

INDEXED

Residuos de plaguicidas organoclorados en leche vacuna, Nicaragua

Alba L. Zapata Morán,¹ María M. Santamaría Ríos,¹
 ————— Marcia Álvarez Irias,¹ Sergio Salazar Vanegas² y Uwe Müller¹ —————

El presente trabajo constituye un estudio preliminar hecho en Nicaragua para elaborar un perfil de contaminación de la leche de vaca con 10 plaguicidas organoclorados y hacer recomendaciones pertinentes. Entre diciembre de 1993 y marzo de 1994 se tomaron muestras de leche de 48 lugares diferentes del país. Se analizó el contenido de residuos de hexaclorobenceno (HCB), α -BHC, lindano, aldrina, dieldrina, oxiclordano, heptacloro epóxido y metabolitos principales de DDT (p,p' -TDE, p,p' -DDE y p,p' -DDT) en las muestras mediante el método de extracción de la grasa de leche en fase sólida, seguida de una determinación cuantitativa usando cromatografía de gases con un detector de captura de electrones.

Se encontró heptacloro epóxido en 1 muestra de leche, dieldrina en 1, lindano en 3, oxiclordano en 3, α -BHC en 3, aldrina en 6, HCB en 9 y metabolitos de DDT (p,p' -DDT, p,p' -TDE y p,p' -DDE) en 39 (81% de las muestras). Las seis muestras más contaminadas por derivados de DDT provinieron de los departamentos de León y Chinandega, localidades de la región del Pacífico, en donde anteriormente hubo producción intensa de algodón. La concentración más alta se detectó en la muestra de Malpaisillo con 1105 μg de plaguicida por kg de grasa de leche.

Se recomienda investigar y estimar el riesgo de posible contaminación de otros alimentos y proteger la salud pública mediante un control estricto de la producción o importación, almacenamiento, venta y uso de plaguicidas organoclorados.

En muchas partes del mundo se ha prohibido o restringido severamente la producción y el uso de plaguicidas organoclorados porque se considera que estas sustancias pueden contribuir al desarrollo de ciertos tipos de cáncer en los seres humanos (1-3). La alta estabilidad química y liposolubilidad de estos plaguicidas les confieren una gran capacidad de acumulación en los tejidos de seres vivos y en el ser humano como último eslabón de varias cadenas alimentarias (4-7).

En Nicaragua los plaguicidas organoclorados, especialmente el DDT y el toxafeno, se utilizaron a partir de los años cincuenta en el cultivo intensivo de algodón.

El control deficiente de los plaguicidas permitió la contaminación de toda la región del Pacífico, donde hasta 1991 se cultivaron 250 000 hectáreas de algodón con 30 a 35 aplicaciones de diferentes plaguicidas por cada ciclo de vegetación. El almacenamiento, uso y manejo inadecuados de estos plaguicidas han producido una extensa contaminación de los suelos, las aguas superficiales y subterráneas (8), e incluso el aire durante las temporadas de aplicación. Como consecuencia, cada año se registran intoxicaciones accidentales de personas que manifiestan cuadros clínicos característicos y a veces mueren (8, 9).

Hay pruebas recientes de que en Nicaragua todavía no existe un control eficiente de los plaguicidas más tóxicos. A principios de 1994 se encontraron en una bodega de Chinandega grandes cantidades de DDT almacenadas en sacos parcialmente destruidos, a pesar de que ese plaguicida había sido prohibido oficialmente en 1982 (10). Según

¹ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Escuela de Tecnología de Alimentos, Aptd. 504, León, Nicaragua. Toda correspondencia referente al artículo debe enviarse a Uwe Müller, a esta dirección.

² Ministerio de Agricultura y Ganadería, Laboratorio de Residuos Biológicos, Managua, Nicaragua.

la misma fuente, en la ciudad de Managua se encontró un tanque con 500 000 litros de toxafeno, cuyo uso todavía no está prohibido en Nicaragua.

Hasta el momento hay pocos trabajos publicados sobre el impacto de los plaguicidas organoclorados en Nicaragua, lo que solamente permite hacerse una idea muy somera de la contaminación del país por este tipo de sustancias. Se han publicado investigaciones sobre el DDT y el toxafeno en la leche materna (11), en las aguas (8), en los suelos (8), en los alimentos (12) y en la sangre humana (13). El presente trabajo se hizo con el fin de ampliar los conocimientos necesarios para elaborar un perfil de la contaminación de la leche vacuna por 10 plaguicidas organoclorados en el país: hexaclorobenceno (HCB), isómero alfa de hexaclorociclohexano técnico (α -BHC), lindano (γ -BHC), aldrina, dieldrina, oxiclordano, heptacloro epóxido y los metabolitos de diclorodifeniltricloroetano (DDT) p,p' -DDT, p,p' -TDE y p,p' -DDE. Estos plaguicidas están entre los organoclorados usados con mayor frecuencia en Nicaragua y deben analizarse en la carne destinada a exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde diciembre de 1993 hasta marzo de 1994 se recogieron muestras de leche de 48 lugares distintos de Nicaragua. En cada lugar se obtuvieron muestras de leche no procesada de uno a cinco diferentes productores o puestos de venta, las cuales se mezclaron para obtener una sola muestra representativa. Las muestras se resguardaron de la luz en frascos color ámbar, mantenidos a una temperatura de 4 °C. Entre la toma y el análisis de las muestras transcurrieron 7 días como máximo.

En los análisis se utilizaron los siguientes reactivos: metanol (Fisher); oxalato de amonio (Baker); éter de petróleo (Fisher); éter etílico (Baker); cloruro de sodio (Baker); sulfato de sodio anhidro (Merck); nitrógeno ultrapuro; hexano (Fisher); acetona (Fisher); y alúmina (Fisher). También se

emplearon soluciones estándar de los plaguicidas organoclorados (Supelco).

Se extrajo la grasa de la leche según una modificación del método 29.012 propuesto por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) de los Estados Unidos de América (14). A 80 mL de la leche se agregaron 80 mL de metanol y 1 g de oxalato de amonio. Esta mezcla se homogeneizó mediante agitación y se le agregaron 25 mL de éter etílico y 25 mL de éter de petróleo, mezclándolo todo bien y centrifugándolo 20 min a 2500 rpm. Se separó la fase orgánica en un embudo previamente pesado. Este proceso se repitió dos veces más con 25 mL de éter etílico y una cantidad igual de éter de petróleo (1:1). Luego se juntaron los tres extractos y se pasaron por un filtro que contenía sulfato sódico anhidro. Seguidamente el extracto se evaporó en un baño de maría a 38 °C bajo atmósfera de nitrógeno, hasta que el peso se mantuvo constante y quedó la grasa de la leche.

La extracción de plaguicidas se llevó a cabo disolviendo en 35 mL de hexano una fracción de 130 a 140 mg de la grasa obtenida, disolución que se trasladó a una minicolumna de alúmina anteriormente acondicionada con hexano. Se evaporó el eluido y se ajustó el volumen a 2 mL para inyectarlo después directamente en el cromatógrafo de gas con detector de captura de electrones.

Mediante cromatografía de gas se detectaron los plaguicidas organoclorados HCB, α -BHC, lindano, aldrina, dieldrina, oxiclordano, heptacloro epóxido, p,p' -TDE, p,p' -DDE y p,p' -DDT. Se utilizaron un inyector Splitless a 210 °C; una columna capilar RTX-1 de 30m con diámetro interno de 0,25 mm; película de la fase estacionaria de 0,25 μ m, y detector de captura de electrones a 350 °C. La temperatura de la columna de separación se programó según la secuencia siguiente: 130 °C por 20 min, aumento de 4 °C/min hasta 175 °C por 11 min, aumento de 6 °C/min hasta 210 °C por 1 min. El volumen de inyección fue de 3 μ L. Los resultados se calcularon por comparación con estándares externos comerciales y se presentaron en una gráfica. Las muestras más contaminadas fueron confirmadas con otro

cromatógrafo de gases de columna empacada con fase estacionaria OV-17 (metilfenil-silicona) a 1,5% y OV-210 (trifluorpropil-metil-silicona) a 1,95% en soporte de diatomita SP, 100–120 mesh.

Para controlar la exactitud del diseño experimental, de cada grupo de muestras analizadas se seleccionó una de baja contaminación para añadirle una cantidad determinada de plaguicida y analizarla. La recuperación del DDT total (*p,p'*-TDE, *p,p'*-DDE y *p,p'*-DDT) osciló entre 80 y 110%.

Todos los análisis se realizaron en el Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El muestreo abarcó todo el país, pero las zonas menos pobladas, como la región central y la costa atlántica, estuvieron un poco subrepresentadas por la dificultad de conseguir y transportar muestras de esas regiones lejanas al laboratorio. En la figura 1 pueden localizarse los 48 lugares de donde se obtuvieron las muestras.

El diseño del muestreo refleja un término medio entre las limitaciones financieras y el gran número de muestras necesarias para obtener resultados confiables. Por eso las muestras no representan estadísticamente los lugares mencionados, pero sí dan una buena idea de la contaminación de leche vacuna por plaguicidas organoclorados en Nicaragua, tema en el cual debe seguirse profundizando por medio de investigaciones más amplias.

De los plaguicidas investigados, el DDT y sus metabolitos se detectaron en 39 de las 48 muestras (81%), mientras que los demás plaguicidas se hallaron con menos frecuencia. Se encontró HCB en 9 muestras (18%), aldrina en 6 (12%), lindano, oxiclordano y α -BHC en 3 (6%) y heptacloro epóxido y dieldrina en 1 (2%) cada uno.

En algunos lugares la leche contenía residuos de varios plaguicidas a la vez: Bluefields (HCB, α -BHC, DDT total), Los

Brasiles (HCB, aldrina, DDT total), Quetzalguaque (HCB, lindano, DDT total) y San Isidro (HCB, aldrina, DDT total). Deben investigarse las razones de la presencia de los diferentes plaguicidas en la leche de estos lugares. Para entender más a fondo el problema, es necesario obtener nuevas muestras y someterlas a análisis.

Las concentraciones más altas de los plaguicidas estudiados fueron: 84 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de HCB en Bluefields; 85 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de α -BHC en Tipitapa; 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de lindano en Quetzalguaque; 62 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de aldrina en El Sauce; 62 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de dieldrina en Waspan; 23 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de oxiclordano en Corinto; y 63 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de heptacloro epóxido en Masaya. La concentración más elevada de DDT y metabolitos (1105 $\mu\text{g}/\text{kg}$) se encontró en la grasa de leche de Malpaisillo. Este valor excede los límites máximos de plaguicidas organoclorados permitidos para la leche en venta en la República Federal de Alemania (1,0 mg/kg en la grasa de la leche) (15). Ninguna de las muestras sobrepasó el valor máximo de 0,05 mg de DDT total en la leche entera, establecido por el Programa Internacional de Protección Frente a los Productos Químicos FAO/OMS/OIT (16). En la figura 2 se presenta un perfil de la contaminación de las muestras por DDT total.

Los resultados de este trabajo indican que hay zonas en Nicaragua donde la leche vacuna está intensamente contaminada por DDT y sus productos asociados, mientras que en otros lugares la contaminación es menos intensa. Las seis muestras de leche más contaminadas por estas sustancias fueron obtenidas en Malpaisillo, Quetzalguaque, Chichigalpa, Chinandega, Nagarote y Corinto, todos lugares de la región del Pacífico, donde durante los últimos 40 años hubo una producción intensa de algodón (véase la figura 2) (8).

Los resultados encontrados en Nicaragua coinciden con los de otras investigaciones hechas en diversos países de América Latina. El cuadro 1 muestra algunos valores del DDT total en diferentes productos lácteos de países latinoamericanos, norteamericanos y europeos.

FIGURA 1. Mapa de Nicaragua con los lugares de muestreo

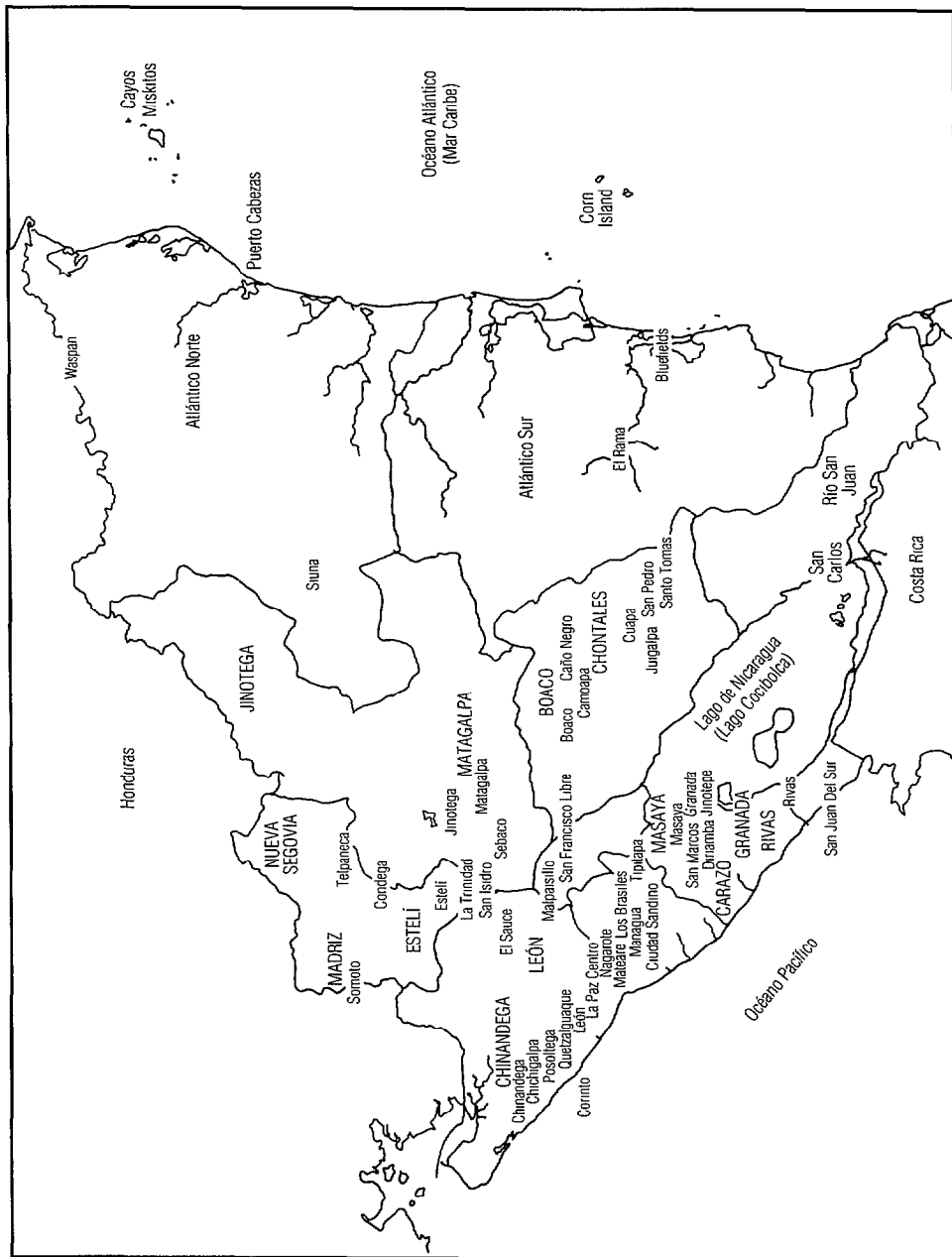
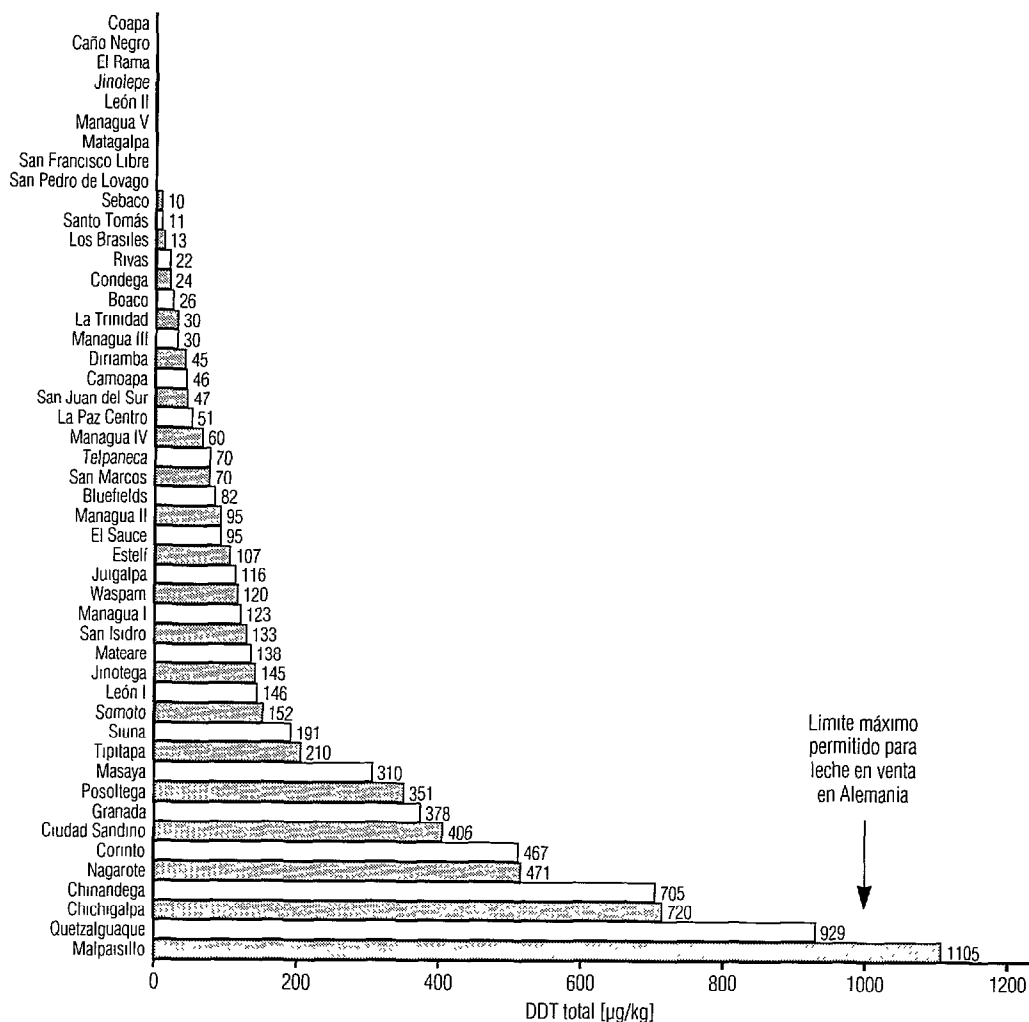


FIGURA 2. DDT total en la grasa de leche vacuna, Nicaragua, 1994



La ingestión diaria admisible (IDA) de DDT, establecida por el Programa Internacional FAO/OMS/OIT (16), es de 0,02 mg/kg de peso corporal. Eso significa que un niño que pesara entre 5 y 10 kg ingeriría hasta 70% de la IDA con solo 2 litros de leche de la muestra de Malpaisillo. Pero en Nicaragua este grupo de plaguicidas ha contaminado no solamente la leche vacuna, sino

también el agua (8), la leche materna (11) y probablemente otros alimentos más.

Algunos de los plaguicidas encontrados —DDT, aldrina, dieldrina y lindano— forman parte de la llamada “docena sucia” y están prohibidos en Nicaragua. Sin embargo, se encontraron concentraciones altas de metabolitos de DDT en la leche de vaca, lo cual se puede explicar de dos maneras: o

CUADRO 1. Concentraciones de DDT total en productos lácteos de algunos países, según investigaciones llevadas a cabo desde 1966 hasta 1994

País	Producto	DDT total (µg/kg)	Año	Referencia
Dinamarca	Mantequilla	pro = 50	1966	17
Australia	Mantequilla	pro = 410	1966	17
Reino Unido	Mantequilla	pro = 50	1966	17
Canadá	Leche evaporada	pro = 140	1972	18
El Salvador	Grasa de leche	22 a 16100	1981	19
El Salvador	Mantequilla	20 a 3630	1981	19
El Salvador	Queso	150 a 7170	1981	19
El Salvador	Crema	40 a 36310	1981	19
Chile	Leche	6 a 156	1982	20
México	Leche evaporada	4 a 115	1982	21
Alemania	Grasa de leche	10 a 25*	1984	22
México	Grasa de leche	3 a 430	1986	23
México	Mantequilla	60 a 5160	1986	23
México	Grasa de leche	1300 a 3700*	1988	24
Colombia	Leche fresca	1 a 57	1990	25
Colombia	Leche pasteurizada	1 a 12	1990	25
Colombia	Leche en polvo	16 a 37	1990	25
España	Grasa de leche	0 a 164	1991	26
Nicaragua	Grasa de leche	pro = 265	1992	12
Nicaragua	Grasa de leche	0 a 1105	1994	Presente trabajo

Pro = promedio.
* Solamente DDT.

se usaron concentraciones excesivas de DDT durante el último año en que se permitió su uso (1982) o todavía se está usando clandestina e ilegalmente.

aumento del riesgo ya existente en esa zona para la salud de la población local.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar la presencia de plaguicidas en otros alimentos con el fin de estimar los riesgos que plantean para la salud pública (desarrollo de enfermedades crónicas, cáncer y malformaciones congénitas) y tomar medidas preventivas.
- La producción, importación, almacenamiento, venta y uso de plaguicidas deben ser estrictamente fiscalizados para impedir que estas sustancias sumamente tóxicas sean vendidas en lugares no controlados.
- El uso de plaguicidas en la región occidental de Nicaragua (León, Chinandega) debe ser reglamentado cuidadosamente con objeto de prevenir un

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo fue financiado con fondos proporcionados por la Embajada de la República Federal de Alemania en Managua, Nicaragua.

REFERENCIAS

1. Krieger N, Wolff MS, Hiatt RA, Rivera M, Vogelmann J, Orentreich N. Breast cancer and serum organochlorines: a prospective study among white, black, and Asian women. *J Nat Cancer Inst* 1994;86(8):589-599.
2. Wolff MS, Toniolo PG, Lee EW, Rivera M, Dubin N. Blood levels of organochlorine residues and risk of breast cancer. *J Nat Cancer Inst* 1993;85(5):648-652.
3. Davis DL, Bradlow HL. Verursachen Umwelt-Östrogene Brustkrebs? *Spektrum der Wissenschaft* 1995;diciembre:38-44. [Edición en alemán de

- Scientific American*, publicada por Verlag GmbH, Heidelberg, RFA.]
4. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological profile for pp'-DDT, pp'-DDE, pp'-DDD*. Atlanta: US Public Health Service; 1989.
 5. Finkelman J, Corey G, Calderon R. *Environmental epidemiology: a project for Latin America and the Caribbean*. Metepec, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; 1993.
 6. Maroni M, Fait A. Health effects in man from long-term exposure to pesticides (Milan, Italy: International Centre for Pesticide Safety [ICPS]). *Toxicology* 1993;78:1-180.
 7. Schwab A, Görgen R, Jäger-Mischke I, Prexler-Schwab S, Stoll G. *Pestizideinsatz in Entwicklungsländern - Gefahren und Alternativen*. Hamburg, RFA, Gaußstr. 17: Pestizid Aktionsnetzwerk; 1989.
 8. Matus FdM, Beck I, eds. *Uso, manejo y riesgos asociados a plaguicidas en Nicaragua*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería; 1991. (Proyecto Regional de Plaguicidas; Confederación Universitaria Centroamericana).
 9. Programa Uso Seguro y Racional de Plaguicidas. Vigilancia epidemiológica de intoxicaciones por plaguicidas. *Bol Epidemiol* (Ministerio de Salud y CARE Internacional, Nicaragua) 1992;2, 3 y 1993; 5, 6.
 10. Schimpf WA. Bericht, Pflanzenschutzmittelentsorgungsprojekt. Managua: Organismo Alemán para la Cooperación Técnica (GTZ); 1994.
 11. Rugama R, Pitty J, Calero S, Lacayo M. *Concentraciones de residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna de madres lactantes de la ciudad de León, Nicaragua*. Managua: 1994. (Informe del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, Aptd. Postal 4598, Managua, Nicaragua).
 12. Nicaragua, Ministerio de Salud, Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia (CNDR). Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en leche y aceites vegetales de la región León-Chinandega (Informe del Ministerio de Salud y el CNDR). Managua; 1993.
 13. Rugama R, Calero S, Fomsgaard I, Lacayo M, Martínez V, Pitty J. Levels of organochlorine residues in blood plasma from three populations in Nicaragua. *Bull Environ Contam Toxicol* 1993;51: 153-159.
 14. Horwitz W, ed. Method No. 29.012©. En: *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 13ª ed. Washington, D.C.: AOAC; 1980:523.
 15. Pflanzenschutzmittel - Höchstmengenverordnung (PflmV), Neufassung v 16.10.89 Bundesgesetzblatt I, p 1862, Bonn, RFA, 1989. [Decreto sobre las cantidades máximas de residuos químicos permitidas en productos de uso agrícola. Hoja de la Ley Federal, edición del 16 de octubre de 1989.]
 16. International Programme of Chemical Safety (IPCS). Current status (1993) of toxicological evaluations by the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR). Geneva, Switzerland, 1993 [cuadro].
 17. Egan H, et al. Persistent organochlorine pesticide residues in selected food. *J Sci Food Agric* 1966;17: 563-569.
 18. Ritcey WR, Savary G, McCully KA. Organochlorine insecticide residues in human milk, evaporated milk and some milk substitutes in Canada. *Can J Public Health* 1972;63:125-132
 19. Calderón GR. Contaminación por dieldrina, DDT, heptacloro epóxido y lindano de los productos lácteos comerciales en El Salvador. *Boletín Técnico* (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria) 1981; 9:9-32.
 20. Triviño I. Contaminación de leche materna, tejido adiposo de mujeres y leche de vaca por plaguicidas de alto poder residual. *Bol Inst Salud Publica Chile* 1982;1(1/2):90-99.
 21. Albert L, Vega P, Nava E. Plaguicidas organoclorados: VI, Residuos de plaguicidas organoclorados en leches evaporadas mexicanas. *Biotica* 1982;7(3):473-482.
 22. Steinwandter H, Brüne H. Rückstände von organischen Chlorverbindungen in Milcherzeugnissen in Hessen von 1978-1982. *Z Lebensm Unters Forsch* 1984;178:468-470.
 23. Albert L, Flores J, Reyes R. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en cremas y mantequillas mexicanas. *Rev Toxicol* 1986;3: 51-63.
 24. Albert L. *Contaminación de los alimentos por productos químicos*. Xalapa, Veracruz (México): Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos; 1988.
 25. Vargas A, Vallejo MC. Residuos de insecticidas organoclorados en leche humana y de vaca en Colombia. *Bol Oficina Sanit Panam* 1990;108(3): 220-228.
 26. De la Riva C, Anadón A. Organochlorine pesticides in cow's milk from agricultural region in northwestern Spain. *Bull Environ Contam Toxicol* 1991;46:527-533.

Manuscrito recibido el 4 de abril de 1995. Aceptado para publicación en el *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* (tras revisión) el 4 de marzo de 1996.

ABSTRACT

Organochlorine pesticide residues in cow's milk in Nicaragua

This work reports on a preliminary study carried out in Nicaragua to build a profile of the contamination of cow's milk with 10 organochlorine pesticides and make recommendations based on the findings. Between December 1993 and March 1994, milk samples were collected from 48 different sites in the country. The samples were analyzed for residues of hexachlorobenzene (HCB), α -BHC, lindane, aldrin, dieldrin, oxychlorane, heptachlor epoxide, and the principal metabolites of DDT (*p,p'*-TDE, *p,p'*-DDE, and *p,p'*-DDT) by means of solid-phase extraction from milk fat, and the quantity of the residues was de-

termined by gas chromatography with electron capture detection.

Heptachlor epoxide was found in 1 milk sample, dieldrin in 1, lindane in 3, oxychlorane in 3, α -BHC in 3, aldrin in 6, HCB in 9, and metabolites of DDT in 39 (81% of the samples). The six samples most heavily contaminated with by-products of DDT came from the departments of León and Chinandega, in the Pacific region, where there used to be intensive cotton production. The highest concentration was found in the sample from Malpaisillo, with 1105 μ g of pesticide per kg of milk fat.

The authors recommend that studies should be done so that the risk of contamination of other food products can be estimated, and that the public's health should be protected through strict control of the production or importation, storage, sale, and use of organochlorine pesticides.

Premio Fred Soper en Salud Interamericana, 1997

Fecha límite: 31 de marzo de 1997

La Fundación Panamericana de la Salud y Educación (PAHEF) solicita la presentación de candidatos para este premio, que se otorga anualmente al autor o autores de un trabajo científico que aporte conocimientos originales al campo de la salud pública de América Latina y el Caribe. El premio, que consiste en un diploma y \$US 1000, se concede en honor del doctor Fred L. Soper, Director de la OPS de 1947 a 1958 y una de las figuras más destacadas del siglo en el área de la salud interamericana. La PAHEF administra el Fondo del Premio y mantiene en una cuenta especial las contribuciones voluntarias que recibe para ese fin. Los trabajos finalistas son propuestos por el Comité del Premio, integrado por representantes nombrados por OPS y PAHEF. La selección final está a cargo de la Junta Directiva de la Fundación.

Pueden concursar al premio trabajos presentados por sus autores o en nombre de ellos, siempre que se observen los requisitos siguientes. El trabajo puede ser un informe de investigación, un análisis de datos nuevos o una revisión de datos primarios. Interesan sobre todo los estudios multidisciplinarios y los relacionados con las enfermedades infecciosas, que fueron el campo de interés principal del doctor Soper. Los trabajos presentados a concurso deben haberse publicado durante 1996 en revistas científicas que figuran en el Index Medicus o en las revistas oficiales de la OPS. Además, los autores deben estar vinculados con instituciones docentes, de investigación o de servicios ubicadas en países de América Latina y el Caribe, incluidos los centros de la OPS. Todos los trabajos tienen que haberse recibido a más tardar el 31 de marzo de 1997.

Dirección para el envío de trabajos:
Secretario Ejecutivo, PAHEF
525 Twenty-third Street, NW
Washington, DC 20037, EUA