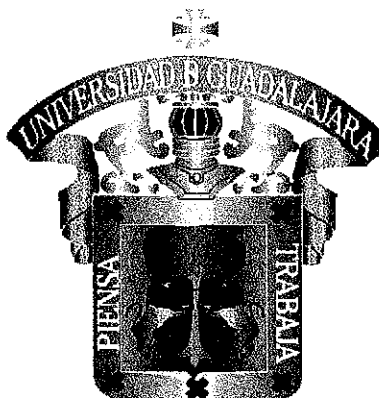


UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
POSTGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS DE LA
DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS



*"Residuos de Plaguicidas Organoclorados en Leche Cruda y Pasteurizada
que se Expende en la Zona Metropolitana de Guadalajara"*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS

PRESENTA

M.V.Z. MARIO REAL NAVARRO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. AGUSTÍN RAMÍREZ ÁLVAREZ

ASESORES DE TESIS:

DR. EFRAÍN PÉREZ TORRES

DR. MARIO NOA PÉREZ

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, diciembre de 2002



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO



COORDINACIÓN DE POSGRADO DE LA
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.

Por este conducto nos permitimos enviar la VERSION FINAL DE LA TESIS que desarrolló el pasante de Maestría en el Posgrado en Ciencias Pecuarias de la Universidad de Guadalajara, **M.V.Z. Mario Real Navarro**, cuyo título es:

"Residuos de plaguicidas organoclorados en leche cruda y pasteurizada que se expende en la zona metropolitana de Guadalajara"

Trabajo dirigido por: **Dr. Agustín Ramírez Álvarez.**

Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual fue revisada y reúne los requisitos teóricos y metodológicos necesarios.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal. a 18 Noviembre del 2002

REVISOR

Dr. Efraín Pérez Torres

REVISOR

Dr. Jacinto Bañuelos Pineda

REVISOR

Dra. Angelica Luis Juan Morales

REVISOR

Dr. Ricardo Alaniz de la O

REVISOR

Dra. Esther Albarrán Rodríguez

c.c.p. Archivo

CONTENIDO

	Página
RESUMEN-----	X
ABREVIATURAS-----	XX
INTRODUCCIÓN-----	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	18
JUSTIFICACIÓN-----	19
HIPÓTESIS-----	20
OBJETIVOS-----	21
MATERIAL Y MÉTODO-----	22
RESULTADOS-----	31
DISCUSIÓN-----	35
CONCLUSIONES-----	42
BIBLIOGRAFÍA-----	44

RESUMEN

El hombre al utilizar plaguicidas sintéticos ha contaminado casi todos los sustratos del ambiente abiótico y biótico; esto ha ocurrido a causa de la fácil dispersión de estos compuestos y principalmente, por la gran persistencia de muchos de ellos. Dicha contaminación de los ecosistemas ha originado problemas muy graves como el de la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos. Con el objetivo de identificar y cuantificar plaguicidas organoclorados en leche cruda y pasteurizada que se expende en la zona metropolitana de Guadalajara se llevo a cabo el presente trabajo, utilizando la metodología recomendada por la Federación Internacional de Lechería (1991), método de Stijve, para las etapas de extracción, purificación, identificación y cuantificación de residuos de plaguicidas organoclorados en leche, a cada muestra se le efectuaron tres corrimientos cromatograficos. Los porcentajes de muestras que rebasaron el limite máximo residuos establecido en leche por la Organización Mundial de La Salud para los diferentes plaguicidas estudiados son: leche cruda (n=31): Endrin 51.6%, Heptacloro + Heptacloro epóxido 6.4% y Aldrin + Dieldrin 6.4%. Los plaguicidas ($\alpha+\beta$)-Hexaclorociclohexano, Lindano y Diclorodifeniltricloroetano + Metabolitos, aunque estuvieron presentes no se encontraron en concentraciones violatorias. Leche pasteurizada (n=22): Endrin 50%, Heptacloro + Heptacloro epóxido 27.3%, Aldrin + Dieldrin 4.5% y Diclorodifeniltricloroetano más metabolitos 4.5%. Los Plaguicidas ($\alpha+\beta$)-Hexaclorociclohexano y Lindano, aunque estuvieron presentes no se encontraron en concentraciones violatorias. La presencia de Aldrin + Dieldrin, Heptacloro + Heptacloro époxido y Endrin, constituyen particularmente un riesgo a la salud del consumidor de leche.

ABREVIATURAS

ATPasa	Adenosintrifosfatasa
°C	Grados Celsius
cm	Centímetro
CE	Comunidad Europea
CICOPLAFEST	Comisión Intersecretarial Para el Control del proceso y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Toxicas.
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
DDE	Dicloroetileno
DDD	1, 1-dicloro-2, 2-di-(p-clorofenil)etano
DL₅₀	Dosis letal cincuenta
DI	Diámetro Interno
ECD	Detector de Captura de Electrones
EPA	Enviromental Pollution Agency
FDA	Food and Drug Administration
FIL/IDF	Federación Internacional de Lechería
FAO	Organización Mundial de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
g	Gramo
h	Hora
HCH	Hexaclorociclohexano
HCB	Hexaclorociclobenceno
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
IgA	Inmunoglobulina "A"
IgM	Inmunoglobulina "M"
IgG	Inmunoglobulina "G"
kg	Kilogramo
LMR	Límite Máximo de Residuo de Plaguicida
mg	Miligramo
µg	Microgramo

µg/g	Microgramo / gramo
ml/min	Mililitro / minuto
µg/ml	Microgramo / mililitro
mg/kg b.l.	Miligramo por kilogramo en base leche
µm	Micrómetro
min	Minuto
N	Nitrógeno
⁶³Ni	Níquel sesenta y tres
NOM	Norma Oficial Mexicana
OC	Organoclorado
OMS	Organización Mundial de la Salud
ppm	Partes por millón
ppb	Partes por billón
RAPAM	Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México
rpm	Revoluciones por minuto
seg	Segundo
SECOFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentos
SS	Secretaría de Salud
ton	Tonelada
v/v	Volumen / Volumen

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas son sustancias que deben ser usadas racionalmente para considerarse benéficas, sin ellas no se podría conseguir el alimento necesario para una población humana cada vez mayor, pues se estima que sin ellos se perdería el 45 % de las cosechas a nivel mundial (Wilkinson, 1994).

Se considera que anualmente se emplea más de medio kilo de plaguicidas por habitante del planeta, y se espera una tasa de crecimiento del 2% anual sustentada especialmente por los países en desarrollo (Coscolla, 1993).

Un análisis sobre la tendencia de uso de agrotóxicos en países en desarrollo mostró un aumento del 303 % entre los años 1983 y 1993 (Cámara y Corey, 1995).

De estos productos aproximadamente el 70% se utiliza en la agricultura y el resto en otros ambientes, entre ellos el doméstico. De la utilización mundial de plaguicidas, el 45 % corresponde a herbicidas, el 32 % a insecticidas, el 18 % a fungicidas, y el 5 % a otros. Según la OMS, el 10 % de los compuestos utilizados son organofosforados. A pesar del uso de plaguicidas, se admite que se pierde alrededor del 35 % de las cosechas, pues se estima que menos del 0.1 % de los productos aplicados alcanzan las plagas que se pretenden destruir, consecuentemente más del 99 % de tales productos se dispersan en el ambiente y presentan un riesgo potencial para los ecosistemas y los organismos sobre los que no se tiene intención de incidir, produciendo daños que suponen un enorme costo indeseable (Repetto, 1995).

El hombre al utilizar plaguicidas sintéticos ha contaminado casi todos los sustratos del ambiente abiótico y biótico; esto ha ocurrido a causa de la fácil dispersión de estos compuestos y principalmente, por la gran persistencia de muchos de ellos en el ambiente. Dicha contaminación de los ecosistemas ha originado problemas muy graves como el de la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos (Albert y Rendon, 1988).

La exposición a plaguicidas por parte de los seres humanos puede tener su origen en fuentes diversas. Así pueden ingerirse junto con alimentos de origen vegetal o animal, (carne, huevo, leche, etc.) e incluso con el agua y otras bebidas (Coscolla, 1993; Pinto y col., 1990a).

La leche de vaca es un alimento que se consume prácticamente a diario en casi todos los países del mundo. En la mayoría de las ocasiones se la toma como bebida fría o caliente, sola o acompañada de otros ingredientes que cambian su particular sabor y color. No obstante, una gran proporción de la leche de vaca se emplea para la elaboración de diversos productos lácteos, como yogur, queso, cuajada, nata y mantequilla. La leche también se emplea en la cocina para la elaboración de diversos platos. Resulta un ingrediente fundamental de numerosos purés, sopas y salsas, así como de una gran diversidad de postres y productos de repostería (Pascual, 1992).

La leche es el más completo y equilibrado de los alimentos, de fácil digestión, la leche de vaca, que es la que con más frecuencia consume el humano: Esta compuesta principalmente por agua, seguido fundamentalmente por grasa (ácidos grasos saturados en mayor proporción y colesterol), proteínas (caseína, lactoalbúminas y lactoglobulinas) e hidratos de carbono (lactosa principalmente). Así mismo, contiene moderadas cantidades de vitaminas (A, D, y del grupo B, especialmente B2, B1, B6 y B12) y minerales (fósforo, calcio, zinc y magnesio), (Pascual, 1992).

La leche constituye el mejor aporte de calcio, proteínas y otros nutrientes necesarios para la formación de huesos y dientes. Durante la infancia y adolescencia se aconseja tomar la leche entera, ya que conserva la energía y las vitaminas A y D ligadas a la grasa. En la edad adulta también es importante mantener un consumo adecuado, con el fin de favorecer la conservación de la masa ósea, contribuyendo así a prevenir la desmineralización de los huesos, causa frecuente de osteoporosis y fracturas. Este efecto cobra aún más importancia en las mujeres durante las etapas de adolescencia, embarazo, lactancia y menopausia (Pascual, 1992).

Jalisco ocupa un lugar preponderante en la actividad pecuaria dentro del contexto nacional destacando la producción de leche de bovino (mil 200 millones de litros), en la que ocupa el primer lugar nacional aportando el 18% de la producción (SAGARPA, 2002), esto obliga a los productores a ofertar un alimento inocuo y a las autoridades a verificarlo.

La lechería en los últimos años se ha tecnificado, así mismo se ha organizado para formar centros de acopio para la comercialización de su producto sin perder su característica familiar (SAGARPA, 2002).

En México la leche forma parte de la canasta básica, es un alimento económico, destinada principalmente a los niños y ancianos, el consumo por habitante es de 360 mililitros por día (INEGI, 1991).

A pesar de su valor nutritivo, la leche de vaca puede servir de vehículo de algunos contaminantes tóxicos, entre ellos los residuos de plaguicidas organoclorados como DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Lindano, HCH y Heptacloro (Francis, 1992).

Los residuos de plaguicidas son productos agroquímicos que permanecen tóxicos en el ambiente después que han dejado de ser útiles dispersándose en el ambiente mas allá de su punto de aplicación (Bowen, 1984).

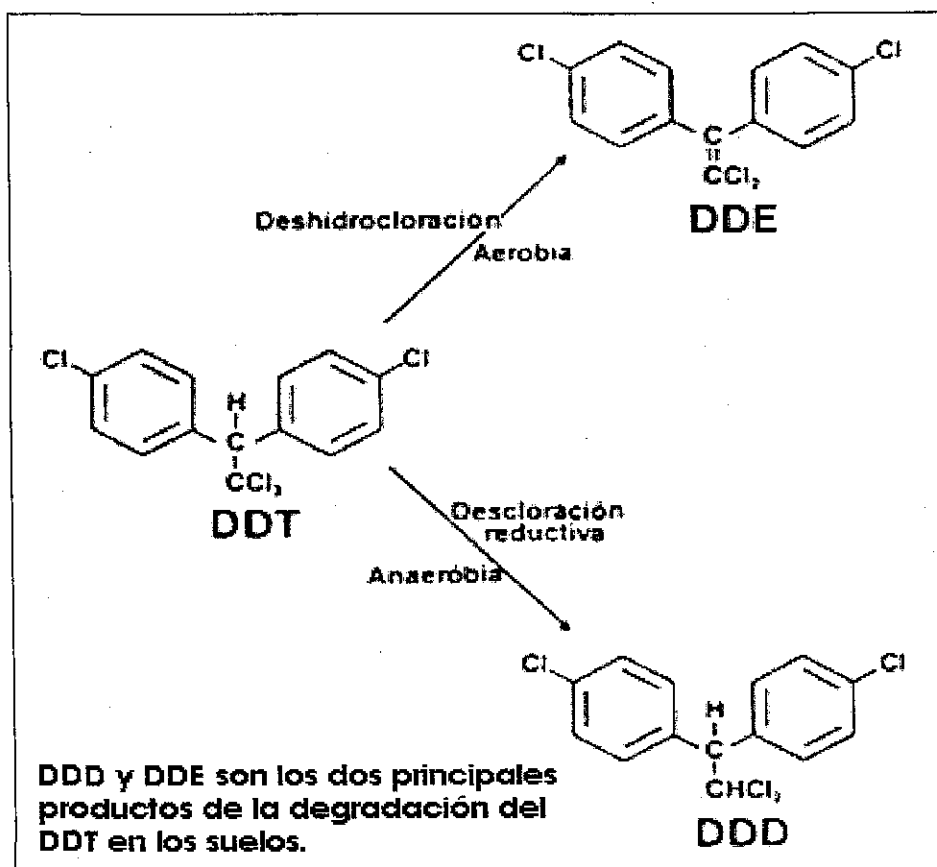
A menudo los ecólogos evalúan los residuos de plaguicidas según el tiempo durante el cual son una amenaza para el ambiente y los humanos. Algunos productos químicos se degradan en pocos meses, otros en cuestión de días y otros permanecen activos durante años (Alpuche, 1991).

La retención de residuos de plaguicidas por los alimentos se concreta lógicamente a los compuestos más persistentes o estables ante la humedad, luz, oxidantes, procesos metabólicos, etc., y por tanto se refiere fundamentalmente, a los productos Organoclorados (OC), algunos Organometálicos y a ciertos Carbamatos (Repetto, 1995).

La distribución mundial de compuestos OC como por ejemplo HCH, Dieldrín, DDT, Clordano, Endosulfan, Lindano etc. es uniforme y las concentraciones son altas. Se han encontrado no solo en países en desarrollo sino también en países desarrollados, aunque en estos son sustancias restringidas desde hace varios años (Simonich, 1995).

Los insecticidas OC son los más persistentes en el suelo, la vida media del DDT es de 35 años. Aunque este ejemplo es extremo, es de esperar que otros insecticidas de esa clase persistan por muchos años (Alpuche, 1991).

Los plaguicidas OC agrupan un número considerable de compuestos sintéticos cuya estructura química, en general, corresponde a la de los Hidrocarburos clorados, aunque además de Cloro, algunos de ellos poseen Oxígeno o Azufre, o ambos elementos en su estructura. Son características comunes a la mayoría de estos compuestos, su baja solubilidad en agua y su elevada solubilidad en la mayoría de los disolventes orgánicos. Esto permite que los compuestos y sus productos de transformación (Figura 1) tiendan a acumularse en el tejido graso de los organismos vivos. Además poseen baja presión de vapor y una estabilidad química elevada así como una notable resistencia al ataque de los microorganismos, lo que condiciona que la persistencia de estos plaguicidas en el ambiente sea elevada (Arias y col., 1990).



Fuente: Arias y col. 1990.

Figura 1. Degradación del DDT en el suelo.

El DDT no se produce en la naturaleza, fue sintetizado y dado a conocer en 1874. sin embargo, no se utilizó hasta que sus propiedades insecticidas fueron descubiertas en 1940, para proteger al personal de las zonas militares contra el paludismo, el tifus exantemático y otras enfermedades transmitidas por insectos (Shibamoto y Bjeldanes, 1993).

A partir del descubrimiento del DDT, creció la búsqueda de compuestos de constitución análoga, varios de los cuales han llegado a comercializarse, como metoxicloro, DDD y otros.

El hexaclorociclohexano, conocido abreviadamente por HCH, sigue en historia y utilización al DDT. Aunque fue sintetizado en 1825, el descubrimiento de las

propiedades insecticidas de su isómero gamma fue realizado en 1940 e informado por los ingleses en 1943.

El uso a gran escala del DDT y el HCH en el control de insectos en la agricultura y en las campañas contra la malaria, después de la Segunda Guerra Mundial hasta 1965, trajo como consecuencia serios problemas de resistencia en los insectos (Fennicola, 1985).

Este uso condujo al descubrimiento de otros plaguicidas derivados de la cloración de hidrocarburos; en particular, los caracterizados por tener al menos un anillo cíclico y un doble enlace, como el aldrín, el dieldrín, el ciordano y el heptacloro. Muchos de estos plaguicidas presentan toxicidades relativamente bajas para los mamíferos, elevada persistencia y un amplio espectro de acción (Cuadro 1). Estas propiedades fueron consideradas altamente convenientes, durante el periodo inicial de uso (Weber, J.B., 1977).

Cuadro 1. Persistencia de algunos plaguicidas organoclorados en el medio ambiente.

Plaguicida	Duración de actividad (semanas)
Aldrin	520
Dieldrin	>312
Endrin	>624
DDT	546
HCH	208
Lindano	>728

Fuente: Weber, J.B. 1977

A partir de 1945, año en que se autorizó la venta y comercialización del DDT en los Estados Unidos de América, se inicio su uso en otros países, primero por importación y, más tarde, por fabricación (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Consumo de plaguicidas organoclorados por algunos países de América Latina
(ton/año).**

País	Período			
	1974-76	82	83	84
Argentina	-	5217	7858	6267
México	59720	22250	13543	10150
Guatemala	28814	-	-	-
Honduras	-	-	393	-
Brasil	-	121760	17120	-

Fuente: Anuario FAO de Producción. Vol. 39, 1985

Los principales grupos de plaguicidas OC son:

Aromáticos Clorados:

Ejemplo: DDT, Dicofol, Metoxiclor, Clorobencilato.

-Cicloalcanos Clorados:

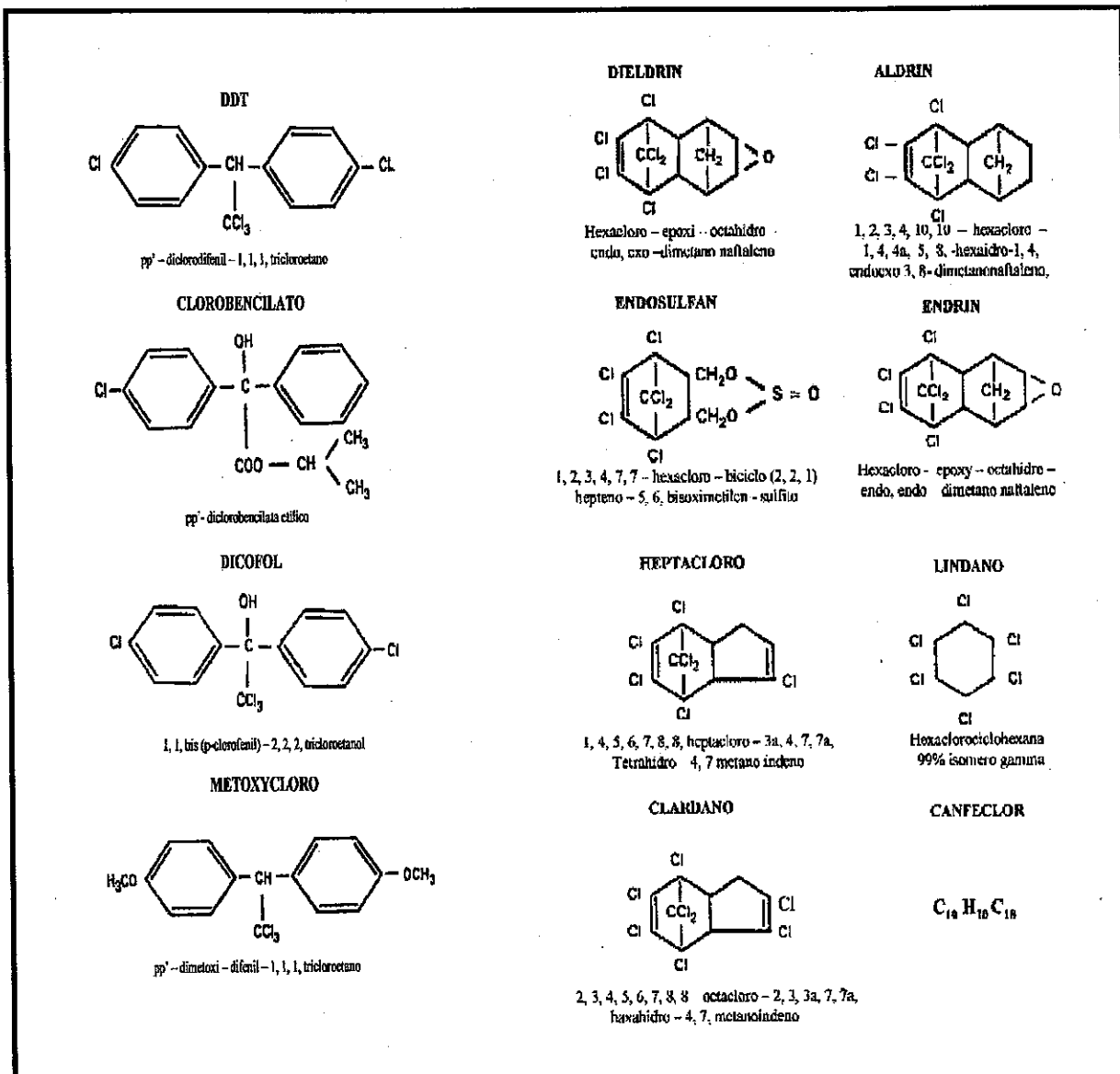
Ejemplo: Hexaclorociclohexano (HCH).

-Ciclodiénicos Clorados:

Ejemplo: Aldrín, Dieldrín, Endrin, Heptacloro, Endosulfan, Clordano, Mirex.

-Terpenos Clorados:

Ejemplo: Toxafeno (Confector), (Figura 2)
(Arias y col., 1990, Casarett, 1991).



Fuente: Agroquímicos Insecticidas Dpto. Editorial Universidad Guadalajara Simental C. 1985

Figura 2. Algunos Plaguicidas Organoclorados

Los plaguicidas OC se han usado en la lucha contra los vectores (moscas, mosquitos, moluscos, arácnidos, etc.), organismos transmisores de enfermedades al hombre (malaria, fiebre amarilla, filariasis, esquistosomiasis, conjuntivitis infecciosa, dengue, etc.), así como en la protección de los recursos agropecuarios y forestales.

El uso a gran escala de los plaguicidas OC condujo, en algunos casos con rapidez, a un fenómeno hasta entonces no previsto ni investigado a fondo: la acumulación de residuos en el ambiente y en los seres humanos (Fericola, 1986).

Los efectos de los plaguicidas OC sobre los seres vivos, dependerán del grado de sensibilidad de los organismos expuestos, del plaguicida y de los factores indirectos asociados con el fenómeno (Fericola, 1986).

Los efectos sobre las especies han sido clasificados como primarios y secundarios, los primeros son en los que el plaguicida actúa directamente sobre una especie dada, matándola o reduciendo sensiblemente su población. El efecto es secundario si el plaguicida no actúa directamente sobre la especie, pero destruye su sustrato o su hábitat y la pone seriamente en peligro de desaparición (Fericola, 1986).

Los efectos crónicos de los plaguicidas OC sobre un organismo, son muy sutiles y usualmente son producidos por la exposición prolongada a niveles bajos de concentración. Los efectos podrían aparecer como dificultades reproductivas, desordenes nerviosos, daños en algún órgano, carcinogenicidad, mutagénesis y teratogenicidad entre otros (Cuadro 3), (Arias y col. 1990).

Cuadro 3. Efecto carcinogénico de algunos plaguicidas organoclorados

Plaguicida	Carcinogenicidad
Aldrin-Dieldrin Heptacloro/heptacloro epoxido	Ratón / rata (tumores en hígado). Ratón (tumores en hígado y otros órganos)
Clordano	Rata (tumores en hígado y tiroides)
DDT+DDE+TDE (DDD)	Ratón (tumores en hígado)
(alfa+beta+gamma) HCH	Ratón (tumores hígado y pulmón)
Canfeclor (toxafeno)	Ratón (tumores en hígado)
Hexaclorobenceno (HCB)	Rata (tumores en hígado y tiroides)
	Ratón (tumores en hígado)

Fuente: Arias y col. 1990.

La toxicidad aguda (Cuadro 4) de los plaguicidas OC es expresada, como en otros compuestos mediante la dosis letal media (DL₅₀), esto es, la cantidad del producto químico que es necesaria para matar al 50 % de la población en experimentación, "usualmente la rata" por vía dérmica, oral o respiratoria. Sin embargo la DL₅₀ no proporciona información sobre los efectos crónicos, remotos ni sobre la citotoxicidad del compuesto (Fericola, 1986).

Cuadro 4. DL₅₀ de algunos plaguicidas organoclorados en ratas (mg/kg)

Plaguicida	DL ₅₀	
	Oral	Dermica
DDT	113-118 (H)	300 (Aceite) (H)
Aldrin	38-54 (M)	98 (Aceite) (M)
Dieldrin	37-87 (M)	60-90 (Aceite) (M/H)
Heptacloro	100	195 (Aceite) (H)
Lindano	88-270 (M)	900-1000 (Aceite) (H)
Endosulfan	83-100 (M)	
Clordano	457-590 (M/H)	
Endrin	7	

Fuente: Arias y col. 1990.

H= Hembra; M= Macho

Pese a las diferencias estructurales entre los diferentes compuestos OC, parecen tener un mecanismo fisiopatológico común (hiperexcitación de la membrana celular, particularmente de la neuronal), aunque con peculiaridades específicas en algunos productos; todos ellos insuficientemente conocidos aún. (Repetto, 1995).

Intoxicación acumulativa (crónica y remota), los síntomas consisten en cefalea, mareo, somnolencia, irritabilidad, náuseas, anorexia y vómito ocasional. En este tipo de intoxicación predomina la afectación neurológica periférica, con parestesias, temblores, convulsiones y síntomas cerebelosos, más adormecimiento y debilidad de extremidades. Los OC son inductores enzimáticos, especialmente de las oxidasas de función mixta, pero inhiben las ATPasas; ocasionan disminución de la respuesta

inmunitaria, tanto celular como humoral, con descenso de inmunoglobulinas IgA e IgM, pero aumento de IgG (Shigematsch, 1971).

Sobre el sistema inmunitario producen inmunodepresión, al generar atrofia en la corteza del timo y reducción de folículos linfoides, así como disminución del número de linfocitos. Por acción sobre el hígado provocan aumento de transaminasas, hepatitis y cirrosis, también afectan al sistema reproductor, algunos como el DDT poseen propiedades estrogénicas, compitiendo con el estradiol, y afecta el ciclo menstrual, la fertilidad, gestación, lactancia y vida de la descendencia, crecimiento testicular y caracteres sexuales secundarios, se han detectado efectos carcinógenos con diversos OC, en animales, sobre todo neoplasias sin metastasis, en hígado (hepatomas y hepatosarcomas) y tiroides, también se ha visto mutagénesis (Repetto, 1995).

En México el uso de OC ha disminuido en forma importante, debido a la restricción oficial, sin embargo se siguen utilizando en la agricultura y en el sector salud (Cuadro 5).

Cuadro 5. Volumen usado en México de DDT de 1988 a 1996

AÑO	Toneladas
1988	7900
1989	1000
1990	1200
1991	1200
1992	1050
1993	1000
1994	980
1995	950
1996	630

Fuente: Dirección General de Medicina Preventiva. Secretaría de Salud 1997

Disponible en: <http://www.semarnap.gob.mx/naturaleza/estadistica-am/informe/a.../4-5-8.ht> acceso el 15/08/98

El DDT está prohibido en Estados Unidos y Canadá. En México sólo está autorizado su uso para el control del paludismo y dengue por la Secretaria de Salud (RAPAM, 1996).

México junto con China y la India son los únicos productores de DDT a nivel mundial. La unidad industrial donde se produce el DDT, se encuentra en Salamanca, Guanajuato, la empresa productora es TEKCHEM, quien satisface la demanda de la Secretaria de la Salud (RAPAM, 1996).

El consumo de DDT para el control del paludismo fue de 630 toneladas en 1996, aunque la capacidad instalada anual de TEKCHEM es de 3000 toneladas. La Secretaria de Salud Informo que México expórtó 500 tons. de DDT en 1990, pero en 1995 fueron solo 21 tons. Los principales países receptores son Colombia, Guatemala y Panamá, además han demostrado interés Venezuela y Brasil (RAPAM, 1996).

En el caso del clordano, en México se importaron 120 tons. de 1991 a junio de 1994, provenientes de Estados Unidos donde se encuentra severamente restringido desde 1978 (RAPAM, 1996).

Los plaguicidas OC prohibidos para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso son; Aldrín, Dieldrín y Endrin (CICOPLAFEST, 1998).

El HCH, por su baja acción insecticida, actualmente se encuentra en desuso.

Los siguientes Plaguicidas OC solo podrán ser adquiridos en las comercializadoras mediante la presentación de una recomendación escrita de un técnico oficial o privado que haya sido autorizado por el gobierno federal. Su manejo y aplicación se efectuara de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana que establece los requisitos y especificaciones Fitosanitarias para el manejo de Plaguicidas Agrícolas Restringidos; Lindano y Metoxiclor (CICOPLAFEST, 1998).

El Lindano está prohibido para cualquier uso en Belice (1985), Ecuador (1985), Finlandia (1988), Holanda (1981), Hungría (1968), Indonesia (1985), Kuwait (1980), Nueva Zelanda (1990), Corea (1986), Singapur (1984), Suecia (1988), Japón (1971), y Ex-Unión Soviética (1988). Está severamente restringido en, Alemania (1980) y prohíbe su uso en ganado lactante; Argentina (1972), prohíbe su uso como agente anti-gorgojo y para atacar el gusano del trigo en semillas y productos de consumo humano; Australia (1987), sólo para el control de la larva blanca de la piña; Austria (1992), solo lo permite para tratamiento de semillas; China (1982), prohíbe su uso en árboles frutales, verduras, hierbas, te, tabaco, café y pimienta; Colombia (1991), prohíbe ciertos tipos de formulaciones; Chipre (1987), solo lo permite para el tratamiento de madera; República Dominicana (1986) y Filipinas (1983), prohibieron su importación excepto en emergencias como lo determinen las autoridades competentes; Israel (1982), lo permite sólo para uso agrícola contra la langosta y se revocó su uso contra la sarna, pediculosis y atomizadores caseros; Marruecos (1984), solo lo permite para tratamientos de semillas; Polonia (1987), lo retira gradualmente de los usos agrícolas e higiénicos sanitarios; Sri Lanka (1986), solo permite su uso en semilleros de coco, control de langosta y en usos medicinales; Yugoslavia (1972), lo prohibió en la agricultura. El lindano está restringido para usos específicos en, Canadá (1987), la información que apoyaba algunos de sus usos era inadecuada y los avances técnicos convirtieron a algunos de sus usos en obsoletos. Estados Unidos de Norteamérica (1985), prohibió su uso en artefactos de vaporización y fumigación por humo y otros usos deben incluir descripciones en la etiqueta. Países de la CE (1988), el lindano (γ -HCH) que contiene mas del 1% de otros isómeros (alfa, beta, delta) está prohibido. Restringido en el tratamiento de tierras o semillas en contra de insectos de tierra. Venezuela (1983), solo se puede usar contra vectores de enfermedades a través de la Secretaria de Salud, en emergencias agrícolas relacionadas con hormigas y termitas. En México (1978), el lindano está restringido al uso agrícola, pecuario e industrial. A nivel agrícola solo se usa para controlar plagas de plantas ornamentales y para el tratamiento de semilla en los cultivos de avena, cebada, frijol, maíz, sorgo y trigo y para la aplicación al suelo en maíz y sorgo. En el uso pecuario se incluye la aplicación a bovinos carne y

porcinos para el control de larvas de mosca. En la rama industrial se utiliza para acabar con pulgas y garrapatas (RAPAM, 1996).

Alrededor de 1950 comenzó la utilización masiva del lindano en la agricultura. De esta forma fueron suplantándose paulatinamente el HCH técnico y otros productos enriquecidos, ya que la producción de una tonelada de lindano a partir del HCH técnico generaba nueve toneladas de productos residuales no insecticidas. Desde 1972 pasaron a constituir un residuo tóxico que fue depositado en infinidad de puntos a lo largo de toda Europa en las cercanías de los puntos de producción, dando origen a un serio problema de contaminación de suelos y aguas, tanto subterráneas como superficiales (RAPAM, 1996).

El motivo principal de prohibir y restringir los plaguicidas OC es su elevada persistencia en el medio ambiente, sus efectos adversos sobre el ambiente y capacidad de bioacumulación y biomagnificación, cuando estos entran a las redes alimenticias, se distribuyen a través de ellas, se bioacumulan en cada nivel ecológico y se biomagnifican sucesivamente, hasta que alcanzan una concentración letal para algún organismo constituyente de la cadena, o bien, hasta que llegan a los niveles superiores de la red trófica (RAPAM, 1996).

En la literatura internacional se reporta la presencia de residuos de plaguicidas OC en leche de bovino, leche materna, tejido adiposo humano y dieta total, tanto en países desarrollados como en desarrollo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de algunos estudios realizados en el mundo para determinar residuos de plaguicidas Organoclorados en leche de bovino, leche materna, tejido adiposo humano y dieta total (lo que ingiere un humano por día).

País	Autor	Año	Residuos de Plaguicidas Organoclorados						Tipo de muestra	Observaciones
			($\alpha+\beta$)-HCH	Lindano	Aldrin+ Dieldrin	Heptacloro+ Hepta-epoxido	Endrin	DDT+ Metabolitos		
Argentina	Maitre-Mi	1994	+	+	+	98% (+)		+	Leche	No se rebasó el LMR
Alemania	Jahn	1991	+					+	Leche	
Alemania	Langstadtler-M	1993	+	+	+	+	+	+	Leche materna	De 1984-1991 Decrecieron las Concentración

Cuadro 6. Continuación.

País	Autor	Año	Residuos de Plaguicidas Organoclorados						Tipo de muestra	Observaciones	
			($\alpha+\beta$)-HCH	Lindano	Aldrin+ Dieldrin	Heptacloro+ Hepta-epoxido	Endrin	DDT+ Metabolitos			
Alemania Norte	Sckade	1998	0.036 mg/kg						0.202 mg/kg	Leche materna	De 1986 a 1997 disminuyó en un 80-90%
Alemania	Raum E.	1998	+	+					+	Leche materna	1992-1995 no rebasaron el LMP
Arabia Saudita	Al-Salehyo	1998		23.5%	48.7%	36.5%	32.2%	93.9%		Leche materna	Niveles mas bajos que otros países
Asia pacifico sur	Kannan K.	1997	+	+	+				India 100 veces mas que USA	Leche	DDT común en alimentos de origen animal
Australia	Stacey CI	1975	+	+					+	Leche Materna	Igual a otros países
Brasil	Matuo YK	1992		32%	+	65%			100%	Leche Materna	Por arriba del LMR
Brasil	Dorea J.G.	1997							+	Leche materna	Se encontró relación concentración peso corporal
Chile	M. Pinto	1990	.062-.62	.094-.47	.162-1.08	.141-0.94	.028-1.4	.527-.042		Leche	Control periódico de los residuos
Chile	M. Pinto	1990	.375ppm 68.8%	.182ppm 20.8%	.464 ppm 38.5%	.193 ppm 38.5%	.013ppm 14.6%	.303 ppm 4.2%		Leche	La pasteurización no destruye los organoclorados
China	Chen-J.	1993	80% (+)	+					+	Varios	Concentraciones decreciendo
China Hong Kong	Wong	1997	16.6%	+					16.6%	Leche	1993-1995 concentraciones mayores que en 84-87
Canadá	Mes-J	1993	+	+		+			+	Leche materna	1967-1986 tendió a bajar concentración
Canadá	Teschke	1993							+	Tej. humano	Muy altas
Croacia	Knauthacken	1998							100% (+) 0.318 mg/kg	Leche materna	
Colombia	Vargas M	1990							0.075 mg/kg	Leche materna	10 veces mayor que la leche de vaca
Egipto	Saleh M	1996		8.42 ppb					21.37 ppb	Leche materna	Mas bajos que los reportados en países desarrollados
Guatemala y el Salvador	De Campos	1979							+	Leche materna	De los mas altos informados en el mundo occidental
Israel	Westin-JR	1993	+	+					+	Leche	100 veces por arriba del LMR
India	Siddigui	1985			+				+	Leche materna	Excreciones altas
India Delhi	Muk-Herjee-I	1993	+	+					+	Leche	Excedieron LMR
India	Katra	1999	+	37%					80%	Leche	Por arriba de otros países
Iran	Hashem y	1977			0.024 mg/kg				+	Leche materna	1974-1976
Italia	Di Muccio	1988	+	+	+	+	+		+	Leche	
Japón	Kojimaii	1975	1.34 mg/kg						+	Leche	= o < que en otros países
Japón	Nakagawa R.	1999	0.475 mg/kg		+	+			0.368 mg/kg	Leche materna	1994-1996
Kazakstan	Hooper	1997	+						+	Leche materna	Igual a países europeos industrializados
Kenia	Kanja L	1986	59%	+	27%		37%		100% 18.7 mg/kg	Leche materna	

Cuadro 6. Continuación.

País	Autor	Año	Residuos de Plaguicidas Organoclorados						Tipo de muestra	Observaciones
			(α + β)-HCH	Lindano	Aldrin+ Dieldrin	Heptacloro+ Hepta-epoxido	Endrin	DDT+ Metabolitos		
México	Albert L	1980	+					18.36 mg/kg	Tej. humano	De los mas altos reportados en 3 ciudades
México	Albert L	1981	100%					100%	Leche materna	>LMR leche de vaca igual a otros países en desarrollo
México	Waliszewski	1996a	+					17.45 mg/kg	Tej. humano	1988-1991
México	Waliszewski	1996b	0.098 mg/kg					0.57 mg/kg	Leche	Dentro de los LMR =a encontrados en otros países tropicales
México	Waliszewski	1997b	0.094 mg/kg					0.159 mg/kg	Leche	El DDT similar a otros países
México	Prado	1998	58.8%	50 %	91.6%	42.6%	45.8%	70.8%	Leche	Tendencia creciente en primavera verano
México	Terrones M.C.	2000	+	+	+	+		2 μ g/g	Leche materna	
México	Elvia LF	2000						13.13 mg/kg	Leche materna	Niveles altos
Nicaragua	Romero ML	2000	+	6%	20%	20%	20%	100%	Leche materna	5.9% supero el LMR FAO/OMS
Polonia	Niewiadoms K.A.	1995	30%	60%				0.065 mg/kg	Leche	En 20 años disminuyó la concentración 10 veces
Reino Unido	Dwarka	1995	+	+	+			+	Leche materna	De 1979 a 1991 declive continuo
Reino Unido	Harris C.A.	1999	+	+	+			+	Leche materna	1997-1998 disminuyó la concentración
Rumania Oriental	Hura C.	1999	100%	100%				100%	Leche	1996-1997
Suecia	Atuma SS	1998	+	+				+	Leche Materna	50% mas bajos en 1990 que en 1986
Suecia	Noren K.	2000			+			+	Leche materna	1967-1997 disminuyó la concentración en un 50%
Serbo-Croata	Prosis	1982						+	Leche	Tendencia Decreciente.
Ucrania	Gladen	1999	0.731 mg/kg					2.457 mg/kg	Leche materna	Mas alto que Europa pero mas bajo que otros países
USA	Wedberg	1978		+	96%	+		+	Leche	1971-1976 0.3% residuos ilegales
USA	Steffy	1984		+	+	+		+	Leche	No disminuyeron las concentraciones
USA	Trotter-WJ	1993			84.4% (+)			p,p,DDE 0.09 ppm	Leche	
USA	FDA	1999			+			+	Dieta Total	Igual que los observados varios años atrás <LMR
Zimbabwe	Chikuni	1991		100 mg/kg	+			6 mg/kg	Leche materna	
Zimbabwe	Chikuni	1997						100% (+) 25 μ g/g	Leche materna	Se sospecha reciente uso

En México el 67.7% de los ejidos emplean como tecnología principal los plaguicidas, mientras que en Jalisco el 94 % los utilizan. De esta manera, se emplean anualmente a nivel nacional un promedio de 60,000 toneladas de plaguicidas para proteger el alimento que se produce (INEGI, 1991, Albert, 1999).

Se calcula que alrededor del 65% del consumo nacional de plaguicidas se aplica en los cultivos de maíz, sorgo, soya, caña de azúcar, arroz, hortalizas y pastos; Cantidades importantes se emplean en el combate de los vectores transmisores de enfermedades que afectan al hombre y a los animales proveedores de alimento al hombre, así como para controlar las plagas en el hogar, en la industria y en otras áreas (CICOPLAFEST, 1998).

En México, como en muchos países, aún prevalece el uso indiscriminado y no controlado de plaguicidas, lo que permite inferir que un grupo importante de la población esta en contacto directo o indirecto con estas sustancias químicas y por lo tanto, en riesgo de presentar intoxicación aguda o crónica.

Los problemas de proliferación de plagas con frecuencia son mayores en los países en desarrollo, que en otros países, y el uso de los Plaguicidas puede ser mas frecuente; además, a menudo las legislaciones respectivas son deficientes o no se aplican en estos países y, en la mayoría de ellos, no existen los recursos técnicos, ni el personal y la organización requeridas para garantizar una estricta supervisión de la aplicación de los Plaguicidas, así como de la presencia de sus residuos en el ambiente y los alimentos (Arias y col., 1990, Restrepo, 1988).

La vigilancia sistemática (monitoreos) ejercida a través de toma de muestras de alimentos en los mercados, la supervisión estricta de los alimentos importados y los estudios en material biológico humano de diferentes poblaciones deben ser considerados para implementar un control efectivo de estos plaguicidas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente los residuos de plaguicidas OC son ubicuos, así se han identificado en aire, agua lluvia, nieve, sedimento y suelo, en todas las regiones geográficas incluyendo aquellas muy remotas al sitio original de su aplicación, como océanos, desiertos y zonas polares. Igualmente se ha demostrado su presencia en organismos de todos los niveles tróficos, desde el plancton hasta las ballenas y los animales del ártico (Alpuche, 1991).

Los seres humanos no están exentos de esta contaminación y los plaguicidas OC se han podido identificar en diversos tejidos y secreciones del humano, inclusive de habitantes de regiones muy distantes a los lugares donde estas sustancias se han encontrado en el ambiente (Albert, 1990).

Tuvieron que pasar 50 años para que se pudieran acumular suficientes pruebas sobre los efectos adversos de los plaguicidas OC. Ahora se sabe que causan daños de importancia en los niveles local, regional y global. Por otra parte, sus efectos adversos pueden ocurrir a corto y a largo plazo y, en el caso de los seres humanos, puede deberse a la exposición directa, ya sea ocupacional, o bien a una indirecta, como la contaminación de los alimentos, entre ellos la leche (Albert, 1999).

Los residuos de plaguicidas OC en leche y productos lácteos constituyen en la actualidad un problema de particular importancia y de constante dilucidación.

Parte de la creciente preocupación mundial sobre estos plaguicidas se debe a que, a causa de su persistencia y movilidad ambiental, aunque su producción y uso disminuyan o cesen por completo, su presencia en el ambiente no disminuirá a corto plazo. Esto, aunado a sus graves efectos sobre el ambiente y la salud humana, los convierte en un importante problema de alcance mundial.

JUSTIFICACIÓN

La elevada liposolubilidad de los compuestos organoclorados asociado a su resistencia a la descomposición ante agentes físicos, químicos y biológicos ocasiona una acumulación creciente en las cadenas alimentarias y una marcada persistencia en el ambiente.

En el organismo animal escasamente se biotransforman y los metabolitos producidos suelen conservar su actividad biológica.

Su integración en la fase lipoidea de los miembros de la pirámide alimentaria que ubica al hombre en la cúspide, y los crecientes factores de acumulación en los niveles ascendentes hacen que la leche sea una vía de excreción de fundamental importancia.

Dentro de los posibles residuos tóxicos en leche los organoclorados representan a los contaminantes de atención prioritaria, por lo que con fines regulatorios se fijan concentraciones máximas permitidas en leche y productos lácteos.

La determinación y cuantificación de las concentraciones de contaminantes entre ellos los residuos de plaguicidas organoclorados en la leche es de suma importancia, debido a las serias implicaciones que estos tienen en la Salud Pública y por las posibles consecuencias en el grupo más vulnerable de la población (los lactantes).

La leche como alimento representa la proteína de origen animal convencional más barata, además de ser el alimento de referencia por su elevado valor nutricional. En México es un alimento seleccionado para los programas de abasto social (LICONSA) que va orientado a grupos sociales desprotegidos por lo que adquiere, entre otras múltiples razones, especial relevancia, en base esto se hace indispensable llevar a cabo estudios con tecnología actual como la cromatografía de gases para establecer la calidad del alimento en cuanto a la contaminación con plaguicidas OC.

HIPÓTESIS

En México, como en otros países en desarrollo aun prevalece el uso indiscriminado de plaguicidas entre ellos los organoclorados, que son empleados habitualmente en el sector agropecuario y en campañas sanitarias para control de vectores. Dado el alto poder residual, persistencia y lipofilia de estos compuestos, aunado al insuficiente control oficial tanto de su empleo como de la contaminación resultante en los alimentos, se espera encontrar residuos en concentraciones violatorias en leche constituyendo un riesgo para los consumidores.

OBJETIVOS

GENERAL

Identificar y cuantificar los plaguicidas organoclorados contaminantes de leche cruda y pasteurizada que se expende en la zona metropolitana de Guadalajara.

PARTICULARES

Determinar el nivel de contaminación de residuos de plaguicidas organoclorados (α y β HCH, Lindano, Aldrin, Dieldrin, Heptacloro y su epóxido, Endrin, DDT y sus metabolitos) en leche cruda y pasteurizada que se comercializa en la zona metropolitana de Guadalajara.

Analizar comparativamente los límites máximos residuales permisibles en leche señalados por la FAO/OMS (1995) con los niveles obtenidos.

Analizar comparativamente los residuos de plaguicidas OC presentes en leche cruda y pasteurizada que se comercializa en la zona metropolitana de Guadalajara.

MATERIAL Y METODO

El presente trabajo se realizó en la sección de residuos tóxicos en alimentos del Departamento de Salud Pública del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

Tomando en cuenta que el análisis de un litro de leche pasteurizada refleja la situación de muchos miles de litros y el alto poder residual, persistencia y lipofilia de los plaguicidas OC por lo cual es de esperar que permanezcan estables por largos periodos de tiempo en el medio ambiente y los seres vivos que se exponen a ellos, la recolección de muestras se efectuó al azar cada 45 días durante el periodo de febrero a diciembre de 1998, elaborando muestras compuestas de 1 litro, cada una conformada a partir de cinco fuentes diferentes (pasteurizadores y recipientes de leche cruda). La leche cruda se obtuvo de cinco cantaras distintas y de cuatro diferentes camionetas repartidoras localizadas por diversos rumbos de la ciudad (cuatro muestras compuestas por ocasión, n=31) y la leche pasteurizada entera de cinco diferentes marcas se obtuvo de tres diferentes establecimientos comerciales (tres muestras compuestas por ocasión, n=22), todas las muestras estaban siendo comercializadas en la zona metropolitana de Guadalajara.

La metodología empleada fue la recomendada por la Federación Internacional de Lechería FIL/IDF (1991), método de Stijve (1974), que consiste en extracción, purificación, determinación y cuantificación de residuos de plaguicidas en leche, a cada muestra se le efectuaron tres determinaciones. En principio la materia grasa y los residuos que pudiera contener se fijaron en una columna de Florisil parcialmente desactivado, usando después una mezcla de éter de petróleo y diclorometano (4:1 v/v) como solvente de elusión. Posteriormente el eluato se concentró a sequedad y se redisolvió en Isoctano para su análisis cromatográfico. Todos los reactivos fueron de calidad cromatográfica (figuras 3, 4, 5, 6,7 y 8).

Se utilizó un Cromatógrafo de Gases VARIAN 3400 CX equipado con detector de captura de electrones (^{63}Ni) y computadora integrada. Columna capilar de

SUPELCO, SPB-680 de 30 m., 0.53 mm DI, 0.50 μm . de espesor de capa. Condiciones de análisis, Temperatura del horno: 170 $^{\circ}\text{C}$, aumentando 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$. durante 35 min., Flujo del gas de arrastre (N) 1 ml/min., gas auxiliar (N) 39 ml/min. estándares de Aldrin 0.05 $\mu\text{g}/\text{ml}$, alfa HCH 0.025 $\mu\text{g}/\text{ml}$, beta HCH 0.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$, Dieldrin 0.12 $\mu\text{g}/\text{ml}$, Endrin 0.2 $\mu\text{g}/\text{ml}$, gamma HCH 0.025 $\mu\text{g}/\text{ml}$, Heptacloro 0.025 $\mu\text{g}/\text{ml}$, Heptacloro epoxido isomero B 0.08 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 2,4'-DDD 0.2 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 2,4'- DDT .0225 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 4,4'- DDD 0.204 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 4,4'- DDE 0.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 4,4'- DDT 0.260 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de SUPELCO, Detector: ECD, 300 $^{\circ}\text{C}$; inyector: 280 $^{\circ}\text{C}$, volumen inyectado 1 μl .

ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LA MUESTRA: El análisis cualitativo se realizo empleando los estándares correspondientes, utilizando el tiempo de retención como parámetro de identificación con un 0.5% de desviación absoluta.

La cuantificación de los residuos se calcula por el método del estándar externo por comparación con los patrones de trabajo cuyos picos sean semejantes en altura a los de la muestra, según la siguiente expresión:

$$\text{Concentración (mg/L)} = \frac{A_m \cdot C_p \cdot V_p \cdot V_d}{A_p \cdot V_m \cdot P \cdot F}$$

donde:

A_m = área del pico en la muestra.

A_p = área del pico del estándar de trabajo correspondiente.

C_p = concentración del estándar de trabajo inyectado.

V_m = volumen de muestra inyectado (μl).

V_p = volumen del estándar de trabajo inyectado (μl).

V_d = volumen de dilución de la muestra (μl).

P = peso de muestra representado en el extracto final.

F = factor de recuperación unitario, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F = \frac{M_1}{M_2}$$

donde:

M_1 = nanogramos del plaguicida recuperados al final del proceso de extracción.

M_2 = nanogramos del plaguicida añadido a la muestra control no contaminada.

La concentración para cada plaguicida se expresara en ng/g en base grasa anhidra. Para corregir el valor y expresarlo en base leche entera, se debe dividir el mismo entre el porcentaje de grasa que contiene la misma, o en su defecto entre 25.

El anterior sistema de cálculo fue integrado al computador (Noa y col., 2001).

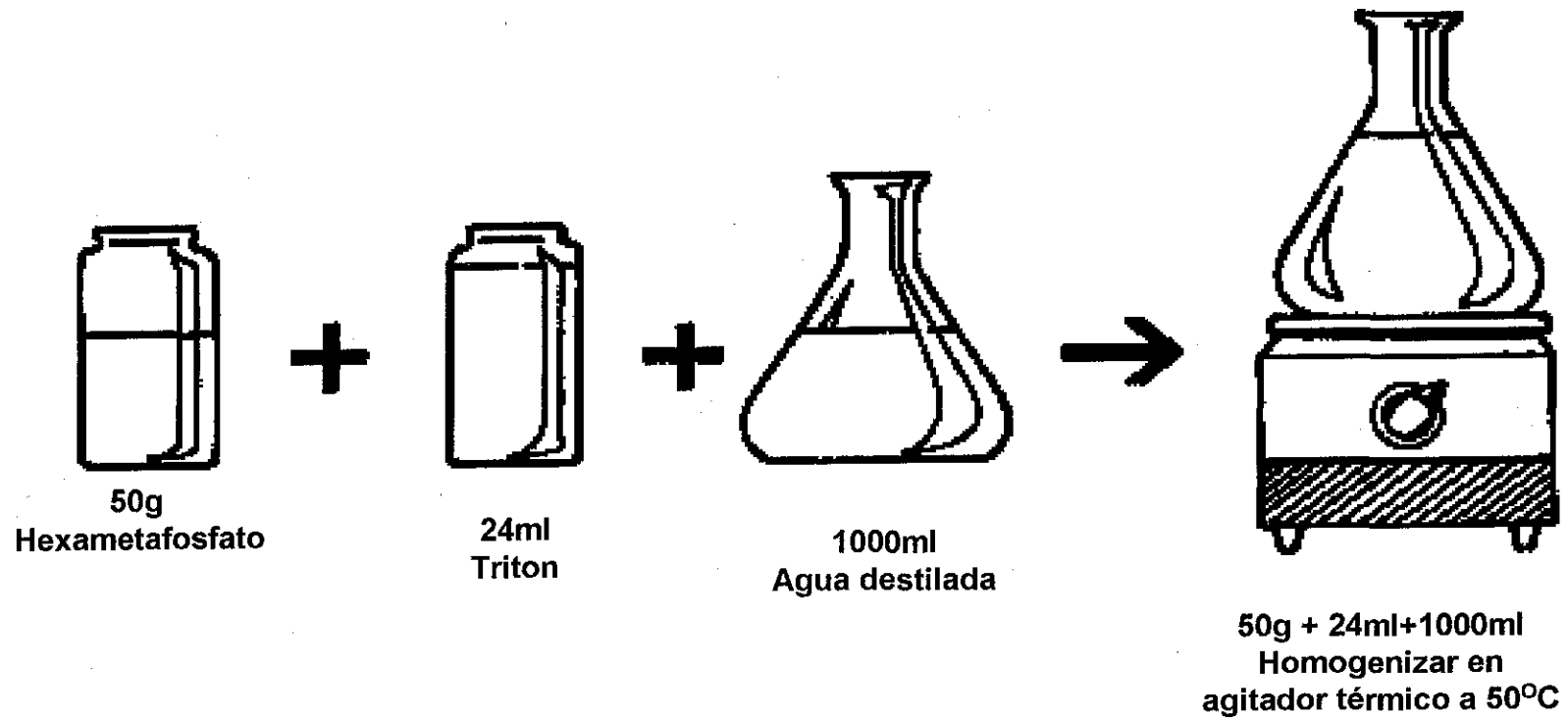
La cristalería empleada se lavo con jabón neutro y se enjuago con agua destilada. Después de escurrirse, se enjuago con acetona, metanol y hexano y se seco a 100-110 oC por 24 horas. Dicho material ya seco, se guardo hasta su uso, libre de polvo y tapado con papel aluminio (Noa y col., 2001).

Control de calidad del método de análisis: en cada grupo de muestras analizadas, se incluyeron dos columnas de Florisil preparadas conjuntamente y de igual manera que las de las muestras. Una de estas se eluyo sin adicionar muestra alguna, y sirvió como blanco, esto con el fin de detectar la aparición de posibles interferencias, y en la otra se aplico un mililitro del estándar empleado para la cuantificación de la muestra en el cromatógrafo de gases, con el objetivo de determinar el porcentaje de recuperación de los mismos (Noa y col., 2001).

El porcentaje de recuperación promedio obtenido fue de 87%

Los resultados se expresan en miligramos por kilogramo en base leche (mg/k b.l.).

Figura 3. *Solución detergente*



(FIL/IDF, 1991)

Figura 4. Extracción de materia grasa

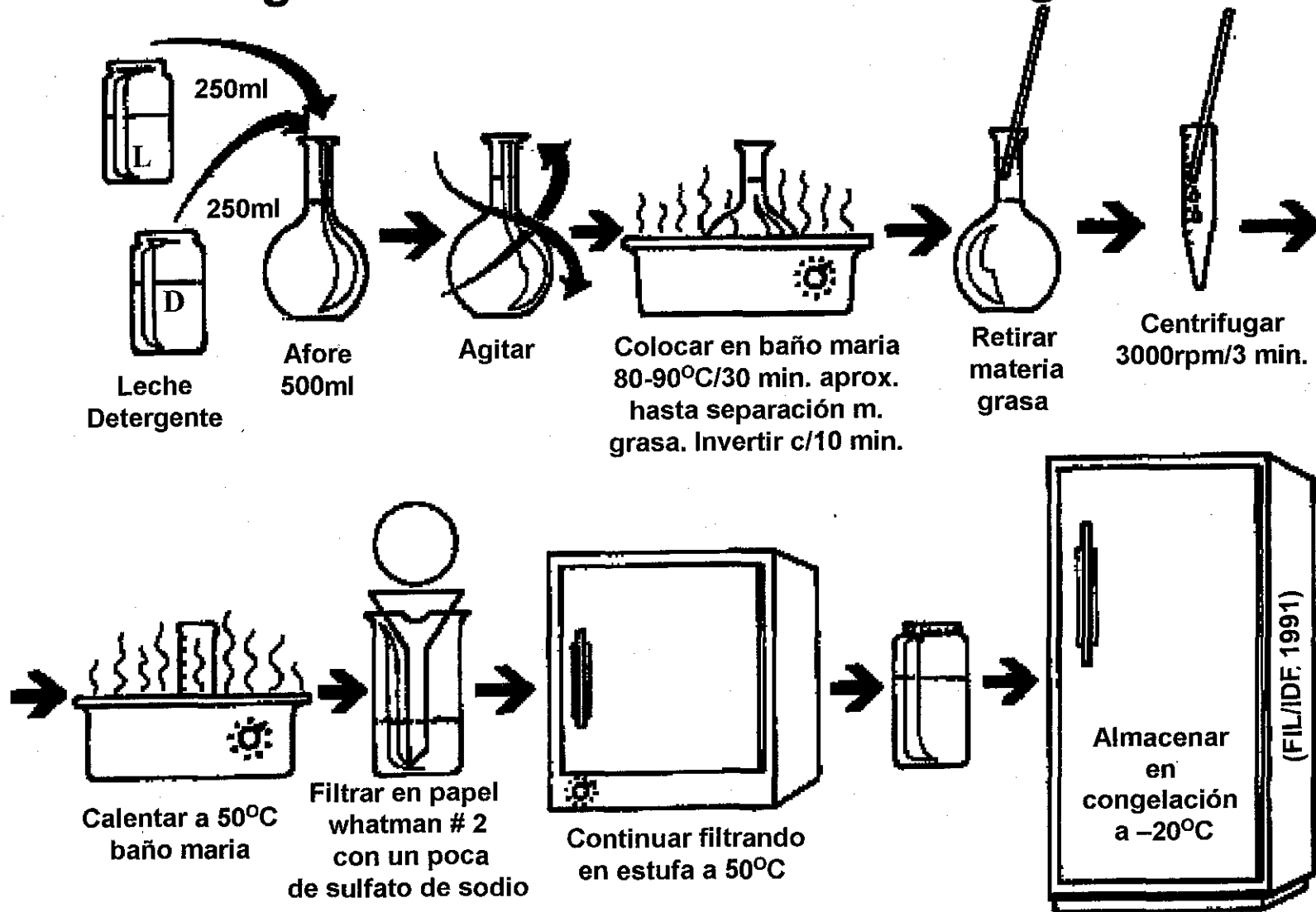
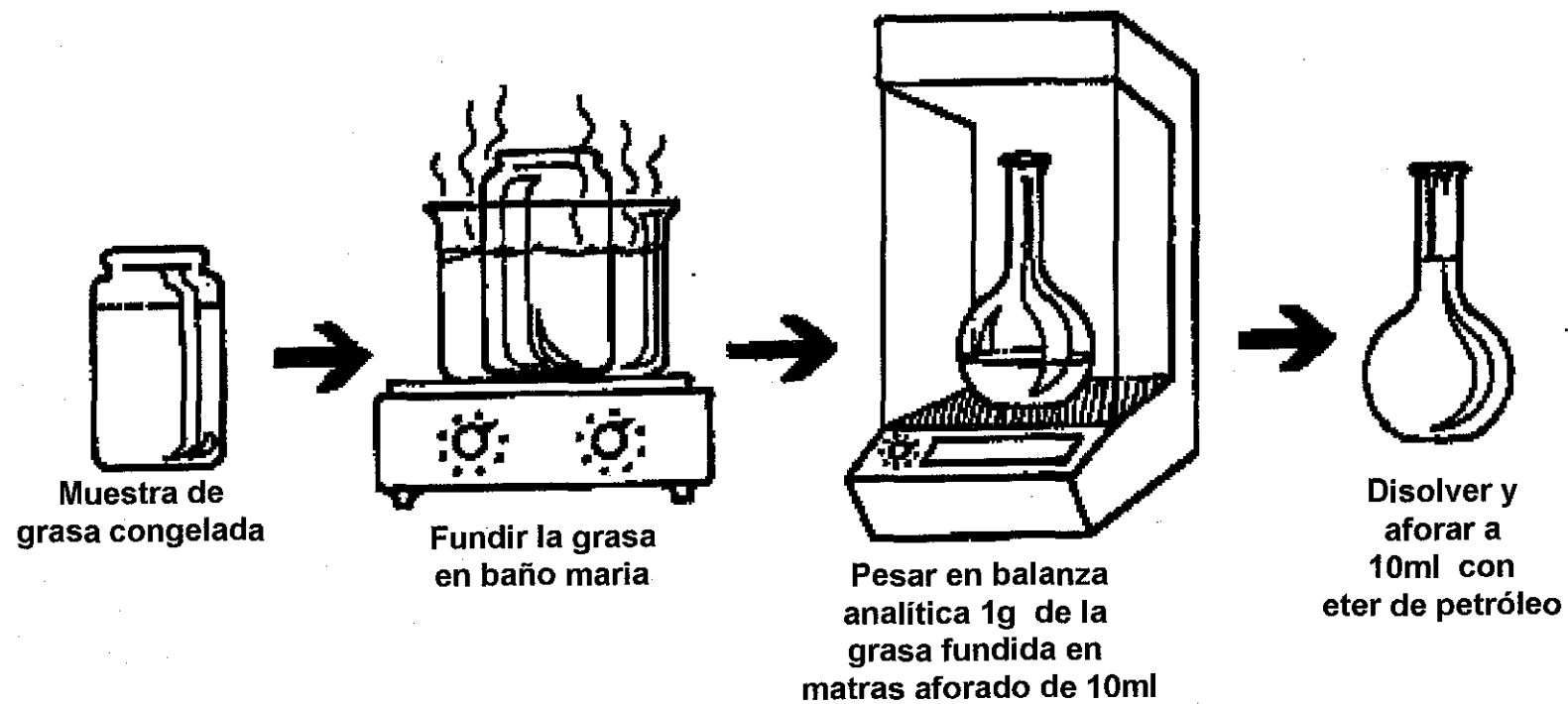


Figura 5. Dilución de la muestra



(FIL/IDF, 1991)

Figura 6. Preparación de la columna de florisil

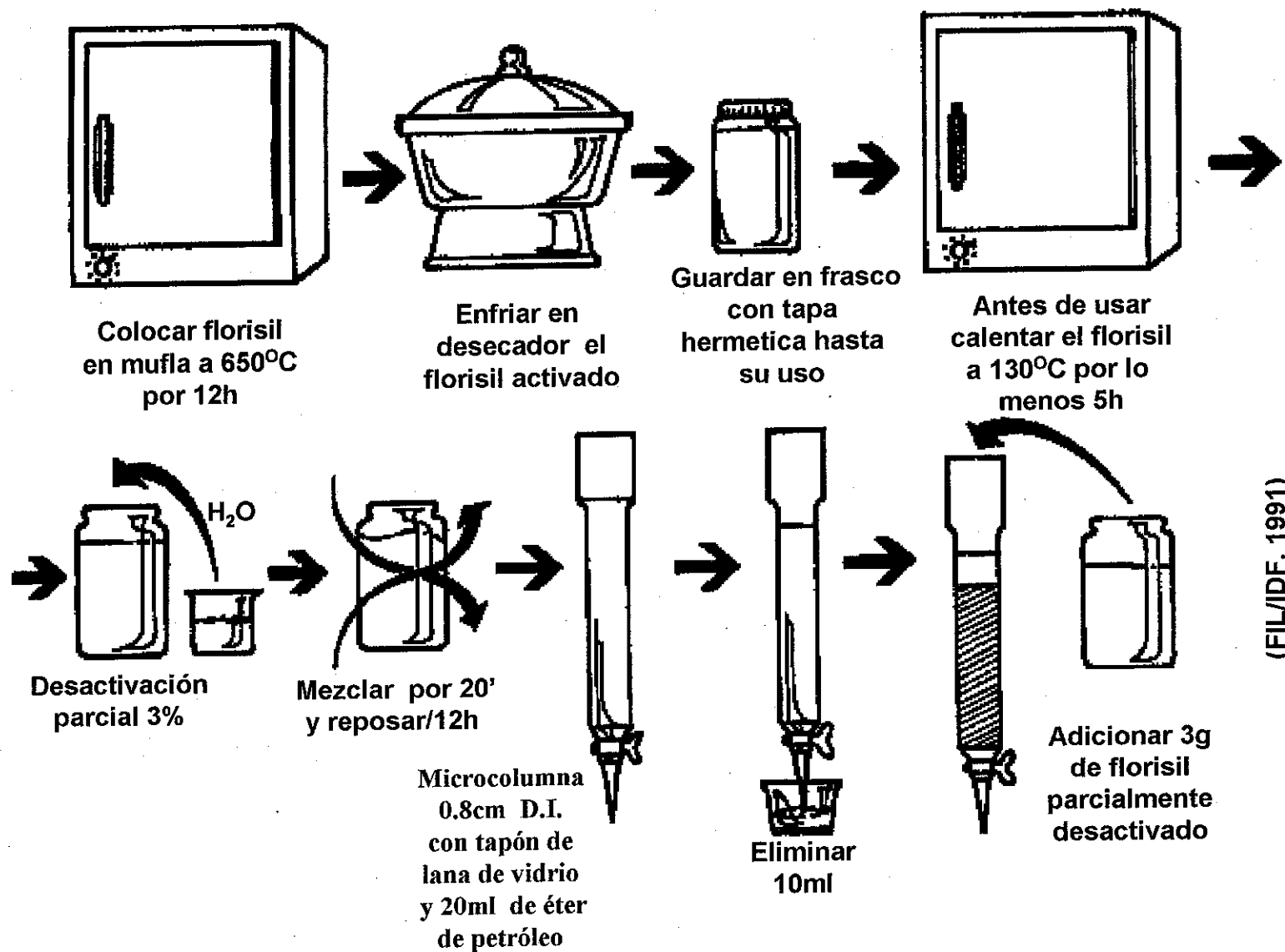


Figura 7. Extracción y purificación de plaguicidas OC

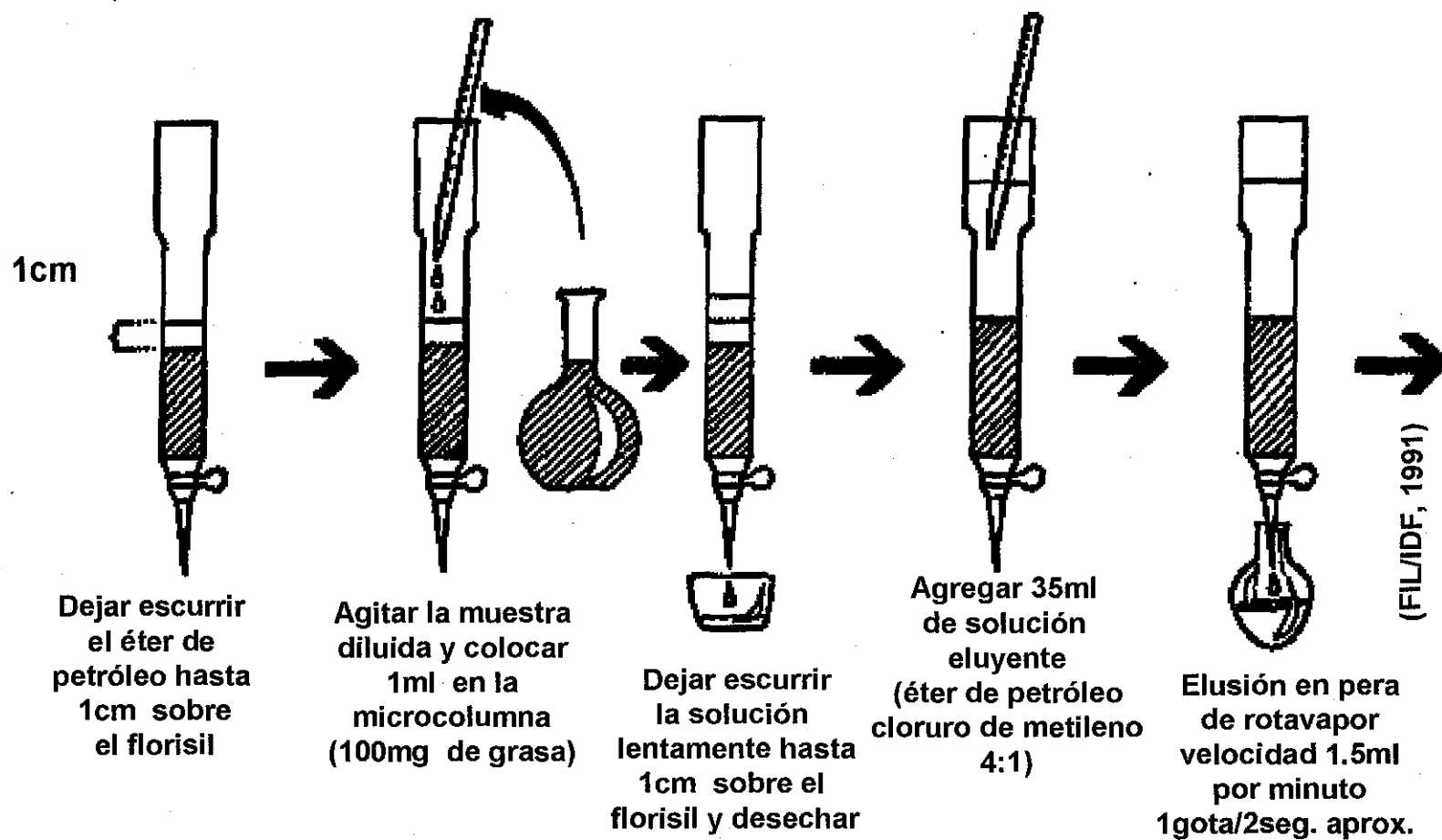
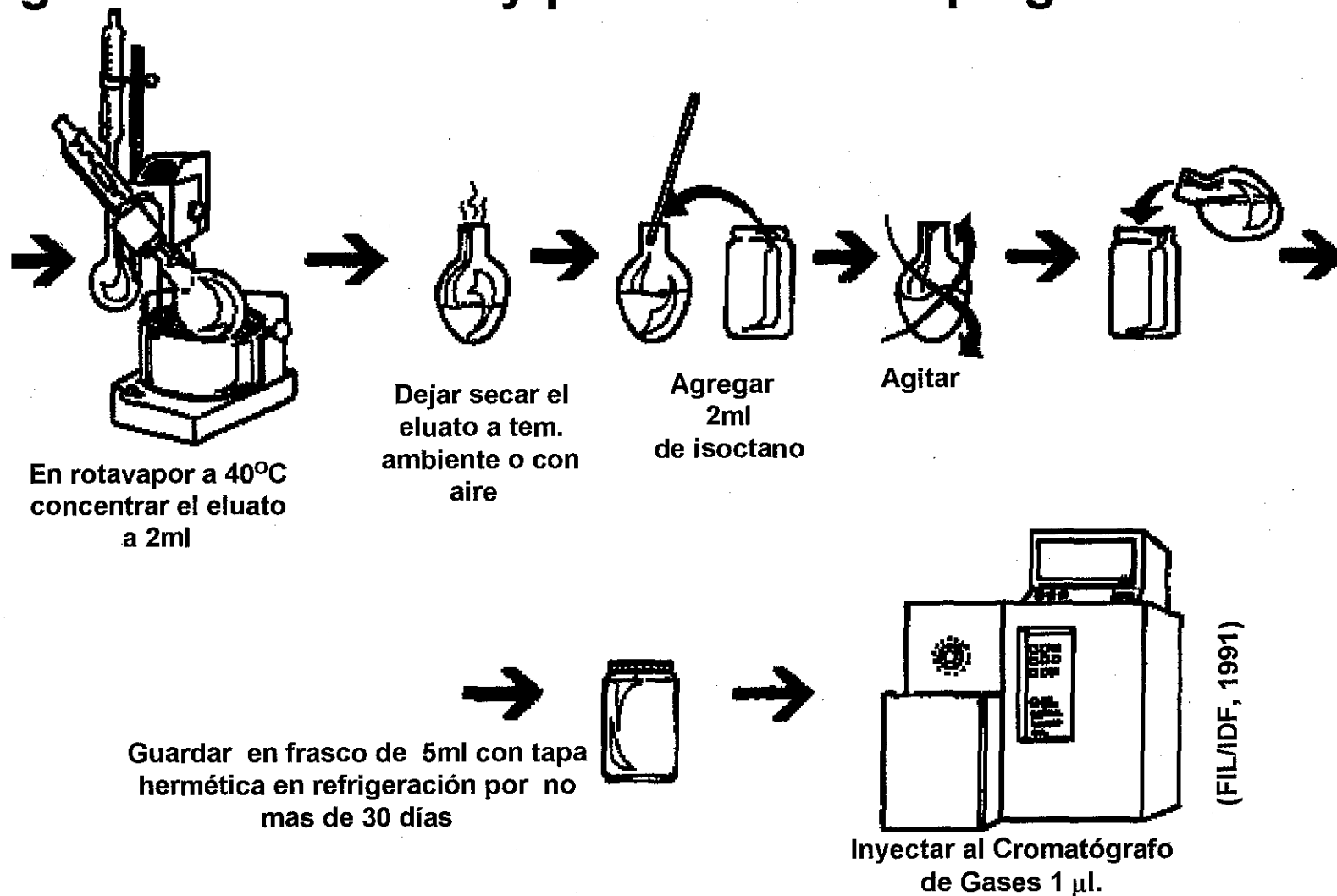


Figura 8. Extracción y purificación de plaguicidas OC



RESULTADOS

LECHE CRUDA.

Todas las muestras analizadas de leche cruda (n=31) resultaron con presencia de al menos un plaguicida. El DDT+metabolitos estuvo presente en la totalidad de las muestras, el Heptacloro+Heptacloro epóxido se encontró en el 96.7%, el Endrin en el 93.6%, el ($\alpha+\beta$)-HCH en el 71 %, el Aldrin+Dieldrin en el 67.7%, y el Lindano en el 48.4 % de estas.

Las concentraciones máximas y mínimas de plaguicidas OC encontradas en las diferentes muestras fueron: ($\alpha+\beta$)-HCH 0.04 y 0.0001 mg/kg b.l., ninguna superó el LMR de 0.1 mg/kg b.l.; Lindano 0.002 y 0.0001 mg/kg b.l., ninguna supero el LMR de 0.01 mg/kg b.l.; Endrin 0.008 y 0.0001 mg/kg b.l., 16 superaron el LMR de 0.0008 mg/kg b.l.; Heptacloro mas Heptacloro epóxido 0.009 y 0.0002 mg/kg. b.l., 2 superaron el LMR de 0.006 mg/kg b.l.; Aldrin mas Dieldrin 0.01 y 0.0001 mg/kg b.l., 2 superaron el LMR de 0.006 mg/kg b.l.; el DDT más metabolitos 0.03 y 0.001 mg/kg b.l., ninguna superó el LMR de 0.05 mg/kg b.l.

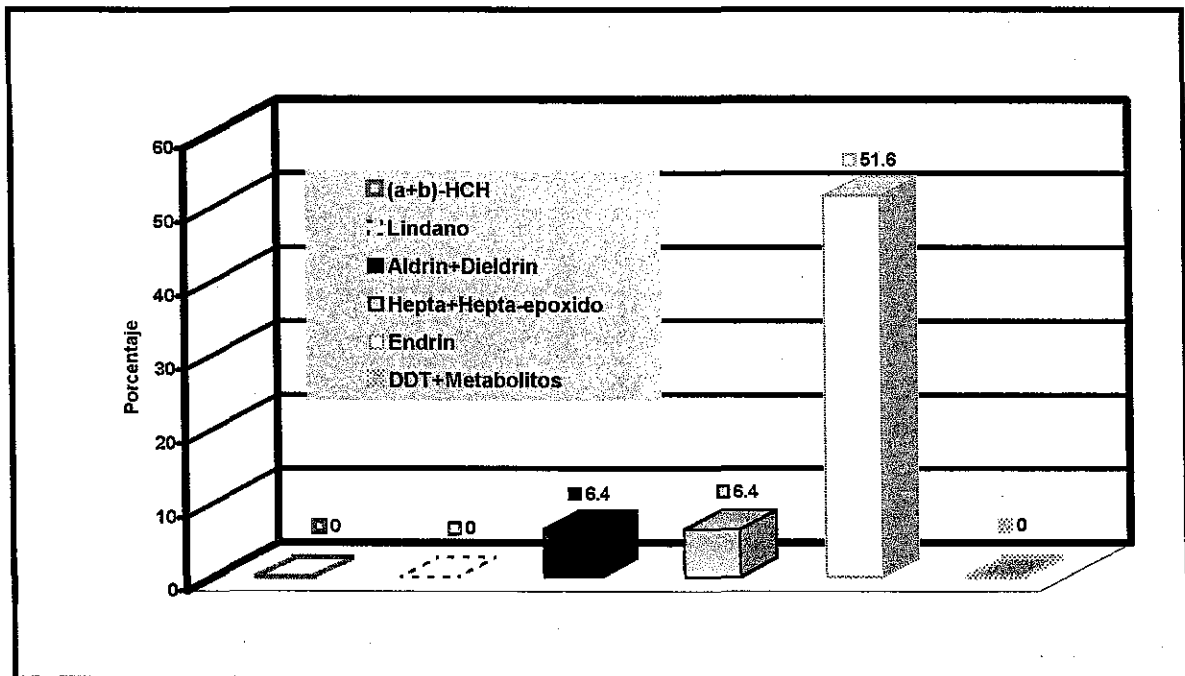
En el cuadro 7 se presentan los niveles medianos por plaguicidas OC encontrados en el total de las muestras, estas cantidades son comparadas con los LMR señalados por la FAO/OMS (1995). Fueron encontrados niveles superiores de residuos de plaguicidas a los estipulados de Aldrin+Dieldrin, Heptacloro+Heptacloro époxido y Endrin, en el mismo se puede observar el porcentaje de muestras que superó el valor del Limite Máximo de Residuo (>LMR) para los plaguicidas investigados (Grafica 1). También se muestra la razón (mediana/LMR): la razón de todos los plaguicidas investigados resulto por debajo de uno y se muestra el porcentaje de muestras con presencia y con concentraciones iguales al LMR. En este cuadro se expresa la suma de α y β -HCH, de Aldrin y Dieldrin, de Heptacloro y Heptacloro epóxido y DDT más metabolitos.

Cuadro 7: Presencia de plaguicidas organoclorados en muestras de leche cruda que es comercializada en la zona metropolitana de Guadalajara Jalisco México. (mg/kg base leche. n = 31).

PLAGUICIDA	LMR ¹ (mg/kg)	% DE MUESTRAS con presencia	% DE MUESTRAS > LMR	% DE MUESTRA = LMR	Mediana	Razón mediana/LMR
(α + β)-HCH ²	0.1	71	0.0	0.0	0.0005	0.005
Lindano	0.01	48.4	0.0	0.0	0.0004	0.04
Aldrin+Dieldrin	0.006	67.7	6.4	0.0	0.0009	0.15
Hepta+Hepta-epoxido	0.006	96.7	6.4	9.7	0.002	0.33
Endrin	0.0008	93.6	51.6	0.0	0.0006	0.75
DDT+Metabolitos	0.05	100	0.0	0.0	0.009	0.18

¹ LMR = Limite Máximo de Residuos. Codex Committee on Pesticide Residues FAO/OMS, 1995.

² Pflanzenschutzmittel-Höchstmengen Verordnung, Alemania. 1999.



Gráfica 1: Porcentaje de muestras de leche cruda (n=31) que se comercializa en la zona metropolitana de Guadalajara Jalisco México con residuos de plaguicidas organoclorados por arriba del LMR.

LECHE PASTEURIZADA.

Todas las muestras analizadas de leche pasteurizada (n=22) resultaron con presencia de al menos un plaguicida de los investigados. Heptacloro más su epóxido se encontró en el 95.5%, DDT+metabolitos en el 90.9%, Endrin en el 86.4%, Aldrin+Dieldrin en el 77.2%, ($\alpha+\beta$)-HCH en el 63.6 % y el Lindano en el 54.5% de estas.

Las concentraciones máximas y mínimas de plaguicidas OC encontradas en las diferentes muestras fueron: ($\alpha+\beta$)-HCH 0.01 y 0.0001 mg/kg b.l., ninguna superó el LMR de 0.1 mg/kg b.l.; Lindano 0.01 y 0.0001 mg/kg b.l., ninguna superó el LMR de 0.01 mg/kg b.l. y 1 resultado igual al LMR; Endrin 0.02 y 0.0001 mg/kg b.l., 11 superaron el LMR de 0.0008 mg/kg b.l.; Heptacloro mas Heptacloro epóxido 0.05 y 0.0001 mg/kg b.l., 6 superaron el LMR de 0.006 mg/kg b.l.; Aldrin mas Dieldrin 0.01 y 0.0001 mg/kg b.l., 1 supero el LMR de 0.006 mg/kg b.l.; el DDT más metabolitos 0.08 y 0.0006 mg/kg b.l., de estas muestras superaron el LMR de 0.05 mg/kg b.l. solo una.

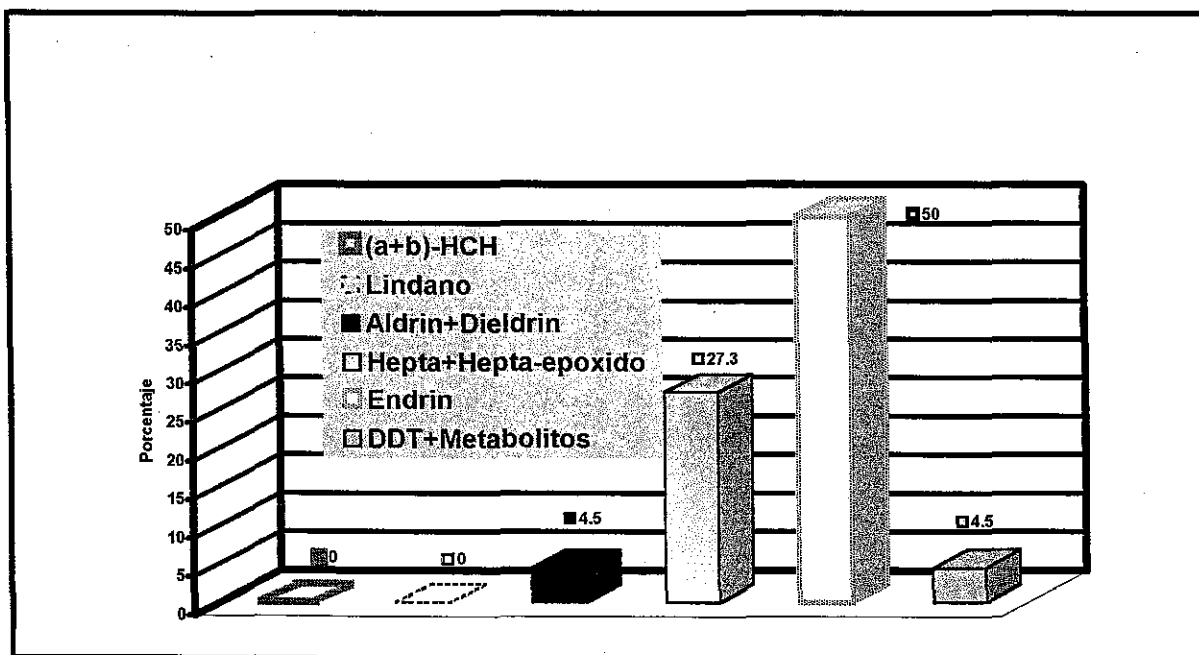
En el cuadro 8 se presentan los niveles medianos por plaguicidas OC encontrados en el total de las muestras, estas cantidades son comparadas con los LMR señalados por la FAO/OMS (1996). Fueron encontrados niveles superiores de residuos de plaguicidas a los estipulados de Aldrin+Dieldrin, Heptacloro+Heptacloro epóxido, Endrin y DDT+metabolitos, se puede observar el porcentaje de muestras que superó el valor del Limite Máximo de Residuo permitido ($>$ LMR) para los plaguicidas investigados (Grafica 2). Asimismo, se muestra la razón (mediana/LMR) encontrada: solo el Endrin superó 1.25 veces la razón, la razón del resto de los plaguicidas investigados se encontró por debajo de 1 también se muestra el porcentaje de muestras con presencia y con concentraciones iguales al LMR. En este cuadro se expresa la suma de α y β -HCH, de Aldrin y Dieldrin, de Heptacloro y Heptacloro epóxido y DDT más metabolitos.

Cuadro 8: Presencia de plaguicidas organoclorados en muestras de leche pasteurizada entera comercializada en la zona metropolitana de Guadalajara Jalisco México. (mg/kg base leche. n = 22).

PLAGUICIDA	LMR ¹ (mg/kg)	% DE MUESTRAS con presencia	% DE MUESTRAS > LMR	% DE MUESTRA = LMR	Mediana	Razón (mediana/LM)
(α + β)-HCH ²	0.1	63.6	0.0	0.0	0.002	0.02
Lindano	0.01	54.5	0.0	4.5	0.0005	0.5
Aldrin+Dieldrin	0.006	86.4	4.5	0.0	0.001	0.17
Hepta+Hepta-epoxido	0.006	95.5	27.3	0.0	0.003	0.5
Endrin	0.0008	77.2	50.0	0.0	0.001	1.25
DDT+Metabolitos	0.05	90.9	4.5	0.0	0.009	0.18

¹ LMR = Limite Máximo de Residuos. Codex Committee on Pesticide Residues FAO/OMS, 1995.

² Pflanzenschutzmittel-Höchstmgren Verordnung, 1999.



Grafica 2: Porcentaje de muestras de leche pasteurizada entera (n=22) que se comercializa en la zona metropolitana de Guadalajara Jalisco México con residuos de plaguicidas organoclorados por arriba del LMR.

DISCUSIÓN

Alfa mas Beta de hexaclorociclohexano ($\alpha + \beta$)- HCH. Estos isómeros se encontraron en el leche cruda (71%) y pasteurizada (63.6%) en concentraciones que no rebasaron el LMR establecido de 0.1 mg/kg b.l.; En estudios similares realizados en el país, Prado y col., (1998), encontraron en leche pasteurizada de la ciudad de México D.F. un 56% de muestras con presencia de estos isómeros mas en este caso fue superado en el 47.9% de las muestras el LMR estipulado con un promedio de 0.22 μ /g b.g.; En el estado de Veracruz, Waliszewski y col., (1997^a), encontraron estos isómeros en leche con un nivel medio de 0.257 μ /g b.g., superando en ambos casos 2.21 y 2.57 veces respectivamente el limite establecido. Kalra y col., (1999), en la India encontraron estos plaguicidas en leche en concentraciones violatorias.

El HCH técnico esta compuesto aproximadamente por 60-70% del isómero alfa, 5-12% del isómero beta y 10-15% del isómero gamma (lindano) este ultimo es usado en las explotaciones ganaderas para el control de ectoparásitos e insectos y en la agricultura se utiliza para tratar semillas y el control de plagas en el suelo (Simental C., 1986; Pinto y col., 1990°).

El HCH técnico se encuentra restringido para su uso en el país, solo podrá ser adquirido, manejado y aplicado bajo la responsabilidad de un técnico autorizado por el gobierno federal.

Probablemente el plaguicida HCH técnico se esta usando debido a su bajo costo en comparación con el lindano o se esta comercializando lindano contaminado con isómeros α y β de HCH, y al escaso y deficiente control oficial sobre la comercialización y uso de plaguicidas.

La fuente de estos plaguicidas para el ganado lechero puede estar mayormente en el forraje que consumen.

Lindano (γ -HCH). Este plaguicida estuvo presente en leche cruda en el 48.4% y en leche pasteurizada en el 54.5% de las muestras, sin superar el LMR establecido de 0.01 mg/kg b.l., coincidiendo con Prado y col., (1998), que encontraron residuos de este plaguicida en el 51% de las muestras de leche estudiadas en México D.F. presentando un valor promedio inferior al LMR, mientras que Waliszewski y col.,

(1997^a), en el estado de Veracruz lo encontraron como principal contribuyente del HCH técnico en muestras de leche. Kalra y col., (1999), en la India encontraron este plaguicida en leche en el 37% de las muestras, mientras Niewiadows y col., (1995) lo encontraron en el 60% de las muestras de leche recolectadas en Polonia haciendo la observación que en 20 años disminuyó la concentración 10 veces. Hura y col., (1999), encontró el lindano en el 100% de muestras de leche recolectada en Rumania Oriental

La aplicación de lindano directamente sobre los animales es probablemente la fuente más importante de contaminación de la leche (Heeschen y Blüthgen, 1979; Pinto y col., 1990^b).

El lindano no presenta niveles violatorios en la leche que se comercializa en la zona metropolitana de Guadalajara Jalisco México desde el punto de vista de la FAO/OMS, (1995).

El Lindano, a pesar de su carácter residual ha demostrado una evidente eficacia plaguicida. El criterio general de sustituir en lo posible organoclorados a favor de organofosforados como plaguicidas, debido a que estos últimos son menos persistentes y por tanto más aceptables desde la perspectiva ecológica, no justifica su uso irrestringido.

El control oficial del Lindano debe orientarse al grado de pureza de los preparados autorizados para evitar en lo posible la presencia innecesaria de isómeros α y β del HCH, que tienen limitada efectividad insecticida y que por el contrario contaminan innecesariamente el ambiente.

Aldrin más *Dieldrin*. De estos plaguicidas ciclodiénicos clorados se encontraron residuos en leche cruda en el 67.7% y en pasteurizada en el 86.4% de las muestras. La concentración mediana no superó el LMR establecido de 0.006 mg/kg. b.l., coincidiendo con el estudio realizado sobre muestras de leche pasteurizada en la ciudad de México D.F. por Prado y col., (1998), en el porcentaje (85.4) de muestras con presencia de estos plaguicidas, más en este estudio el valor promedio superó el LMR en 1.67 veces, mientras que Waliszewski y col., (1997^a), no consideraron estos plaguicidas en un estudio similar al presente, realizado en el estado de Veracruz.

El aldrin es estable a altas temperaturas (>200 °C); es transformado en dieldrin por los organismos vivos. La degradación de estos plaguicidas se ha estimado en 14 y 6 años respectivamente (Greenhalgh, 1978; Pinto y col., 1990^b), en el país estos están clasificados como prohibidos para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso, pero anterior a esto fueron usados extensamente y tal vez se siguen usando en cultivos de sorgo, maíz, y cereales en general así como para tratar semillas, el aldrin se uso para controlar plagas de; babosas, caracoles, chapulines, diabroticas, gusanos de alambre, gusanos trasadores, hormigas, termitas y muchos tipos de insectos del suelo mientras que el dieldrin fue usado para controlar cucarachas, hormigas y mosquitos (Simental, 1985; Pinto y col., 1990^b).

Al parecer el alto poder residual y el uso extensivo seria la causa principal de su presencia en la leche analizada puesto que no fue recomendado para ser usado directamente en el ganado bovino.

El *heptacloro mas su epóxido* se encontró en un 96.7% y 96.5% de muestras de leche cruda y pasteurizada respectivamente y aunque el 6.4% y el 27.3% de las muestra de leche cruda y pasteurizada en el mismo orden superaron el LMR establecido de 0.006 mg/kg b.l. el valor medio no rebaso ni una vez el LMR, el porcentaje (23.9) de muestras de leche pasteurizada que superaron el LMR en el estudio realizado por Prado y col., (1998), en la ciudad de México D.F. fueron similares aunque en esta ocasión el valor medio rebasó una vez el LMR. Maitre y col., (1994), encontraron el heptacloro y su epóxido en el 98% de las muestras de leche recolectadas en Argentina, sin rebasar el LMR.

El heptacloro no es considerado en ni una de las categorías establecidas (Registrado, Restringido y Prohibido) en el catalogo oficial de plaguicidas (1998) editado por la CICOPLAFEST, por lo tanto debe considerarse como prohibido para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en México.

El heptacloro se ha empleado principalmente para tratar el suelo y protección de semillas así como para el control de chapulines, gusano de alambre, hormigas, picudos y trazadores , es muy persistente (Simental, 1985; Pinto y col., 1990^b).

Tal vez la presencia de este plaguicida en las muestras de leche estudiadas se deba a que se utiliza en la producción de materia prima (semillas, granos y cultivos) que son empleados posteriormente en la elaboración de concentrados para el ganado bovino lechero.

Endrin, este plaguicida fue el que presentó el más alto nivel en muestras de leche cruda (51.6) y pasteurizada (50) con niveles violatorios al LMR establecido de 0.0008 mg/kg b.l. aunque en leche cruda el valor medio no rebasó el LMR, pero en leche pasteurizada lo rebasó 1.25 veces, caso contrario sucedió en el estudio realizado por Prado y col., (1998), en México D.F. en muestras de leche pasteurizada, aunque el porcentaje fue más bajo (38.5) de muestras con presencia de endrin, casi el 100% de las mismas (37.5) resultó con concentraciones superiores al LMR y su valor promedio superó 2.7 veces el LMR. Pinto y col., (1990) en Chile determinó endrin en el 14.6% de muestras de leche bovina a una concentración promedio de 0.013 partes por millón. Romero y col., (2000), encontró el endrin en el 20% de muestras de leche materna recolectada en Nicaragua y solo el 5.9% rebasó el LMR.

El endrin puede ser usado para proteger el sorgo, trigo, maíz, cebada, algodón, de plagas como el gusano bellotero, picudo del algodón aplicado en el follaje y en general en forma de cebo (Simental, 1985; Pinto y col., 1990^o), ingredientes que pueden constituir parte del alimento para el ganado bovino lechero y de esta manera llegar los residuos a la leche, en México el endrin está catalogado como prohibido por lo que se sospecha que puede estar siendo usado ilegalmente en los cultivos antes mencionados.

DDT más metabolitos; El mayor porcentaje (100 y 90.9) de muestras con presencia de residuos fue para este plaguicida en leche cruda y pasteurizada respectivamente, el valor medio no rebasó el LMR establecido de 0.05 mg/kg b.l. en ninguna ocasión en ambos tipos de leche, en el caso del estudio realizado en el D.F. por Prado y col., 1998, el porcentaje de muestras que resultaron con presencia de DDT + metabolitos fue de 45.8 de las cuales ninguna rebasó el LMR establecido, sucediendo lo mismo con el valor promedio. Waliszewski y col., (1997^a), encontró que las concentraciones

de este plaguicida fueron mayores dependiendo de la época del año (febrero 0.142 mg/kg b.g., junio 0.144 mg/kg b.g., septiembre 0.158 mg/kg b.g., y octubre 0.156 mg/kg b.g.) las concentraciones subían conforme a la intensidad de uso del DDT para el control del mosquito vector de la malaria, estas concentraciones eran comparables a aquellas informadas en otros países. Wong y Lee, (1997) realizaron un estudio para buscar DDT en muestras de leche recolectadas en Hong Kong durante el periodo de 1993-1995 y reportan concentraciones mayores que en 1984-1987, los resultados de los primeros tres estudios indican que la situación en cuanto al DDT es aceptable respecto a la salud pública en México.

Los residuos de DDT y sus metabolitos merecen consideración aparte, mientras en países industrializados comienza a declinar su uso a principios de la década de los sesenta, debido a las restricciones cada vez mayores y por sus efectos tóxicos, en México por razones de cuestionable análisis costo-beneficio, se siguen empleando en programas oficiales de control de vectores para enfermedades de importante prevalencia (Paludismo, Dengue).

Mientras en países que proscribieron el uso de DDT desde 1973, dado su carácter residual y persistencia se encuentran aun residuos en concentraciones altas (Simonich, 1995) del plaguicida original como del resultado de su transformación (p,p'-DDE, p,p'-DDD y p,p'-DDT), es de esperar que en México donde aun se usa restringidamente se detecten concentraciones mas altas en zonas donde se usa ampliamente en el control de vectores. Los metabolitos de DDT dado que conservan efectos biológicos detrimentales, con fines regulatorios se suman todos al compuesto original y se reportan como concentración del compuesto parental.

En México el sistema de regulación y control en materia de calidad e inocuidad de alimentos es sumamente ineficiente, prevalece un problema estructural que divide artificialmente competencias al menos entre dos secretarías de Estado, Secretaría de Salud (SS) y Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentos (SAGARPA), además de Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), donde las acciones oficiales no están claramente delimitadas, que

contrasta radicalmente con la lógica conceptual y evidentemente con los sistemas existentes en países desarrollados.

El control de residuos tóxicos en alimentos es un claro ejemplo de esta situación, independientemente de su obsolescencia, existe una Norma Oficial Mexicana (NOM-004-ZOO-1994) Control de Residuos Tóxicos en Carne, Grasa, Hígado, y Riñón de Bovinos, Equinos, Porcinos, y Ovinos, que compete su vigilancia a SAGARPA, porque claramente la intención es la exportación de carne. No existe un NOM equivalente para leche y productos lácteos, puesto que somos importadores.

En la NOM-091-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Leche Pasteurizada de Vaca. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias, cuya observancia se adscribe a la SS se indican límites máximos de: Microorganismos (bacterias), Metales Pesados o Metaloides, Aditivos para Alimentos (Acidurantes, Alcalinizantes o Reguladores de pH, Emulsivos, Estabilizadores, Colorantes, Saborizantes, Edulcorantes y Conservadores), pero no existen en México, a pesar de recomendaciones internacionales emitidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), límites máximos de residuos para: α y β HCH, Lindano, Aldrín, Dieldrín, Heptacloro y su epóxido, Endrin, DDT y sus metabolitos en leche, para el análisis de los resultados de este trabajo fue necesario recurrir a las normas del Codex Alimentarius (FAO/OMS, 1995).

Los plaguicidas empleados en México se ubican en diferentes categorías, sobresalen dos grandes grupos organoclorados y organofosforados, además de carbamatos, piretroides, de cobre, tiocarbamatos, carboximidias entre otras.

La diferencia fundamental entre las dos primeras es su carácter tóxico, mientras los organofosforados exhiben mayor toxicidad aguda, debido al bloqueo de la colinesterasa que se manifiesta por un cuadro colinérgico agudo, representando prácticamente la mayoría, si no la totalidad de la casuística en toxicología laboral por plaguicidas, en los organoclorados la toxicidad crónica o remota es la de mayor

atención. Para producir toxicidad aguda requieren elevadas dosis que en condiciones usuales de uso, difícilmente se dan.

La evaluación de los efectos tóxicos crónicos en la población dado el carácter multicausal del proceso salud enfermedad y las múltiples variables involucradas en el efecto nocivo, es difícil; pero no se pueden descartar, con el conocimiento científico actual, el empleo de la investigación toxicológica básica, basada en la investigación con animales de laboratorio y sistemas submamíferos. El consenso científico internacional (OMS) a este respecto es determinante.

En estudios realizados en México y otros países en diferentes años (1975 - 2000), para determinar el grado de contaminación de leche de vaca, leche materna, tejido adiposo humano y dieta total con residuos de plaguicidas Organoclorados, se encontró que en el 100% de los estudios consultados se reportaron residuos de DDT + metabolitos, en un 62.7% residuos de HCH, en un 54.9% residuos de Lindano, en un 41.1% residuos de Aldrín + Dieldrín, en un 23.5% residuos de Heptacloro + heptacloro epóxido y en el 11.7% residuos de Endrin. Estos en diferentes concentraciones (tabla 6), lo cual indica que estos residuos son un serio problema internacional de salud pública.

CONCLUSIONES

- 1.- Los residuos de plaguicidas organoclorados detectados en leche que se consume en la zona metropolitana de Guadalajara indican que la población probablemente esta siendo expuesta a ellos a través de este alimento, constituyendo particularmente un riesgo la presencia de Aldrin-Dieldrin, Heptacloro y Endrin que rebasaron los limites máximos de residuos fijados por la OMS.
- 2.- Los plaguicidas que no rebasaron el LMR tanto en leche cruda como pasteurizada en las muestras estudiadas son Lindano, DDT y ($\alpha+\beta$)-HCH, no obstante se debe prestar atención a estos compuestos pues aunque se encuentran por debajo del limite máximo de residuos se comprobó su presencia en el 50.9, 96.2 y 67.9 % del total de las muestras respectivamente y no se puede descartar científicamente un posible efecto aditivo o sinérgico de concentraciones bajas de varios plaguicidas presentes simultáneamente en la leche. Además es importante enfatizar que dado el factor de acumulación adicional, se esperan mayores concentraciones en leche materna.
- 3.- El problema mayor lo representa el Endrin al presentar el 50.94 % del total de muestras (n=53) con concentraciones violatorias. Es necesario investigar la fuentes y formas en que el compuesto ingresa a la cadena alimenticia contaminando la leche. Para de esta forma instaurar los controles correspondientes.
- 4.- El Heptacloro+Heptacloro epóxido, estuvo presente en un 15.68% de muestras con concentraciones violatorias, la presencia de este plaguicida en la leche puede deberse al abuso en el uso del clordano el cual esta constituido técnicamente por 20% del isómero alfa, 40% del gamma, 10 % de heptacloro y el resto por diversos compuestos clorados no identificados, el clordano esta permitido para su uso en México, se debe tener la capacidad para detectar aquellos usuarios que no cumplen apropiadamente con los usos y procedimientos autorizados en su registro y solicitud.

5.- El Aldrin y Dieldrin se encontraron en concentraciones violatorias en el 7.89 % de las muestras, este plaguicida fue catalogado como prohibido en México desde el 3 de enero de 1991, en el caso de que realmente se hallan dejado de usar no ha transcurrido el tiempo suficiente para que desaparezca del medio ambiente que es de 20 años.

6.- Las deficiencias regulatorias en México , relacionadas con la inexistencia de LMR de plaguicidas fijados legalmente para leche y otros alimentos favorece su uso indiscriminado. Es urgente fijar concentraciones máximas permitidas e instrumentar un control oficial al respecto.

7.- Los residuos de plaguicidas organoclorados en leche son un problema de salud publica que debe ser abordado para su solución por productores, comercializadores, autoridades y consumidores en conjunto, con el propósito de garantizar la salud de las futuras generaciones.

8.- Se deben implementar a nivel nacional, estudios de monitoreo de plaguicidas en la dieta total, para de esta forma poder determinar el grado de exposición del mexicano a estos.

BIBLIOGRAFÍA

Albert, L., 1990. **Los plaguicidas, el ambiente y la salud.** Centro de Ecodesarrollo, México, D.F. 99 – 120.

Albert, L., 1996. **Persistent pesticides in México,** Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 147: 1 – 42.

Albert, L., 1999. **La investigación sobre plaguicidas en México, situación actual y perspectivas,** III Congreso Mexicano de Toxicología. 3, 4 y 5 de noviembre, Ciudad Obregón, Sonora, México. 13 -14.

Albert, L., F. Méndez., M. Cebrián, A. Portales, 1980. **Organochlorine pesticide residuals in human fatty tissue in México: the results of a preliminary study in three mexican cities,** Arch, Environ, Health, 35(5): 262-269.

Albert, L., J. Rendón, 1988. **Contaminación por compuestos organoclorados en algunos alimentos procedentes de una región de México.** Rev. Saúde Púbcial., (S. Paulo) 2(6): 500-506.

Albert, L., P. Vega., A. Portales, 1981. **Organochlorine pesticide residuals in human samples of milk of the comarca lagunera México 1976,** Pestic Moint J. 15(3): 135-138.

Alpuche, L., 1991. **Plaguicidas organoclorados y medio ambiente.** Ciencia y Desarrollo, Vol. XVI, Num. 96: 45 – 55.

Al-Salehyo., UN. Echeverria-Quevedo., S. Al-Dgaiter, 1998. **The residual evens of insecticides of the organochlorinated in chest milk: a preliminary report of Al-Kharj, Saudi Arabia.** J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. 17(1): 37-50.

Arias, V. J. A., D. R. Companioni, C. G. Dierkmeier, B. C. Riera, C. N. Cabrera, 1990. **Plaguicidas organoclorados, serie vigilancia 9.** Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 5-8.

Atuma, S.S., L. Hansson, H. Johnsson, S. Slorach, C.A. de Ingenio, G. Lindstrom, 1998. **The organochlorine pesticide, biphenyls of the polychlorinated and dioxins in the Swedish mothers' human milk.** Food Addit Contam 15(2): 142-150.

Bowen, J. 1984. **Plaguicidas ¡cuidado con los residuos!.** Rev, Agricultura de las Américas, 33, No 3: 10-13.

Cámara, V., G. Corey, 1995. **Vigilancia epidemiológica relacionada con sustancias de uso prohibido en agricultura.** Boletín de la oficina Sanitaria Panamericana, 119, (2): 135 – 139.

Casarett and Doull's, 1991. **Toxicology (The Basic Science of Poisons)** Ed. McGraw-HILL, Inc. 572-580.

Chen, J., J. Gao, 1993. **The Chinese total diet study in 1990. Part I. Chemical Contaminants.** J.A.O.A.C. Int. 76(6): 1193 -1205.

Chikuni, O., C.F. Nhachi, N.Z. Nyazema, U.N. Polder, Y.O. Nafstad, Skaare, 1997. **The valuation of pollution mediambiental for PCBs, DDT and their metabolites that use mothers' from Zimbabwe human milk.** Sci Total Environ. 199(1-2): 183-190.

Chikuni, O., J.U. Skare, N. Nyazema, U.N. Polder, 1991. **The residuals of pesticides of the organochlorine in mothers' that live in the area of Harare bigger than Zimbabwe human milk.** Cent. Afr. J. Med. 37(5): 136-141.

CICOPLAFEST, 1998. **Catálogo Oficial de plaguicidas**. Secretaria de Agricultura, Ganadería y desarrollo Rural, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud y Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México D.F.

Codex, 1995. Committee on Pesticide Residues. **Limites máximos del codex para residuos de plaguicidas**. Vol. XIII: XX – XXIII.

Coscolla, R., 1993. **Residuos de plaguicidas en alimentos vegetales**. Ed. Mundi prensa; 25-27.

De Campos, M., A.E. Olszyna-Marzys, 1979. **The contamination of human milk with pesticides tried with chlorine in Guatemala and the Salvador**. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 8(1): 43-58.

Di Muccio, U.N., M. Rizzica, U.N. Ausili, Y.O. Camoni, R. Dommarco, Vergori, 1988. **Selective, I summarize of the in-column of residuals of pesticide of organochlorine of milk**. J. Chromatogr. 456(1): 143-148.

Dorea, J.G., C.A. de Granja, M.L. Romero, 1997. **Changes pregnancy-related in the mass of fat and total DDT in milk of the chest and the maternal fatty fabric**. Ana. Nutr. Metab. 41(4): 250-254.

Dwarka, S., D.J. Harrison, R.A. Hoodless, R.E.F. el Césped, G.H. Merson, 1995. **Organochlorine composes residuals in human milk in the United Kingdom 1989-1991**. Hum. Exp. Toxicol. 14(5): 451-455.

Elvia, L.F., H.D. Sioban, H.P. Bernardo, C.S. Carrillo, 2000. **Organochlorine pesticide exhibition in rural areas and unban in México**. J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol. 10(4): 394-399.

Fernicola, N.A.G.G., 1985. **Toxicología de los insecticidas organoclorados.** Bol. Of. San. Panam. Washington, D.C. 10 – 18.

FIL/IDF, (Federación Internacional de la Leche), 1991. Standar 75C. **Milk and Milk products: Recommend Method for Determination of organochlorine Compounds (pesticide).** Brussels, Belgium.

FIL/IDF, (Federación Internacional de la Leche), 1997. **Monograph on Residues and Contaminants in Milk and Milk products.** Special ISSUE 9701: 54 – 64.

Finkelman, J., G. Corey, R. Calderon, 1993. **Enviromental Epidemiology a Project for latin America and the Caribbean.** Pan American Center for Human Ecology and Health, Environmental Protection Agency, International Programe on Chemical Safety, Global Environmental Epiddemiology Network: 149-201.

Food and Drug Administration (FDA), 1999. **U.S. Pesticide residue monitoring program.** J. of A.O.A.C. International. 82(3): 612 - 624.

Gladen, B.C., S.C. Monaghan, E.M. Lukyanova, O.P. Hulchiy, Z.A. Shkyryak-Nyzhnyk, J.L. Sericano, 1999. **Organochlorines in milk of the chest of two cities in Ukraine.** Salud de Environ Perpect. 107(6): 459-462.

Greenhalgh, R., 1978. **Commission on terminal pesticide residues.** Journal Assoc. Offic. Agr. Chemists. 61: 841-865.

Harris, C.A., S. O'Hagan, G.H. Mersonn, 1999. **Organochlorine pesticide residuals in human milk in the United Kingdom 1997- 8.** Zumbe Exp Toxicol. 18(10): 602-606.

Hashemy-Tonkabony, S.E., F. Fateminassab, 1977. **Pesticide residuals tried with chlorine in mothers' of the Iranian nursing milk.** J. Dairy Sci. 60(12): 1858-1860.

Heeschen, W., A. Blüthgen, 1979. **HCH (Hexachlorocyclohexane) residues en milk,** Milchpraxis 17: p. 80-81. En: Dairy Science Abstracts, 1981 43(8285).

Hooper, K., M.X. Petreas, J. Ella, P. Visita, J. Winkler, M. McKinney, M. Mok, J. Garcha, M. Lagalla, R.D. Stephens, G. Semenova, T. Sharmanov, T. Chuvakova, 1997. **The analysis of milk of the chest to evaluate exhibition to the contaminants tried with chlorine in Kazakstan: PCBs and pesticides of the organochlorine in Kazakstan of the south.** Health of Eviron Perspect 105(11): 1250-1254.

Hura, C., M. Leanca, L. Rusu, B.A. Hura, 1999. **Take a risk pollution valuation with pesticides in comfortable in the áea of Oriental Rumania (1996-1997).** Toxicol Lett. 107(1-3): 103-107.

IHOBE, 1999. **Sociedad Publica de Gestion Ambiental S.A. Planta de Tratamiento de HCH puro.** Disponible en: <http://www.ihobe.es/Infraestructuras/HCH/hch/htm>. Acceso el 23 enero 2000.

INEGI, 1991. Estados Unidos Mexicanos **Panorama Agropecuaria VII Censo Agropecuario.** 73 – 91.

Jahn, F., U.N. Miebs, E. Kirs, V. Hesse, G. Ronnefarth, 1991. **The contamination of milk of the chest con organochlorine composes compared with the cow milk and the products of milk selected in the new federal districts.** Kinderarztl Prax. 59(30): 68-76.

Kalra, R.L., H. Kaur, S. Sharma, S.K. Kapoor, S.S. Chakraborty, R.B. Kshirasagar, R.C. Vaidya, R.B. Sagade, S.B. Shirolkar, T.S. Dikshith, R.B. Raizada, M.K. Srivastava, V. Singh, K.V. Nagarja, K.M. de Appaiah, M.A. Srinivasa, M.U. Rani, S.N. Rao, G.S. Toteja, J. Dasgupta, P.K. Ghosh, B.N. Saxana, 1999. **DDT and residuals of HCH in collected samples of dairy milk of the regions geographical different of India: a multicentre studies.** Food Addit Contam 16(10): 411-417.

Kannan, K., S. Tanabe, J.P. Giesy, R. Tatsukawa, 1997. **The pesticide of Organochlorine and biphenyls of the polychlorinated in eatable of the Asian and the oceanic countries.** Rev Environ Contam Toxicol. 152: 1-55.

Kanja, L., J.U. Skare, Y.O. Nafstad, C.K. Maitai, P. Lokken, 1986. **Pesticides of organochlorine in human milk of the areas different from Kenya 1983-1985.** J. Toxicol. Environ. Health. 19(40): 449-464.

Kojima, K., T. Araki, 1975. **The recent state of residuals of organochlorine pesticide in foods in Japan.** Environ. Qual. Saf. 11(4): 161-163.

Krauthacker, B., E. Reiner, UN. Votava-Raic, D. Tjesic-Drinkovic, D. Batinic, 1998. **The pesticide of Organochlorine and PCBs in mothers' that feed the hospitalized children collected human milk.** Chemosphere 37(1): 27-32.

Langstadtler, M., 1993. **Results of Breast milk examinations in Northern Bavaria.** Gesundheitswesen. 55(6): 301-307.

Lombera, G., 1994, **Los plaguicidas en México un problema de Salud publica.** Boletín de Morbilidad y Mortalidad. SSA. Epidemiología. 18 Vol. I. No. 15: 1-6.

Maitre, M.I., P. de la Sierra, A. Lenardon, S. Enrique, F. Marino, 1994. **Pesticide residue levels in Argentinian pasteurised milk.** Sci-Total-Environ. 14: 155(2): 105-108.

Matuo, Y.K., J.N. Medio, I.C. Casanova, T. Mauto, J.L. Medio, 1992. **Organochlorine pesticide residuals in human milk in the Ribeirao the region of Preto, the state of Sao Paulo, Brasil.** Arch. Environ. Contam. Toxicol. 22(2): 167-175.

Mes, J., D.J. Davies, J. Doucet, D. Weber, E. McMullen, 1993. **Levels of chlorinated hydrocarbon residues in Canadian Human breast milk and their relationship to some characteristics of the donors.** Food-Addit-Contam 10(4): 429-441.

Mestres, R., 1990. **El análisis de los residuos tóxicos, su interés y sus límites, ejemplo de residuos de plaguicidas.** Toxicología y Seguridad de los Alimentos Ed. Omega S.A. 91 – 107.

Mukherjee, I., M. Gopal, 1993. **Organochlorine pesticide residues in dairy milk in and around Delhi.** J. A.O.A.C. Int. 76(2): 283-286.

Nakagawa, R., H. Hirakawa, T. Lida, T. Matsueda, J. Nagayama, 1999. **It loads of the maternal body of pesticides of the organochlorine and dioxins.** J. A.O.A.C. Int. 82(3): 716-724.

Niewiadowska, U.N., J. Zmudzki, S. Semeniuk, 1995. **The residuals of hydrocarbons treated with chlorine in milk.** Roczn. Panstw. Zakl. Hig. 46(2): 113-117.

Noa, P.M., F.N. Pérez, T.R. Gutiérrez, M. A. Escobar, 2001. **Los residuos en leche: importancia y problemática actual en México y en el mundo.** Serie Académica CBS, Universidad Autónoma Metropolitana. 133-135.

Norma Oficial Mexicana, 1994. (NOM-004-ZOO), **Control de Residuos Tóxicos en Carne, Grasa, Hígado, y Riñón de Bovinos, Equinos, Porcinos, y Ovinos.**

Norma Oficial Mexicana, 1994. (NOM-091-SSA1). **Bienes y Servicios. Leche Pasteurizada de Vaca. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias.**

Noren, K., D. Meironyte, 2000. **Certain organochlorine and contaminants of the organobromine in the Swedish human's milk in past perspective 20-30 years.** Chemosphere 40(9-11): 1111-1123.

OPS/OMS, 1986. **Toxicología de Alimentos.** Ed. ECO. Metepec, México; 43 - 50.

Pflanzenschutzmittel-Höchstmengen Verordnung. Alemania, 1999.
Untersuchung von Tieren stammenden Lebensmitteln.

Pascual, A.M., 1992. **Microbiología Alimentaria.** Ed. Díaz de Santos. P. 205-209.

Pinto, M., G. Anrique, L.I. Carrillo, S. Montes, S. Barra, V. Cristo, 1990^a. **Residuos de plaguicidas organoclorados en alimentos para uso animal.** Agro Sur 18(2): 67-77.

Pinto, M., L. Montes, G. Anrique, R. Carrillo, R. Tamayo, V. Cristo, 1990^b. **Residuos de plaguicidas organoclorados en leche de vaca y su relación en alimentos para uso animal como fuentes de contaminación.** Arch. Med. Vet. XXII No. 2: 143-153.

Pinto, M., L. Montes, V. Pinto V. Cristo, D. Vergara, 1990^c. **Residuos de pesticidas organoclorados en leche pasteurizada de 12 plantas lecheras.** Chile. Arch. Med. Vet. XXII, No 1, 85 – 94.

Prado, G., G. Díaz, S. Mar, Vega y León, M. González, N. Pérez, G. Urban, R. Gutiérrez, A. Ramírez, M. Pinto, 1998. **Residuos de Plaguicidas en Leche Pasteurizada Comercializada en la ciudad de México.** Arch. Med. Vet. XXX, No 1: 55-66.

Prosic, Z., V. Piletic, 1982. **The results of a 5-year study of milk and products of milk in the kitchen of the patients of the Academy of the Military Medicine for contamination of organochlorine pesticide.** Zb. Vojnomed. Akad. 24: 19-23.

Raum, E., U.N. Seidler, M. Schlaud, U.N.Loma, H. Wessling, K. Kurtz, F.W. Schwartz, B.P. Robra, 1998. **The contamination of milk of the human chest with residuals of the organochlorine: a comparison between the east and Oriental Germany through the nets of sentry's practice.** J. Epidemiol Community Health 52 Suppl. 1: 50 - 55.

Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM), 1996. **DDT y clordano seleccionados por la CCA para elaborar un plan regional de reducción y control.** boletín 14: 2-3.

Repetto, M., 1995. **TOXICOLOGIA AVANZADA.** Ed. Díaz de Santos. 557-558.

Restrepo, I., 1988. **Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México.** Ed. Océano S.A. 119 -139.

Romero, M.L, J.G, Dorea, C.A. de Granja. 2000. **The concentrations of pesticides of the organochlorine in Nicaraguan mothers' milk.** Arch. Environ. Health. 55(4): 274-278.

SAGARPA. 2002. **Volumen de la producción pecuaria según productos, 2001 preliminar.** Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y pesquera. México.

Saleh, M., U.N. Kamel, U.N. Ragab, G. El-Baroty, A.K. El-Sebae, 1996. **Regional distribution of organochlorine the insecticide residuals in human milk of Egipto.** J. Environ. Sci. Health. B. 31(20): 241-255.

Schade, G., B. Heinzow, 1998. **The pesticides of Organochlorine and biphenyls of the polychlorinated in mothers' that live in northern Germany human milk: the current magnitude of contamination, tendency of time of 1986 to 1997 and factors that influence in the levels of contamination.** Sci. Total. Environ. 23(1-2): 31-39.

Shibamoto, T., L.F. Bjeldanes, 1993. **Introduction to Food Toxicology.** Ed. Academic. Press. 141 – 156.

Siddiqui, M.K., M.C. Saxena, 1985. **Placenta and it milks as excretory routes of pesticides of the lipophilic in women.** Hum. Toxicol. 4(3): 249-254.

Simental, C, 1986. **Agroquímicos Insecticidas.** Departamento Editorial Universidad de Guadalajara. 21 –34.

Simental, C., 1992. **Agroquímicos I Insecticidas y Acaricidas**, 2ª Edición. Editorial Universidad de Guadalajara. 21 – 30.

Simonich, S., 1995. **Global Distribution of Persistent Organochrine Compounds**. SCIENCE. Vol. 269: 1851-1854.

Stacey, C.L., B.W. Thomas, 1975. **Organochlorine pesticide residuals in human milk, Accidental Australia 1970-1971**. Pestic. monit J. 9(2): 64-66.

Steffey, Kl., J. Mack, C.W. MacMonegle, H.B. Small, 1984. **A ten year-old study tried with chlorine the insecticide residuals in bovine milk in Illinois, 1972 - 1981**. J. Environ. Sci. Health. B. 19(1): 49-65.

Stijve, T., E. Cardinale, 1974. **Rapid Determination of chlorinated pesticides, polychlorinated biphenyls and a number of phosphated insecticides in fatty foods**. Mitt, Gebiete Lebensm. Hyg. 65: 131-150.

Torres, V.R., 1999. **Tóxicos en Alimentos. Agentes Patógenos Trasmitidos por Alimentos**. Vol. I Ed. Universidad de Guadalajara. 369 –390.

Terrones, M.C., J. Llamas, F. Jaramillo, M.G. Espino, J.S. Leon, 2000. **DDT y plaguicidas relacionados en leche materna y otros tejidos de mujeres sanas al termino del embarazo**. Ginecol. Obstet. Mex. 68: 97-104.

Teschke, K., S.J. Kelly, M. Wiens, C. Hertzman, H. Dimich-Pupil, J.E. Pupil, J.C. Oostdam, 1993. **The concentraciones of pesticides of the organochlorine in the fatty fabric of residents from British Columbia**. J. Public. Health. 84(3): 192-6.

Trotte, W.I., R. Dickerson, 1993. **Pesticide residues in composited milk collected through the U.S. pasteurized milk network.** J.A.O.A.C. Int. 76(6): 1220-1225.

Vargas, U.N., M.C. Vallejo, 1990. **The residuals of insecticides of the organochlorine in the human and the bovine milk in Colombia.** Bol. Office. Sanit. Panam. 108(3): 220-228.

Waliszewski, S.M., A.A. Aguirre, 1997^a. **Plaguicidas persistentes en humanos y alimentos.** in: Memoria del Simposium Significado sanitario de residuos químicos potencialmente tóxicos en alimentos. Guadalajara Jalisco México. 41 - 42.

Waliszewski, S.M., V.T. Pardo, K.N. Waliszewski, J.N. Chantiri, A.A. Aguirre, R.M. Infanzón, J. Rivera, 1997^b. **Niveles de contaminación por plaguicidas organoclorados en leche bronca procedente de la región norte y central de Veracruz.** in: Memoria del II Congreso Mexicano de Toxicología. Iztapalapa. 22-26.

Waliszewski, S.M., V.T. Pardo, J.N. Chantiri, R.M. Infanzon, J. Rivera, 1996^a. **Organochlorine pesticide residuals in fatty tissue of Mexicans.** Sc.i Total. Environ. 15: 181(2): 125-131.

Waliszewski, S.M., V.T. Pardo, 1996^b. **The discovery of some pesticides of the organochlorine in the cow milk.** Food. Addit. Cantam. 13(2): 231-235.

Weber, J.B., 1977. **The pesticide scorecard.** Environmental. Science. Technology. 11(8): 756-776.

Westin, J.B., 1993. **Carcinogens in Israeli milk: a study in regulatory failure.** Int. J. Health. Serv. 23(30): 497-517.

Wilkinson, C.F., 1994. **Pesticides. The Encyclopedia of the Environment.**
Ruth. A. Eblen. and William. R. Eblen. eds. U.S.A. Houghton Mifflin.

Wong, S.K., W.O. Lee, 1997. **Survey of organochlorine pesticide residues
in milk in Hong Kong (1993-1995).** J.A.O.A.C. Int. 80(6): 1332-1335.