

CONSECUENCIAS INDESEABLES DE LOS PLAGUICIDAS EN EL AMBIENTE

Jaime E. García ¹

RESUMEN

Consecuencias indeseables del uso de los plaguicidas en el ambiente. Se destacan y describen algunos de los principales efectos colaterales negativos sobre el ambiente a los que conduce el uso de los plaguicidas, especialmente cuando se utilizan en forma irracional. Además, se hacen algunas reflexiones sobre el tema, se citan los principales factores condicionantes que hacen que los problemas mencionados se presenten con mayor frecuencia e intensidad en los países en desarrollo en comparación con los países industrializados. Finalmente se proponen y dan ejemplos de algunas opciones tendientes a disminuir o eliminar el uso de estas sustancias y con ello la magnitud de los problemas asociados presentados en este trabajo.

ABSTRACT

Negative consequences of pesticides on the environment. Some of the negative collateral effects on the environment by the use of pesticides are described. In addition, the main conditioning factors that induce problems to occur with more frequency and intensity in developing countries, as compared to the industrialized countries, are noted. Finally, some options and provide examples aiming to decrease or eliminate the use of those substances and, consequently, the problems related to the use of pesticides, are suggested.

INTRODUCCION

El uso de plaguicidas de reconocida peligrosidad, así como el mal uso de estos productos en general, viene dejando secuelas negativas, muchas veces de carácter irreversible, tanto sobre el ser humano como en el ambiente.

En América Central se estima que se importaron anualmente, entre 1980 y 1989, cerca de 54 millones de kg o l de plaguicidas (incluyendo reguladores del crecimiento, atrayentes, repelentes, defoliantes, aceites, antitranspirantes, coadyuvantes e "inertes") en calidad de producto bruto. Esto representa una distribución de 2,1 kg o l por habitante, de 16 kg o l por trabajador agrícola, así como una aplicación promedio de 11,8 kg o l de plaguicidas por hectárea cultivada (Cuadro 1).

Los estudios relacionados con la temática del uso y manejo de los plaguicidas en el istmo centroamericano revelan que estos productos no son utilizados de la mejor manera, por diversas causas (Arauz, Carazo y Mora, 1983; Arnáez *et al.*, 1993; García, 1994; Marquardt citada por Hanson, 1994; Wesseling y Castillo, 1992).

¿ ADONDE VAN A DAR LOS PLAGUICIDAS ?

De acuerdo con las investigaciones realizadas por el Departamento de Agricultura de los EE.UU., entre 97% y 99% de las cantidades de los plaguicidas aplicados no alcanzaron los organismos que se desean combatir (ERF, 1991). Otras investigaciones han corroborado los resultados de estas, señalando que, en una gran parte de los casos, el porcentaje de la cantidad de los plaguicidas aplicados que alcanzan las plagas es menor al 0,1% (Cuadro 2).

² Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica y Oficina de Extensión Comunitaria y Conservación del Medio Ambiente de la Universidad Estatal a Distancia. Apartado Postal No. 474, 2050-San Pedro de Montes de Oca. Costa Rica.

Cuadro 1. Cantidades de plaguicidas importadas y distribución por habitante, trabajador agrícola y hectárea cultivada en América Central, 1980-1989 (Wesseling y Castillo, 1992).

País	Cantidades importadas (kg ó l) x 10 ³	Distribución por habitante (kg ó l)	Distribución por trabajador agrícola (kg ó l)	Distribución por hectárea cultivada (kg ó l)
HONDURAS	10 670	2,6	15	13,3
COSTA RICA	9 924	4,0	38	16,0
	12 343 ^{1/}	4,1 ^{1/}	47 ^{1/}	24,7 ^{1/}
NICARAGUA	9 772	3,1	28	15,3
GUATEMALA	9 027	1,2	7	7,2
PANAMA	7 505	3,4	35	18,8
SALVADOR	6 300	1,2	8	7,9
BELICE	433	2,6	17 ^{2/}	8,7

^{1/} Estimadas por el autor para el período 1990-1992. El aumento en el promedio de las importaciones brutas de plaguicidas durante este período se debió principalmente a la importación de 6,2 millones de litros de aceites agrícolas en 1992.

^{2/} Estimación.

Por consiguiente, la mayor parte de estos se distribuye en el ambiente, hacia el cual extiende sus efectos tóxicos de acuerdo a las circunstancias dadas.

CONSECUENCIAS COLATERALES INDESEABLES

Entre las consecuencias colaterales negativas que estas sustancias causan sobre el ambiente, tanto a corto como a largo plazo, se destacan a continuación las siguientes:

Contaminación de diversos sustratos.

Como resultado de su aplicación y dispersión en el ambiente los plaguicidas se encuentran en los más diversos sustratos. En los Cuadros 3 y 4 se citan algunos estudios que han determinado la contaminación de varios de estos.

La destrucción de hábitats silvestres, así como efectos tóxicos sobre animales domésticos.

En los Cuadros 5 y 6 se presentan algunos casos sucedidos en Costa Rica.

En lo que se refiere a los efectos a largo plazo en animales, Hidalgo (1986) determinó correlaciones significativas y altamente significativas, entre los residuos de ciertos organoclorados en huevos de aves de Costa Rica, especialmente p,p'DDE (un metabolito del DDT), el grosor de las cáscaras y la presencia de fisuras en sus superficies. Esta situación podría estar causando problemas en la biología reproductiva de las aves.

Además de los ejemplos mencionados, los trabajos de Abarca y Ruepert (1992), Castillo, Wesseling H, Hidalgo, Mora (1989), Connell y Miller (1984), Gemmeke y Ellenberg (1992), Guevara (1971), Logan y Schofield

Cuadro 2. Porcentajes de plaguicidas que alcanzan a las plagas (Pimentel y Levitan, 1986).

Plaga	Cultivo	Porcentaje (%)
Insecticidas:		
-Afidos	Haba (<i>Vicia faba</i>)	0,03
-Chinches	Cacao	0,02
- <i>Pieris rapae</i>	Col rizada	0,003
- <i>Heliothis</i>	No especificado	0,000 0001
Herbicidas:		
-Malezas en postemergencia	Maíz	0,1-5
-Malezas leñosas (aplic. dirigida)	No especificado	80

Cuadro 3. Problemas de contaminación con residuos de plaguicidas en diversos sustratos (con énfasis en estudios de Costa Rica).

Sustrato	Referencias
Aguas	Abarca y Ruepert, 1993, 1992; Calderón, 1981; Carazo <i>et al.</i> , 1984a; Castillo <i>et al.</i> , 1994, 1993; Chacón, 1993; EPA, 1992; INCIENSA, 1988; Gómez, 1990; Logan y Schofield, 1984; Mora, 1990a; Rosales <i>et al.</i> , 1992, 1994; Ryan, 1991; von Düszel, 1991, 1988.
Alimentos de origen vegetal	Bravo y Blanco, 1990; García, 1990, 1989; von Düszel, 1991; Werner, 1982.
Alimentos de origen animal	De la Cruz, 1989; Herrera, 1985; Logan y Schofield, 1984; Rodríguez, 1990; Rojas y Ruiz, 1989; Ruiz, 1987a y b; Ruiz y Rojas, 1994, 1990, 1988; U.S.D.A. Meat and Poultry Inspection 1981 citado por Leonard, 1987; von Düszel, 1991, 1988; Werner, 1982.
Tejido adiposo humano	Barquero, 1982; Barquero y Constenla, 1987, 1986a y b; Barquero y Nielsen, 1987; Barquero y Thiel, 1985.
Leche materna	Barquero y Thiel, 1986; Umaña y Constenla, 1984.
Suelos y sedimentos	Abarca y Ruepert, 1993, 1992; Carazo <i>et al.</i> , 1984a, b y c; Castillo <i>et al.</i> , 1994; Constenla <i>et al.</i> , 1990, 1987; Cordero, 1978, 1976; Cordero y Ramírez, 1979; Díez, 1979; Fassbender, 1975; Flores <i>et al.</i> , 1979; Gallardo <i>et al.</i> , 1979; Gómez, 1990; Guzmán y Jiménez, 1992; Haug, 1975; Koss, 1968; León, 1976; López y Solís, 1992; Mannix y Rodríguez 1967; Molina, 1986; Mora, 1990a y b; Mora <i>et al.</i> , 1984; Pérez y Bornemisza, 1986a y b; Readman <i>et al.</i> , 1992; Rojas, 1984; Rojas <i>et al.</i> , 1984; Ryan, 1991; Schneider, 1988; F. Sierra y Laboratorio de Suelos del MAG citados por Cordero y Ramírez, 1979; Sims, 1990; Solís y López, 1992; Thrupp, 1991a; von Düszel, 1991, 1988.
Fauna salvaje	Farrington y Tripp, 1994; Fyfe <i>et al.</i> , 1990; Hidalgo, 1986; Logan y Schofield, 1984.
Atmósfera y lluvias	Guevara, 1971; Nicklaus, 1990; Oberwalder <i>et al.</i> , 1991; Siebers <i>et al.</i> , 1991; Wilkening <i>et al.</i> , 1992.
Otros sustratos	Obando, 1994, 1991.

Cuadro 4. Estudios de residuos de plaguicidas en alimentos costarricenses de origen vegetal.

Cultivo	Referencias
Apio (<i>Apium graveolens</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Gómez <i>et al.</i> , 1991; Rodríguez, 1993.
Ayote (<i>Cucurbita pepo</i> var. <i>pepo</i>)	Han, 1992; von Düsselzeln, 1991.
Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)	INCIENSA, 1988; von Düsselzeln, 1991.
Café (<i>Coffea arabica</i>)	Cetinkaya, 1988; Cetinkaya <i>et al.</i> , 1984; Constenla <i>et al.</i> , 1990; Echandi y Segall, 1958; Gallardo, 1980; Koss, 1968; Pereira, 1960; Rojas, 1984.
Cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i>)	Han, 1992.
Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	Gómez <i>et al.</i> , 1991; Rodríguez, 1993.
Coco rojo (<i>Cocos nucifera</i>)	Han, 1992.
Coliflor (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	Gómez <i>et al.</i> , 1991.
Culantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Gómez <i>et al.</i> , 1991; Han, 1992; Rodríguez, 1992.
Chayote (<i>Sechium edule</i>)	Astúa, 1984; Han, 1992; Rodríguez, 1993.
Chile dulce (<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Gómez <i>et al.</i> , 1991; Rodríguez, 1993; Vargas, 1994; von Düsselzeln, 1991.
Fresa (<i>Fragaria</i> sp.)	Han, 1992.
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Carazo <i>et al.</i> , 1984 a, b y c; Gómez <i>et al.</i> , 1991; INCIENSA, 1988; Rodríguez, 1993, 1983; Vargas, 1994; von Düsselzeln, 1991.
Melón (<i>Cucumis melo</i>)	Han, 1992; Rodríguez, 1992.
Mora (<i>Rubus</i> sp.)	Han, 1992.
Ñampí (<i>Colocasia esculenta</i>)	Han, 1992.
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Díez, 1979; Díez y Constenla, 1983; Gómez <i>et al.</i> , 1991; Rodríguez, 1993; von Düsselzeln, 1991.
Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	Gómez <i>et al.</i> , 1991; Rodríguez, 1993.
Piña (<i>Ananas comosus</i>)	Han, 1992.
Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	INCIENSA, 1988.
Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Gómez <i>et al.</i> , 1991.
Repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Carazo <i>et al.</i> , 1976; Gómez <i>et al.</i> , 1991; Mora <i>et al.</i> , 1984; Rodríguez, 1993; von Düsselzeln, 1991.
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Aguilar, 1975; Barquero y Navarro, 1990; Carazo <i>et al.</i> , 1984a, b y c; Gómez <i>et al.</i> , 1991; INCIENSA, 1988; Rodríguez, 1992; Vargas, 1994.
Vainica (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Barquero y Navarro, 1990; Gómez <i>et al.</i> , 1991; Molina, 1986; Rodríguez, 1993.
Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	Han, 1992.
Zanahoria (<i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i>)	Gómez <i>et al.</i> , 1991; von Düsselzeln, 1991.

Cuadro 5. Tipos de daños provocados por plaguicidas mencionados por funcionarios de áreas protegidas en Costa Rica (Castillo *et al.*, 1989).

Tipo de daño provocado	Número de casos (%)
Contaminación de aguas	21 (39%)
Mortalidad de organismos acuáticos	15 (28%)
Mortalidad de animales salvajes	13 (24%)
Daños a la vegetación	5 (9%)
TOTAL	54 (100%)

Cuadro 6. Informes recientes de daños a animales domésticos y salvajes causados por plaguicidas en Costa Rica.

Lugar	Descripción del caso	Fuente
Filadelfia, Guanacaste (1986)	Muerte de abejas de 300 colmenas por aplicación aérea. Costos estimados de dos millones de colones.	Castillo <i>et al.</i> , 1989
Guápiles, Limón (Junio, 1986)	Mortalidad de distintas especies acuáticas en el río Tortuguero después del lavado de tanques de avionetas de aspersión aérea en la Finca Roxana.	Castillo y Wesseling, 1988
Vapor de Santa María de Dota (1986)	Muerte de 6000 truchas en estanques de cultivo por lavado de equipo y desecho de envases en el río. Producto involucrado: sulfato de cobre.	Castillo <i>et al.</i> , 1989
Península de Osa (Diferentes periodos)	Mortalidad de tórtolas después de aplicaciones aéreas. Mortalidad de animales acuáticos por lavado de bomba en una poza de agua. Mortalidad de peces por contaminación con metamidofós.	Vecinos del lugar citados por Roldán y Wesseling, 1990
Matina, Limón (Julio, 1990)	Mortalidad de miles de peces en la Barra del río Matina. Plaguicida involucrado: terbufós.	Abarca, 1990; CEPESA, 1991; May, 1990
Matina, Limón (Marzo, 1993)	Mortalidad de vida acuática en el río Peje. Plaguicida involucrado: ¿Clorotalonil?	Murillo, 1993; Solórzano, 1993
Paso Canoas, Puntarenas (Julio, 1993)	Mortalidad de vida acuática y 10 bovinos. Plaguicidas involucrados: terbufós y diclorvos.	LANASEVE, 1993.
Río Sirena, Limón (Octubre -Noviembre, 1994)	Mortalidad de vida acuática. Plaguicida involucrado: terbufós.	Castillo, 1995.

(1984), Pimentel y Andow (1984), van der Valk y Koeman (1988), Vega (1991) y Wesseling y Trivelato (1990) citan otros casos en este sentido.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

La cual suele suceder:

- i. Al utilizar los ríos para evacuar desechos contaminados con residuos de plaguicidas.
- ii. Al lavar el equipo utilizado en las aplicaciones de estos productos directamente en las fuentes de agua o muy cerca de ellas.
- iii. Por escorrentía.
- iv. Por infiltración.
- v. Como consecuencia del efecto de la deriva ("drift"), especialmente cuando se realizan aplicaciones aéreas.

La contaminación de las aguas, en especial el agua potable, con residuos de plaguicidas ha sido una de las mayores preocupaciones en los países desarrollados en los últimos años.

En el Cuadro 3 se citan algunos estudios que han determinado la contaminación del agua con residuos de plaguicidas.

La biomagnificación o bioconcentración.

Como consecuencia de la acumulación gradual y ascendente de residuos de plaguicidas a lo largo de la cadena alimentaria (Connell y Miller, 1984; Croft, 1990; Guevara, 1971; Locatelli, 1976; Pimentel y Andow, 1984; Rodríguez, 1990; Wilkening y Köpp, 1993). Un ejemplo de esta situación se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Concentración de DDT en una cadena alimentaria del lago Michigan en EE.UU. (Harrison *et al.* citados por Hoffmann *et al.*, 1985).

	DDT en mg/kg ó mg/l	Valor relativo
Agua	0,000 002	1
Sedimentos	0,014	7 000
Camarones	0,410	205 000
Salmones y truchas	3 - 6	1 - 3 x 10 ⁶
Gaviotas	99	49,5 x 10 ⁶

La reducción de los sistemas de producción posibles.

Por ejemplo, a consecuencia de las cantidades remanentes en el medio (residuos) que limitan (por su acción tóxica) la posibilidad de cultivar organismos menos tolerantes. En Costa Rica, por ejemplo, uno de los casos más conocidos es el que se refiere a los miles de hectáreas que presentan problemas de altas concentraciones de cobre en el Pacífico Sur, como consecuencia de las aplicaciones masivas de caldo bordelés (sulfato de cobre + carbonato de calcio) como fungicida, en explotaciones intensivas de banano (Cordero, 1976; Cordero y Ramírez, 1979; Flores, *et al.*, 1979; López y Solís, 1992; Mannix y Rodríguez, 1967; Pérez y Bornemisza, 1986a y b; Solís y López, 1992; Thrupp, 1991a).

En las plantaciones de Palmar Sur, entre 1936 y 1956, se aplicaron cerca de 2242 kg/ha de cobre metálico (Cordero, 1976). Las altas concentraciones de cobre en el suelo (hasta 11400 mg/kg) afectaron las condiciones físicas y químicas de estos, lo cual se reflejó en una disminución significativa de la producción esperada (Quinlan y Cordero, 1984). Por otra parte, López y Solís (1992) y Solís y López (1992) señalan que, en la actualidad, los contenidos altos de cobre en estos suelos no parecen estar afectando el crecimiento ni la producción de plantas de banano de manera significativa. Sin embargo, es importante destacar que las altas concentraciones de cobre en estos suelos limitan la utilización de estas áreas para el cultivo de plantas sensibles como el arroz de secano, el maíz, el chayote, el apio y ciertos árboles frutales (Cordero, 1978, 1976; Cordero y Ramírez, 1979; Quinlan y Cordero, 1984).

Lo mismo puede estar pasando o llegar a suceder con las aplicaciones intensivas de productos inorgánicos no biodegradables (*v.gr.* sales cúpricas y arseniato de plomo) y compuestos orgánicos con iones metálicos como zinc (mancozeb, metiram, propineb, zineb, ziram), hierro (*v.gr.* ferbam) y manganeso (*v.gr.* maneb y mancozeb).

Otros ejemplos en este sentido lo representan los residuos de herbicidas en el suelo aplicados en el cultivo anterior que, dependiendo de la sensibilidad del nuevo cultivo a estos, pueden llegar a causar problemas de fitotoxicidad (Locatelli, 1976; Cuadro 8).

Cambios en la velocidad de descomposición de la materia orgánica en el suelo, del crecimiento microbial, de la biomasa del suelo y en la biodiversidad del mismo, así como en los ciclos de nutrimentos en el suelo.

Uno de los casos más estudiados es el efecto colateral de algunos plaguicidas en el ciclo del nitrógeno en lo concerniente a los procesos de nitrificación, la fijación de nitrógeno y el proceso de nodulación (Nivia, 1994b; Sims, 1990; van der Valk y Koeman, 1988). Este fenómeno puede tener efectos negativos a largo plazo sobre las características físicas y químicas, por ejemplo, en las cantidades de macronutrimentos y micronutrimentos disponibles del suelo (Pimentel y Andow, 1984, Pimentel y Edwards, 1982).

En este sentido, es importante anotar que los resultados de las investigaciones en esta área del conocimiento han encontrado, inclusive para con los mismos plaguicidas -según el caso en estudio y las condiciones específicas bajo las cuales se realizaron estas- tanto efectos estimulatorios como inhibitorios sobre los procesos apuntados anteriormente (Sims, 1990; van der Valk y Koeman, 1988).

Alteraciones en las proporciones entre elementos en el suelo que pueden afectar la disponibilidad de estos para las plantas.

Por ejemplo, en estudios realizados en suelos de América Latina, en los cuales se han hecho aplicaciones durante largo tiempo de arseniato de plomo sobre los cultivos, se encontraron niveles altos de arseniato en los perfiles superficiales que afectaron las proporciones fósforo/arsénico, en detrimento de la disponibilidad del fósforo para las plantas (Fassbender, 1975).

De igual manera, se ha reportado que las altas concentraciones de cobre en el suelo, además de interferir en la absorción y utilización del hierro por ciertas plantas (*v.gr.* arroz, maíz y frijol), también pueden afectar a otros elementos como el fósforo y el zinc (More *et al.*, 1957 citados por Cordero y Ramírez, 1979).

Favorecimiento de la erosión y la degradación física de los suelos.

A raíz del uso excesivo de herbicidas, con los que se pretende mantener los cultivos "limpios", el suelo permanece mayor tiempo expuesto a la influencia de los factores climáticos que favorecen los procesos de erosión y degradación física, en especial los relacionados con la erosión eólica e hídrica. Esto reviste especial importancia en las regiones tropicales con cultivos de ladera (Riverol y Alfonso, 1995).

Al respecto, Latinoamérica posee una de las tasas de erosión más altas en el mundo; así, se estima que en esta región se pierden, en promedio, hasta 40 t/ha/año en comparación con 17 t/ha/año en los EE.UU. y Europa (Barrow, 1991, citado por Nigh, 1995).

Pérdida de la biodiversidad de los agroecosistemas.

Como consecuencia de la acción de los plaguicidas hay una pérdida de la biodiversidad en los agroecosistemas, donde solo se favorece la presencia del cultivo y las especies de flora y fauna capaces de resistir el efecto de las aplicaciones de estos productos (Croft, 1990; Perfecto, 1995; Pimentel y Andow, 1984; Pimentel y Edwards, 1982; van der Valk y Koeman, 1988).

A nivel mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) recientemente estimó que dentro de los próximos 25 años la biodiversidad decrecerá entre 25% y 30%. Entre las causas principales de esta situación se citan el uso intensivo de la tierra y la aplicación de plaguicidas a gran escala (Pülschen, 1993).

Destrucción catalítica de la capa de ozono.

Especialmente por medio del bromuro de metilo y los gases propelentes derivados de clorofluorocarbonos (CFCs) utilizados en ciertos tipos de formulaciones (UNEP, 1994; Watson *et al.*, 1992).

Cuadro 8. Problemas de fitotoxicidad provocados por efectos residuales de herbicidas en Costa Rica (Herrera, 1994).

Cultivo anterior	Cultivos dañados	Herbicidas involucrados
Caña de azúcar	Café transplantado	diurón
Caña de azúcar	Helechos	diurón
Caña de azúcar	Tomate y chile dulce	diurón o ametrina
Caña de azúcar y café (rotación)	Espárrago	diurón
No identificado	Papa	2,4-D + picloram

El principal costo ambiental de este daño sobre la composición de la atmósfera es el consiguiente aumento de la radiación ultravioleta (UV) y la temperatura sobre el planeta. Esto implicará efectos negativos en los ecosistemas naturales así como sobre ciertos cultivos, animales domésticos e inclusive en la salud de las personas que resulten afectadas por exposición ocupacional o accidental a las radiaciones UV con cáncer de piel o cataratas en los ojos (Nivia, 1994a).

En relación al bromuro de metilo, si bien es cierto que la vida activa del bromo en la atmósfera es corta en comparación con la de algunos CFCs (dos años *versus* décadas), los átomos de este elemento son de 30 a 60 veces más eficientes que el cloro para dañar la capa de ozono (Bojkov, 1995; O'Brien, citada por Nivia, 1993; Peribañez, 1993). En este sentido, un panel de los 226 expertos más destacados del mundo en la ciencia de la atmósfera reunidos en 1994 concluyeron, entre otras cosas, que el bromuro de metilo se sigue considerando como una sustancia química de importancia en la reducción del ozono (UNEP, 1994).

CONSIDERACIONES ADICIONALES

A la contaminación del ambiente pueden añadirse otros efectos colaterales indeseables como las intoxicaciones agudas y crónicas en los seres humanos, el desarrollo de tolerancia y resistencia a estas sustancias por parte de los organismos que se desean controlar, la degradación microbiana aumentada, el aumento cuantitativo de organismos que llegan a alcanzar el estatus de plaga, la disminución de la cantidad y la calidad de la producción agropecuaria, así como también problemas de tipo legal y económicos asociados a los efectos mencionados.

De todo lo anterior puede deducirse que, bajo las condiciones usuales, el empleo de plaguicidas implica, inevitablemente, una contaminación del ambiente, la cual puede ser mayor o menor, según sean las circunstancias. En el caso de los países pobres o denominados "en vías de desarrollo", la contaminación y los peligros inherentes son más críticos que en los países industrializados, por presentarse una potenciación de variables condicionantes. Entre estas podemos citar la desnutrición, la falta de controles de fiscalización eficaces, la deficiente reglamentación, la falta de capacitación y educación de los diferentes sectores involucrados con estas sustancias (agricultores, médicos, agrónomos, otros), el analfabetismo, medidas de seguridad escasas o nulas por parte de las personas que manipulan estas sustancias debido a factores económicos o climáticos, el estado deficiente de la salud, el alcoholismo, el "bom-

bardeo" constante de propaganda y las estrategias de ventas poco éticas por parte de algunos entes involucrados en la comercialización de estas sustancias, la mayor utilización de sustancias de reconocida peligrosidad, así como factores de tipo cultural (Castillo y Wesseling, 1992; Chediak *et al.*, 1983; Davies, s.a.; Fernández y Solís, 1994; García, 1994; Jones y Granados, 1988; Thrupp, 1990c; Viswanathan y Misra, 1989; Wesseling, 1993).

El uso de los plaguicidas en la actualidad es imprescindible en ocasiones. Sin embargo, hay estudios que sugieren que aplicando correctamente las tácticas del denominado "manejo integrado de plagas" o aquellas empleadas en la agricultura orgánica, puede reducirse significativamente, e incluso sustituirse, el uso de estos agroquímicos (Andrews y Quesada, 1989; AVRDC, 1993a y b; CON, 1990; Fischer, 1993; García, 1993, 1991, 1989; García y Fuentes, 1992; García y Monge-Nájera, 1995; García, *et al.*, 1995; Hansen, 1988; Hanson y Hilje, 1993; Pimentel *et al.*, 1991; Rodríguez y Paniagua, 1994; Thrupp, 1990a; UNDP, 1992; UNEP, 1987; Unwin, 1990). Se trata de un manejo que considera y aplica también métodos optativos de combate de menor efecto negativo en el ambiente. Dentro de estos cabe mencionar los siguientes: el control biológico, el aprovechamiento potencial de la flora y la fauna benéficas del lugar, la siembra de cultivos resistentes o con cierto grado de tolerancia a la plaga en cuestión, y el uso de prácticas culturales como la rotación de cultivos y la siembra de cultivos mixtos.

Por otra parte, es necesario seguir mejorando las técnicas, las tácticas y las estrategias de aplicación de estas sustancias, con la finalidad primordial de disminuir, en lo posible, el desperdicio y la contaminación del entorno (López, 1983).

En todo lo anterior podría ayudar la elaboración y ejecución de "Planes Nacionales Específicos de Reducción de Uso de Plaguicidas", como lo están realizando en estos momentos países como Suecia, Holanda, Dinamarca, EE.UU. e Indonesia (EPA/FDA/USDA, 1993a y b; Hurst, 1992; RAP-AL, 1992; Roosjen, 1992). En Holanda, por ejemplo, se establecieron como objetivos la reducción de 50% del volumen de ingredientes activos, así como de 80% en desinfectantes del suelo en un período de diez años (1990-2000) (Anónimo, 1990; Zadoks, 1992).

En este contexto no debe olvidarse que la problemática descrita no sólo afecta al trabajador agrícola, que es el que está más expuesto, sino que también involucra al ambiente en general y, por lo tanto, a la comunidad, por medio de la contaminación de los alimentos, las aguas, los suelos, el aire y la transformación de todo el sistema

ecológico. Esto nos lleva a la conclusión de que el campo de los plaguicidas es un área que compete tanto a los propios interesados (fabricantes y comerciantes de plaguicidas, agricultores, técnicos agrícolas, trabajadores, ciudadanos en general) como a todas las disciplinas científicas y sociales (Chediak, Benzekry, Mora, Lopez, Del Bello 1983; Thrupp, 1988, 1985).

Si se determina la necesidad de emplear plaguicidas, han de crearse las condiciones para que los riesgos puedan ser minimizados mediante un uso cuidadoso, con pleno conocimiento de las consecuencias conocidas al presente y con una evaluación de los costos ambientales y sociales del presente y del futuro (Chediak, Benzekry, Mora, Lopez, Del Bello, 1983; Murray, 1995; Pimentel, Mc Laughlin, Zeep, Lakitan Kraus, Kleinman, Vancini, Roach, Graap, Keeton, Selig 1991; Thrupp, 1990a, 1988, 1985).

Una utilización adecuada de los plaguicidas, o mejor aún, su eliminación, no solo ayudará a evitar parcial o totalmente algunos de los efectos indeseables que inevitablemente implica la utilización de estos productos sobre el usuario y su familia, la explotación agropecuaria, el consumidor de sus productos y el ambiente en general, sino que también ahorrará dinero y muchos de los problemas anteriormente mencionados.

En este contexto vale la pena traer a colación unas palabras sabias de advertencia entresacadas de la respuesta que dio el Jefe Seattle al Presidente de los EE.UU. en 1854: "Todo lo que ocurra a la tierra le ocurrirá a los hijos de la tierra. El Hombre no tejió la trama de la vida; él es solo un hilo. Lo que hace con la trama, se lo hace a sí mismo".

AGRADECIMIENTOS

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento al M.Sc. Julián Monge Nájera, editor de la Revista Biología Tropical de la Universidad de Costa Rica, por la revisión y las sugerencias que realizó sobre el borrador del manuscrito preliminar.

LITERATURA CITADA

- ABARCA, S. 1990. Director Regional, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Siquirres. Informe sobre muerte de peces y otras especies en la Barra de Matina. 5 p.
- ABARCA, L.; RUEPERT, C. 1993. Plaguicidas encontrados en el Valle de La Estrella: estudio preliminar. Tecnología en Marcha 12(3): 31-38.
- ABARCA, L.; RUEPERT, C. 1992. Impacto ambiental de la actividad bananera en el Valle La Estrella. Informe final sobre análisis de residuos. Realizado para la Fundación Güilombé y financiado por International Development Research Centre (IDRC) de Canadá. 17 p. + 4 anexos.
- AGUILAR, H.M. 1975. Determinación de residuos de plaguicida Sevin^R en muestra de tomate. Trabajo de investigación (FA-513). Escuela de Farmacia, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". 19 p.
- ALEXANDER, M. 1969. Microbial degradation and biological effects of pesticides in soil. *In: Soil biology: Reviews of research*. UNESCO, Paris. p. 209-240.
- ANDREWS, L.; QUEZADA, R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 623 p.
- ANONIMO. 1990. Meerjarenplan Gewasbescherming. Beleidsvoornemen. The Hague, Ministry of Agriculture, Nature Conservation and Fisheries. 137 p.
- ARAUZ, L.F.; CARAZO, E.; MORA, D. 1983. Diagnóstico sobre el uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica. Informe preliminar. *Agronomía y Ciencia* 1(3): 37-50.
- ARNAEZ, E.; QUESADA, H.; HERNANDEZ, E.; VALVERDE, V.; MORA, B. 1993. Uso y manejo de plaguicidas en el Valle de El Guarco, Cartago. *Tecnología en Marcha (Costa Rica)* 12(2): 51-59.
- ASTUA, A.C. 1984. Estudio del efecto y residualidad del tiabendazol en el tratamiento post-cosecha de frutos de chayote (*Sechium edule*). Tesis Lic. Tecnología de Alimentos. Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. 32 p.
- AVRDC (Asian Vegetable Research & Development Center) 1993a. AVRDC IPM featured at International Centers Week. Centerpoint (Taipei) 11(2): 8.
- AVRDC (Asian Vegetable Research & Development Center) 1993b. Integrated pest management reduces insecticide cost by 80%. Centerpoint (Taipei) 11(1): 8.
- BARQUERO G., M. 1982. Determinación de insecticidas organoclorados en tejido adiposo humano. Tesis M.Sc. Programa de Estudios de Posgrado en Fisiología, Fisiología Celular, Bioquímica y Farmacología. Universidad de Costa Rica. 49 p.
- BARQUERO, M.; CONSTENLA, M. 1987. Análisis de plaguicidas organoclorados en grasa humana en la población costarricense sin riesgo ocupacional. *Ingeniería y Ciencia Química (Costa Rica)* 11(1): 15-18.
- BARQUERO, M.; CONSTENLA, M. 1986a. Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 34(1): 7-12.

- BARQUERO, M.; CONSTENLA, M.A. 1986b. Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano de agricultores en Costa Rica. *Turrialba* 36(2): 191-196.
- BARQUERO, M.; NAVARRO, P. 1990. Agroquímicos. Residuos superan límites en muestras de vegetales. Primera parte. Periódico La Nación, San José (C. R.) 13.11.90: Nov.B: 6-7 A.
- BARQUERO, M.; NIELSEN, R.M. 1987. Residuos totales de DDT en tejido adiposo de agricultores residentes en tierras altas y bajas de Costa Rica. *Acta Médica Costarricense* 30(2): 62-66.
- BARQUERO, M.; THIEL, R. 1986. Residuos de DDT y bifenilos policlorados en leche humana. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas* 7(2): 133-136.
- BARQUERO, M.; THIEL, R. 1985. Residuos de DDT y sus metabolitos en grasa humana en el Valle Central de Costa Rica. *Ciencia y Tecnología* 9(1,2): 39-43.
- BOJKOV, R.D. 1995. Special Advisor to the Secretary-General on Ozone and Global Environmental Issues. Letter R/OZO/AST to J.E. García G. Geneva, Switzerland, 2 March 1995. 1 p.
- BOLAÑOS DE M., M.; SANTACRUZ, X. 1991. El Código FAO: Ingredientes olvidados. Información y consentimiento previos en el Código Internacional de Conducta acerca de la distribución y uso de los pesticidas. Informe final preparado en octubre de 1989 por The Pesticide Trust para PAN Internacional. Fundación Natura. Quito, Ecuador. 126 p.
- BOLLEN, W.B. 1961. Interactions between pesticides and soil microorganisms. *Annual Review of Microbiology* 15: 69-92.
- BRAVO DE M., S.; BLANCO, R. 1990. Determinación del nivel de plomo y cadmio en algunos cultivos de Costa Rica. En: Resúmenes de las II Jornadas de Toxicología, 10-14 de setiembre de 1990, San José, Costa Rica. p. 6.
- CALDERON, G.R. 1981. Aldrín, BHC, DDT y heptacloro en aguas superficiales y subterráneas de la zona algodonera, El Salvador. *Boletín Técnico*, No. 5-81. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria. San Salvador, El Salvador.
- CARAZO, E.; CONSTENLA, M.; FUENTES, G. 1984a. Studies of methamidophos C-14 in Costa Rican vegetables and soils. *Chemosphere* 3(8): 939-946.
- CARAZO, E.; CONSTENLA, M.A.; FUENTES, G.; MOZA, P.N. 1984b. Studies of 14-C-metamidophos residues and their binding to Costa Rican vegetables and soils. *In: International Atomic Energy Agency (ed.). Radiotracer studies of bound pesticide residues in soil, plants and food. Report of a research co-ordination meeting on isotopic tracer-aided studies of unextractable or bound pesticide residues in soil, plants and food. Joint FAO/IAEA Division of Isotope and Radiation Applications of Atomic Energy for Food and Agricultural Development. Neuherberg, 11-15 July 1983. Technical Document IAEA-TECDOC-306. p. 27-36.*
- CARAZO, E.; CONSTENLA, M.; FUENTES, G. 1984c. Residuos del insecticida 14C-methamidophos y su enlace en productos hortícolas y suelos costarricenses. *In: Resúmenes del VI Congreso Agronómico Nacional. 9-13 de julio de 1984. San José, Costa Rica. Vol. 1: 332-333.*
- CARAZO, E.; FUENTES, G.; CONSTENLA, M. 1976. Residuos de insecticidas organofosforados en repollo (*Brassica oleracea* var. capitata). *Turrialba* 26(4): 321-325.
- CASTILLO, L.E. 1995. Programa de Plaguicidas, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Comunicación personal.
- CASTILLO, L.E.; RUEPERT, C.; SOLIS, E. 1993. Pesticide residues in aquatic ecosystems of lowland areas in Costa Rica, Central America. Tomado de: Abstracts of the 4th Workshop on Chemistry and Fate of Modern Pesticides and Related Pollutants (Abstract P28), 1993. Prague, Czech Republic. September 8-10
- CASTILLO, L.E.; RUEPERT, C.; SOLIS, E.; MARTINEZ, E. 1994. Environmental impact of pesticide use in a tropical aquatic ecosystem. Case study in a banana plantation in Costa Rica. Text of poster presented in 8th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry. Washington D.C. July 1994. 7 p.
- CASTILLO, L.; WESSELING, C. 1992. Current status of paraquat use and impact in Costa Rica. Programa de Plaguicidas: Desarrollo, Salud y Ambiente. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Mimeografiado. 8 p.
- CASTILLO, L.; WESSELING H., I.; HIDALGO, C.; MORA, S.; BRAVO, V. 1989. Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en América Central: Informe de Costa Rica. Proyecto UNA-CSUCA y el Ministerio de Cooperación para el Desarrollo del Gobierno de Noruega. Departamento de Publicaciones de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 288 p.
- CASTILLO, L.; WESSELING, C. 1988. Proyecto de capacitación en el manejo seguro de plaguicidas. *In: Ier Seminario Centroamericano sobre Universidad y Medio Ambiente. PNUMA-UNESCO-DAAD. 5-9 de diciembre de 1988. San José, Costa Rica. 9 p.*
- CONSORCIO EJECUTOR DE PROYECTOS ECONOMICOS Y SOCIALES (CEPESA) 1991. En vísperas de la catástrofe: Producción bananera y contaminación ambiental en Costa Rica. Informe presentado en el Simposium Eurolatinoamericano sobre Cooperación al Desarrollo, 23 al 27 de enero de 1991. Valencia, España. 25 p.

- CETINKAYA, M. 1988. Organophosphor- und Organochlorpestizidrückstände in Rohkaffee. Deutsche Lebensmittel-Rundschau (Stuttgart, Alemania) 84(6): 189-190.
- CETINKAYA, M.; VON DÜSZELN, J.; THIEMANN, W.; SILWAR, R. 1984. Untersuchung von Organochlorpestizidrückständen in Roh- und -Röstkaffee und deren Abbauverhalten beim Röstprozess. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung 179: 5-8.
- CHACON, R. 1993. La producción de banano en el Valle de la Estrella de la provincia de Limón de Costa Rica, su afectación en el medio ambiente acuático de la zona. En: Ambiente ¿ Legalidad o violación en Costa Rica ?. Memoria del Seminario-Taller sobre Políticas Gubernamentales y Protección del Ambiente. Fundación Güilombé: San José. p. 149-189.
- CHEDIAK, R.; BENZEKRY, T.; MORA, P.; LOPEZ, E.; DEL BELLO, J.C. 1983. Problemas del desarrollo y la transferencia de tecnología agropecuaria: el caso de los plaguicidas. Proyecto COS 81/T01. Programa sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas. San José, Costa Rica. 182 p.
- CON. 1990. Managing pests and pesticides in small scale agriculture. Amsterdam, The Netherlands. 204 p.
- CONNELL, D.W.; MILLER, G.J. 1984. Chemistry and ecotoxicology of pollution. John Wiley & Sons: New York. p. 162-227.
- CONSTENLA, M.A.; RILEY, D.; KENNEDY, S.H.; ROJAS, C.E.; MORA, L.E.; STEVENS, J.E.B. 1990. Paraquat behavior in Costa Rican soils and residues in coffee. Journal of Agricultural and Food Chemistry 38: 1985-1988.
- CONSTENLA, M.A.; MORA, L.E.; ROJAS, E.; CARAZO, E. 1987. Pesticides, Food and Environmental Implications. En: Proceedings of an International Symposium in Changing Perspectives in Agrochemicals. Neuherberg. IAEA/FAO. IAEA-SM-297/5P. 3 p.
- CORDERO, A. 1978. Acumulación del cobre en suelos de Costa Rica y su efecto tóxico para las plantas. En: Resúmenes del III Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José, Costa Rica. p. 114-115.
- CORDERO, A. 1976. Research proposal for an study in copper accumulation in Costa Rican soils and toxic effect in differents crops and grasses. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Soil Science Department of the Norht Carolina State University. 88 p.
- CORDERO, A.; RAMIREZ, G.F. 1979. Acumulamiento de cobre en los suelos del Pacífico Sur de Costa Rica y sus efectos detrimentales en la agricultura. Agronomía Costarricense 3(1): 63-78.
- CROFT, B.A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley & Sons: New York. 723 p.
- DAVIES, J.E. s.a. Intoxicación con plaguicidas: ¿ Quién se intoxica y por qué ? En: DAVIES, J.E.; FREED, V.H.; WHITTEMORE, F.W. (eds.) s.a. Enfoque agromédico sobre manejo de plaguicidas: Algunas consideraciones ambientales y de la salud. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. p. 95-113.
- DE LA CRUZ, E. 1989. Organochlorine and total mercury in the *Anadara tuberculosa* bivale and other species from the Nicoya Gulf, Costa Rica. M.Sc. Thesis. Interuniversty Postgraduate Training Course on Fundamental and Applied Marine Ecology, Host Institute, Vrije Universiteit Brussel, Brussel, Belgium. 68 p.
- DIEZ, V. 1979. Determinación y persistencia de residuos del fungicida maneb en papa, en Costa Rica. Tesis Lic. Química, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". 48 p.
- DIEZ, V.; CONSTENLA, M.A. 1983. Residuos, degradación y persistencia del fungicida maneb en patatas, en Costa Rica. Turrialba 33(1): 47-53.
- ECHANDI, E.; SEGALL, R.H. 1958. The effectiveness of certain eradicant fungicides on inhibition of gemmae of *Mycena citricolor*. Phytopathology 48: 11-14.
- EPA. 1992. Pesticides in ground water database. A compilation of monitoring studies: 1971-1991. National summary. Prevention, Pesticides and Toxic Substances (H7507C). Washington, D.C. EPA 734-12-92-001.
- EPA/FDA/USDA 1993a. Clinton administration proposes strengthening the nation's pesticide and food safety laws. Septiembre 21. 4 p.
- EPA/FDA/USDA 1993b. Administration pesticide/food safety legislative reforms: executive summary of testimony. September 21. 6 p.
- ERF (Environmental Research Foundation) 1991. The false promise of pesticides. Rachel's Hazardous Waste News 247 (August 21).
- FARRINGTON, J.W.; TRIPP, B.W. 1994. International mussel watch project. Initial implementation phase. Final report. International mussel watch committee. UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission, United Nations Environment Programme, US National Oceanographic and Atmospheric Administration. Woods Hole, Massachusetts. 63 p. + 6 apéndices.
- FASSBENDER, H. 1975. Contenido y formas de arsénico en algunos suelos tropicales. Turrialba 25: 11-17.

- FERNANDEZ, M.; SOLIS, M.I. 1994. Analfabetismo, una realidad silenciosa. Periódico La Nación, San José (C. R.); Marzo. 27:5A.
- FISCHER, G.R. 1993. Menos veneno no prato: alternativas aos agrotóxicos. 2a. ed. Paralelo 27: Florianópolis, Santa Catarina (Brasil). Série Ecologia 1. 223 p.
- FLETCHER, W.W. 1960. The effect of herbicides on soil microorganisms. *In*: Woodford, E.K. and Sagar, G.R. (eds.), *Herbicides and the soil*. Blackwell Scientific: Oxford, England. p. 20-62.
- FLORES, R.A.; BORNEMISZA, E.; ALVARADO, A. 1979. Influencia de las propiedades de suelos del Pacífico Sur sobre su contenido de cationes menores. II. Cobre y zinc extraíbles. *Turrialba* 29(2): 105-110.
- FYFE, R.W.; BANASCH, U.; BENAVIDES, V.; DE BENAVIDES, N.H.; LUSCOMBE, A.; SANCHEZ, J. 1990. Organochlorine residues in potential prey of peregrine falcons, *Falco peregrinus*, in Latin America. *Canadian Field-Naturalist* 104(2): 285-292.
- GALLARDO, M. 1980. Determinación de arsénico en granos de café bajo la técnica analítica de activación neutrónica (AN). *Ciencia y Tecnología (Costa Rica)* 4(1,2): 49-56.
- GALLARDO, M.; SALAZAR, A.; CHANTO, V.H. 1979. Determinación de la concentración de cobre en suelos abandonados por la compañía bananera de Costa Rica. *Ciencia y Tecnología (Costa Rica)* 3(2): 35-47.
- GARCIA G., J.E. 1989. Contaminación de los alimentos en Centroamérica con residuos de plaguicidas: Situación y propuesta de acciones viables de solución al problema. *Agronomía Costarricense* 13(2): 237-246.
- GARCIA G., E. 1990. Residuos de plaguicidas en los alimentos: Aspectos introductorios. *Tecnología en Marcha (Costa Rica)* 10(4): 37-41.
- GARCIA, J.E. 1991. Acciones tomadas en Costa Rica para aminorar la problemática causada por el uso indebido de los plaguicidas sintéticos. *Tecnología en Marcha (Costa Rica)* 11(1): 58-64.
- GARCIA, J.E. 1993. Los plaguicidas y el combate de plagas agrícolas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 17(1): 121-133.
- GARCIA, J.E. 1994. Causas del mal manejo de los plaguicidas. *Tecnología en Marcha del ITCR (Costa Rica)* 12(4): 25-37.
- GARCIA, J.E.; FUENTES, G. 1992. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: Pasado - presente - futuro. EUNED: San José. 149 p.
- GARCIA, J.E.; FUENTES, G.; MONGE-NAJERA, J. (eds.) 1995. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: Pasado - presente - futuro. Volumen II. EUNED: San José. 242 p.
- GARCIA, J.E.; MONGE-NAJERA, J. (comp.) 1995. Memoria del Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica. 6-11 de marzo de 1995. San José, Costa Rica. Acuerdo Bilateral de Desarrollo Sostenible Costa Rica-Holanda. 460 p.
- GEMMEKE, H.; ELLENBERG, H. (Hrsg.) 1992. Pflanzenschutzmittel und Vogelgefährdung. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft (Berlin-Dahlem, Alemania)*. Heft 280. 198 S.
- GEORGHIOU, G.P. 1986. The magnitude of the resistance problem. *In*: National Research Council (U.S.), Committee on Strategies for the Management of Pesticide Resistant Pest Populations. *Pesticide resistance: Strategies and tactics for management*. National Academy Press: Washington, D.C. p. 14-43.
- GOMEZ, J. 1990. Jefe del Laboratorio de Alimentos del INCIENSA. Memorandum con fecha 24.7.90 para el Director General del INCIENSA sobre los resultados de los análisis de residuos de plaguicidas en diversas muestras procedentes del Río Matina con ocasión de una gran mortandad de peces que se presentó en la zona. Laboratorio de Bromatología, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA). Tres Ríos, Costa Rica. 2 p.
- GOMEZ, J.; ALFAROC., T.; RAMIREZ C., H. 1991. Primer informe del proyecto: Sistema de vigilancia sobre plaguicidas y metales pesados en productos hortícolas de consumo fresco en Costa Rica (SIVERPEM), 1990-1991. Laboratorio de Bromatología, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA). Tres Ríos, Costa Rica. 26 p.
- GUEVARA, J. 1971. Los pesticidas en relación con el medio físico, la ocupación y el crecimiento del ingreso. *En*: *Memorias del Primer Seminario Centroamericano sobre el Medio Ambiente Físico y el Desarrollo*. 25 al 30 de julio de 1971, Antigua Guatemala, Guatemala. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) y Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NAS). p. 158-165.
- GUZMAN, H.M.; JIMENEZ, C.E. 1992. Contamination of coral reefs by heavy metals along the Caribbean coast of Central America. *Marine Pollution Bulletin* 24(11): 554-561.
- HAN, Y.D. 1992. Pesticide residue detentions from Costa Rica, 1985-1991. Division of Import Operations & Policy, Public Health Service, Department of Health & Human Services, Food and Drug Administration, Rockville MD 20857, U.S.A. Letter to J. García. April 23, 1992.

- HANSEN, M. 1988. Escape from the pesticide treadmill: Alternatives to pesticides in developing countries. Institute for Consumer Policy Research, Consumers Union. New York, U.S.A. 185 p.
- HANSON, D.J. 1994. Administration seeks tighter curbs on exports of unregistered pesticides. C & EN (February 14): 16-17.
- HANSON, P.; HILJE, L. 1993. Control biológico de insectos. CATIE, Programa de Agricultura Sostenible, Area de Fitoprotección. Serie Técnica, Informe Técnico No. 208. Colección Temas de Fitoprotección para Extensionistas. Turrialba, Costa Rica. 40 p.
- HAUG, L.R. 1975. Determinación por activación con neutrones de la contaminación de arsénico por el uso de fungicidas en suelos de plantaciones de café. Tesis Lic. en Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica. 48 p.
- HELLING, C.S.; KEARNEY, P.C.; ALEXANDER, M. 1971. Behavior of pesticides in soils. *Advances in Agronomy* 23: 147-240.
- HERRERA, F. 1994. Casos de problemas provocados por efectos residuales y deriva de herbicidas en cultivos en Costa Rica. Carta del 19.1.94 dirigida al autor.
- HERRERA, R. 1985. Evaluación de insecticidas organoclorados en la carne bovina de exportación en Costa Rica. Tesis Ing. Agr., Departamento de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Santa Clara, San Carlos. 51 p.
- HIDALGO, C.C. 1986. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en huevos de ocho especies de aves acuáticas, colectados durante 1983-1984 en la isla Pájaros, Guanacaste, Costa Rica. Tesis M.Sc. en Biología, Programa de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 89 p.
- HOFFMANN, G.M.; NIENHAUS, F.; SCHÖNBECK, F.; WELTZIEN, H.C.; WILBERT, H. 1985. *Lehrbuch der Phytomedizin*. 2. Auflage. Paul Parey: Berlin. S. 434.
- HURST, P. 1992. Pesticide reduction programmes in Denmark, the Netherlands, and Sweden. *World Wildlife Fund, Gland, Switzerland*. 48 p.
- INSTITUTO COSTARRICENSE DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA EN NUTRICION Y SALUD (INCIENSA) 1988. Pérdida de cultivos agrícolas y residuos de plaguicidas en hortalizas asociadas al uso de aguas de riego contaminadas, Cartago, Costa Rica. Carta DG-265-88 fechada el 30.5.88 del Director del INCIENSA para el Ministro de Salud. 7 p.
- JONES, L.W. 1956. The effects of some pesticides on microbial activities of the soil. *Bulletin* 390, Utah Agr. Experimental Station, p. 1-17.
- JONES, C.; GRANADOS, C. 1988. Informe diagnóstico de la salud comunitaria de Cot 1987. Documento para la discusión. Primer Taller: Análisis de la Salud Comunal de Cot. 6 de febrero de 1988. Taller Experimental de Producción y Comercialización Agrícola Alternativa (TEPROCA). Cot de Oreamuno, Cartago, Costa Rica. 32 p.
- KOSS, J. 1968. Determinación de cobre y zinc en suelos y plantas de café por espectrofotometría de absorción atómica. Tesis Lic. Química, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". 68 p.
- KREUTZER, W.A. 1963. Selective toxicity of chemicals to soil microorganisms. *Annual Review of Phytopathology* 1: 101-126.
- KREUTZER, W.A. 1965. The reinfestation of treated soil. *In*: Baker, K.F.; Snyder, W.C. (eds.). *Ecology of soil-borne plant pathogens: prelude to biological control*. University California Press: Berkeley. p. 495-508.
- LAL, R.; LAL, S. 1988. *Pesticides and nitrogen cycle*. CRC Press: Boca Ratón, Florida. Vol. 1-3.
- LABORATORIO NACIONAL DE SERVICIOS VETERINARIOS (LANASEVE) 1993. Resultados de los análisis de residuos de plaguicidas en muestras de camarón y bovinos intoxicados. Historia de un caso ocurrido en Paso Canoas, Pun-tarenas, en julio de 1993. Laboratorio de Toxicología, Dirección General de Ganadería, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Barreal de Heredia, Costa Rica. Protocolo No. 2160-93. 4 p.
- LEON, L. 1976. Determinación de residuos de ametrina: degradación y comportamiento del herbicida Gesapax en un suelo de Guanacaste. Tesis Lic. Química, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". 39 p.
- LEONARD, J.H. 1987. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central. Un perfil ambiental regional. CATIE (Turrialba), Serie Técnica. Informe técnico/CATIE; N° 127. p. 155.
- LOCATELLI, E. 1976. Residuos de herbicidas en el suelo. *Comalfi (Colombia)* 3(1): 59-77.
- LOGAN, J.W.M.; SCHOFIELD, P. (Comp.) 1984. The environmental effects of insecticides on non-target organisms in tropical and subtropical developing countries: 1970-1983. TDRI (Tropical Development and Research Institute), Colleague House, Information Service. Overseas Development Administration, Foreign and Commonwealth Office. London, United Kingdom. *Annotated Bibliographies Series* N°. 3. 73 p.
- LOPEZ, E.A. 1983. Evaluación de cuatro equipos de aspersión en tres pendientes de terreno para el combate de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). Tesis M.Sc. Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 79 p.

- LOPEZ, A.; SOLIS, P. 1992. Acumulación de cobre en suelos dedicados al cultivo de banano en el Pacífico Sur de Costa Rica. I. Estado actual de las plantaciones. *CORBANA* 16(38): 9-19.
- MANNIX, J ;RODRIGUEZ, R. 1967 .Estudio sobre la toxicidad del Cu acumulado en los suelos del litoral Pacífico Sur de Costa Rica. *In: 13a Reunión Anual del PCCMCA*. San José, Costa Rica . p. 77-80.
- MARTIN, J.P. 1966. Influence of pesticides on soil microbes and soil properties. *In: Bloodwoth, M.E. (ed.). Pesticides and their effects on soils and water. ASA Spec. Publ. 8. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, WI. p. 95-108.*
- MARTIN, J.P. 1964. Influence of pesticide residues on soil microbiological and chemical properties. *Residues Reviews* 4: 96-129.
- MAY M., J.J. 1990. Director de la Dirección General de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe de la labor realizada respecto a contaminación de las aguas en la zona de Matina, provincia de Limón, Julio 1990. Agosto 1990. 16 p.
- MOLINA A., M.E. 1986. Estudio del comportamiento y degradación del 14-C-methamidophos y 14-C-carbofurán en frijol vainica (*Phaseolus vulgaris*) y en tres suelos costarricenses. Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 49 p.
- MORA M., L.C. 1990a. Determinación de paraquat en aguas, suelos y sedimentos por cromatografía de extracción en fase sólida. Niveles de paraquat en suelos y sedimentos de Guápiles. Tesis Lic. en Química, Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 61 p.
- MORA M., M. 1990b. Plaguicidas organoclorados en suelos de Guápiles, Región Atlántica de Costa Rica. Tesis Lic. en Química, Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 76 p.
- MORA, L.; CARAZO, E.; FUENTES, G.; CONSTENLA, M.; RODRIGUEZ, L. 1984. Análisis de residuos de plomo en repollo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 8(2): 161-165.
- MURILLO, N. 1993. Matanza de peces en Matina. *Periódico La Nación*, San José, (C. R); Marzo. 5: 5 A.
- MURRAY, D.L. 1995. Cultivating crisis: The human cost of pesticides in Latin America. University of Texas Press: Austin, Texas. 208 p.
- NICKLAUS, M. 1990. Zur Diskussion über die mutmasslichen Pestizid-Vergiftungen im Raum Tübingen. *In: Bödeker, W. und Dümmler, C. (Hrsg.). Pestizide und Gesundheit. Verlag C. F. Müller. Karlsruhe, Alemania. S: 50-75.*
- NIVIA, E. 1994a. A los gobiernos de América Latina: razones para eliminar inmediatamente el bromuro de metilo. *ENLACE (Colombia)* 29: 1-2.
- NIVIA, E. 1994b. Peligros del uso de plaguicidas en la degradación de los suelos. *En: Memorias del 1er. Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros Insecticidas Vegetales. Proyecto Dominico-Alemán "Fabricación de Insecticidas Naturales" - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 7-11 de marzo de 1994. Santo Domingo, República Dominicana. p. 25-36.*
- NIVIA, E. 1993. Bromuro de metilo: es hora de parar la destrucción. *Enlace (Colombia)* 24: 6-7. Tomado de: Methyl bromide: time to stop the killing. *Global Pesticide Campaigner* 2(3): 1, 4-5, 12.
- OBANDO , E. 1991. Resultados de análisis de residuos de cloropirifós (Dursban) de bolsas y recipientes de plástico. Laboratorio de Análisis a la Industria, Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. *In: Lizano G., G. y Murillo J., J. 1991. Diseño de una alternativa de solución para prevenir y disminuir el problema de contaminación generado por la actividad productora de banano en la E.A.R.T.H. Tesis Lic. Ing. Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Costa Rica. Anexo 10.*
- OBANDO F., E. 1994. Coordinador del Laboratorio de Análisis a la Industria, Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.
- OBERWALDER, VON CH.; GIESSL, H.; IRION, L.; KIRCHHOFF, J.; HURLE, K. 1991. Pflanzenschutzmittel im Niederschlagswasser. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 43(9): 185-191.
- OTTOW, C.G. 1985. Einfluss von Pflanzenschutzmitteln auf die Mikroflora von Böden. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 38(5): 181-189.
- PARR, J.F. 1974. Effects of pesticides on microorganisms in soil and water. *In: Guenzi, W.D. (ed.). Pesticides in soil and water. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. p. 315-340.*
- PEREIRA , J.F. 1960. Residuos de arsénico en hojas y granos de plantas de café atomizadas con arseniato de plomo. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". 26 p.
- PEREZ, J.; BORNEMISZA, E. 1986a. Suelos contaminados con Cu en el Pacífico Sur de Costa Rica. I. Fracciones de Cu y efecto del fosfato sobre ellas. *Agronomía Costarricense* 10(1/2): 165-172.
- PEREZ, J.; BORNEMISZA, E. 1986b. Suelos contaminados con Cu en el Pacífico Sur de Costa Rica. II. Efecto del fosfato en el invernadero. *Agronomía Costarricense* 10(1/2): 173-177.

- PERFECTO, I. 1995. School of Natural Resources & Environment. The University of Michigan, U.S.A. Comunicación personal.
- PERIBANÉZ, E. 1993. Plaguicidas. Panda (España) 11(44): 4-8.
- PIMENTEL, D.; ANDOW, D.A. 1984. Pest management and pesticide impacts. *Insect Science and its Application* 5(3): 141-149.
- PIMENTEL, D.; EDWARDS, C.A. 1982. Pesticides and ecosystems. *BioScience* 32(7): 595-600.
- PIMENTEL, D.; LEVITAN, L. 1986. Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pests. *BioScience* 36(2): 86-91.
- PIMENTEL, D.; McLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; KRAUS, T.; KLEINMAN, P.; VANCINI, F.; ROACH, W.J.; GRAAP, E.; KEETON, W.S.; SELIG, G. 1991. Environmental and economic effects of reducing pesticide use. *BioScience* 41(6): 402-409.
- PÜLSCHEN, L. 1993. Ecological baseline study. Egyptian-German Integrated Pest Management Project P.N. 90.2195.7-01.100. Technical Cooperation Federal Republic of Germany - Arab Republic of Egypt. Eschborn/Taunus, Germany. p. vii.
- QUINLAN, M.; CORDERO, A. 1984. Consecuencias de la contaminación por cobre en suelos bananeros de Centroamérica. En: 30a. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) 30 de abril- 6 de mayo de 1984. Managua. 8p.
- QUIROS, D. 1993. Directora del Centro Nacional de Control de Intoxicaciones. San José, Costa Rica (Comunicación personal).
- RED DE ACCION EN PLAGUICIDAS DE AMERICA LATINA (RAP-AL). 1992. Planes de reducción del uso de plaguicidas. *Boletín Enlace (Colombia)* 23: 12.
- READMAN, J.W.; KWONG, L.L.W.; MEE, L.D.; BARTOCCI, J.; NILVE, G.; RODRIGUEZ S., J.A.; GONZALEZ F., F. 1992. Persistent organophosphorus pesticides in tropical marine environments. *Marine Pollution Bulletin* 24(8): 398-402.
- RIVEROL, M.; ALFONSO, C.A. 1995. La degradación de los suelos. Alternativas para su mejoramiento. En: ACAO (Asociación Cubana de Agricultura Orgánica). Conferencias y Mesas Redondas del II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. 17-19 de mayo de 1995. La Habana, Cuba. p. 16-19.
- RODRIGUEZ, J.A. 1990. Determinación de plaguicidas organoclorados en *Oreochromis mossambicus x Oreochromis hornorum*, *Cyclosoma managuense*, *Cyprinus carpio*, *Brycon guatemantesis* y *Rhambia nicaraguense*, cultivados en estanques de la región de Guápiles y en El Lago Arenal de Costa Rica. Tesis Lic. Química, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 56 p.
- RODRIGUEZ, J.A. 1992. Residuos de plaguicidas en Costa Rica. En: Memorias del Curso de Capacitación sobre Residuos de Plaguicidas en el Ambiente: Dinámica, Legislación y Análisis. Programa de Educación MAG-Sanidad Vegetal/Cámara de Insumos Agropecuarios. San José, Costa Rica. s.p.
- RODRIGUEZ S., J.A. 1993. Residuos de plaguicidas en Costa Rica. En: Memorias del Curso de Capacitación sobre Residuos de Plaguicidas en el Ambiente: Dinámica, Legislación y Análisis. Programa de Educación MAG-Sanidad Vegetal/Cámara de Insumos Agropecuarios. San José, Costa Rica. 28-30 de julio de 1993. s.p.
- RODRIGUEZ, L.D. 1983. Determinación de residuos del insecticida methamidophos (O,S-dimetil-fosforamidotiato) en lechuga. Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. San José, Costa Rica. 38 p.
- RODRIGUEZ, G.; PANIAGUA, J.J. 1994. Horticultura orgánica: Una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Fundación Güilombé. San José, Costa Rica. Serie No. 1: Vol. 2. 76 p.
- ROJAS, C.E. 1984. Estudio de residuos, degradación y comportamiento del paraquat en tres suelos cafetaleros en Costa Rica. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 58 p.
- ROJAS, C.E.; MORA, L.; CONSTENLA, M.; CARAZO, E. 1984. Residuos, degradación y comportamiento del herbicida paraquat en tres suelos cafetaleros de Costa Rica. En: Resúmenes del VI Congreso Agronómico Nacional. 9-13 de julio de 1984. San José, Costa Rica. Vol. 1: 250.
- ROJAS, J.L.; RUIZ M., O. 1989. Residuos químicos en carne bovina en Costa Rica. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 11(1): 23-28.
- ROLDAN, C.; WESSELING, C. 1990. Diagnóstico sobre el uso de plaguicidas en dos zonas remotas de Costa Rica (1989). En: Resúmenes de las II Jornadas de Toxicología. 10-14 de setiembre de 1990, San José, Costa Rica. p. 23.
- ROOSJEN, M.G. 1992. Reducing pesticide inputs in glasshouses. *EPP0 Bulletin* 22: 323-329.
- ROSALES, A.; MAEBE, P.; SEVENHUYSEN, R. 1992. Determination of losses of nutrients and nematicides on a banana plantation in the Atlantic zone. The Atlantic Zone Programme (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Universidad Agrícola de

- Wageningen, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica). Phase 2, Report No. 33, Field Report No. 80. 33 p.
- ROSALES, A; MAEBE, P; SEVENHUYSEN, R. 1994. Determinación de las pérdidas de nutrimentos y nematocida en las aguas de drenaje de un suelo bananero. *Agronomía Costarricense* 18(1): 93-98.
- RUIZ M., O. 1987a. Residuos químicos en carne bovina de exportación en Costa Rica. *Ciencias Veterinarias* 9(2/3): 111-118.
- RUIZ M., O. 1987b. Informe anual de labores del año 1987. Laboratorio del Centro Nacional de Diagnóstico e Investigación en Salud (CENDEISA), Dirección de Salud y Producción Pecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Barreal de Heredia, Costa Rica.
- RUIZ, O.V.; ROJAS, J.L. 1994. Niveles de metales pesados en tejidos de ganado bovino. Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE), Dirección de Ganadería, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Enviado para su publicación a la Revista de Ciencias Veterinarias (Costa Rica).
- RUIZ M., O.; ROJAS M., J.L. 1990. Residuos de plaguicidas organoclorados en leche bovina. *In: Resúmenes de las II Jornadas de Toxicología*. 10-14 de setiembre de 1990, San José, Costa Rica. p. 5.
- RUIZ M., O.; ROJAS M., J.L. 1988. Residuos de plaguicidas organoclorados en leche bovina. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 10(3): 19-23.
- RYAN, D.K. 1991. Assistant Professor, Department of Chemistry, University of Lowell, Massachusetts, U.S.A. Results for the analysis of pesticides in samples collected in Canales de Tortuguero. Preliminary results. Letter to David Carr, Executive Director of the Caribbean Conservation Corp., Gainesville, Florida, U.S.A. August 19, 1991. 12 p.
- SCHNEIDER, K.M. 1988. Residue levels of paraquat in soils of coffee farms. *ACM Tropical Field Research*. 28-VI-88. San José, Costa Rica. 28 p.
- SIEBERS, VON J.; GOTTSCHILD, D.; NOLTING, H.-G. 1991. Untersuchungen ausgewählter Pflanzenschutzmittel und polyaromatischer Kohlenwasserstoffe in Niederschlägen Südost-Niedersachsens - Erste Ergebnisse aus den Jahren 1990/91. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 43(9): 191-200.
- SIMS, G.K. 1990. Biological degradation of soil. *Advances in Soil Science* 11: 289-330.
- SOLIS, P.; LOPEZ, A. 1992. Acumulación de cobre en suelos dedicados al cultivo de banano en el Pacífico Sur de Costa Rica. II. Corrección mediante adiciones de materia orgánica. *CORBANA* 16(38): 19-25.
- SOLORZANO, J. 1993. Presumen mano criminal en matanza de peces. *Periódico La Nación (Costa Rica)* 6.3.93: 5 A.
- THOMPSON, A.R.; EDWARDS, C.A. 1974. Effects of pesticides on nontarget invertebrates in freshwater and soil. *In: Guenzi, W.D. (ed.) Pesticides in soil and water*. Soil Science Society of America, Madison, WI. p. 341-386.
- THRUPP, L.A. 1991a. Long-term losses from accumulation of pesticide residues: A case of persistent copper toxicity in soils of Costa Rica. *Geoforum (U.K.)* 22(1): 1-15.
- THRUPP, L.A. 1990a. Entrapment and escape from fruitless insecticide use: lessons from the banana sector of Costa Rica. *International Journal of Environmental Studies (U.K.)* 36: 173-189.
- THRUPP, L.A. 1990c. The fallacy of exporting risk: analyses to developing countries. *Pesticide Reform* 10(1): 23-25.
- THRUPP, L.A. 1988. The political ecology of pesticide use in developing countries: dilemmas in the banana sector of Costa Rica. Ph.D. dissertation, Institut of Development Studies, University of Sussex, United Kingdom. 369 p.
- THRUPP, L.A. 1985. Aspectos económicos y sociales en el uso de plaguicidas en Centroamérica. *In: Gracia B., J. (ed.) 1991. El deterioro ambiental en Costa Rica: balance y perspectivas*. Memoria del I Congreso Ambiental de Costa Rica, 9-14 de setiembre de 1985. Editorial de la Universidad de Costa Rica: San José. p. 167-177.
- UMAÑA, V.; CONSTENLA, M. 1984. Determinación de plaguicidas organoclorados en leche materna en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 32(2): 233-239.
- UNDP 1992. Benefits of diversity: an incentive towards sustainable agriculture. New York, USA. 209 p.
- UNEP 1994. Informes sobre disminuciones récord del ozono. CEPNEWS (Boletín del Programa Ambiental del Caribe del PNUMA, Jamaica) 8(4): 37.
- UNEP 1987. Chemicals. UNEP Profile 1987: 18-19.
- UNWIN, R.J. 1990. Crop protection in organic and low input agriculture: options for reducing agrochemical usage. *In: Proceedings Symposium BCPC*. 4-6 September 1990. Churchill College, Cambridge, United Kingdom. BCPC. Farnham, United Kingdom. BCPC Monograph Nr. 45. 245 p.
- VAN DER VALK, H.C.H.C.; KOEMAN, J.H. 1988. Ecological impact of pesticide use in developing countries. Ministry of Housing, Physical Planning and Environment. The Hague, The Netherlands. 102 p.

- VARGAS, M.A. 1994. Optimización de un método espectrofotométrico para la determinación de residuos de ditiocarbamatos y disulfuros de thiuram en legumbres. Tesis Lic. Química, Facultad de Ciencias, Escuela de Química. Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". 60 p.
- VARGAS, C. 1984. Informe del estudio de la cuenca del Río Banano. Versión preliminar con énfasis en la actividad forestal. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. 60 p.
- VEGA, S. 1991. El impacto de los insecticidas organofosforados en las aves. Ciencias Ambientales (Costa Rica) 8: 98-105.
- VISWANATHAN, P.N.; MISRA, V. 1989. Occupational and environmental toxicological problems of developing countries. *Journal of Environmental Management* 28: 381-386.
- VON DÜSZELN, J. 1991. Pesticide contamination and pesticide control in developing countries: Costa Rica, Central America. *In: Richardson, M.L. (ed.). Chemistry, agriculture and the environment. Royal Society of Chemistry, Cambridge, United Kingdom.* p. 410-428.
- VON DÜSZELN, J. 1988. Análisis de plaguicidas en Costa Rica con especial énfasis en muestras de agua y peces. Evaluación por encargo de la GTZ, Eschborn, Alemania. PN 85.2039.7. Bremer Umweltlabor GmbH, Bremen, Alemania. Setiembre 1988. 80 p. + 37 anexos.
- WATSON, R.T.; ALBRITTON, D.L.; ANDERSEN, S.O.; LEE-BAPTY, S. 1992. Synthesis report of the methyl bromide interim scientific assessment and methyl bromide interim technology and economic assessment. Montreal Protocol, Assessment Supplement. United Nations Environment Programme on behalf of the Contracting Parties to the Montreal Protocol. Nairobi, Kenya. p. irr.
- WERNER, G. 1982. Untersuchung auf chlorierte Kohlenwasserstoffe. Ergebnisse: Proben aus Costa Rica. Probenahme November-Dezember 1981. PN 73.2028.6. Bearbeitung von Rückstandsfragen im Pflanzenschutz. Darmstadt, Alemania Federal, GTZ-Pesticide Residue Analysis Laboratory.
- WESSELING, C; CASTILLO, L. 1992. Plaguicidas en América Central: Algunas consideraciones sobre las condiciones de uso. *In: Memoria de la Primera Conferencia Centroamericana sobre Ecología y Salud (ECOSAL).* San Salvador, El Salvador, 1-3 de setiembre de 1992. p. 83-112.
- WESSELING, C; TRIVELATO, M. 1990. Plaguicidas: Medio ambiente y salud, Costa Rica. Programa Regional de Plaguicidas CSUCA/UNA. Proyecto MASICA/OPS. Octubre 1990. 83 p. + cuadros + anexos.
- WILKENING, A; KÖPP, H. (Bearb.) 1993. Prüfung und Bewertung der Bioakkumulationsneigung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Berlin-Dahlem)* 290. 148 S.
- WILKENING, A; NOLTING, H.G; SIEBERS, J; GOTTSCHILD, D. 1992. Bewertung der in Luft und Niederschlägen auftretenden Pflanzenschutzmittelwirkstoffe hinsichtlich ihrer möglichen Auswirkungen in verschiedenen Umweltkompartimenten. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 283: 125.
- WRIGHT, A. 1986. Rethinking the circle of poison: the politics of pesticide poisoning among Mexican farm workers. *Latin American Perspectives*, Issue 51, 13(4): 26-59.
- ZADOKS, J.C. 1992. Pérdidas de rendimiento causadas por enfermedades, insectos y malezas. Los costos del cambio en protección vegetal. *Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal* 2(3): 37-46.