



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN LECHE HUMANA  
DE CUNDUACAN, TABASCO, MEXICO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G A**

**P R E S E N T A :**

**NORA VERONICA SALINAS CASTILLO**

DIRECTOR DE TESIS: DR. GILBERTO DIAZ GONZALEZ



MEXICO, D. F.



2004

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MEXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Nora Verónica Salinas Castillo  
FECHA: 15-NOV-04  
FIRMA: [Signature]

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Plaguicidas Organoclorados en leche humana de Cuauacán, Tabasco, México.

realizado por Salinas Castillo Nora Verónica

con número de cuenta 8213916-6 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

Dr. Gilberto Díaz González

[Signature]

Propietario

M. en C. María Guadalupe Ponce Vélez

Propietario

M. en C. María Teresa Romero Romero

[Signature] María Teresa R<sup>o</sup>

Suplente

Dr. Alfonso Vázquez Botello

Suplente

Biol. Beatriz Rodarte Murguía

[Signature]

Consejo Departamental de Biología

[Signature]  
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGIA

## DEDICATORIA

En agradecimiento y a la memoria de mi madre con quien comparto este logro

A Javier gracias a su cariño, apoyo y que ha compartido conmigo muchos esfuerzos para poder realizar este trabajo

A mi hijo Tonatiuh, que es una persona muy importante en mi vida y que ha sido un impulso para seguir adelante

A mis tíos Paty, Jaime y Alex, gracias por su cariño y su apoyo

A mis hermanos Paty, Abel, Sergio y Mario, con quienes he compartido momentos muy especiales

A la memoria de mis abuelitos Inocencia Ch. y Blas C., por su gran cariño.

## **Agradecimientos**

Al Dr. Gilberto Díaz González, por la dirección, asesoría y por permitirme realizar este trabajo.

A la M en C: Guadalupe Ponce Vélez, por su apoyo incondicional, sus acertadas correcciones para mejorar este documento, por su paciencia, por escucharme, por sus sabios consejos y por su invaluable amistad.

Al Dr. Alfonso Vázquez Botello por la revisión y el apoyo en este trabajo.

A la M. en C. María Teresa Romero Romero, por sus apreciadas sugerencias, por su tiempo dedicado para poder terminar esta tesis, por su amistad, y por su estímulo para seguir adelante.

A la Biól. Beatriz Rodarte Murguía por sus apreciados consejos y sugerencias en la revisión de esta tesis.

A mis compañeros del Laboratorio de Contaminación Marina: M. en C. Claudia García Ruelas, a I.S.A. Dulce O. Leyva Cardoso, Biól. Rosaura Páez Bistrain, gracias por su amistad y apoyo en el desarrollo de este estudio.

Al Dr. Alfonso Durán Moreno, por su amistad, apoyo y disposición para terminar este documento.

A mis amigos Andrés, Tatiana, Tere, Angélica, Rosario, por compartir conmigo su amistad

Al laboratorio de Contaminación Marina de la UNAM, que me brindo las facilidades para poder realizar esta tesis

A las personas que contribuyeron de alguna forma a la realización de este trabajo.

Al Dr. Enrique Mendoza Martínez, un reconocimiento muy especial por su invaluable ayuda, sin la cual no hubiese sido posible concluir ésta meta.

## ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	19
OBJETIVOS	20
MATERIALES Y MÉTODOS	21
RESULTADOS	29
DISCUSIÓN	36
CONCLUSIONES	42
LITERATURA CITADA	44
ANEXOS	

## RESUMEN

El presente trabajo se enfocó al análisis de la concentración de plaguicidas organoclorados (POC's) y otro grupo de compuestos que son producidos industrialmente como los bifenilos policlorados (BPC's) presentes en la leche materna. En el estudio participaron voluntariamente 46 madres, residentes de varias colonias del municipio de Cunduacán, Tabasco, México. La intensa actividad agrícola, así como las campañas sanitarias dedicadas a erradicar las enfermedades endémicas, como el paludismo, han ocasionado desde hace varios años que el uso de los plaguicidas sea desmedido. La leche y otros fluidos corporales son vías por la que los mamíferos eliminan los compuestos organoclorados, ya que por las características químicas de estos compuestos, tienden a acumularse en órganos ricos en lípidos, como las glándulas mamarias, el hígado y el cerebro. Se encontró que solamente en 20 mujeres (44%) fueron detectados en su leche materna POC's, y en 39 mujeres (86%) BPC's. El nivel promedio de plaguicidas organoclorados fue de  $58.17 \text{ ngg}^{-1}$ ; la concentración total más alta fue de  $1086 \text{ ngg}^{-1}$  y la más baja fue de  $0.65 \text{ ngg}^{-1}$ ; para bifenilos policlorados el valor más elevado que se registró con una suma total de  $23,783.78 \text{ ngg}^{-1}$  y el más bajo fue de  $2.1 \text{ ngg}^{-1}$ ; los BPC's fueron los más abundantes y en mayor concentración respecto a los POC's. Desde el punto de vista sanitario, la contaminación por residuos de plaguicidas organoclorados y de bifenilos policlorados, puede tener efectos adversos a largo plazo en la población humana que esté expuesta a estos productos durante lapsos prolongados. Se concluye que la persistencia de estos compuestos clorados en el cuerpo humano de las madres donadoras exceden límites permisibles por la FAO/WHO, por lo que es importante seguir investigando que sucede con los bebés que fueron alimentados con leche contaminada por estos compuestos.

# INTRODUCCIÓN

## PLAGUICIDAS

Se denomina plaguicida a "cualquier sustancia o mezcla de sustancias, que se destina a controlar cualquier plaga, incluidos los vectores que transmiten enfermedades humanas y de animales, las especies no deseadas que causen perjuicio o que interfieran con la producción agropecuaria y forestal, entre las que se encuentran, las que causan daño durante el almacenamiento o transporte de los alimentos u otros bienes materiales, así como las que interfieren con el bienestar del hombre y de los animales" (CICOPLAFEST, 1998).

A pesar de los grandes beneficios que los plaguicidas han aportado a la humanidad, su uso irracional ha dado origen a diversos problemas ambientales y de salud. En zonas tropicales donde la mayor diversidad y la abundancia de insectos hace necesaria la aplicación de insecticidas sobre cultivos para limitar su propagación (Albert, 1990).

Las grandes cantidades de plaguicidas organoclorados que se han utilizado en la actividad agrícola, además de provocar que los insectos hayan adquirido una cierta resistencia, tienen una persistencia en el medio, junto con su característica lipofílica han ocasionado la acumulación de estos residuos en la cadena alimenticia, permaneciendo en el tejido adiposo y en la leche materna humana. Estas propiedades de los plaguicidas organoclorados han llevado a su restricción y prohibición en muchos países y han causado preocupación acerca de los riesgos en la salud. Desde 1980 el DDT, fue prohibido por la Organización Mundial de la Salud en países industrializados, pero se utilizó en México como un insecticida en la prevención y control de la transmisión y extensión de la malaria, así como de otros vectores en la difusión de enfermedades en países tropicales y subtropicales (Albert, 1990).

## CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS

Los plaguicidas se pueden clasificar de acuerdo a (CICOPLAFEST, 1998):

### SU USO

- Agrícolas (en sistemas de producción agrícola y en productos y subproductos)
- Forestales (en bosques para prevenir la presencia de plagas y en maderas o productos maderables para su conservación)
- Domésticos (de uso en el interior del hogar)
- Industriales (en el procesamiento de productos y subproductos, agrícolas y ganaderos).

## COMPOSICIÓN QUÍMICA:

**COMPUESTOS INORGÁNICOS:** Son compuestos que carecen de átomos de carbono, como los derivados de cobre, azufre, zinc y aluminio.

**COMPUESTOS ORGÁNICOS:** Son aquellos que contienen átomos de carbono en su estructura química. La mayoría son de origen sintético, fabricados a partir de compuestos químicos básicos; algunos son extraídos de plantas, por lo que se conocen como botánicos (como las piretrinas de los crisantemos).

**PLAGUICIDAS BIOLÓGICOS:** Se consideran así a los virus, microorganismos o derivados de su metabolismo, que pueden controlar a una plaga en particular.

## SU FORMA DE APLICACIÓN

**PLAGUICIDA TÉCNICO.** Está constituido por la máxima concentración permisible del ingrediente activo, obtenida como resultado final de su fabricación, de la cual se parte para preparar un plaguicida formulado. Por su estado físico, un plaguicida puede ser sólido, líquido o gaseoso.

**PLAGUICIDA FORMULADO.** Está constituido por la mezcla de uno o más plaguicidas técnicos, con uno o más ingredientes conocidos como "inertes", cuyo objeto es dar estabilidad al ingrediente activo o hacerlo útil y eficaz. Constituye la forma usual de aplicación de plaguicidas.

## PROPIEDADES

Dentro de las propiedades más importantes de los compuestos organoclorados tradicionalmente usados como plaguicidas destacan las siguientes:

- Son derivados de hidrocarburos policlorados.
- Presentan elevada solubilidad en grasas y solventes orgánicos.
- Su estructura molecular determina una prolongada estabilidad y en consecuencia, una dilatada acción residual.
- Son generalmente neurotóxicos para el hombre y demás vertebrados.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS

Se caracterizan por poseer estructuras de hidrocarburos unidas a átomos de cloro. Estas estructuras pueden ser ciclodiénicas, alicíclicas o aromáticas. Poseen una gran estabilidad y afinidad por los tejidos grasos y se bioacumulan a lo largo de la cadena trófica; están entre algunos ejemplos: DDT, Endrín, Dieldrín, Toxafeno, Heptacloro, Lindano, etc. La mayoría de los compuestos organoclorados son insecticidas. En

general, estos compuestos tienen una alta persistencia en el suelo y en los alimentos para consumo humano y animal además tienden a acumularse en los tejidos grasos, ya que tienen un coeficiente de partición lípido/agua mayor a 1 (Astrup y Slorach 1998).

Las características físicas y químicas de los plaguicidas son importantes para determinar su actividad y efectos eventuales en el ambiente. Si se considera la estructura química, los plaguicidas organoclorados se pueden clasificar en 3 grupos principales (Cremllyn, 1991) (Fig. 1).

#### **a) HIDROCARBUROS ALICÍCLICOS**

El principal representante de este grupo es el hexaclorociclohexano o HCH. Algunos autores lo llaman BHC (hexaclorobenceno), pero químicamente esta nomenclatura es errónea (Albert, 1990). Se obtiene por el tratamiento del benceno con cloro en presencia de luz ultravioleta. Los isómeros difieren en la orientación espacial de los enlaces cloro-carbono formando los compuestos Alfa HCH, Beta HCH, Gama HCH y Delta HCH. De ellos el Delta HCH (lindano) tiene actividad insecticida. Se emplean en el recubrimiento de semillas para evitar el ataque de insectos (Cremllyn, 1991).

#### **b) HIDROCARBUROS AROMÁTICOS**

El compuesto más sobresaliente de este grupo es el diclorodifeniltricloroetano o DDT, que se obtiene mediante la condensación de cloral y clorobenceno en presencia de  $H_2SO_4$  concentrado en exceso (Cremllyn, 1991).

El producto crudo es el 80% del compuesto para-para ( $p,p'$ ) junto con 20% del isómero orto-para ( $o,p'$ ) y trazas del isómero orto-orto ( $o,o'$ ), sólo el isómero  $p,p'$  tiene propiedades insecticidas importantes (Cremllyn, 1991). La peculiaridad del DDT se debe a la presencia del anillo aromático clorado y al grupo triclorometilo. El  $p,p'$ -DDT es muy estable químicamente; sin embargo, en diversas circunstancias es transformado en  $p,p'$ DDD y después en un derivado conocido como dicloro-difenil-etano ( $p,p'$ -DDE o DDE) el cual carece de propiedades insecticidas pero es más estable y persistente que el DDT (Albert y Rendón 1988).

#### **c) HIDROCARBUROS CICLODIÉNICOS**

Bajo esta denominación se engloban aquí tres grupos de insecticidas que se caracterizan por una estructura química similar, que consiste fundamentalmente en un anillo cíclico, con doble enlace y puente endometilénico, el cual puede estar unido o no a otro anillo o a otros grupos, estos compuestos son heptacloro, epóxido de heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín, endrín aldehído, endosulfán I, endosulfán II y sulfato de endosulfán. La propiedad común a todos estos productos es su gran persistencia y su identidad de comportamiento biológico al ser transformados en sus epóxidos, son estables ante la humedad, el aire y el calor; no se degradan por la acción de la luz ultravioleta (Arias-Verdes *et al.*, 1990; Richardson, 1993).

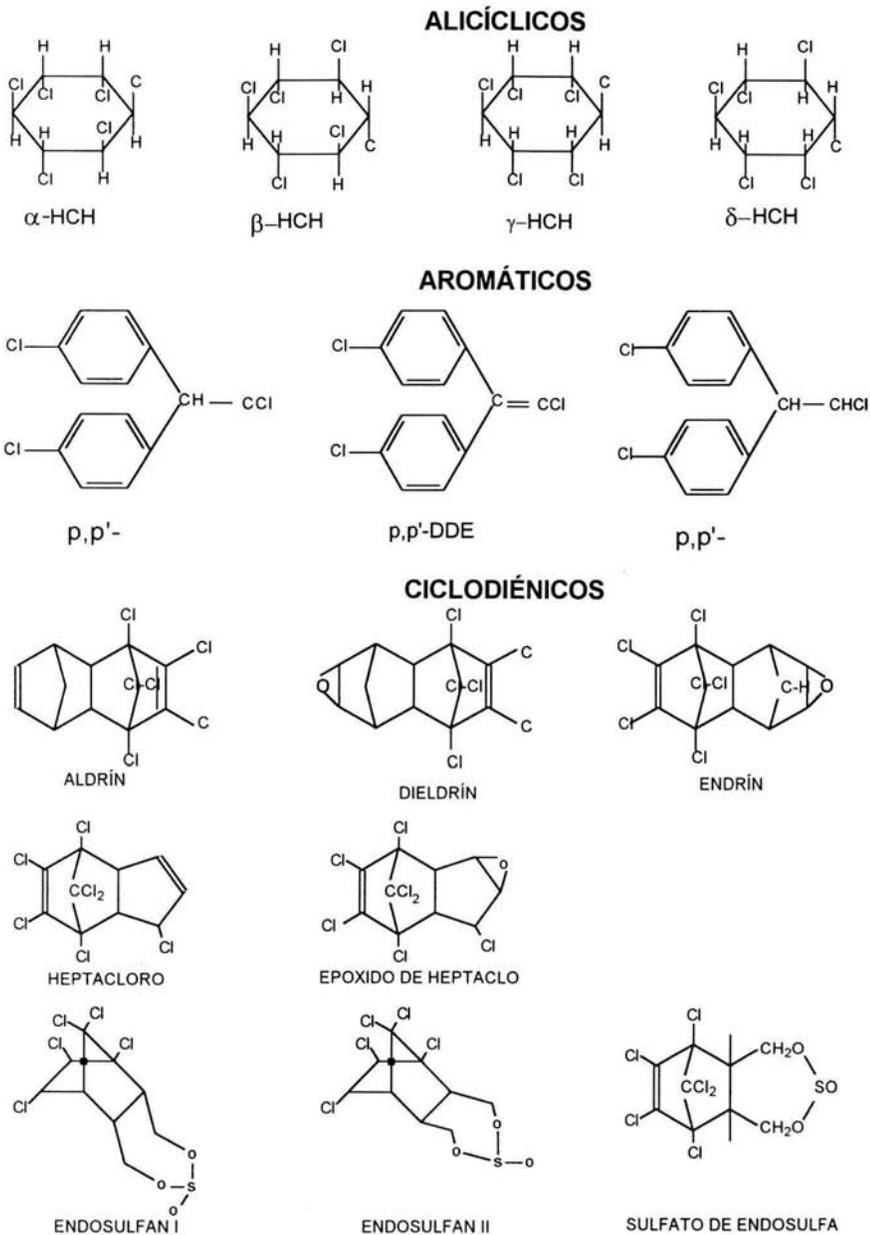


Figura 1. Estructura de plaguicidas organoclorados (Cremllyn, 1991).

## LOS PLAGUICIDAS EN MÉXICO

El empleo de plaguicidas organoclorados en México se inició en 1946, tanto en salud pública contra los vectores causantes de enfermedades, como en la agricultura. Actualmente se usan alrededor de 900 principios activos de plaguicidas formulados aproximadamente en 60,000 preparaciones. El país fabrica 36 principios activos para plaguicidas, entre los que se encuentran los plaguicidas organoclorados DDT, hexaclorociclohexano (HCH), toxafeno y endrín (Albert, 1990).

En México, se reporta un total de 311 plaguicidas autorizados para su uso nacional y actualmente se calcula que alrededor del 65% del consumo nacional de plaguicidas se aplica en los cultivos del maíz, sorgo, soya, caña de azúcar, arroz, hortalizas y pastos.

Por otra parte cantidades importantes de plaguicidas se emplean en el combate de los vectores transmisores de enfermedades que afectan al hombre y a los animales que se destinan para el consumo humano, así como para controlar las plagas en el hogar, en la industria y en otras áreas (CICOPLAFEST, 1998).

Algunos de los plaguicidas organoclorados de gran importancia se encuentran ubicados en la categoría de insecticidas-acaricidas, tal es el caso del endosulfán y lindano ( $\gamma$ -HCH); el endosulfán está autorizado en cultivos de alfalfa, apio, berenjena, brócoli, calabacita, calabaza, cártamo, caña de azúcar, cebada, chabacano, chícharo, chile, ciruelo, col, coliflor, durazno, fresa, frijol, jitomate, lechuga, maíz, sorgo, trigo y vid, en tanto que en el café el empleo de este agroquímico está restringido. El lindano ( $\gamma$ -HCH) se encuentra autorizado para su uso en cultivos de avena, cebada, frijol, maíz, sorgo, trigo, así como para su uso industrial y pecuario (CICOPLAFEST, 1998).

## LEGISLACIÓN MEXICANA SOBRE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS

La legislación vigente en México sobre el proceso de utilización de plaguicidas en cuanto a importación, transporte, almacenamiento, distribución, venta, aplicación, desecho y destrucción de los plaguicidas, incluyendo también desecho y destrucción de envases vacíos, menciona:

“Se prohíbe la comercialización y uso del  $\alpha+\beta$ -HCH; sin embargo, se autoriza el uso de Lindano ( $\gamma$ -HCH) para el control sanitario de animales (parásitos y agentes infecciosos) y de mosquitos, siempre que su manejo y aplicación se efectúe bajo la responsabilidad de un técnico autorizado que haya recomendado su uso”. Menciona también que “Se permite el uso, fabricación e importación del aldrín y dieldrín”, sin embargo, éstos están catalogados dentro del grupo de compuestos en desuso, además indica que “Se prohíbe la importación, fabricación, formulación, comercialización y uso del endrín”.

## PERSISTENCIA DE LOS PLAGUICIDAS

La persistencia se define como la capacidad del plaguicida para retener sus características físicas, químicas y funcionales en el medio, a través del cual es transportado y distribuido, por un período limitado de tiempo después de su emisión. Los plaguicidas que persisten tienen mayor probabilidad de interacción con los diversos elementos que conforman los ecosistemas. Su vida media y su persistencia son mayores a la frecuencia con la que se aplican, por lo que esos plaguicidas tienden a acumularse en los suelos y en la biota (Cortinas y Cristán, 1996).

Los plaguicidas se clasifican de acuerdo con su período de persistencia en (Díaz, 1992):

- Ligeramente persistentes (menos de cuatro semanas)
- Poco persistentes (de cuatro a 26 semanas)
- Persistentes (de 26 a 52 semanas)
- Altamente persistentes (más de un año y menos de 20)
- Permanentes (más de 20 años)

Los factores que influyen sobre la persistencia de un plaguicida son (Alpuche, 1991):

**FOTODESCOMPOSICIÓN.**- Cambios de la estructura molecular por efecto de radiaciones solares, que actúan sobre los enlaces químicos de dichos compuestos.

**DESCOMPOSICIÓN.**- Son reacciones que tienen lugar en el suelo, aire y agua tales como oxidación, reducción, hidrólisis e hidratación que pueden descomponer a ciertos plaguicidas y activar a otros dando lugar a la formación de sales insolubles u otras sustancias potencialmente peligrosas para la vida en general.

**ABSORCIÓN POR LOS COLOIDES DEL SUELO.**- Todos los plaguicidas que llegan al suelo se absorben en mayor o menor grado, siendo los suelos arcillosos los que absorben más fuertemente a los plaguicidas.

**ACCIÓN MICROBIANA.**- La mayoría de los microorganismos encuentran su fuente de energía y de nutrientes en la materia orgánica. Dado que la mayoría de los plaguicidas son compuestos orgánicos, que resultan afectados por la actividad microbiana en el suelo, su degradación está influida por el contenido de materia orgánica, temperatura, humedad, pH y minerales. Los factores señalados cambian por las condiciones específicas del lugar en donde se aplica un plaguicida, como el clima y el tipo de suelo, por lo que la persistencia de estos compuestos varían de un lugar a otro (Alpuche, 1991).

Los compuestos organoclorados se encuentran en la categoría de persistentes ya que su tiempo de degradación media es en promedio, de 5 años. En el ambiente, los plaguicidas organoclorados sufren transformaciones químicas y bioquímicas por reacciones abióticas y bióticas; como resultado de este proceso se modifica el tiempo

que el compuesto y/o sus productos de transformación permanecerán en el ambiente, así como sus efectos (Albert y Rendón, 1988).

### **PROBLEMÁTICA DE LOS PLAGUICIDAS**

Algunos insecticidas clorados (por ejemplo DDT, Alfa-HCH, dieldrín, epóxido de heptacloro, clordano) son altamente persistentes en el ambiente, se concentran en la cadena alimentaria y se acumulan en los tejidos y órganos de los animales y del hombre, por estas características reciben el nombre de contaminantes ambientales (Albert, 1981).

Los plaguicidas más frecuentemente empleados son: DDT, HCH, aldrín, dieldrín y heptacloro (Albert, 1990; Spicer y Kereu, 1993; Fürst *et al.*, 1994; Waliszewski *et al.*, 1996). Los plaguicidas son muy estables y por esa razón bioacumulables (proceso por el cual un organismo toma del medio sustancias no nutritivas y las acumula en su cuerpo) y, debido a los efectos biológicos que producen, se ha prohibido su uso en países desarrollados desde finales de los años setenta (Thies *et al.*, 1986).

Las restricciones y prohibiciones para el uso de los plaguicidas organoclorados están en vigor en gran parte del mundo. El registro de uso de la mayoría de estos productos ha sido cancelado o suspendido en muchos países como Estados Unidos de América y Japón (Albert, 1990). Sin embargo, en México, existe una reglamentación diferente sobre la fabricación, comercialización y uso de los plaguicidas. Por ejemplo, el DDT está clasificado dentro de los plaguicidas de uso restringido, lo que significa que puede ser elaborado y empleado a discreción (CICOPLAFEST, 1998).

### **TOXICOLOGÍA DE PLAGUICIDAS**

La toxicología de los plaguicidas es un fenómeno complejo en el que intervienen su estructura molecular (relación estructura-actividad), sus propiedades fisicoquímicas de las que depende su afinidad por sistemas biológicos específicos (toxicidad selectiva) y, de manera preponderante la dosis en que los humanos se exponen a los mismos (relación-dosis-tiempo-respuesta) (Alberts *et al.*, 1996).

Por parte de los individuos, son factores que influyen sobre la toxicidad: la intensidad de la exposición, la vía de penetración, la edad, el sexo, el estado nutricional, las enfermedades, los contaminantes y la susceptibilidad individual. Cuando los plaguicidas están almacenados en el tejido adiposo suelen ser inactivos. En las épocas de nutrición deficiente o de relativa inanición, los depósitos de grasa se movilizan y los plaguicidas al liberarse pasan al torrente sanguíneo con posibilidad de producirse efectos tóxicos si la concentración alcanza un nivel suficientemente elevado (PNUMA, 1992).

La población en general que consume alimentos provenientes de cultivos o de suelos tratados con plaguicidas, está expuesta a la ingestión diaria de residuos prácticamente

por toda su vida. Es indispensable que estos residuos no sobrepasen los límites o tolerancias establecidos con la buena práctica agrícola y que sean siempre inferiores a la dosis o ingestión diaria admisibles (Albert y Rendón, 1988).

No obstante la importancia económica de estos productos, es necesario destacar que su aplicación indiscriminada y sin control, puede ocasionar daños al ambiente; por ejemplo el deterioro de la fauna y la flora silvestre, la contaminación de los suelos, mantos freáticos, aguas continentales y costeras, así como ocasionar la generación de plagas resistentes. Por sus características de bioacumulación y de movilidad a través de las cadenas tróficas, algunos de ellos pueden llegar al hombre y causar efectos adversos para la salud (Fig. 2) (Albert *et al.*, 1985)

La bioacumulación y persistencia del plaguicida hace que permanezca largo tiempo en un organismo, dando como resultado efectos tóxicos que alteran la actividad enzimática, manifestándose en daños en el desarrollo, afecciones inmunológicas, neurológicas y efectos carcinogénicos (Hodgson y Levi, 1996).

Dentro de los plaguicidas más utilizados en la agricultura y en las campañas sanitarias, es el grupo de los organoclorados el que constituye uno de los de mayor importancia debido a su bajo costo y amplio espectro de absorción. Las concentraciones de los compuestos organoclorados aumentan en los niveles más altos de la red trófica. Se han encontrado concentraciones elevadas de ellos en gran número de organismos vivos incluyendo al hombre (Alpuche, 1991).

El uso creciente de diversos tipos de plaguicidas en el mundo moderno ha conducido a un mayor énfasis en la posibilidad de una severa contaminación ambiental surgida de su aplicación. Por lo común los efectos adversos ocurren porque las sustancias no pueden eliminarse fácilmente del organismo y así exceden el nivel basal de concentraciones, o por que solo estas sustancias pueden pasar sin cambio alguno de un sistema a otro (Jensen, 1983).

Los plaguicidas organoclorados se absorben en varios grados, en el intestino, pulmón y a través de la piel (la eficiencia de la absorción dérmica es variable). Después de un período, los síntomas predominantes de intoxicación aguda son estimulación del sistema nervioso central (SNC), cefalea, vértigo, excitabilidad, espasmos musculares y, en los casos más graves, convulsiones. En estas condiciones la muerte puede ocurrir por que los plaguicidas interfieren con el intercambio de gases pulmonares y generan acidosis metabólica. Las dosis elevadas aumentan la irritabilidad del miocardio, lo que predispone a arritmias cardíacas. Ocasionalmente puede ocurrir daño hepático o renal, aunque es posible que esto se deba a los disolventes orgánicos utilizados como vehículos de estos plaguicidas. Entre los efectos que se producen a largo plazo por la exposición prolongada a estos productos se han identificado alteraciones en los capilares, trastornos hematológicos como trombopenia, anemia, pancitopenia, agranulocitosis hemólisis y capilaropatías así como diversas alteraciones del SNC y del funcionamiento hepático. Los compuestos organoclorados pueden retardar o inhibir a a respuesta inmunológica del organismo (CICOPLAFEST, 1998).

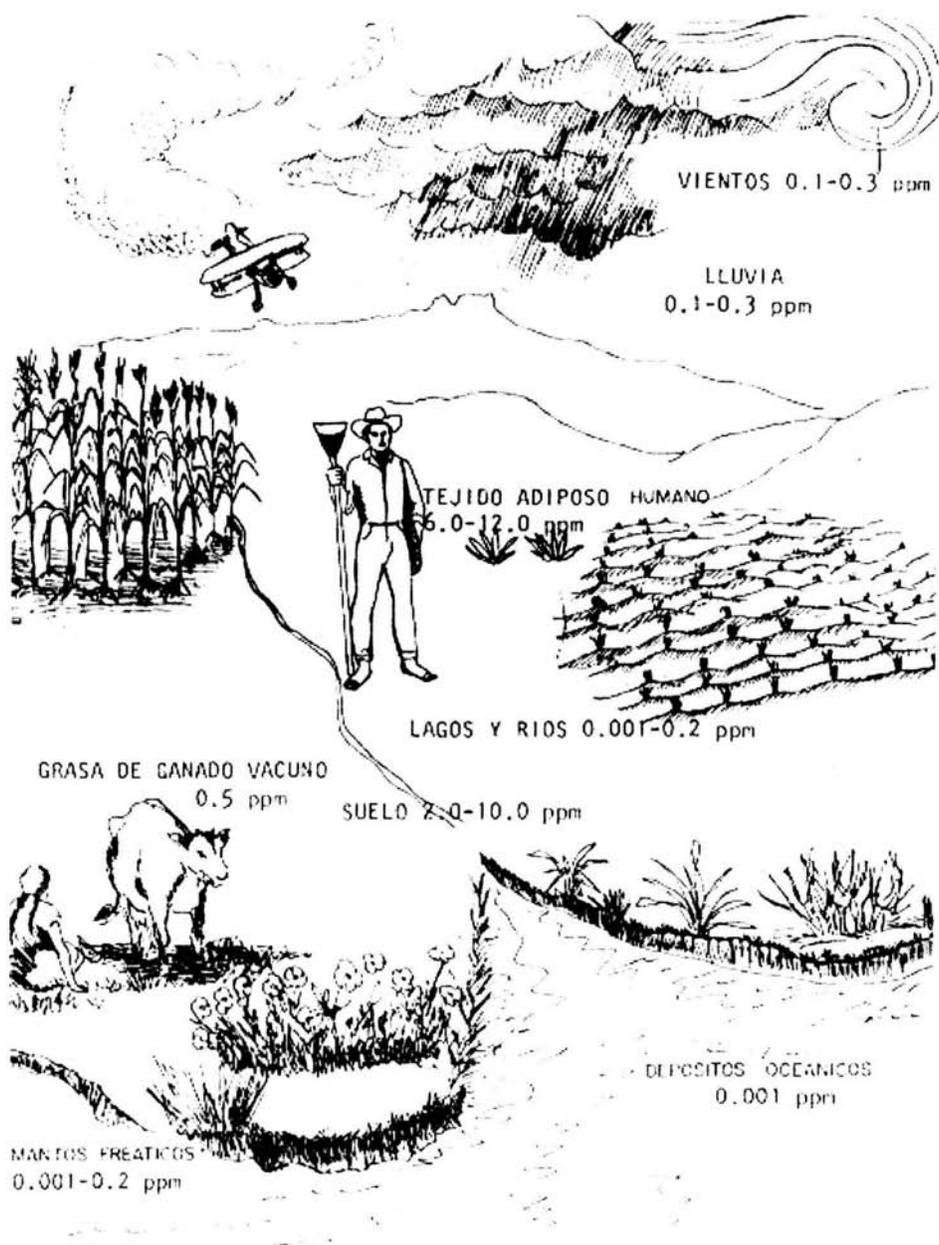


Figura 2.- Biomagnificación de los plaguicidas organoclorados.

## Metabolismo y Excreción

Las vías principales de absorción de los plaguicidas al organismo son la respiratoria, la oral y la dérmica, y en algunos casos, por la placenta, como es el caso del DDT (Albert, 1981).

Los residuos son metabolizados en el hígado y son transportados hacia el torrente circulatorio. Las características lipofílicas de los insecticidas organoclorados y sus metabolitos hacen que sean transportados hacia el tejido adiposo, almacenados y lentamente movilizados. Los plaguicidas organoclorados también se transforman en compuestos polares que se eliminan por vía renal y la eliminación por vía intestinal se manifiesta en las heces (Arias-Verde *et al.*, 1990).

Los compuestos volátiles se eliminan principalmente a través de la respiración. Existen casos en que el producto de biotransformación es más estable o más liposoluble que la sustancia que le había dado origen y puede provocar una bioacumulación en el organismo (Spear *et al.*, 1992)

## EFFECTOS TÓXICOS DE LOS PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS

Los efectos toxicológicos ocurren a largo plazo. Sin embargo, bajo las características que presentan los plaguicidas se pueden manifestar intoxicaciones crónicas y agudas (Albert, 1981).

Muchos de los estudios toxicológicos de contaminantes en leche humana se han realizado *in vivo* y otros *in vitro*. Debido a los niveles que se han encontrado en leche humana se han evaluado los efectos que se producen por estos tóxicos. Se ha observado que en las personas afectadas se induce carcinogénesis, mutagénesis, alteraciones inmunológicas, problemas reproductivos, así como neurotoxicidad (Albert *et al.*, 1985).

**CARCINOGENÉISIS Y MUTAGÉNESIS.** En los últimos años se ha incrementado el número de publicaciones concernientes a los efectos crónicos producidos por la exposición a altos niveles de residuos de plaguicidas y la relación que existe con varios tipos de cánceres en la población. Estas sustancias juegan un papel muy importante en el desarrollo de cáncer por numerosos mecanismos no genotóxicos, tales como proliferación de peroxisomas y desbalanceo hormonal. El cáncer de mama se ha relacionado con el DDT, como resultado en el aumento de la actividad estrogénica (Cortinas, 2000; ATSDR, 2001).

**ALTERACIONES INMUNOLÓGICAS.** Los compuestos organoclorados también pueden provocar una disminución de la respuesta inmunológica del organismo, ya sea retardando la formación de anticuerpos o inhibiéndola. En animales de experimentación

expuestos a estas sustancias se ha observado trastornos inmunológicos como un descenso en la actividad fagocítica de los anticuerpos (Evangelista y Duffard, 1996).

**EFFECTOS EN EL DESARROLLO.** Existen estudios que demuestran que el metoxicloro, DDT y vinclozín son activos hormonales que intervienen durante el período de diferenciación sexual, y pueden producir un amplio rango de fenotipos sexuales anormales que incluyen masculinización y desfeminización en mujeres, feminización y desmasculinización en hombre ya que el p,p'-DDE interfiere con la acción de los andrógenos, sugiriendo el efecto de feminización (Thies *et al.*, 1986; Hodgson y Levi, 1996).

**EFFECTOS EN LA REPRODUCCIÓN.** Se ha comprobado que al exponer un organismo a plaguicidas organoclorados se afecta la reproducción, esto por alteración directa del sistema endocrino. Los agentes xenobióticos alteran la actividad de la hormona sexual masculina, la testosterona. (Bustos *et al.*, 1988).

**NEUROTOXICIDAD.** Los mamíferos que han estado expuestos a altas concentraciones de plaguicidas y otros insecticidas, presentan manifestaciones anormales, sensoriales motoras, cognitivas, de conducta, e incluso se ha relacionado con la enfermedad de Parkinson (Wolf y Toniolo, 1995). Se ha encontrado que el DDT produce hiperexcitabilidad, temor en los adultos y enfermedades neurológicas.

El lindano es un agente convulsionante en humanos y otros mamíferos, como resultado de la acción directa en el SNC; otros efectos son pérdida de apetito, temblores, pérdida de la memoria, irritabilidad y agresión. La exposición a lindano por largos períodos interfiere con la potenciación del hipocampo. En otros estudios, se menciona que la potenciación del hipocampo está asociada a la alteración del neurotransmisor GABA (ácido g-aminobutírico), además de alterar las concentraciones de norepinefrina. (Hodgson y Levi, 1996).

Se ha observado por otra parte que el DDT afecta los canales de sodio y potasio, alterando específicamente la dependencia de voltaje y provocando una inactivación ya que estos compuestos tienen una afinidad hacia las membranas, por lo que pueden unirse con las lipoproteínas de las membranas nerviosas y alterar su permeabilidad hacia los iones (Evangelista y Duffard, 1996).

## **BIFENILOS POLICLORADOS**

Otro grupo de compuestos que están íntimamente relacionados con los plaguicidas son los bifenilos policlorados, (BPC's) que son producidos industrialmente desde 1929, recientemente se les ha catalogado como sustancias tóxicas ambientales y un peligro potencial para la salud humana (Greizerstein *et al.*, 1999; ATSDR, 2001; EPA, 2003).

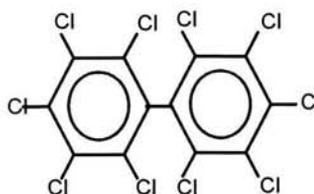
## ORIGEN

Fueron fabricados para su uso en transformadores, capacitores y equipos de transferencia de calor en sustitución de aceites minerales que ocasionalmente provocaban incendios y explosiones en los equipos eléctricos (Safe y Mullin, 1985). Por otra parte, debido a sus propiedades dieléctricas, térmicas y lubricantes se extendió su uso más allá de sus propósitos iniciales, abarcando aplicaciones tales como fluidos hidráulicos, pigmentos para pinturas, tintas de impresión, balastras, cera para pisos, plastificadores de resinas dieléctricas y hules; papel copia sin carbón, aditivos para motor, solventes, aceites desengrasantes, entre otros. (Muñoz -Peredo, 1997). La principal diferencia entre los BPC's comerciales utilizados en capacitores y transformadores, es que en los primeros se utilizaban puros y en los segundos se diluían con triclorobenceno (Safe y Mullin, 1985).

## PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Los BPC's, comúnmente llamados "askareles" o "aroclores", son compuestos orgánicos formados por la unión de carbón, hidrógeno y cloro ( $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ ) (Fig. 3), cuya molécula consiste de dos radicales de fenilos ligados y por lo menos con dos átomos de hidrógeno reemplazados por átomos de cloro. Químicamente, son muy similares al DDT, al dieldrín y al aldrín. Al reemplazar los átomos de cloro en los anillos, se pueden obtener hasta 209 isómeros y adquieren las siguientes características: líquidos de media viscosidad casi resinosa por su alta concentración de cloro, son incoloros o amarillentos, con olor a cloro fétido, más densos que el agua, altamente estables, elevado punto de ebullición debido a la presencia de cloro, poco solubles en agua, pero sí en disolventes orgánicos, resistentes a la descomposición y con excelentes capacidades de aislamiento eléctrico, gran estabilidad, poca corrosión e inflamabilidad y que al mezclarlos con otros compuestos pueden modificar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas (Muñoz-Peredo, 1997).

Los BPC's se comercializaron con distintos nombres y cada marca contenía diferentes mezclas, las moléculas de estos compuestos en forma separada se conocen como congéneres o bifenilos sustituidos mono, bi, tetra, entre otros. Se reconoce la existencia de 209 congéneres diferentes y la mezcla de varios bifenilos con diferente grado de cloración y composición da como resultado un aroclor o askarel (tabla 1). El nombre específico de un congénere se da por el número total de cloros sustituidos y la posición de cada uno de estos (ATSDR, 2001).



**Figura. 3** Estructura química de la molécula de BPC's

**TABLA 1.-** Composición y grado de cloración de las mezclas de bifenilos policlorados

Mezcla comercial	Porcentaje Cloro	Número de átomos de cloro						
		1	2	3	4	5	6	7
BPC	Cloro							
Aroclor 1232	32	26	29	24	14			
Aroclor 1016	41	2	19	57	22			
Aroclor 1242	42	3	13	28	30	22	4	
Aroclor 1248	48		2	18	40	36	4	
Aroclor 1254	54				11	49	34	6
Aroclor 1260	60					12	38	41

AROCLOR PRODUCTO COMERCIAL DE MONSANTO COMPANY, USA 1987

Con excepción del aroclor 1016 que contiene 41% de cloro, las últimas dos cifras representan el porcentaje de cloro en la mezcla comercial.

Las propiedades que los hicieron tan útiles son precisamente la causa de que estos compuestos permanezcan intactos aún después de usarse, ya que si bien no reaccionan activamente en suelo, agua y aire, los movimientos, la resuspensión y sedimentación de sus partículas son críticamente importantes para el transporte y disposición final de estos contaminantes tóxicos (Harris *et al.*, 1990).

El descubrimiento de su acumulación en seres vivos y la naturaleza fue hecho por Reynolds (1971) y Hutzinger *et al.*, (1985). Se confirma su presencia en áreas tan remotas como el polo ártico; son detectados en tejidos grasos de algunas especies animales como aves y peces, entrando así dentro de la cadena alimenticia donde se pueden biomagnificar. Se han encontrado en concentraciones significativas en canales, ríos, lagos y sedimentos alrededor del mundo; dispersos en flora y fauna silvestres, así como en la sangre de los seres humanos y en leche materna (Koch, 1995).

Los bifenilos policlorados se depositan en el suelo en forma de tizne, o en los sedimentos de los cuerpos de agua, donde pasan a formar parte del bentos, acumulándose para desarrollar un foco de toxicidad para la biota por su liposolubilidad y afinidad con la materia orgánica, e interfiriendo con los procesos de degradación y dinámica del suelo (Bedard y May, 1996).

En cuanto a su toxicidad, los bifenilos policlorados están clasificados por la EPA (Environmental Protection Agency) y por la ATSDR (Agency for Toxic Substances and Diseases Registry) en la clase de sustancias tóxicas de tipo B, como carcinógeno comprobado en animales y probable carcinógeno en humanos (ATSDR, 1996).

El ser humano al ser expuesto a dosis bajas causa daños fatales ya sea inhalado, ingerido o al ingresar al organismo a través de la piel, puede provocar efectos agudos o crónicos, incluyendo cáncer; los efectos adversos a la salud se presentan de acuerdo al período de exposición (inhalación, oral y dérmica), que pueden causar efectos sistémicos (respiratorio, cardiovascular, sanguíneo, hepático, renal), inmunológico, neurológico, de desarrollo, reproductivo, genotóxico y cancerígeno (IARC, 2002).

Cuando se queman a temperaturas mayores a 350°C y menores a 1000 °C, temperaturas que se pueden alcanzar en un incendio o en incineradores convencionales (de 600 a 7000 °C), los BPC's se emiten a la atmósfera y además se generan otros productos de descomposición térmica mucho más tóxicos, las policloro dibenzo-p-dioxinas y policloro dibenzo-furanos, que son 100 veces más tóxicos que los mismos BPC's (PRA, 1996).

## **PROBLEMÁTICA NACIONAL DE LOS BIFENILOS POLICLORADOS**

En México la problemática de BPC's se remonta a los años cuarenta con la importación de una gran cantidad de fluidos aislantes y equipo eléctrico procedente de Estados Unidos y Europa, por lo que se puede considerar que dichos compuestos han existido en nuestro país por lo menos desde hace 50 años sin contar con los programas y la legislación necesaria para un manejo ambientalmente seguro. Existen muy pocos estudios relacionados con el problema, por lo que se torna imperativo determinar y evaluar los beneficios que han traído al hombre, así también como los peligros y consecuencias en la salud y en el ambiente derivados del uso inadecuado de estos compuestos (Díaz, 1992).

Los procesos de generación eléctrica fueron los principales demandantes de este producto, que es un excelente agente dieléctrico. La Semarnat elaboró un inventario de la existencia de BPC's, con la cooperación de diversas empresas con base en la norma vigente NOM-133-ECOL-2000. De acuerdo al inventario en México hay 40,476 toneladas de estos compuestos, cuyo uso tuvo su auge entre los 50s y 70s. Sin embargo, hay incertidumbre con respecto al nivel general de los BPC's. De acuerdo con un informe oficial del INE, en México hay casi 8,000 toneladas métricas de BPC's líquidos almacenados, pero no existe información con respecto a la cantidad de material contaminado con estos compuestos. La Comisión Federal de Electricidad (CFE), tiene 2,040 toneladas métricas de BPC's en equipo eléctrico (CFE, 1988); la Compañía de Luz y Fuerza del Centro tiene 2,722 toneladas; PEMEX, 642 y el Sistema Metropolitano de Transporte Metro, alrededor de 200 toneladas en uso y operación en todo el país. Todas estas cifras son aproximadas, ya que hay incertidumbre con respecto a la cantidad y manera en que son almacenados los BPC's (PRA, 1996).

## **PRESENCIA DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS Y BIFENILOS POLICOLORADOS EN LECHE HUMANA**

En años recientes ha sido renovado el interés por la lactancia, algunos estudios fisiológicos y médicos han hecho hincapié de los grandes beneficios que tiene la leche materna contra las enfermedades infantiles, como ejemplo se encuentra el incremento de la respuesta inmunológica que tiene como consecuencia un desarrollo más saludable para el bebé. En paralelo esto ha incrementado el interés en los estudios concernientes acerca de la excreción de drogas y contaminantes del ambiente en la leche humana.

La presencia de POC's y BPC's como contaminantes en los alimentos, especialmente en la leche materna, han pasado de ser un aspecto puramente científico a un problema social de extrema importancia. En la actualidad, estudios sobre la presencia de residuos de plaguicidas organocolorados en leche materna se realizan prácticamente en todas las regiones del mundo, ya que ni aún en los lugares más recónditos del planeta han escapado a la contaminación por este tipo de sustancias (Spicer y Kereu, 1993). Las ventajas nutritivas e inmunológicas de la lactancia se han convertido en un posible riesgo para la salud a partir del consumo de leche contaminada. Es decir el beneficio que presenta la leche humana de proveer al infante los nutrimentos necesarios para su desarrollo, no descarta la presencia de algunas sustancias tóxicas como los POC's y BPC's (Duarte *et al.*, 1994).

La leche humana es una secreción que puede contener e incluso concentrar, componentes tóxicos como: residuos de plaguicidas organocolorados, bifenilos policolorados, dioxinas y furanos, además de micotoxinas, cafeína, nitratos, plomo, cadmio y aluminio entre otros (Furst *et al.*, 1994; Astrup y Slorach, 1998).

Los plaguicidas organocolorados y bifenilos policolorados se acumulan en el tejido adiposo, en donde responden a cambios metabólicos y fisiológicos que presenta la madre durante la lactancia, para finalmente ser excretados. Por ejemplo, la secreción del DDT, DDE y DDD en la leche humana es un mecanismo rápido de eliminación de estos compuestos lipofílicos, siendo este proceso un problema de salud tanto para la madre como para el neonato lactante (Spicer y Kereu, 1993).

Un riesgo muy importante es la acumulación de estos productos en el tejido adiposo de las personas, el cual constituye lo que se conoce como carga corporal y, en el caso de la mujer por el alto contenido de lípidos en las glándulas mamarias, los POC's y BPC's tienden a acumularse en este sitio siendo transferidos a los hijos a través de la leche materna y de la placenta. En varios países se han encontrado concentraciones elevadas de plaguicidas en leche humana (tabla 2).

**Tabla 2.** Plaguicidas organoclorados detectados en leche humana en varias partes del mundo

PAÍS	PLAGUICIDA	CONCENTRACIÓN PPM
Canadá <sup>3</sup>	p,p'-DDE	8.4
Estados Unidos de América <sup>2</sup>	Epóxido de heptacloro	0.02-0.30
Finlandia <sup>8</sup>	p,p'-DDE	0.85
Hawái <sup>7</sup>	Dieldrín	0.04
Jordania <sup>4</sup>	Heptacloro	0.03-0.01
México <sup>6</sup>	HCH	0.387
Nueva Guinea <sup>5</sup>	DDT	1.25
Venezuela <sup>(1)</sup>	DDT	5.1-68.3

Adaptado de las referencias originales: Fuente: (1) Brunetto *et al.*, 1996; (2) Alberts *et al.*, 1996; (3) Harvey, 1996; (4) Alawi, *et al.*, 1992; (5) Spicer y Kereu, 1993; (6) Waliszewski, *et al.*, 1996

## COMPOSICIÓN DE LA LECHE HUMANA

La leche humana es un alimento esencial para el recién nacido, ya que contiene nutrimentos como: proteínas (3.5%), azúcares (4.9%), sales minerales (0.8%), vitaminas (0.3%), carbohidratos, lípidos (3.5%), agua (87%) y algunas otras sustancias presentes en menor concentración como son enzimas, hormonas, factores de crecimiento, nucleótidos, fosfolípidos y gases disueltos. La concentración y composición de estos compuestos es diferente en el calostro que en la leche madura (tabla 3) (Hamoshi, 1997). El volumen registrado de leche producido, varía de 700 a 2,100 mL al día (Hartmann y Proseer, 1984).

**Tabla 3.** Composición de la leche humana (Flores *et al.*, 1993)

Componente	Calostro	Leche madura
Proteína (g)	2,00	1,57
Lípidos (g)	4,30	3,00
Lactosa (g)	5,63	6,00
Sodio (mg)	0,31	0,29
Calcio (mg)	0,28	0,28
Fósforo (mg)	0,16	0,15

Se describen a continuación los nutrimentos más importantes de la leche humana.

**PROTEÍNAS.** Las proteínas de la leche se dividen en proteínas de suero y las caseínas. Las proteínas de suero son: lactoferrina, inmunoproteínas,  $\alpha$ -lactoalbúmina; también están presentes algunas proteínas transportadoras, hormonas y factores de crecimiento. En el calostro, las proteínas constituyen el 80% y disminuyen a 65% en la leche madura (Hamoshi, 1997).

**CARBOHIDRATOS.** La lactosa se encuentra disuelta en la fase acuosa y representa el 95% de los carbohidratos totales, el resto lo forman galactosa, fructosa y oligosacáridos (Flores *et al.*, 1993).

**LÍPIDOS.** Entre los lípidos presentes en la leche están los triacilgliceroles. Los lípidos cubren del 35 al 50% de los requerimientos energéticos del lactante. La concentración y naturaleza de los lípidos y ácidos grasos, varía según la composición corporal y dieta de la madre (Flores *et al.*, 1993).

**VITAMINAS Y MINERALES.** La leche humana presenta vitaminas y elementos traza. Las vitaminas liposolubles son: A, D, E, K; entre las vitaminas hidrosolubles están la B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B6 (piridoxina), B12 (cobalamina), folato, niacina, biotina, ácido pantoténico, y vitamina C (ácido ascórbico). Dentro de los minerales están el sodio, potasio, calcio, fósforo, zinc, cobre, magnesio, hierro, cromo, manganeso, molibdeno, níquel y selenio (Spear *et al.*, 1992; Bates y Prentice, 1994).

La leche materna ofrece a los bebés una nutrición incomparable, les ayuda en su crecimiento y desarrollo, les provee factores inmunes que incrementan su resistencia a infecciones y lo previene de enfermedades crónicas como la diabetes, alergias y asma (Waliszewski *et al.*, 2002), aunque después de la exposición a los POC's, una parte importante de estos se almacena en tejido graso, como el compuesto principal inalterado.

De esta forma la evaluación de los POC's y BPC's en leche humana de Tabasco, debe generar información sobre el posible impacto de las actividades antropogénicas en la calidad de vida de las comunidades y la salud de las mismas.

## ANTECEDENTES

Es importante hacer notar que en México es escasa la información de la presencia de plaguicidas organoclorados en leche humana, y la de bifenilos policlorados prácticamente no se ha realizado.

En el área de estudio del presente trabajo no hay información de plaguicidas organoclorados en leche materna, solamente hay trabajos realizados para plaguicidas y bifenilos policlorados, en ecosistemas costeros.

Waliszewski y colaboradores (2002), realizaron un estudio en el estado de Veracruz, México, en donde colectaron muestras, de calostro, suero de sangre y leche materna de 100 mujeres; con el propósito de observar la concentración y persistencia de plaguicidas organoclorados. Ellos encontraron valores significativos de DDT en los tres tipos de muestra. En la leche materna se detectaron el p,p'-DDE con rangos hasta 3240 ngg<sup>-1</sup> de y el p,p'-DDT con 580 ngg<sup>-1</sup>. Estos resultados son expresados en base grasa.

La contaminación ambiental causada por la persistencia de plaguicidas organoclorados es un problema grave y se realizan estudios a nivel internacional, por ejemplo, Ejobi *et al.*, (1996) trabajaron muestras de leche materna de mujeres residentes de Uganda y reportaron un 100% de frecuencia de un total de 143 muestras para p,p'-DDT y p,p'-DDE, cuyas concentraciones promedio fueron de 3240 ngg<sup>-1</sup> y 250 ngg<sup>-1</sup> respectivamente en base grasa. Se encontraron también frecuencias de 83.2 % para dieldrin; para beta-HCH 9.1%, con un valor medio de 40 ngg<sup>-1</sup>, 3.5% para alfa-HCH con valores de 460 ngg<sup>-1</sup>. La FAO/WHO (1990), recomiendan como dosis mínima permisible para aldrin y dieldrin 0.5 ngg<sup>-1</sup>; y para el DDT 20 ngg<sup>-1</sup>.

Hernández y colaboradores (1993) analizaron 51 muestras de leche materna en España, y encontraron; p,p-DDE en un 100% de frecuencia, con datos de 3.2 a 3838 ngg<sup>-1</sup>; y reportaron para el alfa-HCH un porcentaje del 68.6% con valores hasta de 607.9 ngg<sup>-1</sup>; para beta-HCH un 85.7% y concentraciones de 43.1 a 10.5 ngg<sup>-1</sup>. También reportan para el dieldrin un 11.7% con rangos hasta de 3.9 ngg<sup>-1</sup>.

De acuerdo con Kanja *et al.*, (1986) la presencia de altos niveles de p,p'-DDE en la leche humana indica una exposición prolongada de la madre al DDT, el cual es metabolizado a DDE y es retenido en el cuerpo, ya que la distribución metabólica del DDT, DDE y del isómero beta-HCH tiende a ser lenta, lo que conduce a que se almacenen en la grasa corporal (Ganem, 1990).

En Francia, Bordet y colaboradores (1993) analizaron 30 muestras de leche humana en busca POC's y encontraron el compuesto aldrin con valores de 1 hasta 82 ngg<sup>-1</sup>; el endrin entre 20 y 842 ngg<sup>-1</sup>; para DDT de 1 a 784 ngg<sup>-1</sup>; para el alfa-HCH concentraciones de 2 a 453 ngg<sup>-1</sup>; y en el DDE rangos de 81 a 18531 ngg<sup>-1</sup>. El 70% de las muestras resultaron contaminadas por beta-HCH, el 25% están contaminadas por

DDE, datos muy por encima de los límites permisibles, aunque los autores mencionan que desde hace 20 años dejaron de usarse en su país,

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar las concentraciones de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en leche humana, del municipio de Cunduacán, Tabasco, México.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Conocer las concentraciones de POC's en la leche materna
- Determinar que familia de POC's se presenta en mayor y menor abundancia en la leche materna y en cuantas muestras se presentan
- Conocer las concentraciones de BPC's en el contenido de leche materna
- Determinar los BPC's que se presentan en mayor y menor abundancia en la leche materna y en cuantas muestras se presentan
- Determinar los BPC's menos abundantes en leche materna y en cuantas muestras se presentan
- Relacionar las concentraciones de POC's y BPC's como factores de riesgo para la salud humana, comparándolos con los límites permisibles establecidos por la FAO/WHO.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Tabasco limita al este con Guatemala, al oeste con Veracruz y al norte con el Golfo de México. Sus coordenadas geográficas son 17° 15' y 18°39' de latitud norte y 91° 00' y 94° 17' de latitud este. Es accidentado al sur por la Sierra Madre de Chiapas y los ríos San Pablo, Grijalva y Usumacinta. Posee una extensión aproximadamente de 24,578 km<sup>2</sup> que representan el 1.26% del territorio nacional. Se encuentra dividido políticamente en 17 municipios. Cunduacán representa el 2.5% de la superficie del estado. Colinda al norte con los municipios de Comalcalco y Jalpa de Méndez; al este con los municipios de Jalpa de Méndez, Nacajuca y Centro; al Sur con el estado de Chiapas y los municipios de Cárdenas y Centro; al oeste con los municipios de Cárdenas y Comalcalco (INEGI, 1998) (Fig. 4).

### EXTENSIÓN

El municipio de Cunduacán se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la llanura costera del Golfo Sur, se localiza en la región de la Chontalpa tabasqueña, teniendo como cabecera municipal a la ciudad de Cunduacán, ubicada entre los paralelos 18°03' de latitud norte y 93° 10' de longitud oeste. La extensión territorial del municipio es de 623.9 km<sup>2</sup>, los cuales corresponden al 2.54% respecto al total del estado, ocupando el 12° lugar en la escala de extensión municipal. Su división territorial está conformada por una ciudad, 10 poblados, 31 rancherías, 59 ejidos y 13 colonias, (INEGI, 2004).

### HIDROGRAFÍA

El municipio cuenta con una red hidrológica que determina en cierta medida la calidad y utilización de los suelos con que éste cuenta. El escurrimiento superficial está integrado fundamentalmente por las cuencas media y baja de los ríos Grijalva-Usumacinta y Coatzacoalcos y, en menor medida, por el Río Tonalá. Los principales ríos y arroyos que riegan este municipio son: Samaria, Guayabal, Cuxcuchapa y el arroyo Tular. Existen dos lagunas de importancia: Ballona, Cucuyulapa y Chiribital, (INEGI, 2004).

### CLIMA

El clima que predomina es el cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Aw). Éste se caracteriza por sus altas precipitaciones y temperaturas, un régimen normal de calor con sus cambios térmicos en los meses de diciembre y enero, se aprecia una temperatura media anual de 26.2°C, siendo la máxima media mensual en mayo con 30.5°C, y la mínima media mensual en diciembre y enero con 22.5°C, (INEGI, 2004).



Fig. 4 . Ubicación del Municipio de Cunduacán, Tabasco, México.

El régimen de precipitaciones se caracteriza por un total de caída de agua de 1947 mm anuales con un promedio máximo mensual de 327 mm en el mes de septiembre y una mínima mensual de 6 mm en el mes de abril.

## **AGRICULTURA**

La agricultura ocupa un 34% de la superficie municipal con los principales cultivos de caña de azúcar, cacao y maíz (INEGI, 1998). El municipio de Cunduacán es uno de los principales productores de cacao en el estado ocupando el 2° lugar estatal, en cuanto a superficie cultivada y volumen de producción también se cultiva plátano, caña de azúcar, pimienta, coco, maíz, frijol y naranja y en menor escala sandía y melón (Castañeda y Cámara, 1992).

En 1997 la superficie sembrada fue de 22,005 ha, de ello, la actividad cacaotera ocupó 11,457 ha, que representaron el 19.75%, dedicándose 3,150 ha al plátano que representó 14.31%, 1,888 ha de caña de azúcar que representó el 8.57% de la superficie y los frutales con 708 ha representando el 3.22% del total de la superficie agrícola municipal, (INEGI, 2004).

## **INDUSTRIA**

Las instalaciones de PEMEX cubren más de la mitad del territorio y circundan materialmente la cabecera municipal: los principales ductos son Ciudad PEMEX-Coatzacoalcos, y Cactus-Dos Bocas, que atraviesan muchas comunidades del municipio, hay registrados 25 corredores con una longitud de 210+041 Km. entre los que sobresalen Ciudad PEMEX-México, Bateria Samaria II-Cárdenas, Dos Bocas-Castaño, Oxiacaque-Iride, Bellota-Jolote-Paredón, los cuales transportan gas natural, hidrocarburo refinado y petróleo, (INEGI, 2004).

## **RECOLECTA DE LECHE HUMANA**

Para la realización del presente trabajo se utilizaron muestras de leche materna colectadas en el mes de diciembre de 1998, en el municipio de Cunduacán, Tabasco. El total de muestras colectadas fue de 46, y fueron donadas por mujeres lactantes (ellas mismas se extrajeron la leche). Se realizó una encuesta a cada una de las donadoras en la cual se les preguntó su edad, número de partos y lugar de residencia. La leche fue conservada en envases de plástico estériles, etiquetados y conservados a  $-4^{\circ}\text{C}$  para su análisis posterior.

## **DETECCIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS Y BIFENILOS POLICORADOS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES**

El método de detección por excelencia para el análisis de sustancias es la cromatografía de gases, dada la volatilidad de estos compuestos a las temperaturas empleadas en esta técnica, con detección por captura electrónica que resulta muy apropiada para este fin, y de elevada sensibilidad (Noa *et al.*, 1992).

## **MÉTODO DE EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS Y BIFENILOS POLICLORADOS**

La técnica de extracción de plaguicidas y de bifenilos policlorados que se aplicó a las 46 muestras de leche fue la propuesta por la UNEP/FAO/IAEA (1986) (Fig. 5). Para probar la precisión de la técnica empleada se hizo una extracción sin emplear leche (muestra testigo). Las muestras se liofilizaron y se procedió de la siguiente manera:

### **PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

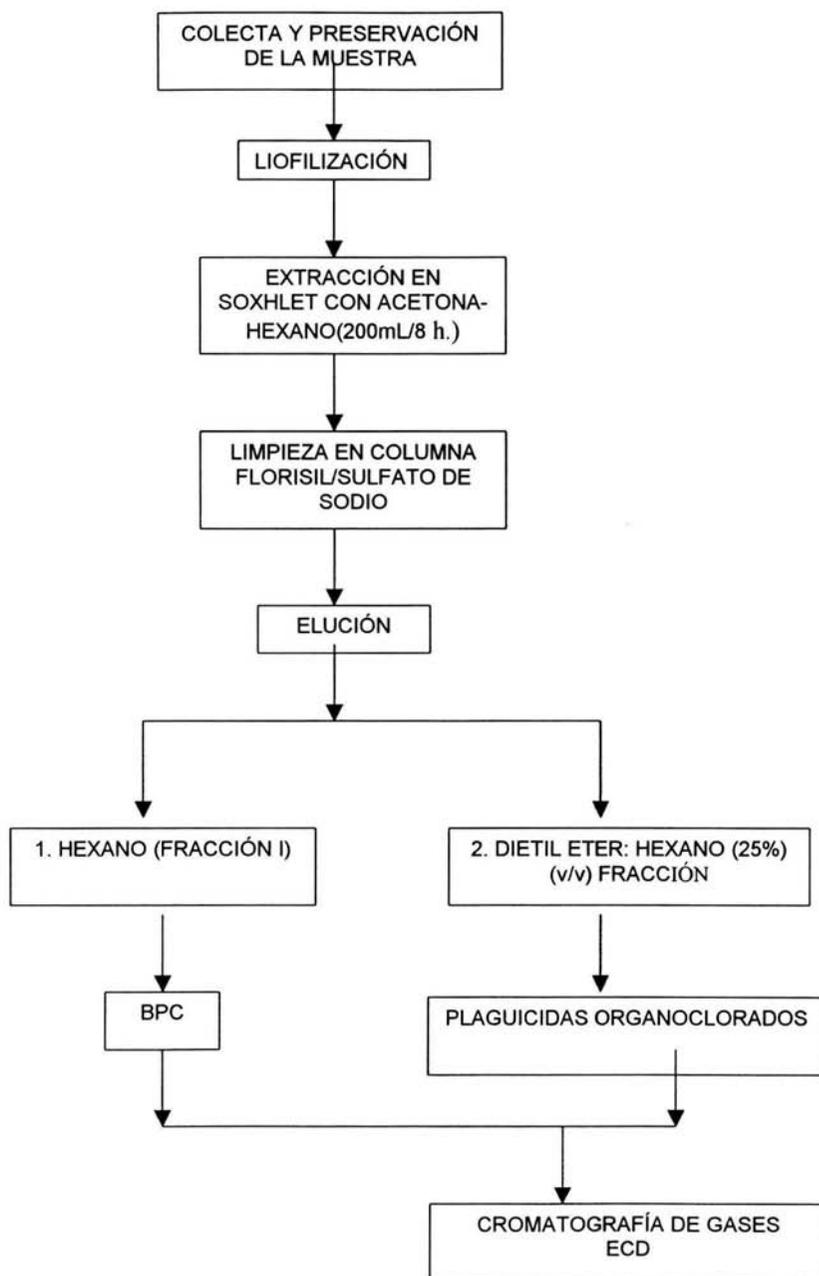
1. La muestra se coloca en un cono de papel filtro Whatman N° 2
2. Registrar el peso de la muestra
3. Colocar fibra de vidrio sobre la muestra
4. Agregar aproximadamente 200 mL de acetona-hexano (1:1) al matraz de destilación, extraer por 8 horas, reciclando el solvente de 4 a 5 ciclos por hora. Analizar un blanco de reactivos por cada 5 muestras
5. El extracto se concentró a 5 mL en un evaporador al vacío ó con una ligera corriente de nitrógeno, se toma 1 mL (deben ser aproximadamente 250 a 200 mg de lípidos) y se pasa por una columna empacada con florisil Merck.

### **LIMPIEZA DEL EXTRACTO EN COLUMNA DE FLORISIL**

Se empaqueta una columna de vidrio (30 cm x 2 cm de diámetro interno) con 13 g de florisil desactivado al 1.25%, seguido de 4 g de sulfato de sodio anhidro para eliminar cualquier molécula de agua de la muestra, ya que la leche humana tiene 87.6% de agua.

El extracto se agrega al tope de la columna y se eluye con 50 mL de hexano y ésta será la primera fracción. Luego la columna es eluida con 50 mL de dietil éter en hexano al 25% (v/v) y ésta será la segunda fracción. La fracción 1 contendrá los BPC's, DDE y algunos otros como HCB. La fracción 2 contendrá los DDT, DDD, toxafeno, clordano y HCH.

Para comprobar el grado de activación de la columna de florisil, se hizo pasar 1 mL de estándar de 20 ng/mL y al reducir sus fracciones deben recobrase todos los compuestos de interés.



**Figura 5.** Técnica de análisis de plaguicidas organoclorados en leche humana

Las fracciones 1 y 2 se evaporan al vacío a 30°C, hasta 5 mL. Se colocan en tubos de centrifuga graduados con tapón de baquelita. Se mantienen en refrigeración hasta su análisis por cromatografía de gases.

### **CROMATOGRAFÍA DE GASES**

Los procedimientos analíticos utilizados con mayor frecuencia para detectar y cuantificar la presencia de plaguicidas organoclorados en tejidos animales, vegetales y en muestras de sedimentos, son las técnicas de análisis por cromatografía de gases con detectores de captura de electrones. Estos hacen posible el análisis de cantidades muy pequeñas, desde partes por billón (ppb= ng/g) hasta centésimas de ppb, de estos contaminantes ambientales.

Para el análisis cromatográfico, se utilizó una mezcla estándar de 16 componentes marca Chemservice a una concentración de 16 ng/mL, cuyo volumen de inyección fue de 1µL.

El cromatógrafo utilizado fue marca Hewlett-Packard, modelo 5890, serie II, equipado con detector de captura de electrones (ECD <sup>63</sup>Ni) con integrador de áreas modelo 3396, columna capilar HP-5 de 30 m x 0,25 mm D.I x 0,25 µm de espesor de capa, y fase estacionaria de fenilmetilsilicón al 5%.

### **CONDICIONES DE OPERACIÓN**

La temperatura del inyector fue de 260°C. La temperatura del detector fue de 320°C, el gas acarreador fue helio con un flujo de 1 mL/min, y el gas auxiliar fue nitrógeno con un flujo de 30 mL/min.

### **IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE RESULTADOS**

La identificación y cuantificación de los plaguicidas organoclorados y de bifenilos policlorados se realizó con base en los tiempos de retención y el área de los picos comparado con el patrón estándar de plaguicidas (Fig. 6) de una concentración de 20 ó 16 ng/mL. Los plaguicidas que se buscaron son Alfa-HCH, Beta-HCH, Gama-HCH, Delta-HCH, Heptacloro, Aldrín, Epóxido de Heptacloro, Endosulfán I, p,p'-DDE, Dieldrín, Endrín, Endosulfán II, p,p'-DDD, Endrín, Aldehído, Sulfato de Endosulfán y el p,p'-DDT; para los BPC's, se utilizaron los congéneres del Aroclor 1260.

Los BPC's se midieron comparando el área total de los picos de la muestra, con el área total de un estándar de referencia, únicamente aquellos picos de la muestra que sean atribuidos a los bifenilos policlorados presentes en el cromatograma del estándar de referencia que fue usado para la cuantificación.

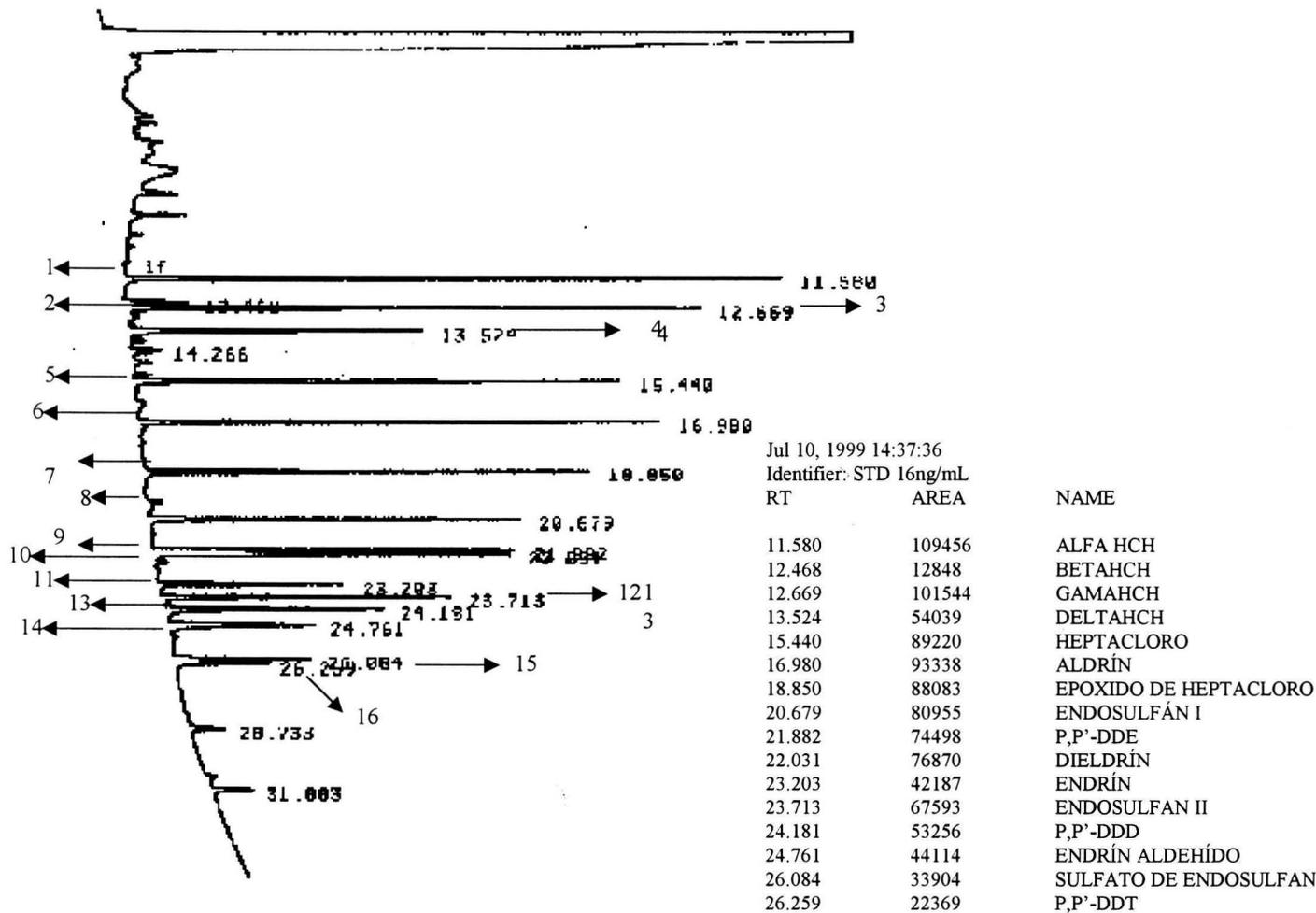


Figura 6. Cromatograma de estándar de plaguicidas organoclorados

El cálculo de las concentraciones se efectuó de la siguiente manera:

$$\text{Conc (ng/g)} = (\text{hm}/\text{he}) * (\text{Ve}/\text{Vm}) * (\text{Ce}) * (\text{Vam}/\text{Wm})$$

En donde:

- hm = Área de la muestra
- he = Área del estándar
- Ve = Volumen del estándar inyectado ( $\mu\text{L}$ )
- Vm = Volumen de la muestra inyectado ( $\mu\text{L}$ )
- Ce = Concentración del estándar ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )
- Vam= Volumen de aforo de la muestra (mL)
- Wm = Peso de la muestra (g)

## EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

Se realizó una estadística descriptiva de las concentraciones de BPC's, así como al conjunto de datos ordenados por grupos de edad (g 17: de 17 a 22 años; g23: de 23 a 40 años) también por grupos de peso ( g1: de 45 a 59 kg y g2: de 60 a 100 kg); posteriormente se aplicó la prueba de Newman (para datos no paramétricos) comparando cada uno de los grupos por edad y cada uno de los grupos por peso entre sí, con el objetivo de verificar si el peso corporal o la edad de la madre tienen un efecto en la concentración de BPC's, por último se hizo un análisis de correlación entre peso y edad; y entre peso y concentración, los análisis anteriores se hicieron en el programa estadístico statgraphics v. 3.1

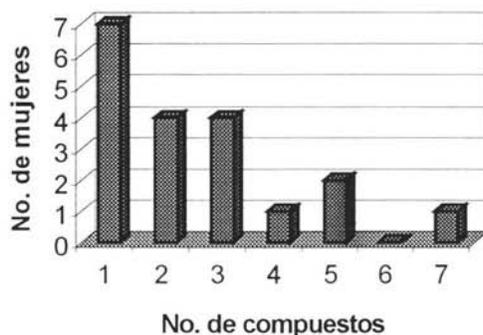
## RESULTADOS

### Plaguicidas organoclorados

Se analizaron las muestras de leche humana de 46 mujeres con un promedio de 21 años de edad (entre 17 y 45 años) residentes del municipio de Cunduacán, Tabasco, México. De las 46 mujeres donadoras, en 26 (56 %) no hubo niveles detectables ( $< 0.01 \text{ ngg}^{-1}$ ) en su leche materna. Las 20 mujeres restantes (44%) si presentaron valores de plaguicidas organoclorados.

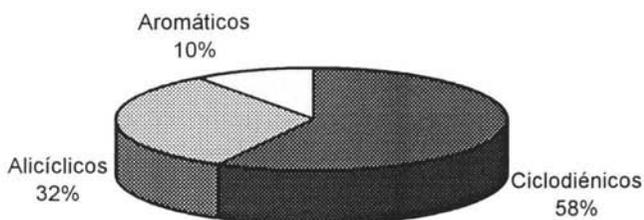
De los 16 compuestos evaluados, solo se registraron 14 en las muestras de leche humana y fueron: Alfa, Beta y Delta-HCH (alicíclicos); Heptacloro, Epóxido de Heptacloro, Aldrín, Dieldrín, Endrín, Endrín Aldehído, Endosulfán I y II; Sulfato de Endosulfán (ciclodiénicos); p,p'-DDT y DDE (aromáticos); no se encontraron el gama-HCH y el p,p'-DDD.

Se registraron de 1 a 3 plaguicidas por muestra y solo en una de ellas se encontraron 7 tipos de plaguicidas organoclorados (muestra 31), esto quiere decir que una sola mujer presentó el 50% de los 14 plaguicidas detectados (Fig. 7).



**Figura 7.** Número de plaguicidas organoclorados que se detectaron en leche humana con respecto al número de mujeres

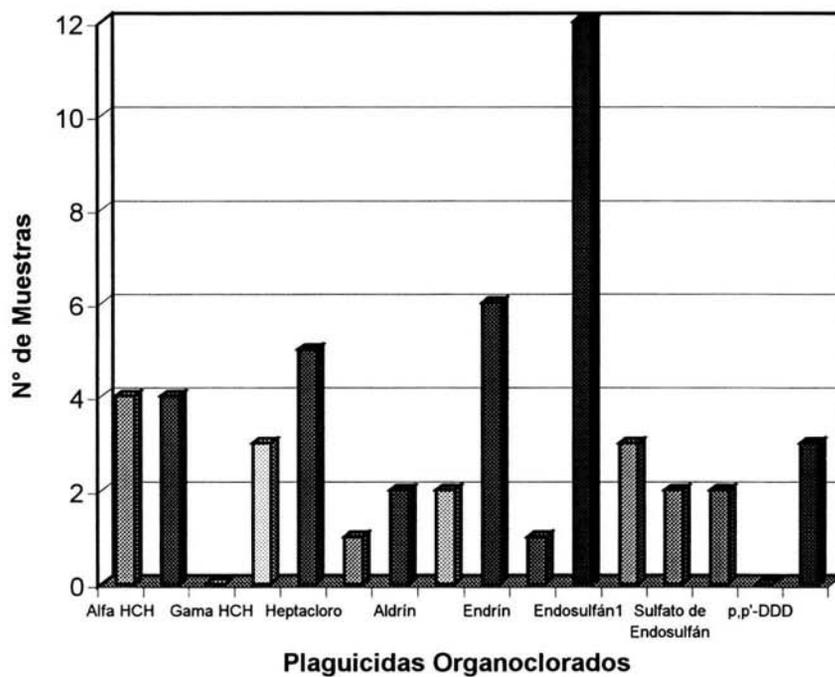
Los plaguicidas organoclorados que se presentaron en la leche humana de las 20 muestras positivas que pertenecen a las tres familias químicas de estos compuestos. Al aplicar las pruebas se detectaron los siguientes porcentajes: aromáticos 10%, alicíclicos 32% y ciclodiénicos 58% en donde la muestra (m-31) presentó varios compuestos de plaguicidas (Fig. 8).



**Figura 8.** Porcentajes de los grupos de plaguicidas organoclorados que se presentaron en las muestras de leche humana.

El compuesto más frecuente en las muestras fue el endosulfán I (12 muestras), seguido por el endrín (6 muestras), heptacloro (5 muestras), alfa-HCH (4 muestras), beta-HCH (4 muestras), delta-HCH (3 muestras), endosulfán II (3 muestras), aldrín (2 muestras), dieldrín (2 muestras), époxido de heptacloro (1 muestra), endrín aldehído (1 muestra) y los compuestos que no se registraron fueron el gama-HCH y el p,p'-DDD ( Fig. 9).

El plaguicida organoclorado ciclodiénico que se encontró en mayor concentración en las muestras de leche materna fue el endosulfán I con un valor máximo de  $1051 \text{ ngg}^{-1}$  y el mínimo fue de  $4.67 \text{ ngg}^{-1}$ . Los compuestos que también presentaron elevados resultados fueron el beta-HCH con  $352 \text{ ngg}^{-1}$ , el p,p'-DDT con  $119 \text{ ngg}^{-1}$  y el alfa-HCH con  $102 \text{ ngg}^{-1}$ , hay que hacer notar que las concentraciones mínimas de estos compuestos fueron altas:  $57.5 \text{ ngg}^{-1}$  y de  $71 \text{ ngg}^{-1}$  respectivamente, excepto del alfa-HCH que fue de  $6.3 \text{ ngg}^{-1}$ . Por otra parte los plaguicidas como el delta-HCH, el epóxido de heptacloro, el dieldrín y el sulfato de endosulfán sus concentraciones máximas fueron muy pequeñas como se puede observar en la tabla 4.



**Figura 9.** Tipos de Plaguicidas Organoclorados detectados en las muestras de leche humana.

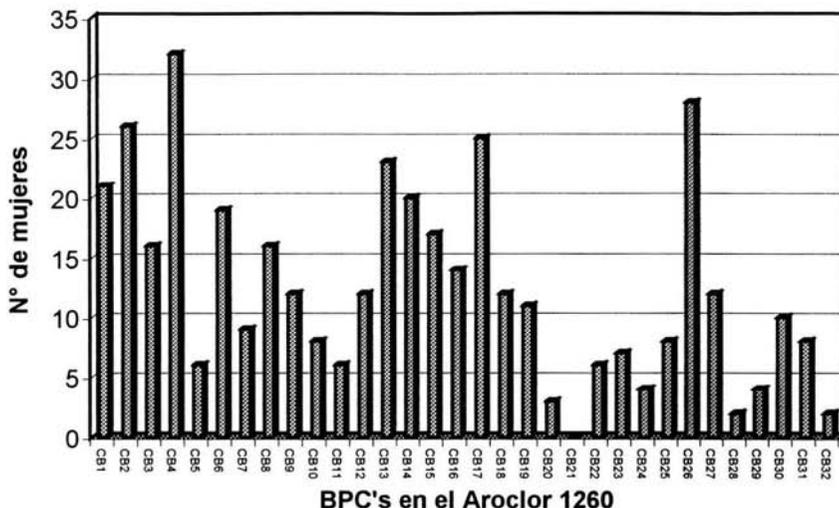
**Tabla 4.** Concentraciones mínimas, máximas y promedio de los plaguicidas organoclorados detectados en leche humana.

Familia	Compuesto	Concentración Mínima ngg <sup>-1</sup>	Concentración Máxima ngg <sup>-1</sup>	Concentración promedio
Aromáticos	p,p'-DDT	71	119	95
	p,p'-DDE	2.6	20	9.17
Alicíclicos	Alfa-HCH	6.3	102	37.97
	Beta-HCH	57.5	352	158.87
	Delta-HCH	0.98	2	1.43
Ciclodiénicos	Heptacloro	0.61	84	39.47
	Époxido.	0.65	0.65	0.65
	Heptacloro			
	Aldrín	21.3	22	22.05
	Dieldrín	4.1	4	4.45
	Endrín	9.7	23	13.76
	Endrín Aldehído	56	56	56
	Endosulfán I	4.67	1051	115.51
	Endosulfán II	3.02	24	10
	Sulfato de endosulfán	2.81	7	5.33

## BIFENILOS POLICLORADOS

Los Bifenilos Policlorados congéneres (Aroclor 1260 con 60% de cloro), que se analizaron de 46 muestras de leche materna, solo en 39 se detectaron dichos compuestos y representan el 84.7%, en comparación con las muestras analizadas de plaguicidas organoclorados que solo representaron el 44%.

En la figura 10 podemos observar que el compuesto que más se presentó en las 46 muestras es el compuesto bifenilo CB4; que se encontró en 32 mujeres, después continua el CB26 que estuvo presente en 28 mujeres, el CB2 se detectó en 26, el CB17 en 25 y el CB13 en 23, cabe mencionar que estos son los 5 CB que más se detectaron en las muestras, de ahí que los otros CB se registraron en menor proporción; como el CB28 y el CB32 que se encontraron solo en 2 mujeres, y el CB21 no se detecto en ninguna muestra.



**Figura 10.** Número de bifenilos policlorados (CB) que se detectaron en la leche humana, con respecto al número de mujeres.

Solo en 7 mujeres no hubo presencia de bifenilos (CB). La m-30 (muestra) fue la que presentó la cantidad más alta con 24 compuestos bifenilos (CB), la m-7 y m-18 presentaron 23; la m-31 registró 21, la m-34, 20 y en la m-9 y m-45 solo se detectó un bifenilo. (Fig.11)

En cuanto a las concentraciones se observa que la m-4 presentó la más elevada con un total de 23, 784 ngg<sup>-1</sup>, le siguen la m-18 con 10, 768 ngg<sup>-1</sup>, la m-7 con 5830.2 ngg<sup>-1</sup>, la m-12 con 5358 ngg<sup>-1</sup>, la m-17 con 3957.3 ngg<sup>-1</sup> y por último la m-3 con 3516.24 ngg<sup>-1</sup> (tabla 5).

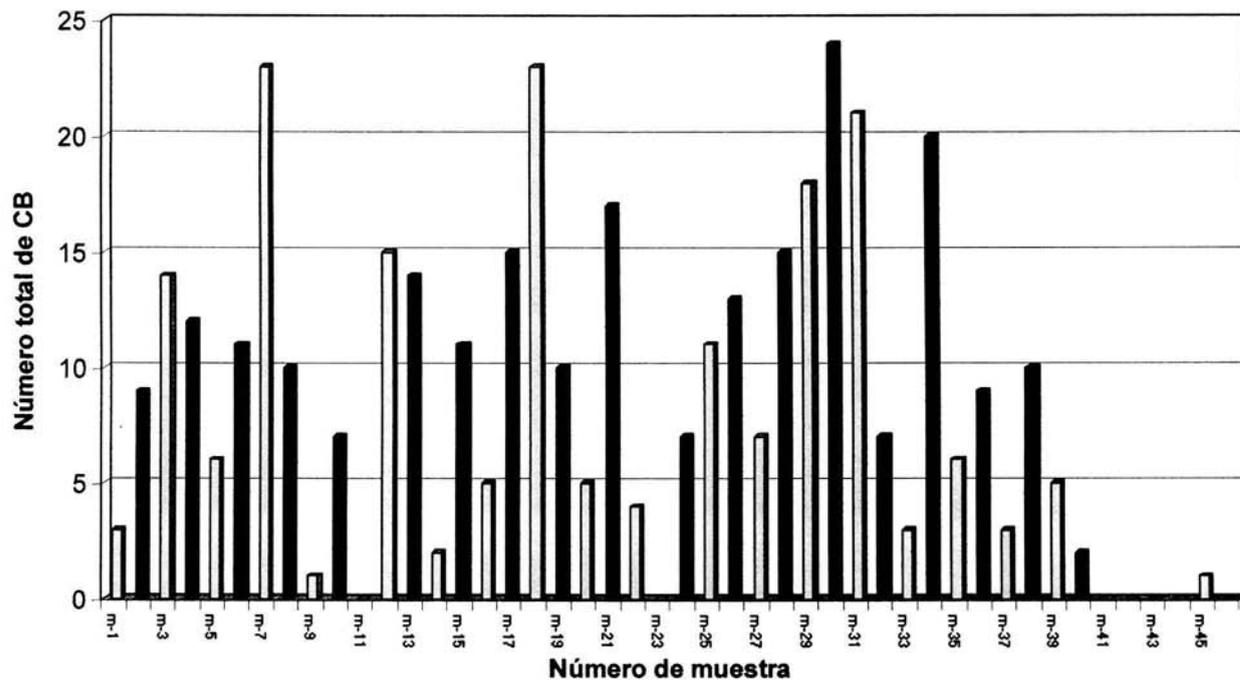


Figura 11. Número total de compuestos bifenilos (CB) que se detectaron en cada muestra de leche materna.

**Tabla 5.** Concentraciones mínimas, máximas y total de los bifenilos policlorados detectados en leche humana.

Muestra	Nº de Compuestos	Concentración		Concentración
		Mínima ngg <sup>-1</sup>	Máxima ngg <sup>-1</sup>	Total ngg <sup>-1</sup>
m-1	3	1.12	17.88	20.74
m-2	9	14.56	277.2	734.4
m-3	14	14.4	1640	3516.24
m-4	12	168.4	11995	23784
m-5	6	9.8	251.6	547.8
m-6	11	24.48	390	2525
m-7	23	7.5	2656	5830.2
m-8	10	32.4	358.4	905
m-9	1	56.08	56.08	56.08
m-10	7	7.84	113.6	267.3
m-12	15	4.8	2330	5358
m-13	14	11.28	700	1734
m-15	11	8.64	697.2	1208.1
m-16	5	38.88	149.4	624
m-17	15	2.1	2995	3957.32
m-18	23	5.6	5217	10768
m-19	10	9.0	2804	3127
m-20	5	14.8	201.2	451.9
m-21	17	6.6	1100	2557.9
m-22	4	47.24	224.9	486
m-24	7	10.8	95	207
m-25	11	3.0	719.2	1497.2
m-26	13	6.96	73.04	382.6
m-27	7	9.0	40	156.9
m-28	15	4.56	340	826.5
m-29	18	3.4	646.2	1473.2
m-30	24	3.42	324.8	1673
m-31	21	6.9	970	2414.4
m-32	7	2.36	250	356.7
m-33	3	4.8	111.2	123.2
m-34	20	1.92	422	2825
m-35	6	4.32	198.8	634.36
m-36	9	4.8	170	449.1
m-37	3	1.84	76.62	102.3
m-38	10	1.36	308.4	917.84
m-39	5	27	116.8	306.4
m-40	2	30.04	116.3	146.3
m-45	1	6.72	6.72	6.72

## DISCUSIÓN

### Plaguicidas Organoclorados

Como se puede observar en los resultados, 20 (43%) de las 46 mujeres contenían en su leche POC's esto es significativo porque la presencia y concentración de estos compuestos, rebasan los límites máximos permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Por otra parte los BPC's se encontraron en la leche materna de 39 mujeres, es decir el 84.7%; estos datos demuestran el grado significativo de contaminación que existe por compuestos clorados que repercuten en la salud tanto de la madre como del bebé.

Existen antecedentes de trabajos de Waliszewski y colaboradores, (1996, 1999, 2002) en el estado de Veracruz, México donde encontraron un número importante de mujeres que presentan estos compuestos clorados, en tejido adiposo, calostro, suero de sangre y leche materna. En las investigaciones en el año 1999, encontraron que en el 100% de las muestras estudiadas, presentaban en el tejido adiposo y leche materna los siguientes plaguicidas organoclorados: beta-HCH, pp' DDE y pp' DDT.

Cuando se analizaron los POC's de acuerdo a la clasificación por familia química, se observó que los ciclodiénicos fueron los más abundantes (58%) (Fig. 8), en este grupo de compuestos el aldrín se encontró con un valor promedio de  $22 \text{ ngg}^{-1}$ , mientras que su metabolito, el dieldrín sólo se detectó en la muestra m-31, en una concentración de  $56 \text{ ngg}^{-1}$ .

El aldrín resulta muy peligroso, puede ocasionar daños a la salud y al ambiente; ya que es altamente persistente y bioacumulable. Por otro lado el endrín, compuesto sumamente tóxico, se detectó con un promedio de  $13.7 \text{ ngg}^{-1}$ , éste presenta una elevada toxicidad aguda para el hombre, y tiene un potencial teratogénico, está prohibido por la Red de Acciones para los Plaguicidas, 1991; PAN, por sus siglas en inglés –Pesticides Action Network- (Restrepo, 1988)

Bordet *et al.*, (1993) trabajaron con muestras de leche materna en Francia y encontraron valores de aldrín de 74 hasta  $1357 \text{ ngg}^{-1}$ , para el endrín niveles de 28 a  $842 \text{ ngg}^{-1}$ , valores muy por encima de los límites permisibles, ya que la FAO/WHO (1990), recomiendan como dosis mínima permisible para aldrín y dieldrín  $0.5 \text{ ngg}^{-1}$ : Estos datos al igual que los datos obtenidos en este trabajo rebasan dichos límites.

Es importante destacar que la detección de estos compuestos, aunque se presentaron en menor proporción, hace suponer su empleo en la zona, a pesar de que están dentro del listado de los plaguicidas prohibidos para todos los usos (CICOPLAFEST, 1998).

Los ciclodiénicos, aldrín, dieldrín, endrín, heptacloro y endosulfán, son absorbidos eficientemente a través de la piel. La absorción gastrointestinal, y probablemente la cutánea de los organoclorados aumenta con la grasa. Los POC's en aerosol o en partículas de polvo son atrapados en la mucosa respiratoria (y posteriormente

ingeridos) pueden ser vehículos para una absorción gastrointestinal de importancia (Ganem, 1990)

Por otra parte, es importante mencionar que el endosulfán I, registró uno de los valores más elevados en todo el lote (m-12) y además su concentración fue de las más elevadas con  $1051 \text{ ngg}^{-1}$ ; el valor mínimo fue de  $4.67 \text{ ngg}^{-1}$  (m-24), con un valor promedio de  $115.51 \text{ ngg}^{-1}$ . Para el endosulfán II la máxima concentración fue de  $24 \text{ ngg}^{-1}$  (m-31) y la mínima de  $3.2 \text{ ngg}^{-1}$  (m-42), en tanto que el sulfato de endosulfán registró concentraciones muy bajas de  $7.5 \text{ ngg}^{-1}$  (m-42) y  $2.81 \text{ ngg}^{-1}$  (m-36). Esto parece indicar que no transcurrió mucho tiempo (<50 días) desde su aplicación para que haya ocurrido la degradación del endosulfán I a endosulfán II a sulfato de endosulfán. El principal producto de oxidación es endosulfán I y su metabolito sulfato de endosulfán es menos volátil que los isómeros originales y puede persistir más (Bárceñas, *et al.*, 1992).

La segunda familia química corresponde a los alicíclicos, que se presentó en el 32% de las muestras, donde el beta-HCH se manifestó en un valor promedio de  $158.8 \text{ ngg}^{-1}$ , donde el valor máximo fue de  $352 \text{ ngg}^{-1}$  (m-30) y el mínimo de  $57.5 \text{ ngg}^{-1}$  (m-36), siguiendo el alfa-HCH con un promedio de  $38 \text{ ngg}^{-1}$ , el delta-HCH con  $1.4 \text{ ngg}^{-1}$ , y para el gama-HCH no se detectó ningún valor (< $0.01 \text{ ngg}^{-1}$ ). Ejobi y colaboradores (1996), reportaron un 3.5% de frecuencia para alfa-HCH con un valor promedio de  $460 \text{ ngg}^{-1}$  y para beta-HCH una frecuencia del 9.1%, con un valor promedio de  $40 \text{ ngg}^{-1}$ . El plaguicida beta-HCH estuvo autorizado para cultivos como el maíz, el sorgo y la soya, pero ahora está severamente restringido por la Red de Acciones para los Plaguicidas, 1991; PAN, (Restrepo, 1988) por lo que seguramente se utiliza en el área de estudio, ya que se siembra maíz.

La última familia es la de los compuestos aromáticos que tuvo un 10 % de frecuencia. De este grupo el p,p'-DDE, que es un metabolito del DDT presentó valores desde  $2.6 \text{ ngg}^{-1}$  (m-31) hasta  $20 \text{ ngg}^{-1}$  (m-40), con una concentración promedio de  $9.1 \text{ ngg}^{-1}$  el DDT solo se detectó en dos muestras y el valor promedio fue de  $95 \text{ ngg}^{-1}$ , cabe señalar que el metabolito p,p'-DDD, no fue detectado en el presente trabajo. La FAO/WHO (1990) ha reportado que la ingesta diaria aceptable para el p,p'-DDE está estimada en  $5 \text{ ngg}^{-1}$  de peso corporal, y para el DDT es de  $20 \text{ ngg}^{-1}$  (peso corporal), es importante hacer notar que los resultados obtenidos de los plaguicidas aromáticos exceden el consumo diario aceptable. Si se considera que la vida media del DDT es de aproximadamente 10.5 años (Albert, 1990), esto indica que la aplicación del DDT se realizó hace cierto tiempo y los bajos niveles de DDE observados, indican una relativa exposición de las madres al DDT. La fuente de contaminación podría provenir de las fumigaciones con DDT en el interior de las casas para combatir los mosquitos que transmiten el paludismo, aunque este clasificado como un riesgo para los ecosistemas por su biomagnificación y su desarrollo de resistencia en las plagas (PAN, 1991). El DDT está clasificado dentro de los plaguicidas de uso restringido con la indicación: "sólo podrá ser utilizado en campañas sanitarias por las dependencias del ejecutivo"

Al analizar los POC's que se presentaron con mayor frecuencia, el primero que más detectó en las muestras fue el endosulfán I; esto se podría explicar porque es el principal compuesto dentro de los plaguicidas organoclorados recomendado para cultivos de café, plátano, cacao, arroz, algodón y caña de azúcar, (Restrepo, 1988; DOF, 1988; CICOPLAFEST, 1996). Es importante señalar que en la región agrícola de Cunduacán, se produce caña de azúcar y cacao, ocupando el 34% de su territorio (INEGI, 1999). De ahí el amplio uso del endosulfán, ya que es un plaguicida de amplio espectro recomendado para estos cultivos (Restrepo, 1988); dado que las concentraciones de sus metabolitos endosulfán II y sulfato de endosulfán fueron menores se puede suponer que la aplicación de este plaguicida fue reciente.

El endrín es el segundo compuesto que más detectó en las muestras registrando como valor máximo  $23 \text{ ngg}^{-1}$  (m-31) y como mínimo  $9.7 \text{ ngg}^{-1}$  (m-21), a pesar de que solo está permitido utilizarlo en cultivos algodoneros (Restrepo, 1988), y como se mencionó es un compuesto potencialmente teratogénico (PAN, 1991) y no tendría que haberse encontrado en el municipio de Cunduacán porque no se siembra este cultivo, además de ser un plaguicida prohibido en CICOPLAFEST, 1998.

El heptacloro, es el tercer compuesto más identificado en las muestras. Este plaguicida se usa en el tratamiento de suelos, semillas de maíz y sorgo, control de insectos a nivel doméstico y animales de casa, a pesar de que su uso es un riesgo para la salud considerándose como muy tóxico para las aves y con un potencial carcinogénico (PAN, 1991). Los valores encontrados fueron considerables, ya que oscilaron entre  $0.61 \text{ ngg}^{-1}$  (m-24) hasta  $84.4 \text{ ngg}^{-1}$  (m-22), con un nivel promedio de  $28 \text{ ngg}^{-1}$ , lo que indica su uso intensivo a pesar de que ha sido prohibido en algunos países desarrollados y en vías de desarrollo, en México no está contemplado en la legislación. La FAO recomienda como dosis mínima permisible  $0.5 \text{ ngg}^{-1}$ , para el heptacloro; Hernández y colaboradores, (1993), analizaron 51 muestras de leche materna en España y reportan una frecuencia del 85% con un valor máximo de  $75 \text{ ngg}^{-1}$ .

El alfa-HCH es el cuarto compuesto más detectado, se registró un valor máximo  $103 \text{ ngg}^{-1}$  (m-7) y el mínimo de  $6.3 \text{ ngg}^{-1}$  (m-40), con un promedio de  $3.31 \text{ ngg}^{-1}$ . Lo anterior sugiere la aplicación reciente de este plaguicida, que es el principal isómero del HCH que compone la mezcla técnica original y tiene como metabolito al beta-HCH, compuesto que se encontró en la misma cantidad de muestras (que el alfa-HCH) con una concentración máxima de  $352 \text{ ngg}^{-1}$  (m-30) y una mínima de  $57.5 \text{ ngg}^{-1}$  (m-36). Bordet y colaboradores (1993), trabajaron en Francia con 30 muestras de leche materna y reportaron para alfa-HCH un 85% de frecuencia, y valores de 2 a  $453 \text{ ngg}^{-1}$ . En menor proporción se presentaron el delta-HCH, el p,p'-DDE, y el Endosulfán II.

La presencia de plaguicidas organoclorados en leche humana ha sido reportada en estudios realizados en otras partes del mundo, como en Papua Nueva Guinea (Spicer y Kereu, 1993), Iraq (Al-Omar, 1985), México, (Waliszewski *et al.*, 2000), España (Hernández, 1993), Yugoslavia (Krauthacker, 1991), Belarus (Barkatina, 1998), Francia (Bordet, *et al.*, 1993). Aunque la Unión Europea afirma que los POC's dejaron de usarse hace 20 años, todavía se siguen encontrando niveles que sobrepasan lo límites permisibles por la FAO/WHO.

En la población en general, las concentraciones de plaguicidas organoclorados en el tejido adiposo y en la grasa de leche humana oscilan en niveles hasta de alrededor de  $0.03 \text{ ngg}^{-1}$  de tejido. A través de estudios de monitoreo se ha observado una relación entre el incremento de las concentraciones de POC's en los humanos y la edad de éstos, así como niveles un poco mayores en las mujeres en comparación con los hombres como consecuencia de la composición química del tejido adiposo (Waliszewski *et al.*, 2002).

Con los resultados obtenidos se realizó el análisis estadístico y no se encontraron correlaciones significativas entre la edad de las madres donadoras y el nivel promedio de los POC's. Otras investigaciones reportan resultados similares: Okonkwo *et al.*, (1999), Cok y *et al.*, (1999), Karla *et al.*, (1994), Spicer *et al.*, (1993) y Hernández *et al.*, (1993). Sin embargo, algunos autores difieren y mencionan que los residuos de POC's incrementan con la edad de las mujeres lactantes, o que hay una correlación (Siddiqui y Saxena, 1985); otros, han encontrado que éstos son excretados en altas concentraciones en mujeres jóvenes (Polishuk y Wasserman 1997), esto puede responder a factores como el número de partos, el peso, la alimentación, la dieta. Otros afirman que no hay una diferencia significativa entre las madres primerizas y las multiparas con los niveles de POC's (Krauthacker, 1991, Drijver y Duijkers, 1988 y Hernández, 1993). Cok y colaboradores (1999), dividieron a las donadoras en 3 grupos, según el número de partos y no encontraron una relación significativa entre el número de partos y la concentración de POC's.

La lactancia, por ocupar las grasas endógenas, conforma una vía de descontaminación de la madre, cuya cinética de excreción es muy específica para cada organismo humano (Waliszewski *et al.*, 2000). Al parecer el orden de excreción de los POC's del cuerpo humano tiene una mayor correlación con las propiedades fisicoquímicas de cada plaguicida, su afinidad específica al tejido adiposo y su retención en el cuerpo (Waliszewski *et al.*, 1999). Bates y Prentice (1994) mencionan que el período de lactancia tiene poca relación con la edad de la madre y que conforme transcurre más el período, va disminuyendo la concentración de lípidos y, por lo tanto, va decreciendo la concentración de plaguicidas en la leche.

## **BIFENILOS POLICLORADOS**

No se han establecido límites permisibles de BPC's para la leche humana, sin embargo la hay para la leche de vaca, el nivel máximo permitido es de  $1500 \text{ ngg}^{-1}$  base grasa (IDF, 1983) y los resultados obtenidos presentan valores sobre 1.5 ppm, que es un nivel permisible elevado para la leche desde un punto de vista nutricional.

Una comparación directa de bifenilos policlorados puede diferir dependiendo del método de cuantificación usado, la concentración promedio de BPC's fue estimada, tomando la suma de las concentraciones de todos los congéneres de BPC's (Schulz *et al.*, 1989 y Kostyniak *et al.*, 1999)

Los estudios sobre la presencia de BPC's presentan diversos resultados en diversos países, que pueden deberse a diferentes causas como las contaminaciones accidentales, la industrialización, los rellenos sanitarios, los residuos de las masas atmosféricas que por diferentes corrientes de aire pueden ser trasladados a diversas zonas y por medio de las lluvias retornar a la superficie terrestre (Safe y Mullin, 1985).

Los niveles obtenidos de BPC's en este trabajo están muy elevados (mil veces más) en comparación con los que han reportado otros autores en ciudades industrializadas en diferentes países. Por ejemplo, Greizerstein y colaboradores (1999), trabajaron en Nueva York, EUA; con 70 muestras de leche materna encontrando niveles de BPC's en leche humana con una suma total de  $64 \text{ ngg}^{-1}$  con intervalos de 3.5 y  $10.4 \text{ ngg}^{-1}$ . Para esta ciudad también se reportan los datos de Kostyniak *et al.*, (1999), que analizaron 213 muestras, registrando valores de concentración promedio de  $8.28 \text{ ngg}^{-1}$ , con intervalos de 1.21 y  $25.3 \text{ ngg}^{-1}$ .

Bordet y colaboradores (1993) trabajaron en Francia con 30 muestras de leche materna y detectaron BPC's con una concentración promedio de  $848 \text{ ngg}^{-1}$ , con intervalos de 419 y  $1891 \text{ ngg}^{-1}$ . La legislación europea tiene como nivel mínimo permisible de BPC's en alimentos  $500 \text{ ngg}^{-1}$ . Fürst *et al.*, (1994), analizó BPC's en leche humana encontrando una concentración promedio de  $7.36 \text{ ngg}^{-1}$ , con intervalos de 0.12 y  $14.7 \text{ ngg}^{-1}$ . Duarte y colaboradores (1994) analizaron 115 muestras y encontraron BPC's en leche humana en una concentración promedio  $11.6 \text{ ngg}^{-1}$  con intervalos de 2.05 y  $70.12 \text{ ngg}^{-1}$ . Jensen (1983) afirma que los BPC's son excretados en la leche humana con una concentración total de 500-1500  $\text{ngg}^{-1}$  de grasa de la leche.

Al analizar los bifenilos policlorados se observa que los 5 bifenilos que más se presentaron en las muestras fueron: el CB4 que se detectó en 32 muestras con una concentración máxima de  $436.2 \text{ ngg}^{-1}$  y la menor concentración registrada fue de  $7.76 \text{ ngg}^{-1}$ , el segundo fue el CB26 que se presentó en 28 muestras, con una máxima concentración de  $439.8 \text{ ngg}^{-1}$  y una mínima de  $1.74 \text{ ngg}^{-1}$ , el tercer compuesto fue el CB2 se detectó en 26 muestras y tuvo rangos máximos de  $2995 \text{ ng/g}$ , y mínimos de  $8.68 \text{ ngg}^{-1}$ , le siguió el compuesto CB17 que se presentó en 25 muestras con valores máximos de  $156.6 \text{ ngg}^{-1}$  y mínimos de  $3 \text{ ngg}^{-1}$  y el último fue el CB 13 que se encontró en 23 muestras teniendo un valor máximo de  $11,195 \text{ ngg}^{-1}$  y mínimo de  $4 \text{ ngg}^{-1}$ . Es importante mencionar que la muestra 4, fue la que presentó la más alta concentración de todos los compuestos analizados, y aunque presentó 12 compuestos, al sumarlos da una concentración total de  $23,784 \text{ ngg}^{-1}$ .

Estos resultados reflejan el uso excesivo en la industria petrolera, ya que en Cunduacán, Tab., se conjunta tuberías de desfogue de diferentes distritos petroleros que lanzan sus gases para quemarse intermitentemente a escasos metros de la población incluyendo escuelas, hospitales, entre otros, también están los cultivos de maíz, frijol y otros productos básicos que requieren la aplicación de agroquímicos para salvaguardar su cosecha de las plagas, la población está expuesta a todo esto ya que el clima húmedo que prevalece en la región favorece la dispersión de estos contaminantes.

En México no existía ninguna norma que restringiera el uso de los BPC's, como protección del medio ambiente a pesar de los problemas ecológicos que esto implicaba, solo hasta diciembre de 2001, se publicó la NOM-133-ECOL-2000, donde especifican el manejo de los BPC en cuestiones de protección ambiental (DOF, 2001).

Se ha comprobado que los BPC's utilizados en la producción de transformadores y otros elementos electrónicos, los plaguicidas, los herbicidas derivados de la atrazina, los plásticos policarbonados utilizados en la producción de biberones y los garrafones de agua y los compuestos utilizados en el blanqueo de la celulosa para la fabricación de papel, una vez asimilados y almacenados en el organismo humano, presentan una actividad similar a las hormonas conocidas como estrógenos y bloquean la actividad fisiológica del receptor androgénico. Están relacionados con problemas cardiovasculares, riesgos de cáncer, deficiente desarrollo en recién nacidos, efectos en la tiroides, el sistema inmune y problemas dérmicos (Wolf y Toniolo, 1995).

Los compuestos clorados que se utilizan con fines agropecuarios, la inhalación de vapores, seguido por el consumo de alimentos contaminados son la principal fuente de la exposición humana a los POC's y BPC's. Esto ocurre como consecuencia de su persistencia en una variedad de elementos del ambiente como aire, suelo, plantas y alimentos, en ciudades tropicales como lo es el municipio de Cunduacán, Tab.

Esto es comprensible, ya que son muchos años que la industria petrolera está asentada en Tabasco, donde se manejan infinidad de productos, desde materiales para la perforación, maquinaria pesada, sistemas de bombeo, subestaciones eléctricas, motores de combustión interna, los quemadores de gases intermitentes, las prácticas agrícolas y ganaderas todo esto ha contribuido a la contaminación ambiental en Tabasco.

Es importante mencionar que el Aroclor 1260 tiene congéneres individuales como CB 138, 149, 153, 170, 174, 180, y 187, los cuales son reconocidos por sus características como cancerígenos, genotóxicos, teratogénicos por la EPA y al evaluar este aroclor, de forma indirecta se está evaluando la presencia de estos CBs individuales

## CONCLUSIONES

Por todo lo anterior se concluye que:

- Existe una gran contaminación por POC's (44%) y BPC's (84.7%), siendo más alta ésta última en la leche materna de madres de Cunduacán, Tabasco.
- La familia química de POC's más frecuente fue la de los Ciclodiénicos y los compuestos más abundantes de este grupo fueron el endosulfán I, endrín, heptacloro.
- Los POC's que se detectaron en mayor concentración fueron el endosulfán I, Beta-HCH, p,p'-DDT y el Alfa-HCH; esto puede explicarse debido a que el endosulfán I es un compuesto que está autorizado dentro de la normatividad nacional y los restantes están clasificados como restringidos.
- La presencia de compuestos como el heptacloro, endrín, aldrín, dieldrín, DDT, entre otros, en la leche materna indica que no se respeta la legislación, ya que su uso está prohibido en México.
- Los resultados reflejan que los BPC's han sido utilizados en la industria petrolera que caracteriza al municipio y es claro que no se toman en cuenta las restricciones sobre el uso industrial de estos contaminantes.
- Los niveles de POC's en leche materna, fueron altos y los de BPC's todavía más en comparación con los reportados en otros estudios y con los límites permitidos por la FAO/WHO.
- Los resultados obtenidos no sugieren una correlación entre la edad, peso de las madres donadoras y el nivel promedio de los POC's y de BPC's ya que el período de lactancia tiene poca relación con la edad de la madre.
- No existen diferencias significativas entre las madres primerizas y las múltiparas. Es recomendable seguir estudiando estos casos, para proveer información y poder evaluar la exposición y riesgos de los infantes en estas áreas donde los plaguicidas organoclorados y los bifenilos policlorados han sido utilizados.

## **RECOMENDACIONES**

Aunque la presencia de residuos de POC's y BPC's en leche humana son reconocidos como potencialmente peligrosos, es importante hacer notar que no se reportan efectos adversos en los infantes a esta exposición. Considero que debe existir más investigación debidamente documentada, con el fin de dar seguimiento a casos específicos. Sin embargo, los resultados del presente trabajo sugieren la necesidad para concertar esfuerzos para reducir los niveles de POC's y BPC's en el cuerpo.

Es recomendable un monitoreo más amplio de la leche materna en el estado para proveer información y poder evaluar la exposición y riesgos que puede ocasionar la los bebés que han sido alimentados con leche contaminada, en esta localidad y el resto de Tabasco donde los POC's y los BPC's han sido utilizados de manera desmedida.

## LITERATURA CITADA

- Alawi, A.M.; Ammari, N. y Al-Shuraiki, Y. 1992. Organochlorine Pesticide Contaminations in Human Milk Samples From Women Living in Amman, Jordan. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 23:235-239.
- Al-Omar, MA., Tanfig, SJ. 1985. Organochlorines Residue Levels in Human Milk from Baghdad. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 35:65-67.
- Alberts, J.M.C.; Kreis, I.A.; Liem, K.D.; Zoonen, P.V. 1996. Factors that Influence the Level of Contamination of Human Milk with Poly-Chlorinated Organic Compounds. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 30:285-291.
- Albert, L.A. 1981. Residuos de Plaguicidas Organoclorados en Leche Materna. Un riesgo para la salud. Bol. Sanit Panam. 91:15-27.
- Albert, L.A.; Aranda, E.; Rincón, J.E. 1985. "Estado actual del uso de plaguicidas sintéticos en México y sus efectos en la salud y el ambiente". Problemas de Contaminación en México. 1 (1):10-16 CIDICAP.
- Albert, L.A. y Rendón, O.J. 1988. Contaminación por Compuestos Organoclorados en Algunos Alimentos procedentes de una región de México. Rev. Salud Públ. 2:500-506.
- Albert, L. A. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. Centro Ecodesarrollo. 1a. edición, pp 23-92. México D.F. México.
- Alpuche, G. L. 1991. Plaguicidas Organoclorados. Ciencia y Desarrollo, CONACYT. XVI (96):45-55.
- Arias-Verdes, J.A., Rojas-Companioni, D.A., Dierkmeier-Corcuela, G. 1990. Plaguicidas Organoclorados. Serie Vigilancia 9, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Programa de Salud Ambiental. Organización Mundial de la Salud. Metepec, Estado de México, México.
- Astrup, A.J. y Slorach, S.A. 1998. Chemical Contaminants in Human Milk. CRC Press, Inc., pp- 224-258. Boca Raton, FL, EEUU..
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Diseases Registry). 1996. Toxicological Profile for 4,4'-DDT, 4,4'-DDE and 4,4'-DDD. US Public Health Service, Atlanta, GA.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Diseases Registry). 2001. Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCB's). Atlanta, G.A: U.S Department of Health and Human Services. Public Health Service.

Bárcenas P.C., A. J. Benítez y Z. D. Lomelí. 1992. Metodología para definir plaguicidas críticos en la planicie costera del Golfo de México. *Jaina* 3:12.

Barkatina, E. N., Pertsovsky, A. L., Murokh, V. I., Kolomiets, N. D. 1998. Organochlorine Pesticide Residues in Breast Milk in the Republic of Belarus. *Bull Environ. Contam. Toxicol.* 60:231-237.

Bates, C.J. y Prentice, A. 1994. Breast Milk as a Source of Vitamins Essential Minerals and Trace Elements. *Pharmac.* 62:193-200.

Bedard, D.L. y May, R.J. 1996. Characterization of the Polychlorinated Biphenyls in the Sediments of Woods Pond: Evidence for Microbial Dechlorination of Aroclor 1260 in situ. *Environ. Sci. Technol.* 30 (1): 237-245.

Bordet, F., Mallet, J., Maurice, L., Borrel, S., and Venant, A. 1993. Organochlorine Pesticide and PCB Congener Content of French Human Milk. *Bull Environ. Contam. Toxicol.* 50:425-432.

Brunetto, R.; Leon, A.; Burguera, M. 1996. Levels of DDT Residues in Human Milk of Venezuela Women from Various Rural Populations. *Sci. Total Environ.* 30:203-207.

Bustos, S., Denegri, J., Díaz, F., Tchernitchin, A. 1988. p,p'-DDT is an estrogenic compound. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 41:496-501.

CFE. 1988. Comisión Federal de Electricidad. Instructivo para el manejo preventivo de los BPCs (Bifenilos policlorados, PBB's o Askareles). Gerencia Administrativa. Departamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Castañeda, R., Cámara, J. 1992. La agricultura en Tabasco. Centro de Investigación de Ciencias Biológicas Unidad Sierra, UJAT.

CICOPLAFEST. 1996. Catalogo Oficial de Plaguicidas. Comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de. Desarrollo Social, Secretaría de Salud, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México D.F. México.

CICOPLAFEST. 1998. Catálogo Oficial de Plaguicidas. Comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de. Desarrollo Social, Secretaría de Salud, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México D.F. México.

Cortinas, C., y Cristán, F. A. 1996. Lo que usted debe saber sobre los plaguicidas. *Gaceta Ecológica, INE-Semarnap.* 1996 Nueva Época. Publicación Trimestral Núm 40. 62-70 pp.

Cortinas, C. 2000. Tóxicos ambientales y salud pública en México.

- Cok, Y., Karakaya, A., Afkham, B. 1999. Organochlorine Pesticide Contaminants in Human Milk Samples Collected in Tebriz (Iran). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 63:444-450.
- Cremlyn, R.J. 1991. *Agrochemicals: Preparation and mode of action.* John Wiley & Sons. England, 396 pp.
- Díaz, G. 1992. Determinación de hidrocarburos organoclorados en sedimentos y organismos de la plataforma continental y zonas costeras del Golfo de México. Tesis Doctoral, UACPyP-CCH. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, México. México D.F. México.
- Diario Oficial de la Federación. 2001. Norma Oficial Mexicana. NOM-133ECOL-2000, Protección ambiental-Bifenilos policlorados (BPC). Especificaciones de manejo.
- DOF. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 1988. Catálogo Oficial de Plaguicidas. Tomo CDXIV N° 10 1a. sección, 1-97 pp.
- Drijver, M. y Duijkers, T., 1988. Determinants of Polychlorinated Biphenyls (PCB) in Human Milk. *Acta Paediatr. Scand.* 77:30-36.
- Duarte, R., Wilson, S., Jones, K. 1994. PCBs and Other Organochlorines in Human Tissue Samples From The Welsh Population: II-Milk. *Environmental Pollution* 84:79-87.
- Ejobi, F.; Kanja L.W.; Kyule, M.N. 1996. Organochlorine Pesticide Residues in Mothers Milk in Uganda. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56:873-880.
- Evangelista, A.M. y Duffard, R. 1996 Behavioral Toxicology, Risk Assesment and Chlorinates Hydrocarbons, *Environ. Health Perspect.*, 104:353-360.
- FAO/WHO 1990. Pesticide Residues in Food. Evaluation. Report of the Joint Meeting of the Experts on Pesticide Residues in Food and Environment and WHO Expert Group on Pesticides Residues, FAO Plant Production and Protection Paper 99.
- Flores, H.S.; Kimura, A.O., Sánchez, V.M., Contreras, L. J. 1993 Lactancia y Prematurez. *Cuadernos de Nutrición.* 8:58-66.
- Fürst, P.; Fürst, C. And Wilmers, K. 1994. Human Milk as Bioindicator for Body Borden of PCDDs, PCCDFs, Organochlorine Pesticides and PCBs. *Environ. Health Persp. Supp.* 102:187-193.
- Ganem, M.E., 1990. Los agroquímicos y sus efectos en el medio ambiente. Seminario Regional. Impacto del uso agrícola en la contaminación de las aguas. Puerto Morelos, Quintana Roo, México. OEA/PRDCYT.12 pp.

Greizerstein, H. B.; Stinson, C.; Mendola, P.; 1999. Comparison of BCP Congeneres and Pesticide Levels Between Serum and Milk from Lactating Women. *Environmental Research Section A* 80, 280-286.

Hamoshi, M. 1997. Bioactive Components in Milk and Development of the Neonate: Does Their Absence Make a Difference. *J. Nutric.* 127:9715-9774.

Harris, H.J.; Sager, P.E.; Regier, H.A. y Francis, G.R. 1990 Ecotoxicology and Ecosystem Integrity: The Great Lakes Examined. *Environ. Sci. Technol.* 24 (5):598-603

Hartmann, D.H. y Proseer, C.G. 1984. Physiological Basis of Longitudinal Changes in Human Milk Yield and Composition. *Federal Proc.* 43:2448-2453.

Hernández, L.M., Fernández, M.A., Hoyas, E., González, M.J., García, J.F. 1993. Organochlorine Insecticide and Polichlorinated Biphenyl Residues in Human Breast Milk in Madrid, (Spain). *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 50:308-315.

Hodgson, E. y Levi, E.P. 1996. Pesticides: An Important but Underused Model for the Environmental Health Sciences. *Environ. Health Perspec.* 104:97-106.

Hutzinger O., Ghaus G. and Chittim B.G. 1985. Formation of Polychlorinated Dibenzofurans and Dioxins Durind Combustion, Electricel Equipment Fires and PCB Incineration. *Environental Health Perspectives.* 60:3-9.

IARC. 2002. International Agency Research on Cancer. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic risk to humans and their Supplements.

INEGI 1998. Cuaderno Estadístico Municipal. Ed. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cunduacán, Estado de Tabasco, México.

INEGI 1999. Cuaderno Estadístico Municipal. Ed. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cunduacán, Estado de Tabasco, México.

INEGI 2004. Instituto Nacional de Estadística, geografía e Informática. [www.inegi.gob.mx/entidades/tabasco](http://www.inegi.gob.mx/entidades/tabasco)

International Dairy Federation. 1983. Milk and Products. Recommended Methods for Determination of Organochlorine Pesticides Residues FIL. IDF Standard, 75B:19.

Jensen, A.A. 1983. Chemical Contaminants an Human Milk. *Residue. Rev.* 89:122-128.

Kanja, L. W., Shaare, J.U., Maitai, C.K., Lokken, P. 1986. Organochlorine Pesticide Residues in Human Milk from Different Areas of Kenya,. *J. Tox. Environ. Health.*

Karla, R., Singh, B. and Battu, S. 1994. Organochlorine Pesticide Residues in Human Milk in Punjabi, India. *Environm. Pollution.* 85:147-151

Krauthacker, B. 1991. Levels of Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls (PCB) in Human Milk and Serum Collected from Lactating Mothers in the Northern Adriatic area of Yugoslavia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 46:797-802.

Koch, R. 1995. *Umweltchemikalien*. Auflage VCH. Verlagsgesellschaft. Weinheim. pp. 319-323.

Kostyniak, P.J., Stinson, C., Greizerstein, H.B. 1999. Relation of Lake Ontario Fish Consumption, Lifetime Lactation, and Parity to Breast Milk Polychlorobiphenyl and Pesticide Concentrations. *Environmental Research Section A* 80, S166-S174.

Muñoz-Peredo, M. 1997. Estado de los BPC en México. *Comunicaciones Personales, Subdirección de Asuntos Transfronterizos del INE*. México.

Noa, M.; Hernández, J. y Alfonso, H.A. 1992 "Monitoreo" de plaguicidas de algunas cuencas lecheras en Cuba. Parte 1. Plaguicidas organoclorados. *Rev. Salud Anim.* 14:159-164.

Okonkwo, J., Kampa, L., Chingakule, D. 1999. Organochlorine Insecticides Residues in Human Milk: A Study of Lactating Mothers in Siphofaneni, Swaziland. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 63:243-247.

PAN. Pesticide Action Network. 1991. Demise of dirty dozen global pesticide campaigner. *Regional Center*. 1:1-20.

PNUMA, 1992. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Polishuk, Z., Ro, M., Wasserman, M. 1997. Organochlorine Compounds in Human Blood Plasma and Milk. *Pestic. Monit.* 10:121-129.

PRA. 1996. Subgrupo de Trabajo BPC en conjunto con la Comisión para la Cooperación Ambiental. Borrador Plan de Acción Regional de Acción BPC. INE. pp. 30. Montreal, Canadá.

Restrepo, I., 1988. *Naturaleza Muerta: Los Plaguicidas en México*. Andrómeda. México, D.F., 221 pp.

Reynolds, M. 1971. Pesticide residue Analysis in the presence of polychlorobiphenyls (PCB's). *Residues Reviews* 34:32 .

Richardson, M.L. 1993. *The Dictionary of Substances and Their Effects*. Royal Society of Chemistry. Pp. 40-50, 782-784, 807-811. Londres, Gran Bretaña (Reino Unido)

Safe, S. y Mullin, K. 1985. Polychlorinated Biphenyls: congeners-specific analysis of commercial mixture and a human milk extract. *J. Agric. Food. Chem.* 33(1):24-28.

Schulz, D.; Petrick, G. y Duinker J. 1989. Complete Characterization of Polychlorinated Biphenyl Congeners in Commercial Aroclor and Clophen Mixtures by Multidimensional Gas Chromatography-Electron Capture Detection. *Environ. Sci. Technol.*, 23 (7):852-859.

Siddiqui, M.K., Saxena, M.C. 1985. Placenta and Milk as Excretory Routes of Lipophilic Pesticide in Women. *Human Toxicol.* 4:249-254.

Spear, M.L.; Bitman, J.; Hamosh, M.; Wood, D.L.; Gavula, D; Hamosh, P. 1992. Human Mammary Gland Function at the On-set of Lactation: Medium-Chain Fatty Acid Synthesis Lipids, 27:908-911.

Spicer, P.E. y Kereu, R.K. 1993. Organochlorine Insecticide Residues in Human Milk: A Survey of Lactating Mothers from a Remote Area in Papua New Guinea. *Bull Environ. Contam. Toxicol.*, 50:540-546.

Thies, M.L.; Thies, K. And McBee, M. 1986. Organochlorine Pesticide Accumulation and Genotoxicity in Mexican Free Tailed Bats from Oklahoma and New Mexico. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 30:178-187.

UNEP/FAO/IAEA, 1986. Determination of DDT and PCB's in selected marine organism by packed column gas chromatography. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 14 Rev. 1.

Waliszewski, S.M.; Pardo, V.T.; Chantir, R.J.N.; Infanzon, R.M.; Rivera, J. 1996. Organochlorine Pesticide Residues in Human Breast Milk from Tropical Areas in México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 57:22-28.

Waliszewski, S., Aguirre, A., Infanzon R., Benítez, A., Rivera, J. 1999. Comparison of Organochlorine Pesticide Levels in Adipose Tissue and Human Milk of Mothers Living in Veracruz, México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 62:685-690.

Waliszewski, S.M.; Aguirre, A.A.; Infanzon, R. M.; López-Carrillo, L. 2000. Comparison of Organochlorine Pesticide Levels in Adipose Tissue and Blood Serum from Mother Living in Veracruz, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 64:8-15.

Waliszewski, S.M.; Aguirre, A.A.; Infanzon, R. M.; Siliceo, J. 2002. Persistent Organochlorine Pesticide Levels in Maternal Blood Serum, Colostrum, and Mature Milk. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 68:324-331.

Wolf, M., Toniolo, P.G. 1995. Environmental Organochlorine Exposure as a Potential Etiologic Factor in Breast Cancer. *Environmental Health Perspectives.* 103: (suplement 7), October 141-145.

**ANEXO**

## EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

### Bifenilos Policlorados

El análisis de varianza fue la primera prueba que se aplicó a los resultados, como los valores obtenidos fueron bastante diferentes se optó por aplicar una prueba no paramétrica, prueba de Newman.

En todas las muestras se obtuvieron datos positivos para las concentraciones en leche, desde  $6.72 \text{ ngg}^{-1}$  hasta  $23784 \text{ ngg}^{-1}$ . Los datos presentan una distribución no normal con sesgo positivo ya que la moda y la mediana fueron menores a la media, como se observa en la tabla 4, es importante hacer notar que la desviación estándar es muy alta ya que los datos un rango máximo de  $23784 \text{ ngg}^{-1}$  y un mínimo de  $6.72 \text{ ngg}^{-1}$ .

Por grupos de edad de la madre los datos continuaron presentando una distribución similar a los datos en su conjunto ver tabla 4 (aún quitando datos extremos como el grupo 17b y el grupo 23b). Lo mismo puede decirse para los grupos formados de acuerdo al peso de la madre ver tabla 5.

**Tabla 4. Grupos de edad de la madre**

	G17b	G17a	G23a	G23b
n	18	20	19	17
media	1029.5	1123.54	2518	1414.78
mediana	617.1	617.32	451.94	451.94
moda	609	451.5	449.14	449.14
varianza	1.09E6	1.4624E6	3.2433E6	6.535E6
De	1043.9	1209.33	5695.05	2556.43
Ee	246.5	270.415	130653	620.03
mínimo	56.1	20.74	6.72	123.16
máximo	3095	3919.3	23784	10768
Rango	3038.9	3898.56	23777.3	10644.8

(todos los datos son  $\text{ngg}^{-1}$ , excepto la varianza)

**Tabla 5. Grupo de acuerdo al peso de la madre**

GRUPO	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1B	2B
n	21	18	18	15
media	1040.6	2558.0 1	884	924.6
media	625.24	450.25	538.5	449
moda	451.44	406.5	452	406
de	1.2x10 <sup>6</sup>	344x10 <sup>7</sup>	78385 0	1.15E6
varianza	1097.0 9	5864.1 1	885.4	1070.4
ee	239.40 6	1382.1 8	208.7	276.4
mínimo	6.72	56.1	20.74	102
máximo	3919.3	23784	2990	3095
rango	3412.5 8	23727. 9	2969	2993

Aplicando la prueba de Newman se concluye que la concentración de BPC's no depende del peso, ni de la edad de la madre, ya que los grupos formados presentan  $Q_{exp} = 0.0125$ , y  $Q_{exp} = 0.004$ , respectivamente, (para  $\alpha = 0.05$  significa que la probabilidad es del 95%)

Los índices de correlación entre concentración de BPC's peso y edad de la madre se dan a continuación (para  $p = 0.95$ ), (tabla 6)

**Tabla 6. Correlaciones**

	BPC	PESO	EDAD
BPC	1	0.3328	0.2156
PESO	0.3328	1	0.1183

La tabla anterior nos indica que no existen correlaciones entre estos parámetros. No hubo una relación estadística entre los niveles de concentración de BPC's por lo que se concluye que no depende de la edad, el peso de la madre o el tiempo de lactancia, Greizerstein y colaboradores (1999) mencionan que los BPC's y POC's fluctúan sus concentraciones significativamente en la leche de semana a semana durante la lactancia en algunos individuos.

MUESTRAS DE LECHE HUMANA, COLECTADAS EN EL MUNICIPIO DE CUNDUACAN  
DEL 19 AL 20 DE DICIEMBRE DE 1998.

COLECTORES: \*Gilberto Díaz González, \*\*Lorenzo Bozada y \*\*Hugo Ireta Guzmán  
\*UNAM-ICMyL-UAM-X

Cunduacán en el centro de la zona petrolera, inio de la exp.  
\*\*Fundación Santo Tomás 1974

Nota: En esta zona se cultiva maíz, frijol, plátano, cacao, yuca, cítricos, coco, chaya, etc.  
Se localizan en esta área baterías de Pemex a escasos 800 m de algunas escuelas  
se observó aplicación indiscriminada de herbicidas para combatir la maleza en los cultivos

---

NOMBRE: Patricia Ovando (Ejido 2 ceibas, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra	1	Fecha de muestreo	18/XII/98
Síntomas: Frecs. dolores de cabeza		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre	18 años	Peso (Kg):	43
Número de lactancia	2ª.		
Edad del bebé	1.5 años	Peso (kg):	10

---

NOMBRE: Madai Bolaina Juárez (Ejido 2 ceibas, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra	2	Fecha de muestreo	18/XII/98
Síntomas: Frecs. dolores de cabeza		Ocupación	Labores del hogar
Edad de la madre	18 años	Peso (kg)	45
Número de lactancia	1ª.		
Edad del bebé	1.3 años	Peso (kg)	9

---

NOMBRE: María Coronel M. (Ejido 2 Ceibas, Mnpio Cunduacán, Tab.)

Número de muestra:	3	Fecha de muestreo:	18/XII/98
Síntomas: ninguno		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	20 años	Peso (kg):	62
Número de lactancia:	2ª..		
Edad del bebé:	1.9 años	Peso (kg):	16

NOMBRE: Neri López Morales (Ejido 2 ceibas, Mnpio. de Cunduacán, Tab)

Número de muestra	4	Fecha de muestreo	18/XII/98
Síntomas: Frecs. dores de cabeza		Ocupación	Labores del hogar
Edad de la madre	35 años	Peso (Kg)	75
Número de lactancia	3ª.		
Edad del bebé:	1.11 años	Peso (kg)	11

---

NOMBRE: María del Rosario Contreras Velázquez (Ejido 2 ceibas, Mnpio. de Cunduacán)

Número de muestra:	5	Fecha de muestreo:	18/XII/1988
Síntomas: Frecs. dolores de cabeza		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	22 años	Peso (kg):	48
Número de lactancia:	2a.		
Edad del bebé:	1.1 años	Peso (kg):	11

---

NOMBRE: Natividad Sánchez López (Ejido 2 ceibas, Mnpio, Cunduacán, Tab.)

Número de muestra	6	Fecha de muestreo	18/XII/98
Síntomas: ninguno		Ocupación	Labores del hogar
Edad de la madre	27	Peso (kg)	43
Número de lactancia	3ª.		
Edad del bebé	2 años	Peso (kg)	13

---

NOMBRE: Isidra García Gómez (Ejido 2 Ceibas, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra:	7	Fecha de muestreo:	18/XII/98
Síntomas: Menstruación irregular		Ocupación:	Labores del hogar

Edad de la madre: 20 años      Peso (kg): 49

Número de lactancia: 1a.

Edad del bebé: 6 meses      Peso (kg): 11

---

NOMBRE: Mireya Ovando Hernández (Ejido 2 Ceibas, Mpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 8      Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 20      Peso (kg): 63

Número de Lactancia: 2ª.

Edad del bebé: 8 meses      Peso (kg): 9

---

NOMBRE: Adriana Contreras Velázquez (Ejido 2 Ceibas, Mpio. de Cunduacán)

Número de muestra: 9      Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 20      Peso (kg): 62

Número de lactancia: 1a.

Edad del bebé: 10 meses      Peso (kg): 10

---

NOMBRE: Miguelina (Ejido 2 Ceibas, Mpio. de Cunduacán, Tab)

Número de muestra: 10      Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Ninguno      Ocupación: Enfermera

Edad de la madre: 23      Peso (Kg): 70

Número de lactancia: 1ª.

Edad del bebé: 7 meses      Peso (kg): 8

---

NOMBRE: Sandra Luz López Rivera (Ejido 2 Ceibas, Mpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 12      Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Cardiópata, desmayos      Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 20 Peso (kg): 55

Número de lactancia: 1a.

Edad del bebé: 4 meses Peso (kg): 5

---

NOMBRE: Sandra Luz Pérez Rivera (Ejido dos Ceibas, Mnpio. de Cunduacán, Tab)

Número de muestra 18/XII/98 12 Fecha de muestreo

Síntomas: Cardiópata, desmayos hogar Ocupación: Labores del

Edad de la madre: 20 Peso (kg): 55

Número de Lactancia: 1ª.

Edad del bebé: 4 meses Peso (kg): 5

---

NOMBRE: Paulina Contreras de Dios (Ejido 2 Ceibas, Mnpio. de Cunduacán, Tab)

Número de muestra 13 Fecha de muestreo 18/XII/98

Síntomas: Frec. dolores de cabeza Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre 23 Peso (kg): 57

Número de Lactancia: 1ª.

Edad del bebé: 19 días Peso (kg): 5

---

NOMBRE: Susana Frías Hernández(Col. El Jobillo, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra 14 Fecha de muestreo 18/XII/98

Síntomas: Manchas blancas brazos Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre 25 Peso (kg): 42

Número de Lactancia 3ª.

Edad del bebé: 7 meses peso (kg): 6

---

NOMBRE: Luz del Alma Juárez (Col. El jobillo, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 15 Fecha de muestreo 18/XII/98

Síntomas: Ninguno Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 22 Peso (kg): 74

Número de Lactancia 3a.

Edad del bebé: 7 meses Peso (kg): 8

---

NOMBRE: Rosa María Soberano Gómez (Col. El Jobillo, Mnpio. de Cunduacán)

Número de muestra: 16 Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Frec. fiebres Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 20 Peso (kg): 64

Número de lactancia: 2a.

Edad del bebé: 1.3 años Peso (kg): 11

---

NOMBRE: Eva Gómez Gómez (Ranchería Los cedros, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 17 18/XII/98

Síntomas: Frec. dolores de cabeza Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 19 Peso (kg): 61

Número de Lactancia 3ª.

Edad del bebé: 4 meses Peso (kg): 9

---

NOMBRE: Elizabeth León Morales (Ranchería Buenos Aires, Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 18 Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Frec. fiebres Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 25 Peso (kg): 79

Número de lactancia: 3a.

Edad del bebé: 4 meses Peso (kg): 9

---

NOMBRE: Ana María garcía de la Cruz (Ranchería Buenos Aires, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra 19 Fecha de muestreo 18/XII/98

Síntomas: Ninguno Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 18 Peso (kg): 60

Número de lactancia 1ª.

Edad del bebé: 8 meses Peso (kg): 10

---

NOMBRE: Darbelia Ovando Hernández (R. Buenos Aires-Rancho Nuevo, Mnpio. de Cunduacán)

Número de muestra: 20 Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Ninguno Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 36 Peso (kg): 45

Número de lactancia: 3a.

Edad del bebé: 3 años Peso (kg): 14

---

NOMBRE: Josefina Gómez López (Ranchería los Cedros, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 21 Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Gripe, dolores de cabeza Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 22 Peso (kg): 40

Número de lactancia: 3a.

Edad del bebé: 1.5 años Peso (kg): 11

---

NOMBRE: Guadalupe Jiménez Frías (Ranchería los Cedros, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 22 Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Ninguno	Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	33	Peso (kg): 65
Número de lactancia:	3a.	
Edad del bebé:	1.11 años	Peso (kg): 13

---

NOMBRE: Bertha Frías Hernández ( Col. Los Jobillos, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)  
Número de muestra: 23 Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Ninguno	Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	23	Peso (kg): 69
Número de lactancia:	2ª.	
Edad del bebé:	3 meses	Peso (kg): 6

---

NOMBRE: Eusebia Frías Contreras (Col. El Jobillo, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)  
Número de muestra: 24 Fecha de muestreo: 18/XII/98

Síntomas: Ninguno	Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	40	Peso (kg): 50
Número de lactancia:	9a.	
Edad del bebé:	4 meses	Peso (kg): 6

---

NOMBRE: Paula García Hernández (Ejido 2 Ceibas, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra:	25	Fecha de muestreo: 19/XII/98
Síntomas: asmática	Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	21	Peso (kg): 58
Número de Lactancia:	2ª.	
Edad del bebé:	7 meses	Peso (kg): 8

---

NOMBRE: Blanca Estela Soberón de la Cruz (R. Los Cedros, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)  
Número de muestra: 26 Fecha de muestreo: 19/XII/98

Síntomas: Asmática	Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	24	Peso (kg): 62
Número de lactancia:	2a.	
Edad del bebé:	7 meses	Peso (kg): 8

---

NOMBRE: Otilia Jiménez Frías (R. Los cedros, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra	27	Fecha de muestreo	19/XII/98
Síntomas: Ninguno		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	40	Peso (kg):	49
Número de lactancia	10ª.		
Edad del bebé:	1 año	Peso (kg):	10

---

NOMBRE: María Elena Frías Gómez ( R. Los Cedros, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra	28	Fecha de muestreo	19/XII/98
Síntomas: Asmática		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	18	Peso (kg):	53
Número de lactancia:	4ª.		
Edad del bebé:	6 meses	Peso (kg)	4

---

NOMBRE: Sara de la Cruz ( El vigía, Tierra adentro 3ª. Secc. Xalpa de Méndez, Tab.)

Número de muestra:	29	Fecha de muestreo	19/XII/98
Síntomas: Ninguno		Ocupación	Labores del hogar
Edad de la madre:	18	Peso (kg):	51
Número de lactancia:	2ª.		
Edad del bebé:	5 meses	Peso (kg)	4

---

NOMBRE: Consuelo Cruz Jiménez (El Vigía, Tierra adentro 3a. Secc. Xalpa de Méndez, Tab).

Número de muestra: 30 Fecha de muestreo: 19/XII/98  
Síntomas: Ninguno — Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: — 33 Peso (kg): 53  
Número de lactancia: 6a.  
Edad del bebé: — 2 meses Peso (kg): 4

---

NOMBRE: Ma. Asunción Hernández García (Col. Sta. Isabel, Mpio. de Cunduacán, Tab.)  
Número de muestra: 31 Fecha de muestreo: 19/XII/98  
Síntomas: Ninguno Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 19 Peso (kg): 58  
Número de lactancia: 2a.  
Edad del bebé: 8 meses Peso (kg): 7

---

NOMBRE: Xóchitl de la Cruz Hernández (Col. Sta. Isabel, Mpio. de Cunduacán, Tab.)  
Número de muestra 32 Fecha de muestreo 19-XII-98  
Síntomas: Ninguno Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre 17 Peso (kg) 67  
Número de lactancia: 1ª.  
Edad del bebé: 7 meses Peso (kg) 7

---

NOMBRE: Alicia Frías de la O. (Col. Sta Isabel, Mpio de Cunduacán, Tab.)  
Número de muestra: 33 Fecha de muestreo 19-XII-98  
Síntomas: Ninguno Ocupación Labores del hogar  
Edad de la madre: 24 Peso (kg): 67  
Número de lactancia: 1ª.  
Edad del bebé: 6 meses Peso (kg): 7

---

---

NOMBRE: Hortencia Sastré Madrtigal (Col. Sta. Isabel, Mnpio de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra:	34	Fecha de muestreo:	19-XII-98
Síntomas: Ninguno		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	36	Peso (kg):	100
Número de lactancia	5 <sup>a</sup> .		
Edad del bebé:	6 meses	Peso (kg):	6

---

NOMBRE: Heide Dolores García Galván (Col. Sta. Isabel, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra:	35	Fecha de muestreo:	19-XII-98
Síntomas: Ninguno		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre.	36	Peso (kg):	55
Número de Lactancia	3 <sup>a</sup> .		
Edad del bebé:	1.5 meses	Peso (kg):	5

---

NOMBRE: Guillermina Pérez Frías (Col. Sta. Isabel, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra:	36	Fecha de muestreo:	18-XII-98
Síntomas: Ninguno		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre.	18	Peso (kg):	54
Número de lactancia:	2 <sup>a</sup> .		
Edad del bebé:	11 meses	Peso (kg):	11

---

NOMBRE: Adela Ovando de la O. (Col. Sta. Isabel, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra:	37	Fecha de muestreo:	19- XII-98
Síntomas: Ninguno		Ocupación:	Labores del hogar
Edad de la madre:	20	Peso (kg):	70
Número de lactancia:	1 <sup>a</sup> .		

Edad del bebé: 6 meses      Peso (kg): 9

---

NOMBRE: Sebastián Silva Gómez (Col. Sta. Isabel, Mpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 38      Fecha de muestreo: 19-XII-98  
Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 18      Peso (kg): 62  
Número de lactancia: 1ª.  
Edad del bebé: 6 meses      Peso (kg): 9

---

NOMBRE: Nely de la Cruz Chacón (Col. Sta. Isabel, Mpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 39      Fecha de muestreo: 19-XII-98  
Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 21      Peso (kg): 54  
Número de lactancia: 1ª.  
Edad del bebé: 2.5 meses      Peso (kg): 6

---

NOMBRE: María Guadalupe Izquierdo (Col. Sta. Isabel, Mpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 40      Fecha de muestreo: 19-XII-98  
Síntomas: Fiebre tifoidea      Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 25      Peso (kg): 52  
Número de lactancia: 5ª.  
Edad del bebé: 2 meses      Peso (kg): 7

---

NOMBRE: Luz de Alba Suárez (Ejido Ceiba, 4ª. Sección, Mpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 41      Fecha de muestreo: 19-XII-98  
Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 20      Peso (kg): 57

Número de lactancia: 2ª.  
Edad del bebé: 2 meses      Peso (kg): 5

---

NOMBRE: Josefina Martínez Juárez (Ejido Ceiba, 4ª. Sección, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 42      Fecha de muestreo: 19\_XII-98  
Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 22      Peso (kg): 50  
Número de lactancia: 2ª.  
Edad del bebé: 10 meses      Peso (kg): 8

---

NOMBRE: Ángeles Muñoz Suárez (Ejido Ceiba 2ª: Sección, Mnpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 43      Fecha de muestreo: 19-XII-98  
Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 22      Peso (kg): 70  
Número de lactancia: 2ª.  
Edad del bebé: 1 año      Peso (kg): 11

---

NOMBRE: Damaris Torres Magaña (Tierra adentro 3ª. Sec. El Vigía, Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 44      Fecha de muestreo: 19-XII-98  
Síntomas: Hipertensión      Ocupación: Labores del hogar  
Edad de la madre: 26      Peso (kg): 54  
Número de lactancia: 3ª.  
Edad del bebé: 2 años      Peso (kg): 12

---

NOMBRE: María de la Luz García (Tierra adentro 3ª. Sec. El Vigía, Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 45      Fecha de muestreo: 19-XII-98  
Síntomas: Ninguno      Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 25 Peso (kg): 59

Número de lactancia: 3ª.

Edad del bebé: 4 meses Peso (kg): 6

---

NOMBRE. Bartola Contreras Sánchez (Ejido 2 Ceibas, Mpio. de Cunduacán, Tab.)

Número de muestra: 46 Fecha de muestra: 19- XII-98

Síntomas. Ninguno Ocupación: Labores del hogar

Edad de la madre: 27 Peso (kg): 40

Número de lactancia: 2ª.

Edad del bebé: 2.5 años Peso (kg): 8

---