesos de degradación de los plaguicidas en el suelo

Degradación microbial	Reacciones fotoquímicas	Reacciones químicas
-Mineralización: todo el compuesto es degradado por los microorganismos a dióxido de carbono. -Cometabolización: los microorganismos transforman el compuesto original a otro compuesto.	-Fotólisis: el plaguicida depositado en la superficie del suelo es descompuesto por efecto de la luz solar.	-El plaguicida reacciona con el agua, aire y otras sustancias químicas por medio de hidrólisis, oxidación y reducción.

Fuente: Bustamante 1995

Según Bustamante (1995), La degradación que sufren los plaguicidas en el suelo no siempre es total, ésta depende de muchos factores consistentes o circunstanciales que son detallados a continuación:

- pH del agua de la mezcla: cuando el pH del agua de la mezcla es superior a 7, entonces la hidrolización de los plaguicidas orgánico-sintéticos será mucho más rápida que cuando el pH del agua de la mezcla es inferior a 7.
- estructura química : los plaguicidas que tienen estructura química más débil serán más fácilmente degradados.
- tipo de suelo: en los suelos con mayor porcentaje de materia orgánica y capacidad de retención de agua el plaguicida se degrada más rápido.
- temperatura del suelo: la actividad microbiana y las reacciones químicas se aceleran a mayor temperatura.
- concentración de agua en el suelo: el agua favorece la actividad de los microorganismos del suelo y las reacciones químicas; pero si el suelo está saturado y el medio es anaeróbico el plaguicida se degrada muy lentamente.
- cantidad de luz solar: a mayor intensidad de luz solar y exposición del plaguicida, más rápida es la degradación por fotólisis.
- posición del plaguicida en el suelo: a menor profundidad del plaguicida en el suelo la degradación será más rápida por mayor actividad biológica y química.

Parte del plaguicida que llega al suelo no se disuelve en el agua, sino que es adsorvido por las partículas de arcilla por diferencia de cargas eléctricas, de tal manera que esta parte, generalmente será removida sólo en el caso de que se remuevan las partículas de arcilla del suelo. Esta tendencia de adsorver las moléculas de plaguicida está dada por el porcentaje de carbón orgánico en el suelo y se expresa por el coeficiente de adsorción (k) (Bustamante, 1995).

$k = \frac{\text{concentración adsorvida}}{\text{concentración disuelta}}$
% de carbón orgánico en el suelo

Por otro lado, la parte del plaguicida que no es adsorvida, puede disolverse en el agua del suelo, esto significa que el plaguicida se moverá más fácilmente a las fuentes de agua subterránea pasando después a otros medios (Palma y Fischer, s.f).

2.5.2.2 Consecuencias de los residuos de plaguicidas en el suelo: El suelo ocupa un lugar muy importante en el balance natural de los ecosistemas. Constituye el sustrato y simiente físico para los seres vivos y es un sistema dinámico que alberga una abundante fauna y microorganismos.

Las poblaciones de organismos del suelo pueden ser alteradas por los plaguicidas que se mueven en el suelo y por los residuos que éste retiene. Estos plaguicidas pueden pasar a otros medios naturales y biológicos donde causan efectos adversos, de esta manera se desequilibra todo el ecosistema original (Hylton y Sánchez, 1985).

2.5.2.3 Resultados de estudios anteriores observados en suelos de la EAP: En un estudio realizado en la Escuela Agrícola Panamericana en Honduras en 1995 se encontraron concentraciones de plaguicidas en los suelos agrícolas de esta institución. Los plaguicidas encontrados fueron: chlorotalonil, ethorpop, diazinón, DDT, profos y chlorpyrifos. El DDT es un plaguicida prohibido desde hace más de 20 años, pero por su residualidad extremadamente alta es posible todavía encontrarlo en muchos suelos agrícolas (Moncada, 1995).

2.5.2.4 Limitaciones de los estudios sobre residualidad de plaguicidas en el suelo: A pesar de que el suelo es el cuerpo físico que está más directamente expuesto a la aplicación de plaguicidas, todavía no existen límites de tolerancia o algún parámetro que indique el riesgo que se corre a diferentes concentraciones de plaguicida en el suelo. La razón por la que no se ha formulado un indicador para el suelo es porque hay muchos tipos de suelo y habría que tener un parámetro para cada tipo de suelo, lo cual es poco práctico.

2.5.3 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN EL AGUA

Existen muchas evidencias empíricas y científicas que indican que los plaguicidas que se aplican a los cultivos y suelos agrícolas tienen muchas probabilidades de incorporarse en las fuentes de agua superficial y en las subterráneas por escorrentía, percolación y drenaje. Este problema es más común cuando se establecen cultivos que requieren una alta intensidad de aplicaciones.

Cuando se cultiva en laderas o suelos desprovistos de vegetación y sin obras de conservación es más fácil que éste sea arrastrado por erosión a las fuentes de agua, llevando consigo aquellos residuos de plaguicidas que contenga.

La textura y la estructura del suelo cultivado son muy importantes, ya que la cantidad de agua que transporta un poro es proporcional a su radio, de manera que un poro grande transporta más agua que varios poros pequeños. Cuando el plaguicida contenido en el suelo es hidrosoluble pasará directamente al agua subterránea y después eventualmente a las fuentes de agua superficial (Hylton y Sánchez, 1985; Wauchope et al., 1994).

En los casos en que hay mucho viento en el momento de la aplicación o cuando ésta se hace por vía aérea, es común que el plaguicida vaya directamente a las fuentes de agua por el efecto de deriva. El lavado del equipo directamente en las fuentes de agua es también una práctica frecuente entre los agricultores que trabajan cerca de las mismas, y esto representa una de las principales fuentes de contaminación de las aguas (Sánchez, 1995).

2.5.3.1 Otros estudios realizados en fuentes de agua: En Costa Rica se analizaron 125 muestras de agua de los afluentes del río Arenal para verificar la viabilidad de éstas para la crianza de peces, y se encontraron residuos de Clorpyrifos-etil y Clorotalonil, usado intensamente en la producción de banano de la zona Atlántica de (Palma y Fischer, s.f.).

En un estudio previo realizado en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras a inicios de 1995 se encontraron residuos de carbofurán, carbaryl, chlorpyrifos y aldoxycarb. Carbofurán y carbaryl, fueron encontrados en el agua de una laguna de pre-engorde del proyecto de acuicultura de esta institución, superando los límites de tolerancia (CL50) para los peces y clorpyrifos en condiciones similares en la salida de Zona III, destinada a la producción de hortalizas (Moncada, 1995).

En otro estudio realizado en Panamá se descubrió que el 45% de los residuos de malatión encontrados en semillas de frijoles y maíz, pasó después al agua de cocción. Esto es un riesgo para las comunidades que consumen caldo de frijol (Palma y Fischer, s.f.).

2.5.4 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN EL SEDIMENTO

El sedimento que existe en los ríos y lagos es el resultado de la acumulación del material que proviene de la superficie del suelo. Este material suele ser transportado de las

superficies desprovistas de cobertura vegetal o protección física y principalmente de pendientes inclinadas (Hylton y Sánchez, 1985).

Casi todas las áreas desprovistas de cobertura se encuentran en tal estado por efectos de la actividad antropogénica, sobre todo por la deforestación, posteriormente estas áreas pasan a la producción agrícola y ganadera. Con esta actividad inicia el uso de los plaguicidas para la prevención y el control de las plagas y enfermedades de los animales y plantas, por intereses económicos. Posteriormente la capa superficial de esos suelos contaminados es arrastrada por las lluvias y el viento y pasan a formar parte del sedimento.

Según Mulla y Mian (1981), el malatión es un plaguicida de muy poca residualidad en el sedimento; en cambio el paratión resultó ser mucho más residual pudiendo permanecer en forma tóxica entre 3 y 9 meses después de la aplicación.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA

El muestreo se realizó en toda el área de producción agropecuaria de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el valle de Zamorano a 29 km al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 14° latitud norte y 87° con 2 minutos longitud oeste, con una altitud aproximada de 800 msnm, una temperatura media anual que oscila entre 19 y 29 °C y una precipitación media anual de aproximadamente 1000 mm.

3.2 PERIODOS DE MUESTREO

Se hicieron 3 repeticiones en el tiempo por cada medio muestreado, y se seleccionaron los periodos de muestreo considerando el periodo lluvioso, el periodo de transición y el periodo seco del año, para comparar entre las concentraciones encontradas en estas 3 épocas y porque se consideró que el movimiento del agua influye en la concentración de los plaguicidas y con eso también se evitó el tener resultados sesgados a una sola época del año. Estos periodos fueron: Del 16 al 19 de Octubre de 1995, del 6 al 7 de Diciembre de 1995 y del 13 al 14 de febrero de 1996.

3.3 SELECCION DE MEDIOS Y PRODUCTOS PARA EL MUESTREO

Se seleccionaron como áreas de muestreo aquellas que eran intensamente usadas para la producción y por lo tanto recibían un mayor número de aplicaciones de plaguicidas. Entre las hortalizas se seleccionaron aquellas que tienen mayor problema de plagas y por consiguiente mayor intensidad de aplicaciones de plaguicidas. Las lagunas de riego por ser fuente de contaminación para los suelos y los cultivos. Los peces, el agua y el sedimento de los lagos Okeechobee y Monte Redondo por ser las fuentes que abastecen de agua a las lagunas de producción de peces del proyecto de Acuacultura de la E.A.P. La leche y la carne de vacuno por ser alimentos de consumo diario y el pasto y el heno por ser fuentes de alimentación del ganado.

3.4 MEDIOS Y PRODUCTOS MUESTREADOS

Se muestreó el suelo utilizado para la producción de hortalizas, de granos y de pastos. También se tomó muestras de agua, sedimento y peces de los lagos que abastecen las lagunas de producción del proyecto de Acuacultura, del agua de riego y del agua del río Yeguaré. Además se muestrearon 4 tipos de hortalizas, el pasto y el heno. Otros productos muestreados fueron la carne y la leche. Todos los medios muestreados pertenecen a la E.A.P. y los productos muestreados son producidos en esta institución.

3.4.2 Muestreo de suelos

En los suelos de San Nicolás donde se producen granos, se muestrearon las terrazas 3 y 8. En Colindres las terrazas 2 y 3. En la Zona II de Horticultura los lotes 1, 2 y 7 y en la Zona III del mismo Departamento los lotes 28 y 31. En los suelos del Departamento de Agronomía se muestreó únicamente el lote A a unos 300 metros al este de los edificios del Departamento de Protección Vegetal y en el Departamento de Zootecnia el potrero 6 de Zorriales (ver anexo 1). La toma de muestras se hizo utilizando el tubo Hoffer a una profundidad de 30 cm aproximadamente. Las muestras contenían entre 9 y 10 submuestras tomadas al azar y homogenizadas en una palangana plástica para constituir muestras representativas de cada lote. El peso de cada muestra fue de aproximadamente 1 libra. Se tomó una muestra por lote en cada período de muestreo. En el caso de las terrazas 3 y 8 de San Nicolás, se tomaron dos muestras por período de muestreo, dividiendo las terrazas por el centro de este a oeste. Esto fue necesario ya que esta zona es de producción extensiva y sus terrazas son más grandes que las destinadas a la producción intensiva de hortalizas. Las muestras tomadas fueron almacenadas en bolsas plásticas a 7 °C aproximadamente.

3.4.3 Muestreo del agua

Los cuerpos de agua muestreados fueron: El lago Titicaca que está ubicado en la parte central de San Nicolás y se usa para riego en esta zona, la laguna de riego de Zona III, el lago Okeechobee que abastece de agua a algunas de las lagunas de producción de peces del proyecto de Acuacultura, el lago Monte Redondo que también abastece algunas de esas lagunas y tiene jaulas de producción de peces, y el río Yeguaré que recibe las aguas provenientes del valle de Zamorano y por consiguiente las que provienen del área de producción de la E.A.P. (ver anexo 2). Estas muestras fueron recolectadas del centro de

los cuerpos de agua en botellas plásticas después de enjuagarlas 3 veces con el agua del estanque respectivo para evitar contaminantes en la muestra. Posteriormente se almacenaron en un termo con hielo a 7 °C aproximadamente para reducir la actividad microbiológica y química en el agua de la muestra y evitar el efecto de la luz solar (fotólisis). El volumen de agua por muestra fue de 1 litro como recomendación del laboratorio.

3.4.4 Muestreo de sedimento

El sedimento fue recolectado de los lagos Okeechobee y Monte Redondo por ser las fuentes de agua para las lagunas de producción de peces, para hacer una comparación con el agua y peces de cada lago y entre el sedimento de los mismos. Las muestras fueron extraídas usando un frasco de vidrio de un volumen de 500 ml, se colectaron de forma manual en 6 diferentes sitios seleccionados al azar en el fondo de los estanques. Luego se mezclaron las submuestras en una bolsa plástica para constituir una muestra representativa del área y se almacenaron a una temperatura de 7 °C aproximadamente. El peso final de la muestra fue de 1 libra.

3.4.5 Muestreo de peces

Al igual que el sedimento los peces fueron extraídos de los lagos Okeechobee y Monte Redondo. Para capturarlos se usó una red de pesca (atarraya) lanzada desde las riveras de los lagos. El número de peces por muestra fue entre 2 y 5, y cada uno oscilaba entre 0.5 y 4 lb. El peso de la muestra dependía del peso y número de peces que contenía la misma. Las especies muestreadas fueron tilapia (*Tilapia nilotica*) y guapote tigre (*Cichlasoma managuensis*), los cuales son manejados en el proyecto de Acuicultura de la E.A.P. Los peces capturados fueron sacrificados inmediatamente y almacenados en bolsas plásticas y en una hielera a 7 °C aproximadamente.

3.4.6 Muestreo de productos vegetales

Las hortalizas muestreadas fueron: Tomate, pepino, repollo y maíz dulce. En el primer periodo de muestreo el tomate, el pepino y el maíz dulce fueron cosechados de las parcelas de práctica usadas para el laboratorio de campo en la clase de Olericultura I, las cuales estaban ubicadas en los lotes 1 y 2 de Zona II, y se tomaron unidades fisiológicamente maduras de diferentes parcelas al azar hasta constituir una muestra de aproximadamente 2 libras de peso por cada hortaliza muestreada, en ese muestreo no se cosechó repollo porque no

estaba en producción durante el mismo. En el segundo período de muestreo la muestra de tomate se tomó de los canastos usados para cosechar que estaban en la planta de Post-cosecha, se tomaron unidades al azar de los diferentes canastos para constituir una muestra compuesta de aproximadamente 2 libras de peso, las demás hortalizas no se tomaron en este segundo muestreo porque no estaban en producción al momento de la recolección de las muestras. En el tercer período de muestreo el tomate, el pepino y el repollo se tomaron de la planta de Post-cosecha igual que el tomate en el segundo muestreo, y el maíz dulce no se muestreó por la misma razón que en el muestreo anterior. Una vez tomadas las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas en una hielera a 7 °C aproximadamente.

Las muestras de pasto se obtuvieron del pasto estrella (*Cynodon dactylon*) del potrero 6 de Zorrales durante el primer y segundo período de muestreo, el peso fue de aproximadamente 1 libra y se cortó sólo la parte superficial sin arrancar las raíces. En el tercer período de muestreo no se analizó el pasto, sino que se extrajo una muestra del heno de invierno almacenado en el henil para comparar los resultados con los de las muestras de pasto, la muestra de heno también fue de 1 libra. Tanto el pasto como el heno se almacenaron en una bolsa plástica a una temperatura de 7 °C aproximadamente.

3.4.7 Muestreo de carne

Para tomar las muestras de carne del rastro de la E.A.P., se extrajo grasa perirrenal de 5 vacunos por muestra inmediatamente después del sacrificio de los mismos. Cada submuestra tomada fue de aproximadamente 20 gramos, por lo que la muestra fue de 100 gramos de peso como mínimo. Posteriormente las submuestras se guardaron en bolsas plásticas separadas e identificadas y se mantuvieron a una temperatura de 7 °C aproximadamente. Todos los pasos seguidos en la toma de muestras se hicieron siguiendo las recomendaciones del laboratorio de carnes de exportación (ANEDEC).

3.4.8 Muestreo de la leche

Las muestras de leche fueron obtenidas por ordeño manual. Se muestrearon 6 vacas de las razas Holstein, Jersey y Pardo Suizo, las cuales fueron seleccionadas al azar. El volumen de leche por muestra fue de un litro y se usó un frasco de vidrio esterilizado para recolectarla. Finalmente se almacenó en una

hielera a 7 °C aproximadamente. Los números de registro de las vacas muestreadas fueron: 40792, 10793, 110391, 19092, 33691 y 41508. El volumen extraído por animal fue de 1/6 de litro aproximadamente y se hizo inmediatamente después de la estimulación de las glándulas mamarias del animal antes del ordeño mecánico.

3.5 ANALISIS DE LABORATORIO

Las muestras de carne fueron transportadas al laboratorio de análisis de residuos de plaguicidas en carnes de exportación de la Asociación Nacional de Exportadores de Carnes (ANEDEC), y todas las demás al laboratorio de residuos de plaguicidas de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).

En ambos laboratorios se usó el método de cromatografía de gases para determinar la presencia y concentración de residuos de plaguicidas en las muestras analizadas. Para analizar los plaguicidas de la familia de los organoclorados y los de la familia de los organofosforados se usaron detectores ECD (detector captura de electrones), NPD (detector de nitrogenados) y FPD (detector de sulfurados y fosforados). Estos detectores usan gases de arrastre Nitrógeno 99.99% de pureza, gases de combinación, Hidrógeno ultrapuro y Helio ultrapuro.

Los dithiocarbamatos y methyl se detectan utilizando la cromatografía líquida con detector de fluorecencia, detector de UV (ultravioleta) y también la bomba cuaternaria.

3.6 METODO DE PROCESAMIENTO DE LOS DATOS OBTENIDOS

Se promediaron las concentraciones de plaguicidas encontradas en los tres periodos de muestreo y con eso se obtuvo la concentración media de residuos de plaguicidas para cada medio muestreado. Posteriormente cada concentración media se compara con su respectivo limite de tolerancia según el uso que se le da al medio o producto en el cual se encontró el plaguicida.

IV RESULTADOS

Las tres repeticiones hechas en cada medio y producto muestreado (R.1., R.2. y R.3.) corresponden a los tres periodos de muestreo (Octubre de 1995, Diciembre de 1995 y Febrero de 1996) respectivamente. Estas tres repeticiones fueron promediadas para obtener la concentración media de residuos en cada medio y producto, y la media calculada fue comparada con parámetros de tolerancia según el uso que se le da a cada medio.

En las aguas muestreadas se encontró una concentración de dieldrin 0.63 veces mayor que la CL50 usada por la FAO/OMS para organismos acuáticos en la repetición 3 tomada del lago de Monte Redondo, pero la concentración media fue menor que ese parámetro. La concentración media de Clorpirifos encontrada en el agua del lago Okeechovoy fue 20 veces mayor que la CL50, pero la concentración del mismo encontrada en la repetición 1 fue 3 veces más alta que la concentración media (cuadro6).

Cuadro 6. Concentraciones de plaguicidas encontradas en el agua durante tres periodos de muestreo.

MEDIO	PRODUCTO	R.1. (ppm)	R.2. (ppm)	R.3. (ppm)	MEDIA (ppm)	**CL50 (mg/l)
Lago Titicaca	Paration M	+n.d.	n.d.	0.041	0.014	2.7
	BHC-Alfa *	n.d.	n.d.	0.003	0.001	0.05
Lago Monte Reondo	BHC-Beta *	n.d.	0.004	n.d.	0.001	0.05
	Dieldrin	n.d.	n.d.	0.013	0.004	0.008
Lago Okeecho-bee	Clorpirifos	0.18	n.d.	n.d.	0.06	0.003
Laguna Zona III	Libre de plaguicidas	-----	-----	-----	-----	-----
Río Yeguaré	Dieldrin	0.006	n.d.	n.d.	0.002	0.008

*Se usó la CL50 correspondiente al Hexaclorobenceno.

**Se usó la CL50 más baja determinada en los experimentos con bluegill sunfish, trucha arcoiris y goldfish porque son los que han sido estudiados.

+n.d.: plaguicida no detectado (esta simbología es la misma para todos los cuadros de resultados).

En el caso de los productos de origen animal muestreados, en todos ellos se encontró residuos de plaguicidas y en la mayoría en concentraciones altas. Las muestras de peces presentaron el mayor número de plaguicidas en su tejido, sobre todo en la primera repetición que corresponde al período lluvioso. La concentración media más alta corresponde al Dieldrin encontrado en los peces del lago Okeecho-bee. La segunda concentración media más alta corresponde al endrin encontrado en los peces del lago Monte Redondo (cuadro 7).

Cuadro 7. Concentraciones de plaguicidas encontradas en los productos de origen animal de la E.A.P.

MEDIO	PRODUCTO	R.1. (ppm)	R.2. (ppm)	R.3. (ppm)	MEIDA (ppm)	IDA (mg/kg)
Peces	Dieldrin	0.010	0.004	1.07	0.361	0.0001
Okee-	BHC-Alfa **	0.004	n.d.	n.d.	0.001	0.0080
chobee	Heptacloro	* n.d.	n.d.	0.27	0.090	0.0001
	Clordano	0.030	0.052	n.d.	0.027	0.0005
	Ethión	n.d.	0.009	n.d.	0.003	0.0020
	Cloroneb	n.d.	0.061	n.d.	0.020	
Peces	Clordano	0.051	0.013	n.d.	0.021	0.0005
Monte	DDT-pp ***	0.031	n.d.	n.d.	0.010	0.0020
Redondo	DDD-pp ***	0.012	n.d.	n.d.	0.004	0.0020
	Endrin	0.014	n.d.	0.380	0.131	0.0002
	Dieldrin	0.015	0.006	n.d.	0.007	0.0001
	Aldrin	0.003	n.d.	n.d.	0.001	0.0001
	Endosulfán	0.003	n.d.	n.d.	0.001	0.0060
	Clorpyrifos	0.011	n.d.	n.d.	0.004	0.0100
	Lindano	0.011	n.d.	n.d.	0.004	0.0080
	BHC-Alfa **	0.003	n.d.	n.d.	0.001	0.0080
	Cloroneb	n.d.	0.009	n.d.	0.003	
Carne	DDT	0.177	0.232	0.181	0.197	0.0020
vacuno	Dieldrin	0.090	0.046	0.041	0.059	0.0001
Leche	Lindano	0.0028	n.d.	n.d.	0.001	0.0080
	DDT	0.0025	n.d.	n.d.	0.001	0.0020

* Plaguicida no detectado.

** Se usó la IDA correspondiente al lindano.

***Se usó la IDA correspondiente al DDT.

Con las concentraciones medias más altas encontrados en el cuadro 11 se calculó que una persona de 60 kg de peso corporal no debería consumir diariamente más de las siguientes cantidades de estos productos alimenticios: 16.62 g de carne de pez del lago Okeechobee, porque superaría la IDA correspondiente al Dieldrin; 91.2 g de carne de pez del lago de MonteRedondo, porque superaría la IDA correspondiente al Endrin; 101.7 g de grasa de vacuno del Rastro de la E.A.P., porque superaría la IDA correspondiente al Dieldrin; 120 g de

leche cruda sin filtrar de las vacas del hato lechero de la E.A.P., porque superaría la IDA correspondiente al DDT .

Las hortalizas fueron el producto que presentó menor contaminación, ya que sólo en 2 de la hortalizas muestreadas se encontraron residuos de plaguicidas, se encontró un plaguicida en cada una de las 2 (pepino y repollo) y ambas mostraron concentraciones bajas. Con la concentración media encontrada se calculó que una persona de 60 kg de peso puede comer diariamente 240 kg de pepino producido en la E.A.P. sin sobrepasar la IDA establecida para el BHC-Alfa (Hexaclorobenceno). En cambio en el heno se encontraron residuos de 5 tipos de plaguicidas de los cuales el Paratión presentó la concentración promedio más alta (cuadro8).

Cuadro 8. Concentraciones de plaguicidas encontradas en productos de origen vegetal en la E.A.P.

MEDIO	PRODUCTO	R.1. (ppm)	R.2. (ppm)	R.3. (ppm)	MEDIA (ppm)	IDA (mg/kg)
Tomate	Libre de plaguicida	-----	-----	-----	-----	-----
Pepino	BHC-Alfa *	n.d.	nt***	0.004	0.002	0.0080
Repollo	Fonofós	nt	nt	0.004	0.004	
Maíz Dulce	Libre de plaguicida	-----	nt	nt	-----	-----
Heno **	BHC-Alfa *	0.021	n.d.	0.035	0.017	0.0080
	Heptacloro	0.200	n.d.	0.060	0.087	0.0001
	Paratión M	n.d.	0.043	n.d.	0.014	0.0200
	Quinome- thionate	n.d.	0.020	n.d.	0.007	0.0060
	Endrín	n.d.	0.060	n.d.	0.020	0.0002

*Se utilizó la IDA correspondiente al lindano.

**R.1. y R.2. se tomaron del pasto estrella fresco del potrero 6 de Zorrales y R.3. se tomó del heno del henil de Ganado de Carne.

*** muestra no tomada.

Para el caso de los suelos, se encontró que con excepción del Aldrín en la terraza 2 y 3 de Colindres y el Dieldrín en la terraza 8 de San Nicolás, todas las concentraciones de residuos de plaguicidas encontradas fueron mayores en la R.3.

que corresponde al periodo seco (febrero). La concentración media más alta encontrada en estos suelos corresponde al Paratión encontrado en la terraza 3 de Colindres y la más baja al aldrín encontrado en las terrazas 2 y 3 del mismo. Las terrazas de San Nicolás presentaron el mayor número de plaguicidas y en total se encontraron 7 tipos de plaguicidas, de los cuales varios se repiten en diferentes terrazas muestreadas (cuadro 9).

Cuadro 9. Concentraciones de plaguicidas encontradas en los suelos de Colindres, Agronomía, San Nicolás y Zorrales de la E.A.P.

MEDIO	PRODUCTO	R.1. (ppm)	R.2. (ppm)	R.3. (ppm)	MEDIA (ppm)
Terraza 2 Colindres	Aldrin	n.d.*	0.006	n.d.	0.002
Terraza 3 Colindres	Aldrin	n.d.	0.006	n.d.	0.002
	Paratión	n.d.	n.d.	0.053	0.018
Lote A Agronomía	Dieldrin	0.007	0.010	0.027	0.015
	Paratión	n.d.	n.d.	0.049	0.016
Terraza 3 San Nicolás	Dieldrin	0.015	0.012	0.019	0.015
	Alachlor	n.d.	n.d.	0.011	0.004
	ParatiónM	n.d.	n.d.	0.023	0.008
Terraza 8 San Nicolás	Dieldrin	0.006	0.009	0.007	0.007
	ParatiónM	n.d.	n.d.	0.033	0.011
	Clordano	n.d.	n.d.	0.034	0.011
	Oxidiazón	n.d.	n.d.	0.023	0.008
Potrero 6 Zorrales	Clordano	n.d.	n.d.	0.189	0.063

* plaguicida no detectado.

Para los suelos de Zona II La concentración media más alta encontrada corresponde al Paratión M encontrado en el lote 2 y la más baja al Dieldrin encontrado en el mismo lote, éste plaguicida fue también el que se encontró con más frecuencia en los lotes muestreados en esta Zona. En cambio en los lotes muestreados en Zona III no se encontró ningún tipo de plaguicida (cuadro 10).

Cuadro 10. Concentraciones de plaguicidas encontradas en los suelos de Zona II y Zona III de la E.A.P.O

MEDIO	PRODUCTO	R.1. (ppm)	R.2. (ppm)	R.3. (ppm)	MEDIA (ppm)
Lote 1	Dieldrin	0.005	0.004	n.d.	0.003
Zona II	Oxidiazón	n.d.*	n.d.	0.021	0.007
Lote 2	Dieldrin	0.004	n.d.	n.d.	0.001
Zona II	Paratión M	n.d.	n.d.	0.053	0.017
Lote 7	Dieldrin	0.009	0.006	0.023	0.013
Zona II					
Lote 28	Libre de	-----	-----	-----	-----
Zona III	plaguicida	-----	-----	-----	-----
Lote 31	Libre de	-----	-----	-----	-----
Zona III	plaguicida	-----	-----	-----	-----

* plaguicida no detectado.

Con excepción del Heptacloro - Hepóxido todos los plaguicidas encontrados en el sedimento del lago Okeechobee se encontraron también en el sedimento del lago de Monte Redondo, y las concentraciones encontradas fueron similares en ambos medios. La concentración media más alta encontrada fue la correspondiente al Diallate en el lago Okeechobee y en general todas las concentraciones encontradas son altas (cuadro 11).

Cuadro 11. Concentraciones de plaguicida encontradas en el sedimento de los lagos Okeechobey y Monte Redondo.

MEDIO	PRODUCTO	R.1. (ppm)	R.2. (ppm)	R.3. (ppm)	MEDIA (ppm)
Sedimento	Dieldrin	0.005	n.d.	n.d.	0.001
Lago	Endosulfán	n.d.*	0.005	n.d.	0.001
Okeechobee	Diallate	n.d.	0.930	n.d.	0.310
	BHC-Alfa	n.d.	n.d.	0.054	0.018
	Quinometionate	n.d.	n.d.	0.028	0.009
	Heptacloro - Hepóxido	n.d.	n.d.	0.005	0.001
Sedimento	Dieldrin	0.002	0.003	n.d.	0.002
Lago Monte	BHC-Alfa	0.030	n.d.	0.019	0.016
Redondo	Endosulfán	n.d.	0.008	n.d.	0.0003
	Diallate	n.d.	0.091	n.d.	0.030
	Quinometionate	n.d.	n.d.	0.015	0.005

* plaguicida no detectado.

V DISCUSION

5.1 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ENCONTRADOS EN LAS HORTALIZAS Y EN EL SUELO DE ZONA II

Los hayazgos de este trabajo demuestran la importancia de establecer un monitoreo de residuos de plaguicidas, ya que se encontraron residuos en productos de consumo humano, lo cual representa un peligro potencial para toda la comunidad. El monitoreo puede hacerse utilizando especies que sirvan como biomonitores como es el caso de los peces y/o directamente con los productos de consumo humano. Es conveniente aclarar que cuando se consumen concentraciones de residuos superiores a la IDA en forma constante, los efectos adversos a la salud normalmente se persiven a largo plazo. Tal situación hace que muchas veces no se le de la importancia que merece a este problema y repercute en casos patológicos usualmente irreversibles.

Este estudio coincide con los resultados de Moncada (1995), en el cual se sometieron a análisis las hortalizas producidas en la E.A.P. La autora no encontró residuos a pesar del uso intensivo de plaguicidas en este departamento. En este nuevo estudio se encontraron concentraciones insignificantes de dos plaguicidas solamente (cuadro 11).

Los plaguicidas encontrados en las hortalizas no coinciden con los encontrados en el suelo de producción hortícola de la E.A.P. Esto puede deberse a que las hortalizas tomadas de la planta de post-cosecha no siempre hayan sido cosechadas de los mismos lotes de donde se tomó el suelo. Sin embargo estos plaguicidas encontrados en el suelo y en las hortalizas no están registrados dentro del grupo de plaguicidos usados por el departamento de Horticultura desde enero de 1995 hasta febrero de 1996. Esto puede deberse a que no se estén registrando todos los plaguicidas usados, a que se estén usando estos productos bajo otra nominación o a que se estén usando productos adulterados.

Es posible que en el suelo se encontrar residuos de plaguicidas que no han sido usados en los últimos dos años porque el suelo es un medio relativamente perenne y estático. Las hortalizas tienen un ciclo de producción corto, pero las

concentraciones de residuos encontrados en ellas pueden provenir del suelo no muestreado ya que sólo se encontró plaguicidas en la repetición tres, en la cual las hortalizas se tomaron de la planta de Post-cosecha.

5.2 RELACION DE LOS PLAGUICIDAS ENCONTRADOS EN SAN NICOLAS Y ZORRALES CON LOS ENCONTRADOS EN EL AGUA MUESTREADA

Dos de los plaguicidas encontrados en el agua, también fueron encontrados en el suelo de San Nicolás. Dado a la ubicación geográfica de San Nicolás con respecto a la quebrada La Chorrera y a los estanques de agua muestreados, los suelos de esta zona de producción se pueden considerar una fuente potencial de contaminación por plaguicidas para el río y los estanques. Los plaguicidas pueden moverse con el agua de riego o de lluvia por escorrentía superficial o por infiltración. Esto indica que probablemente los plaguicidas encontrados en ambos medios sean más fácilmente transportados por el agua sin alterar su estructura o toxicidad.

El hecho de que la mayoría de los plaguicidas encontrados en San Nicolás y Zorrales presenten las concentraciones más altas en la repetición 3 que corresponde a la época seca, podría ser por que el agua de lluvia conduzca los productos a otros medios. En el caso de los productos que, según los registros, no han sido usados por más de 2 años es probable que esté ocurriendo aplicación inconciente de estos productos a través de plaguicidas adulterados. También podría ser que para tales productos la concentración de residuos en la muestra esté más diluida en invierno, o que el agua en la muestra acelera el proceso de descomposición durante el manipuleo de la misma.

5.3 RELACION ENTRE LOS PLAGUICIDAS ENCONTRADOS EN EL SEDIMENTO CON LOS ENCONTRADOS EN EL AGUA Y LOS PECES DE LA E.A.P.

El único plaguicida encontrado en el agua del lago Okeechovy (clorpirifos), no se encontró en las muestras de sedimento analizadas. Es posible que esto se deba a las características de solubilidad de este producto (soluble en agua a 25° C) y/o a que tiene muy poco tiempo de estar siendo usado y todavía no se haya sedimentado en concentraciones detectables. También puede ser que por los procesos de adsorción y desorción algunos plaguicidas se encuentren más fácilmente en el medio acuoso que en el sedimento. Las características del sedimento varían en diferentes estratos del estanque. En el sedimento del área donde ingresa el agua con todo lo que trae, la concentración de los compuestos que se adhieren a partícula gruesas suele ser mayor que en el resto del área.

En el caso del lago de Monte Redondo coinciden los plaguicidas encontrados en el agua con algunos encontrados en el sedimento. El número de plaguicidas encontrados en el sedimento es mayor que el encontrado en el agua de este lago. Esto es lógico ya que el agua es un medio más cambiante que el sedimento y esto puede ocasionar que varíen las concentraciones de plaguicidas hasta el punto de que no sean detectados en el análisis. Por otra parte la variación en la composición de los diferentes estratos del sedimento puede ser la causa de la variación en el número de plaguicidas encontrados.

El Clorpirifos encontrado en el agua del lago Okeechovoy no fue encontrado en la carne de los peces de este lago. En cambio el Dieldrin, BHC-Alfa y el Heptacloro encontrados en el sedimento de dicho estanque sí fueron encontrados en tales muestras. Es muy probable que exista una relación causa efecto a través de la cadena alimenticia comenzando por los organismos del fondo hasta los peces. El Endosulfán y el Quinometionate encontrados también en el sedimento pero no en los peces, son productos que tienen poca capacidad de adherirse a las grasas o músculos de los animales. En cambio el hecho de encontrar Diallate en el sedimento pero no en los peces puede deberse a alguna interrupción en la cadena alimenticia, o a los procesos de metabolización y cometabolización del plaguicida por el organismo de los peces.

El encontrar Clordano, Ethión y Cloroneb en los peces pero no en el agua ni en el sedimento probablemente se deba a la capacidad de estos plaguicidas para adherirse fuertemente a la grasa animal.

En el caso de los peces, el sedimento y el agua del lago de Monte Redondo, puede aplicarse el mismo razonamiento que para el lago Okeechobee.

Los plaguicidas encontrados en la carne de vacuno y la leche de vacuno no coinciden con los encontrados en el heno muestreado. Esto puede deberse a que los animales sacrificados y las vacas ordeñadas no fueron alimentados con este heno. En tal caso los plaguicidas encontrados en la carne y leche pueden provenir del concentrado, de los bloques multinutricionales, de el agua que toman o de otra(s) fuente(s) de alimentación suplementaria del ganado. También se debe considerar que los animales sacrificados en el rastro provienen tanto de la sección de Ganado de Leche como de la sección de Ganado de Carne, y en cada sección el manejo es diferente.

El origen de los residuos de plaguicidas encontrados puede ser muy variable. Pueden provenir de aplicaciones hechas hace muchos años o de aplicaciones recientes. También pueden provenir del agua subterránea o superficial contaminada en otros terrenos de producción agropecuaria, o contaminada por los envases de plaguicida desechados que son enterrados en diferentes lugares de la E.A.P., del lavado del equipo de aplicación y de derrames de producto o accidentes de trabajo.

En total se encontraron 23 plaguicidas entre los diferentes medios y productos analizados, incluyendo los metabolitos del DDT y del BHC. Los plaguicidas encontrados pertenecen a las siguientes familias: Organoclorados (16), Organofosforados (4), Carbamatos (1), Quinoxaline (1), Oxadiazole (1). Esto demuestra una vez más que los organoclorados son un grupo de plaguicidas con alta residualidad y por lo tanto son más peligrosos para el hombre y el ambiente a largo plazo.

VI CONCLUSIONES

El Clorpirifós fue el único plaguicida encontrado en las aguas de la E.A.P. cuya concentración media superó la CL50 establecida por la FAO/OMS. La concentración media de este producto fue 20 veces mayor que la CL50.

El Dieldrín y el Clordano en los peces del lago Okeechovy y el Clordano en los peces del lago de Monte Redondo fueron los plaguicidas cuya concentración media encontrada fue mayor. Con esas concentraciones medias se calculó que para una persona de 60 kg de peso, la ingesta diaria aceptable en carne de estos peces era: 16.62 g de carne de pez del lago Okeechovy sin cocinar por la concentración media del Dieldrín, y 91.2 g de peces del lago de Monte Redondo por la concentración media del Endrin.

Se encontró residuos de plaguicidas de DDT y Dieldrín en la carne de res y de Lindano y DDT en la leche. En la carne, el DDT fue el plaguicida que tuvo la concentración media más alta, y en la leche fue igual la concentración de los dos productos encontrados (Lindano y DDT). Con las concentraciones medias encontradas se calculó que una persona de 60 kg de peso corporal puede consumir diariamente hasta 101.7 g de grasa de res sin cocinar y hasta 120 g de leche cruda sin filtrar producidas en la E.A.P. sin superar la IDA establecida por la FAO/OMS para el DDT.

Cabe aclarar que la concentración media, en todos los medios y por productos muestreados, es el promedio de las concentraciones encontradas en tres repeticiones.

En las hortalizas sólo se encontró residuos de BHC-Alfa en el pepino y de Fonofós en el repollo. Pero las concentraciones medias fueron tan bajas que una persona de 60 kg de peso podría consumir hasta 240 kg de pepino diariamente. El Fonofós se encontró también en concentraciones bajas, pero no se encontró la IDA de este producto.

Se encontraron residuos de Aldrin y Paratión en los suelos de Colindres; de Dieldrín y Paratión en Agronomía; de Dieldrín, Alachlor, Paration M, Clordano y Oxidiazón en San Nicolás; de

Clordano en Zorrales; de Dieldrin, Oxidiazón y Paratión M en Zona II; y en Zona III no se encontró plaguicidas.

El Dieldrin fue el plaguicida encontrado con más frecuencia en el suelo a pesar de que no está siendo usado en la E.A.P. Pero por el abuso que se hizo de este plaguicida en el pasado, hoy es frecuente encontrarlo en estos suelos agrícolas. Los plaguicidas cuya concentración fue más alta fueron: el Paratión en la terraza 3 de Colindres y en la terraza 3 de San Nicolás, el Dieldrin en la terraza 3 de San Nicolás y en el lote A de Agronomía, y el Paratión M en el lote 2 de Zona II.

No existe un parámetro establecido que nos indique si las concentraciones de residuos encontradas en el suelo fueron bajas o altas. Sin embargo sí se encontró residuos de plaguicidas y se tiene el riesgo de que algunos suelos de la E.A.P. sean fuente de contaminación para el agua y algunos organismos vivos.

Dos de los plaguicidas encontrados en el agua (Paratión M y Dieldrin), se encontraron también en el suelo de San Nicolás. El Dieldrin también se encontró en el sedimento. Esto indica que estos plaguicidas pueden haber sido arrastrados o lixiviados de San Nicolás a las aguas de la E.A.P.

El Endosulfán es un plaguicida usado los últimos 2 años por el Departamento de Protección Vegetal y se encontró en el sedimento del lago Okeechovy y el de Monte Redondo. Lo cual indica que a pesar de que no se encontró en el suelo, sí puede provenir de los suelos de producción agrícola de la E.A.P.

No se encontró relación entre los plaguicidas encontrados en el heno del potrero 6 de Zorrales con el plaguicida encontrado en el suelo del mismo, ni con los encontrados en la carne y la leche de ganado vacuno de la E.A.P.

No se encontró relación entre los plaguicidas encontrados en las hortalizas y los encontrados en los suelos de Zona II.

El Dieldrin, BHC-Alfa y Heptacloro encontrados en el sedimento del lago Okeechovy también se encontraron en los peces de este estanque, lo cual puede deberse a la relación de los organismos

del fondo del estanque con los peces. En el caso del lago de Monte Redondo pasó lo mismo con el Dieldrin, BHC-Alfa y el Endosulfán.

VII RECOMENDACIONES

Se recomienda que se haga un monitoreo que le dé seguimiento a los hayazgos de este estudio. Que se dividan los medios y productos estudiados en estudios menos generales relacionados entre sí, para que el investigador pueda estudiar más a fondo cada caso.

Para estudiar la carne y la leche se debe hacer un experimento en el que se pueda controlar las fuentes potenciales de contaminación para el ganado.

Deben hacerse estudios orientados a establecer parámetros que permitan saber cuándo las concentraciones de residuos de plaguicidas en el suelo son muy altas.

Se debe hacer un estudio para comprobar la pureza de los plaguicidas usados en la E.A.P.

Se recomienda como áreas y productos de riesgo para seguir un monitoreo a los peces, el agua y el sedimento de los lagos Okeechobee y Monte Redondo y también a las pilas de producción que son abastecidas por los lagos antes mencionados. También se debe monitorear la carne y la leche de vacuno y la carne de cerdo, porque son alimentados con concentrados y tienen bastante grasa.

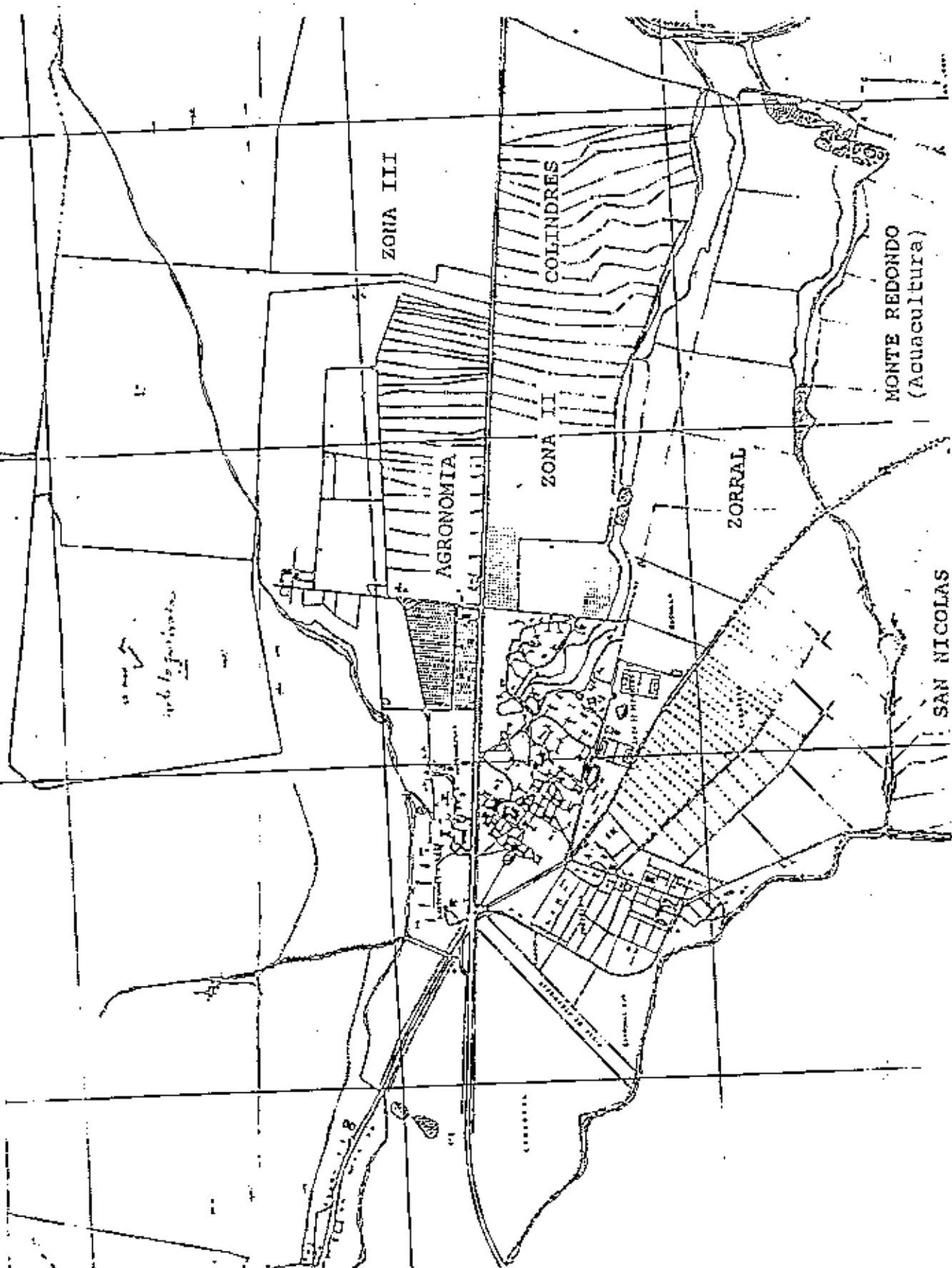
La información obtenida en el monitoreo debe usarse para hacer un uso y manejo de los plaguicidas en forma más segura para el ecosistema y para la comunidad en general.

IX BIBLIOGRAFIA

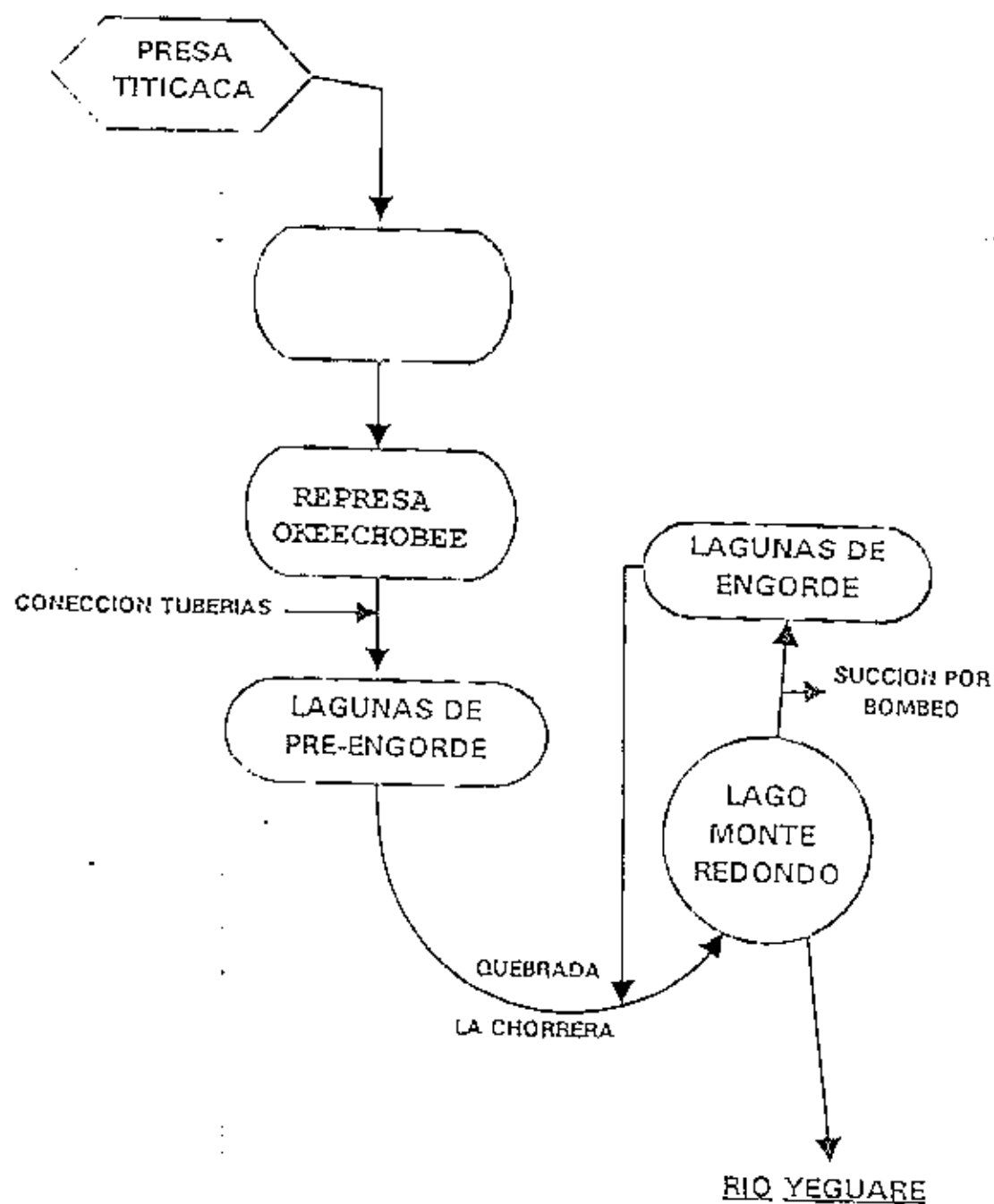
- AMIPFAC, 1985. Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas. Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes, A.C. México, D.F. 374p.
- BICKNELL, F. 1960. Chemicals in your food. New York, EE.UU. Emerson Books Inc. 185p.
- BISHOP, C.A.; BROWN, G.P.; BROOKS, J.R.; LEAN, D.R.S.; CAREY, J.H. 1994. Organochlorine Contaminant Concentrations in Eggs and Their Relationship to Body Size, and Clutch Characteristics of the Female Common Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*) in Lake Ontario, Canada. *Environmental Contamination and Toxicology* (EE.UU.) 27:82-87.
- BUSTAMANTE, M. 1995. Manejo de agroquímicos. Escuela Agrícola Panamericana, Francisco Morazán, Honduras. Material impartido en la clase de Manejo de Agroquímicos, no editado. s.p.
- CESCO. 1988. TERCER INFORME DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CONTAMINANTES. Período comprendido de septiembre de 1987 a febrero de 1988. Tegucigalpa, Honduras. p 26-40.
- FAO/OMS. 1990. Residuos de plaguicidas en los alimentos. Informe anual 1990. Italia, Roma. 98p.
- FAO/WHO. 1991. Pesticide residues in food. Evaluations 1991. Part I- Residues. Italia, Roma. 648p.
- FAO/WHO. 1993. Pesticide residues in food. Evaluations 1993. Part I- Residues. Italia, Roma. 837p.
- FUSAGRI. 1986. PASTOS. Colombia. FUSAGRI. p 48-61. (Serie Petróleo y Agricultura).
- GIBBONS, J.H. s.f. PESTICIDES RESIDUES IN FOOD. Technologies for detection. TECHNOMIC Publishing Company, Inc. Lancaster, Pennsylvania, EE.UU. 230P.

- GTZ, 1981. Problemas de residuos de pesticidas en el tercer mundo. Eschborn, Alemania. TZ-Verlags-GmbH, Robdorf, Alemania. 61p.
- HOFSTEN, B; EKSTRÖM, G. 1986. Control of Pesticide Application and Residues in Food. A Guide and Directory-1986. Swedish Science Press. 315p.
- HYLTON, K.; SANCHEZ, O. 1985. MANUAL DE CONSERVACION DE SUELOS. E.N.A. Olancho, Honduras. 83p.
- LONDOÑO U., R. 1983. METODOLOGIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN PRODUCTOS AGRICOLAS. IICA, Colombia. 49p.
- MONCADA, J.S. 1995. Detección de residualidad de plaguicidas en diferentes medios de El Zamorano. EAP. Zamorano, Honduras. 21p.
- MULLA, M.S.; MIAN, L.S. 1981. Biological and impacts of insecticides malathion and parathion on montarget biota in aquatic ecosystems. Residue Reviews. California, EE.UU. Vol.78 p101-130.
- PALMA, V. DE; FISCHER, M. s.f. CURSO A DISTANCIA SOBRE Diagnóstico, Tratamiento y Prevención de Intoxicaciones Agudas Causadas por Plaguicidas. Panamá. INCAP. p 3-18.
- PRIMO, E.; CARRASCO, J. 1976. Química agrícola II- Plaguicidas y fitoreguladores. Editorial Alhambra, S.A. Madrid, España. 639p.
- SANCHEZ, W. 1995. USO DE PLAGUICIDAS EN EL CULTIVO DEL MELON Y EL TRANSPORTE Y DEGRADACION DE METAMIDOFOS EN TRES TIPOS DE SUELO DE LA ZONA SUR DE HONDURAS. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 59p.
- STIMMANN, M. 1980. Pesticide application and safety training. Ed. by University of California, division of agriculture and natural resources. California, EEUU. 107p.
- STROBBE, M.A. 1973. ORIGENES Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL. Trad. del inglés por Antonio Eroles Gómez. Continental, S.A. México. 483p.
- WAUCHOPE, R.D.; BAKER, D.B.; BALU, K. NELSON, H. 1994. PESTICIDES IN SURFACE AND GROUND WATER. ISSUE PAPER. IOWA, EE.UU. No.2 p. 1-8.

ANEXO 1. Mapa de las áreas donde se realizaron los muestreos.



ANEXO 2. Sistemas de abastecimiento de agua al Proyecto de Acuicultura.



ANEXO 3. Lista de plaguicidas utilizados por el Departamento de Agronomía, desde enero de 1994 hasta febrero de 1996.

- | | |
|---------------------|--------------|
| - Cupravit azul | - Danitol |
| - Round-Up | - Citowett |
| - Bayleton | - Propanil |
| - Auxina, 2,4-D | - Surflan |
| - Volatón granulado | - Permit |
| - Arribo | - Agar-Malta |
| - Lannate | - Amdro |
| - Atrazina | - Volatón 5% |
| - Lazzo | - Furadan |
| - Fusilade | - Gesaprin |
| - Benlate | |
| - Volatón 1.5% | |
| - Lorsban 4E * | |
| - MTD 600 | |
| - Lorsban líquido * | |
| - Manzate | |
| - Vydate | |
| - Screen | |
| - Accent | |
| - Perfection | |
| - Cimbrush | |
| - Tamaron | |
| - Erradicane | |
| - Prowl 500 | |
| - Curacron | |
| - Promet 400 EC | |
| - Dacomil | |
| - Basagran | |
| - Sencor | |
| - Gramoxone | |
| - Gaucho | |
| - Ridomil | |
| - Dithane | |
| - Dual | |
| - Agrimisin | |
| - Thiodan ** | |
| - Kocide | |
| - Orthene | |
| - Sevin | |
| - Dipel | |
| - Bravo/Dacomil | |
| - Derosal | |

ANEXO 4. Lista de plaguicidas utilizados por el Departamento de Horticultura, desde enero de 1994 hasta agosto de 1995.

- Dithane M45
- Tambo
- Cimbush
- Orthene
- Drawin
- Sumithion
- Ridomil-CT
- Talstar
- Afugan
- Curzate
- Danitol
- Lorsban líquido
- Sencor
- Decis
- Fusilade
- Evisek
- Trimiltox
- Sandufan
- Thiodan 2
- Lannate líquido
- Ridomil M2
- Ambush
- Perfection
- Dacomil
- Round-Up
- Ecotech
- Xentari
- Lorsban granulado
- Vydate
- Lannate polvo
- Arrivo
- Furadan
- Manzate
- Malathion polvo
- Cupravit
- Agrimisin 200
- Curacrom
- Parathion metílico
- Monitor
- Marshall
- Malathion líquido
- Volaton 1.5% granulado

ANEXO 5. Lista de plaguicidas que analiza el laboratorio de la FHIA.

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| - Aldrin | - Metribuzin |
| - Aldicarb | - Mancozeb |
| - Azinphos-ethyl | |
| - Atrazina | - Metalaxyl |
| - Ametryn | - Oxydemeton-Methyl |
| - BHC-alfa | - Oxychlordan |
| - BHC-beta | - Parathion |
| - Benomyl | - Parathion Ethyl |
| - Carbofuran | - Parathion Methyl |
| - Carbophenothion | - Permethrin |
| - Carbaryl | - Pyrethrin |
| - Chlordane | - Pendimethalin |
| - Chlorpyrifos | - Prophos |
| - Clorothalonil | - Quinomethionate |
| - Cypermethrin | - Tilt |
| - Captan | - Trifluralin |
| - Carbendazim | - Trans-Nonaclor |
| - Chloroneb | - Vinclozolin |
| - DDT | |
| - DDD-PP | |
| - DDD-OP | |
| - DDT-OP | |
| - DDT-PP | |
| - DDE-PP | |
| - Deltamethrin | |
| - Diazinon | |
| - Dieldrin | |
| - Diallate | |
| - Dyfonate | |
| - Disulfoton | |
| - Dichloran | |
| - Endosulfan | |
| - Endosulfan sulphate | |
| - Endrin | |
| - Ethoprop | |
| - Fensulfenthion | |
| - Glyphosate | |
| - Heptacloro Epóxido | |
| - HCH-Alfa | |
| - HCH-Hexachlorobenzene | |
| - Lindano | |
| - Malathion | |
| - Methamidophos | |
| - Monocrotophos | |

ANEXO 6. Lista de plaguicidas encontrados en los medios y productos de la E.A.P. durante los tres periodos de muestreo de este trabajo de tesis.

- Alachlor
- Aldrin
- BHC-Alfa
- BHD-Beta
- Chlorpyrifos
- Chlordano
- Chloroneb
- Dieldrin
- DDT
- DDT-PP
- DDD-PP
- Diallate
- Ethion
- Endrin
- Endosulfan
- Fonofós
- Heptacloro
- Heptacloro Epóxido
- Oxadiazon
- Paration
- Paration Metílico
- Quinomethionate

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
 ESCUELA AUTÓNOMA FARMACÉUTICA
 ASOCIACIÓN DE
 FARMACÉUTICOS HONDUREÑOS