

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS CLORADOS EN LA LECHE HUMANA EN GUATEMALA ¹

Dr. A. E. Olszyna-Marzys ², Marit de Campos ³,
Dr. M. Taghi Farvar ⁴ y Margaret Thomas ⁵

Investigaciones en varios países desarrollados señalan diferentes niveles de contaminación de la leche humana con plaguicidas persistentes clorados, en particular el DDT. En un país tropical en vías de desarrollo, dicha contaminación puede ser sustancial debido al uso intensivo y sin limitaciones del DDT en los cultivos de algodón, programas de erradicación de la malaria y usos domésticos. En efecto, una encuesta piloto entre madres de Guatemala, reveló niveles de contaminación que exceden en mucho la ingestión diaria admisible de DDT recomendada por el Comité Conjunto de Expertos FAO/OMS. Es urgente emprender investigaciones más detalladas al respecto y reglamentar el uso adecuado de plaguicidas.

Introducción

En el curso de los últimos años se ha hecho notar la creciente preocupación por los posibles efectos nocivos resultantes de la aplicación de plaguicidas. Frente a esa preocupación resalta el enorme e innegable impacto —a todas luces benéfico— que el uso de plaguicidas ha tenido en la economía y salud pública del mundo.

Entre los efectos potencialmente nocivos se encuentra la acumulación de DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) y de otros insecticidas clorados, en la grasa de los animales y de los seres humanos.

Estos compuestos liposolubles se difunden a través de todos los tejidos orgánicos

que contienen grasa. Lógicamente, la grasa de la leche de los mamíferos, incluyendo la leche humana, no escapa a esta acumulación, puesto que al igual que el resto de los otros sectores de población, la madre lactante también está expuesta a los compuestos tóxicos ambientales.

Debido al efecto de la “magnificación biológica”, es obvio que la grasa de los carnívoros y omnívoros contiene más plaguicidas clorados que la de los herbívoros. El hecho de que particularmente el DDT —que es el insecticida de mayor uso, tanto en términos de años desde que se introdujo su aplicación como del volumen utilizado— y otros compuestos similares se encuentran en la leche humana en mayores cantidades que en la leche de vaca, ha sido reconocido y comprobado hace ya algunos años. Para ser más exactos, desde que así lo demostraron los primeros hallazgos a este respecto, entre los cuales cabe citar los de Laug (1), en 1951. Sin embargo, Arena (2), en su reciente reseña sobre la contaminación de la leche humana, afirma que su contenido de

¹ Versión actualizada del estudio original presentado en el Primer Congreso Argentino y Latinoamericano de Plaguicidas, que se celebró en San Miguel de Tucumán, Argentina, del 20 al 25 de septiembre de 1971.

² Jefe de la División de Control y Análisis de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C.A.

³ Científica de la División citada.

⁴ Director del proyecto “Ecological Implications of Insect Control”, Center for the Biology of Natural Systems, Washington University, San Luis, Misuri, EUA.

⁵ Científica del proyecto en referencia.

DDT ha ido disminuyendo progresivamente. Según dicho autor, la concentración promedio, que en 1950 era de 0.13 partes por millón (ppm), descendió a 0.08 ppm en 1961, y a 0.03-0.04 en 1968. Arena afirma asimismo que se ha observado una reducción similar del contenido de DDT en la leche de vaca. No obstante, en su revisión de los trabajos sobre este tema, este autor no cita referencias que sustenten estas cifras, que aparentemente conciernen a los Estados Unidos.

La verdad es que las investigaciones sobre plaguicidas en la leche humana no han sido muy numerosas, sobre todo fuera de los Estados Unidos. A título ilustrativo se citan en el cuadro 1 algunas de las cifras notificadas al respecto en el transcurso de los últimos años (1, 3-18).

Llama la atención el hecho de que entre los países investigados no se encuentra ninguno de los llamados "en vías de desarrollo", de las zonas tropicales y subtropicales, en los que, no obstante, el uso de insecticidas es a menudo más abundante e indiscriminado. Ello se debe a la naturaleza de sus cultivos (tales como del algodón), clima, programas de erradicación de la malaria, y falta de una reglamentación adecuada referente al uso de plaguicidas.

Entre estos países, los del Istmo Centroamericano destacan como algunos de los usuarios más asiduos de insecticidas orgánicos sintéticos de diversos tipos, particularmente en las planicies de la costa del Pacífico. Además de utilizarlos en la agricultura, estos productos, especialmente el DDT, han constituido la base de los programas de erradicación de la malaria.

Aparte de los casos en que carne procedente de Centro América ha sido rechazada en los puertos de entrada a los Estados Unidos, debido a su alto contenido de DDT, hasta la fecha no se ha publicado ningún dato sobre la incidencia de residuos de plaguicidas en el área centroamericana. Por lo tanto, como parte de un proyecto de investi-

gación general sobre los efectos ecológicos del uso de plaguicidas en un país en vías de desarrollo, se llevó a cabo una investigación piloto sobre la incidencia de residuos de insecticidas clorados en leches de madres lactantes guatemaltecas. Con propósitos de comparación se acordó analizar algunas muestras de leche de vaca recogidas en la misma región. El proyecto fue iniciado en junio de 1970 por el Centro de Biología de Sistemas Naturales de la Universidad de Washington, en San Luis, Misuri, en colaboración con el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y con la ayuda de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Métodos experimentales

El estudio se concentró en tres comunidades del sector sur de Guatemala, cerca de la costa del Océano Pacífico: 1) El Rosario, aldea que cuenta con un total de alrededor de 1,280 habitantes, situada en el municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu; 2) Cerro Colorado, con 1,905 habitantes, del municipio de La Gomera, departamento de Escuintla, y 3) La Bomba, aldea cuya población se estima en unas 500 personas, y que pertenece al municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa.

Las dos primeras comunidades se encuentran situadas en las regiones donde el cultivo de algodón es intenso. La tercera (La Bomba) fue escogida específicamente por encontrarse situada en una zona donde no existe cultivo de algodón. La investigación se llevó a cabo juntamente con un estudio antropológico relativo al uso de plaguicidas en esas mismas comunidades. Las muestras de El Rosario, La Bomba y Cerro Colorado se recolectaron, respectivamente, en junio de 1970, octubre de 1970 y enero de 1971.

Obviamente, el número de muestras (cada una se obtuvo de una mujer diferente) recogidas en cada una de las tres localidades

dependió de la existencia de madres lactantes, así como de su voluntad de donar muestras de leche. En consecuencia, mientras que en El Rosario se logró conseguir hasta 27 muestras, en la Bomba y Cerro Colorado el número de muestras recolectadas fue de 10 y 9, respectivamente.

Las mujeres de quienes se obtuvieron muestras de leche eran en muchos casos las esposas o hijas de los agricultores entrevistados como parte del estudio antropológico a que se hizo referencia. Otras fueron las vecinas recomendadas por las mujeres de las que ya se habían obtenido muestras. Las edades de las donadoras fluctuaban entre 16 y 43 años, con un promedio de 26 años; habían tenido de 1 a 14 partos vivos y de 1 a 12 hijos vivientes. El número promedio de niños nacidos por madre fue de 5.7 con 4.6 que aún vivían en el momento de efectuarse esta investigación. Los niños que estas donadoras estaban alimentando con su leche tenían entre 10 días y año y medio de edad. La mayor parte de las mujeres parecían gozar de buena salud y más o menos la mitad de ellas podrían considerarse como "gruesas". Aproximadamente una quinta parte del total encuestado se quejaba de mala salud. Habían vivido en las poblaciones bajo estudio por períodos que fluctuaban entre uno y 30 años, siendo la duración promedio de residencia de 6.7 años en El Rosario, de 17.4 en La Bomba y de 2.5 en Cerro Colorado.

Antes de la recolección de las muestras, los recipientes —que eran frascos nuevos de aluminio de boca ancha, con 25 ml de capacidad— se sometieron a un lavado concienzudo con agua hirviendo y detergentes; luego se lavaron con agua del grifo, agua destilada y, por último, varias veces con acetona redestilada tipo "nanogrado". Con el fin de asegurar que no existía ya posibilidad alguna de contaminación, se efectuaron pruebas testigo sobre algunos de los recipientes, y los líquidos con que estos se lavaron fueron analizados aplicando la

misma técnica de cromatografía de gas que se usó en el caso de las muestras. Los recipientes vacíos fueron manipulados y almacenados en las mismas condiciones de campo a que se sometieron los que contenían la leche. Las pruebas no revelaron la presencia de ningún residuo de plaguicida.

El último día del estudio antropológico, en cada comunidad se visitaron las casas en las que se tenía conocimiento que había madres lactantes, solicitándoles la donación de una muestra de su leche. Un asistente sostenía el recipiente mientras que la donadora vertía la leche en el receptáculo mediante la operación manual usualmente de ambos senos, cuidando de no tocar la boca del frasco. En algunos casos no pudo evitarse un leve contacto. Se llevó un registro cuidadoso de tales casos a fin de utilizarlos para propósitos de prueba, previendo que surgiesen discrepancias en los resultados. Sin embargo, no se comprobó ninguna diferencia significativa que pudiera atribuirse a dicho contacto. Los recipientes se mantuvieron cubiertos con papel de aluminio, tanto antes como después de la recolección de las muestras.

Se colocaron de inmediato en hielo seco, manteniéndose en congelación hasta el momento de analizar las muestras. El análisis se llevó a cabo en los laboratorios de la Sección de Plaguicidas de la División de Control y Análisis de Alimentos del INCAP.

Métodos analíticos

En vista de las pequeñas cantidades de leche (5-20 ml) disponibles para los análisis, se utilizó un micrométodo. La fase de extracción de los plaguicidas de la leche fue la sugerida por el Perrine Primate Laboratory, Environmental Protection Agency, de los Estados Unidos, con sede en Perrine, Florida (19).

1. Extracción

Para este propósito se colocan 2 mililitros de leche en un triturador de tejido "Duell"

tamaño B (22) (No. K-88450, Kontes Glass Company, Vineland, New Jersey). Se agregan 3 ml de acetonitrilo y se agita durante 2 minutos con un minimezclador "Vortex Genie" (No. 8929-S10, Arthur H. Thomas Co., Philadelphia, Pa.). Luego se centrifuga la mezcla durante 5 minutos a 2,000 rpm, se inserta cuidadosamente la punta de una pipeta desechable a través de la capa superior del *requesón* y se transvasa el extracto a una probeta con fondo redondo de 25 ml. Se agrega otra porción de 3 ml de acetonitrilo en el triturador "Duell" y se tritura el *requesón* remanente con la mano del triturador. Se centrifuga de nuevo y se transvasa el segundo extracto a la misma probeta. Al extracto en la probeta se agregan 7 ml de una solución de 2% de sulfato de sodio, y 2 ml de hexano, y se agita vigorosamente con el "Vortex" durante un minuto. Luego se transfiere la capa de hexano (superior) a un tubo del concentrador de 10 ml de capacidad (Kontes No. 570001), y se repite la extracción con hexano dos veces más, combinando extractos de hexano con el tubo del concentrador. Una columna modificada de Snyder (Kontes No. K-569251) se coloca en la boca del tubo, evaporándose el extracto combinado en baño de maría a 0.5 ml.

2. Purificación con florisil

Se procede a fraccionar el extracto con florisil según el micrométodo 5 A (2) (a) y (b) del Perrine Primate Laboratory descrito en su "Manual Analítico" (20). Como resultado, la cantidad de extracto, listo ya para inyección en el cromatógrafo, es de 0.3 ml.

3. Cromatografía de gas

Para este propósito se ha usado el cromatógrafo de gas "Tracor" (previamente llamado Microtek) MT 220, equipado con el detector de captura de electrones Ni^{63} , y el electrómetro de estado sólido de doble canal (modelo 8169) en módulo DC, bajo las condiciones siguientes:

Temperaturas:	Puerta de inyección	225°C
	Detector	275°C
	Línea de transferencia	257°C
	Columnas	200°C
Presión de entrada de nitrógeno:		40 psi
Flujo de N_2 :	60 ml/min (columna A)	
	100 ml/min (columna B)	
Voltaje polarizante del detector:		35 V
Atenuación:		16×10^2

Columnas: de vidrio, en forma de "U", $\frac{1}{4}$ "x6 con inyección externa ("off column injection"), usando mangas de vidrio como trampas para grasa (*demisting traps*).

Empaques de columnas: (A) 1.5% OV-17/
1.95% QF-1 sobre
"Supelcoport", malla
80/100.
(B) 10% DC-200
sobre "Cromosorb" W,
malla 80/100.

Esencialmente se siguió el procedimiento descrito en el Manual ya citado (20), y los estándares fueron gentilmente suministrados por el Perrine Primate Laboratory. Los volúmenes de inyección se mantuvieron constantes a 5 μl y los cálculos cuantitativos se llevaron a cabo mediante la comparación de alturas de picos.

Resultados y discusión

En los cuadros 2 a 4 se detallan los resultados de los análisis practicados con las muestras de leche humana. En todos los cuadros, las cantidades de isómeros y metabolitos de DDT se expresan como equivalentes del producto, y el "DDT Total" representa la suma de los resultados individuales. En las cifras para o, p'-DDT, se incluyen equivalentes de sus metabolitos encontrados en muy pequeñas proporciones en algunas muestras. El HCH (hexacloro ciclo-hexano) representa la suma de sus isómeros alfa, beta, gamma y delta, y "TR" (trazas), las cantidades menores de 0.001 ppm. Se tomó en cuenta también la preocupación que recientemente ha surgido en cuanto a la contaminación del ambiente por los llamados "PCB's" (bifenoles policlorados) que pueden interferir en la determina-

ción de los plaguicidas clorados, a menos que sean separados previamente. Para este último propósito existe un método, ya adoptado oficialmente en EUA, de Armour y Burke (21), pero no se ha observado la presencia de estos compuestos en cantidades detectables en las muestras examinadas. Se ha hecho la comparación con otros países (EUA y Europa), que figuran en el cuadro 1, en los que las cantidades de DDT (que usualmente se expresan como equivalentes del total de DDT, incluyendo sus isómeros y metabolitos) detectadas en leches humanas en el curso de diversos estudios realizados hasta la fecha en los últimos 20 años, fluctúan entre 0 y 0.37 ppm.

Las dos únicas excepciones en este sentido son los resultados notificados por Damaskin (9) en Rusia, quien encontró de 1.22 a 4.88 ppm de DDT en 16 muestras de leche examinadas por él; y los de Unterman y Sîrghie en Rumania, quienes comprobaron un promedio de 0.53 ppm de DDT total en la leche de 100 madres (15).

De acuerdo con los resultados del estudio aquí descrito, el cual se llevó a cabo en las tres comunidades de Guatemala ya citadas, la cifra más baja (0.342 en la muestra ER-3, cuadro 4) es del mismo orden de magnitud que la cifra más alta informada en estudios similares efectuados en los Estados Unidos y Europa Occidental. Cabe destacar además, que la persona en cuestión (muestra ER-3) era recién llegada al pueblo y estaba viviendo en la localidad hacía apenas dos meses. Las otras 26 muestras acusaron entre 0.630 y 4.97 ppm de DDT total.

La cantidad más alta encontrada corresponde a la muestra CC-5, con 12.21 ppm, cifra que excede en dos órdenes de magnitud la cifra máxima (0.37) determinada en los Estados Unidos de América o en Europa Occidental.

Las cantidades de HCH determinadas en las muestras de Guatemala varían entre 0.010 y 0.101 ppm en La Bomba, 0-0.069 en Cerro Colorado y de 0.001 ppm (trazas)

hasta 0.069, en El Rosario. De nuevo pudo constatarse que la leche humana en Guatemala presenta el contenido más alto de HCH (0.101) notificado hasta la fecha. El contenido de heptacloro epóxido oscila entre 0.001 y 0.021 ppm, cantidad esta última más alta y de un orden de magnitud que sólo hay otro resultado semejante publicado en lo referente a este insecticida, esto es, 0.052 ppm, encontrada en una muestra de Grand Forks, B.C., Canadá (13). Las cifras en el cuadro 6 demuestran que, por lo general, el grado de contaminación de la leche de vaca es tan inferior del que acusa la leche humana que no puede siquiera compararse. El contenido de DDT total de las 5 muestras de leche de vaca recolectadas en La Bomba (área sin cultivo de algodón) varía entre 0.002 y 0.077 ppm, con un promedio de 0.025 ppm. En la misma localidad se determinó que las madres alimentaban a sus niños con leche cuyo contenido de DDT oscilaba entre 0.411 y 1.77 ppm, excluyendo la muestra LB-1 que acusó una contaminación anormal promedio de 11.50 ppm, esto es, 45 veces mayor de la que presentó la leche de vaca. Tanto la leche materna como la de vaca se recogieron al mismo tiempo y fueron analizadas aplicando un método idéntico.

La tolerancia oficial de DDT fijada para la leche en los Estados Unidos, y el límite práctico de residuo establecido por FAO/OMS, son ambos de 0.05 ppm (22). En consecuencia, si el valor más bajo de DDT encontrado en nuestro estudio (0.342 ppm) se compara con dicha cifra, este nivel resulta ser 7.1 veces más alto, mientras que la cantidad más elevada que se constató (12.22 ppm) es 244 veces mayor de la que se permitiría en los Estados Unidos en el caso de leche de vaca de uso comercial.

Las fuentes potenciales de contaminación (con plaguicidas) de las leches de las mujeres examinadas son: usos domésticos; usos agrícolas por parte de los campesinos en sus propias parcelas; y, en gran escala, en las fincas y plantaciones (particularmente de

CUADRO 1—Plaguicidas clorados en leche humana según estudios previos (expresados en partes por millón).

Ref.	Año publicada	Localidad o país	No. de muestras	DDT total		HCH total		Dieldrin		Heptacloro epóxido	
				Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
(1)	1951	Washington, D.C.	32	0	0.77						
(3)	1964	California	7 ^a	0	0.37						
(4)	1965	Estados Unidos	14 ^a	0.02	0.36						
(5)	1969	Atlanta, Ga.	5	0.0500	0.0990	0.0006	0.0157	0.0030	0.0137	0.001	0.0024
(6)	1971	McAllen, Texas	12	0.025	0.278	0.004	0.037	0.000	0.006		
(6)	1971	El Paso, Texas	9	0.018	0.089	0.000	0.000	0.000	0.003		
(6)	1971	Houston, Texas	7	0.025	0.195	0.004	0.004	0.002	0.021		
(7)	1964	Hungría	10	0.13	0.16						
(8)	1965	Inglaterra	19	0.075	0.170	0.007	0.033	0.002	0.013		
(9)	1965	Rusia	16	1.22	4.88						
(10)	1968	Polonia	51	0.27	0.49						
(11)	1970	Suecia	22	0.058	0.229	0.000	0.001	0.000	0.005		
(12)	1971	Holanda	50	0.01	0.17	0.001	0.016 ^b	0.0001	0.0107	0.0003	0.0035
(13)	1971	Canadá (B.C.)	31					0.009	0.013		0.052
Promedios encontrados en otros países											
(14)	1966	Italia	2		0.055						
(12) ^c	1969	Bélgica	20		0.130				0.0035		
(15)	1969	Rumania	100		0.530						
(16)	1970	Alemania	43		0.112		0.018 ^b				
(12) ^c	1970	Rusia	370					0.003			
(17)	1970	Rusia	680 ^d		0.23						
(18)	1971	Canadá	132		0.14			Trazas		Trazas	

^a Varias localidades.^b Sólo beta-HCH.^c Mencionadas en referencias citadas.^d De 366 mujeres.

algodón), así como rociamientos de cada casa en la zona costanera, según lo exige el programa de erradicación de la malaria.

Sería bastante difícil estimar en la actualidad las contribuciones relativas de estas fuentes de plaguicidas clorados, particularmente de DDT y de HCH, a la contaminación de las leches. Sin embargo, la encuesta de los habitantes reveló los siguientes hechos: 1) De 130 campesinos-agricultores entrevistados, 59 usaban insecticidas en sus casas, y entre ellos, 15 utilizaban "gamezán" (3% HCH + 5% DDT) o DDT. 2) Por otra parte, 115 aplicaban insecticidas a sus cultivos; 27 de ellos "gamezán" o DDT, y 10, aldrina y dieldrin. 3) Hasta hace muy poco el DDT había sido usado intensivamente en todas las plantaciones de algodón, por lo general en mezclas con plaguicidas fosforados. 4) Según se dijo, las tres áreas investigadas se encuentran en una región en la que desde hace varios años está en marcha un programa de erradicación de la malaria, con rociamiento de DDT en el interior de las casas como instrumento principal de lucha contra el vector (diel-drín fue el insecticida usado en un año reciente). Solamente en el último año y debido a la resistencia demostrada por el mosquito, el DDT ha ido

reemplazándose gradualmente por malatión o propoxur (OMS-33, baygón).

Los hallazgos revelan, pues, que las cuatro fuentes antes señaladas han contribuido posiblemente a la contaminación de las leches humanas en las tres comunidades que abarcó nuestro estudio. Se exceptúa el uso contra las plagas del algodón en La Bomba, dado que según se indicó, esta localidad se encuentra alejada de cualquier plantación de algodón.

El examen de los resultados en cuanto al DDT total —el principal contaminante— aplicando la prueba "t" de Student, no indicó una diferencia estadísticamente significativa entre las tres localidades. De todos modos, la disparidad entre el número de muestras en El Rosario (27) y el escaso número que de ellas se obtuvo en Cerro Colorado (9) y en La Bomba (10), no permiten hacer una comparación estadísticamente adecuada entre la primera localidad y cualquiera de las dos últimas. La diferencia entre La Bomba y Cerro Colorado (3.31 ± 1.05 y 4.07 ± 1.11) tampoco resulta ser de significado estadístico.

Sin embargo, al examinar los resultados correspondientes a estas dos últimas localidades (cuadros 2 y 3, respectivamente), se

CUADRO 2—Plaguicidas clorados en leche humana (expresados en partes por millón) de La Bomba, municipio de Chiquimulilla, Dpto. de Santa Rosa, Guatemala, octubre de 1970.

No. de muestra*	p, p'-DDT	p, p'-DDE	p, p'-DDD	o, p'-DDT	DDT total	HCH total	Hepta-cloro epóxido	Diel-drín	Endrina
LB-1	4.95	6.36	0.157	0.032	11.50	0.101	0.002	—	—
LB-2	0.893	0.522	TR	TR	1.42	0.035	TR	—	—
LB-3	0.293	0.231	0.012	0.040	0.576	0.010	TR	—	—
LB-4	0.551	0.596	TR	0.138	1.29	0.025	—	—	—
LB-5	0.600	0.624	0.030	0.137	1.39	0.027	—	—	—
LB-6	0.830	0.628	0.022	0.285	1.77	0.013	0.012	TR	—
LB-7	0.232	0.124	0.015	0.040	0.411	0.034	—	—	—
LB-8	0.483	0.335	0.028	0.103	0.949	0.021	—	—	—
LB-13	0.683	0.607	0.026	0.103	1.42	0.033	—	—	—
LB-15	0.482	0.219	0.011	0.067	0.779	0.016	0.021	—	—
Alcance	0.232-4.95	0.124-6.36	TR-0.157	TR-0.285	0.411-11.50	0.010-0.101	0-0.021		
Promedio	1.00	1.02	0.030	0.093	2.15	0.032	0.003		
Desviación estándar	1.19	1.83	0.046	0.082	3.31	0.026	0.007		
Error estándar	0.38	0.58	0.015	0.026	1.05	0.008	0.002		

* Número de muestras: 10.

CUADRO 3—Plaguicidas clorados en leche humana (expresados en partes por millón) de Cerro Colorado, municipio La Gomera, Dpto. de Escuintla, Guatemala, enero de 1971.

No. de muestra ^a	p, p'-DDT	p, p'-DDE	p, p'-DDD	o, p'-DDT	DDT total	HCH total	Hepta-cloro epóxido	Dieldrín	Endrina
CC-1	1.14	0.872	0.045	0.119	2.18	TR	—	—	—
CC-2	2.64	3.79	0.092	0.162	6.68	0.057	TR	—	—
CC-3	1.24	1.11	0.058	0.084	2.50	TR	TR	—	—
CC-4	0.950	0.722	0.058	0.137	1.87	TR	TR	—	—
CC-5	5.94	6.13	0.050	0.091	12.21	—	—	—	—
CC-6	0.930	1.91	0.090	0.063	3.00	0.020	TR	—	—
CC-7	0.960	0.600	0.073	0.120	1.75	0.015	TR	—	—
CC-8	1.77	2.81	0.106	0.220	4.91	0.027	TR	—	—
CC-9	0.490	0.960	0.053	0.069	1.57	0.018	TR	—	—
Alcance	0.490-5.94	0.600-6.13	0.045-0.106	0.063-0.220	1.57-12.21	0-0.057			
Promedio	1.78	2.10	0.070	0.118	4.07	0.015			
Desviación estándar	1.68	1.82	0.022	0.050	3.34	0.019			
Error estándar	0.56	0.61	0.007	0.017	1.11	0.006			

^a Número de muestras: 9.

observa que la muestra LB-1 en la primera (con 11.50 ppm de DDT total) y la CC-5 (con 12.21 ppm de DDT) presentan una contaminación anormalmente alta en comparación con todas las otras muestras obtenidas en estos dos lugares. Estas dos muestras resultaron ser "outliers" de acuerdo con la prueba de brecha de Dixon (25) y por lo tanto deberían omitirse. Si las mismas muestras no se toman en consideración, los resultados son los promedios que se muestran en el cuadro 5, o sea 1.11 ± 0.27 y 3.06 ± 0.64 para La Bomba y Cerro Colorado, respectivamente. Con límites de confianza $P < 0.05$, estos resultados acusan una diferencia significativa entre La Bomba, localidad donde no se cultiva algodón, y cada una de las otras dos localidades donde sí se cultiva, sin que la diferencia entre estas dos últimas sea significativa (siempre con la reserva concerniente a la mencionada disparidad en el número de muestras). No obstante, con $P < 0.01$, la significancia estadística de cualquier diferencia entre las tres localidades desaparece.

En consecuencia, debe pues concluirse que con los resultados disponibles no es factible postular que la distancia de los campos de algodón es factor responsable de una diferencia significativa en cuanto a la

contaminación de la leche humana con DDT, aunque hay indicaciones de que, de contarse con un mayor número de resultados, tal diferencia podría revelarse como de significación estadística.

Si se asume la ingestión diaria admisible (IDA) de DDT recomendada por FAO/OMS, que es de 0.005 mg/kg de peso corporal (22), ello significaría que un niño que pesa 10 kg e ingiere 850 gramos de leche (según estudios llevados a cabo por el INCAP en el área de estudio) de la madre que proporcionó la muestra ER-3 obtenida en la aldea El Rosario (0.342 ppm), estaría consumiendo diariamente 0.290 mg de DDT, o sea 0.029 mg por kilo de peso, cantidad que es 5.8 veces mayor que la IDA establecida por FAO/OMS. Pero en el caso de la madre de quien se obtuvo la muestra de leche CC-5 en Cerro Colorado (12.2 ppm de DDT), su hijo consumiría 10.35 mg, o sea 1.035 mg de DDT por kg de peso, cantidad que es 207 veces más alta que la IDA fijada por FAO/OMS (22).

En su defensa del DDT publicada en el número de diciembre de 1971 de esta misma revista, Hayes (23) cita ocho trabajos (también incluidos en nuestro cuadro 1), y asumiendo que un niño consume aproximadamente 0.6 litros de leche al día,

CUADRO 4—Plaguicidas clorados en leche humana (expresados en partes por millón) de El Rosario, municipio de Champerico, Dpto. de Retalhuleu, Guatemala, junio de 1970.

No. de muestra ^a	p, p'-DDT	p, p'-DDE	p, p'-DDD	o, p'-DDT	DDT total	HCH total	Hepta-cloro epóxido	Diel-drín	Endrina
ER-1	0.582	0.576	0.016	0.095	1.27	TR	TR	0.002	0.001
ER-2	0.786	0.732	0.030	0.066	1.61	0.001	0.001	0.002	TR
ER-3	0.158	0.147	0.013	0.024	0.342 ^b	0.003	0.001	0.001	—
ER-4	0.759	1.46	0.094	0.046	2.36 ^c	0.004	0.001	0.001	—
ER-5	0.309	0.283	0.010	0.028	0.630	0.002	0.001	TR	—
ER-6	0.271	0.360	0.008	0.016	0.655	0.003	0.001	TR	TR
ER-7	0.919	1.16	0.019	0.047	2.15	0.006	0.002	0.003	—
ER-8	0.459	0.579	0.012	0.037	1.09	0.002	0.002	0.005	—
ER-9	0.492	0.530	0.009	0.045	1.08	TR	0.003	0.003	—
ER-10	2.24	1.78	0.070	0.183	4.27	0.007	TR	0.005	—
ER-11	1.15	0.886	0.012	0.076	2.12	0.006	0.001	0.001	—
ER-12	1.21	2.24	0.010	0.050	3.51	0.014	0.002	0.007	—
ER-13	0.526	1.26	0.007	0.039	1.83	0.003	0.004	0.002	—
ER-14	1.69	3.10	0.047	0.134	4.97	0.069	TR	0.002	—
ER-16	0.469	0.573	0.013	0.029	1.08	0.010	0.001	0.010	—
ER-17	1.14	1.99	0.007	0.008	3.15	TR	TR	0.001	TR
ER-18	0.292	0.368	0.012	0.023	0.695	TR	TR	0.008	TR
ER-19	0.737	0.568	0.013	0.055	1.37	0.006	TR	0.007	TR
ER-21	0.918	1.37	0.035	0.096	2.42	0.009	0.005	0.002	TR
ER-22	0.772	0.825	0.022	0.120	1.74	0.019	0.008	0.005	—
ER-23	2.053	2.35	0.069	0.154	4.63	0.016	0.006	0.002	—
ER-24	0.412	0.553	0.009	0.052	1.03	0.004	TR	TR	—
ER-25	0.535	0.637	0.006	0.028	1.21	0.006	TR	0.001	—
ER-26	0.367	0.534	0.005	0.017	0.923	0.002	0.001	0.002	—
ER-27	0.450	0.628	0.009	0.034	1.12	0.005	0.001	0.002	—
ER-28	0.527	0.666	0.016	0.061	1.27	0.001	0.003	TR	—
ER-29	0.467	0.576	0.007	0.039	1.09	0.002	0.002	0.002	—
Alcance	0.158-2.24	0.283-3.10	0.005-0.094	0.008-0.183	0.342-4.97	TR-0.069	TR-0.008	TR-0.010	0-0.001
Promedio	0.766	0.990	0.021	0.059	1.84	0.007	0.007	0.002	
Desviación estándar	0.500	0.731	0.023	0.044	1.25	0.013	0.002	0.003	
Error estándar	0.100	0.141	0.004	0.008	0.24	0.003	<0.001 (0.004)	<0.001 (0.0005)	

^a Número de muestras: 27.^b La persona había vivido únicamente 2 meses en la localidad.^c La persona había vivido 10 años en la localidad.

que el peso medio de los niños al nacer es de 3.36 kg, y que el contenido de DDT en la leche materna es de 0.08 ppm, obtiene la cifra de 0.014 mg/kg/día. Compara luego esta cifra con la IDA de FAO/OMS, que el autor afirma ser de 0.01 mg/kg de peso, y según ello, concluye que “por consiguiente, la ingestión media diaria de los niños amamantados es, a lo sumo, un poco mayor que la tasa permisible establecida por la Organización Mundial de la Salud y la Organización para la Agricultura y la Alimentación”.

Además, el citado autor trata de disminuir la importancia de aun este pequeño exceso del consumo diario de DDT sobre la IDA, advirtiendo que esta tasa permisible es muy conservadora y que ofrece un fuerte factor de seguridad.

Sin embargo, cabe hacer las siguientes observaciones en cuanto a la manera en que Hayes llegó a tales conclusiones:

1. “Cualquier cálculo debe hacerse en lo que se refiere al DDT porque el DDE y otro material presente en la leche son mucho menos tóxicos”. Luego procede a comparar la tasa para DDT únicamente (haciendo caso omiso

CUADRO 5—Alcances y promedios del contenido de DDT en las leche humana de las tres localidades de Guatemala.

Localidad	Cultivo de algodón	Número de muestras	DDT total (ppm)			
			Mínimo	Máximo	D.E.	Promedio \pm E.E.
La Bomba ^a	no	9	0.411	1.77	0.80	1.11 \pm 0.27
Cerro Colorado ^b	sí	8	1.57	6.68	1.81	3.06 \pm 0.64
El Rosario	sí	27	0.342	4.97	1.25	1.84 \pm 0.24

^a Excluyendo una muestra con 11.50 ppm de DDT.^b Excluyendo una muestra con 12.21 ppm de DDT.

de la presencia de DDE y DDD), con la IDA de FAO/OMS, que claramente advierte: "Los límites se aplican al DDT, al DDD y al DDE, aisladamente o en cualquier combinación" (22).

2. Como base para su argumento y sin mencionar la razón, Hayes escoge una de las cifras más bajas que estipulan las referencias citadas en su trabajo (23), o sea 0.08 ppm de DDT, la cual corresponde a unas investigaciones efectuadas en los Estados Unidos en los años 1960-61. En cambio, por completo hace caso omiso de las cifras mucho más altas que se establecen en cinco de los ocho trabajos citados por él, incluyendo los llevados a cabo en los mismos Estados Unidos. En particular, no hace ninguna referencia a las investigaciones de Bronisz y Ochynski en Polonia (10) y de Damaskin en Rusia (9) que figuran entre las ocho referencias bibliográficas de su trabajo y que —no obstante— informan cifras del mismo orden de magnitud que las encontradas por los autores de la investigación en Guatemala, objeto del presente artículo.

3. Por último, la IDA establecida por FAO/OMS ya había sido reducida de 0.01 mg/kg a 0.005 mg/kg en el curso de la reunión del Comité Mixto celebrada en diciembre de

1969 (22), o sea dos años antes de la publicación del artículo de Hayes, y confirmada a este nivel por el mismo Comité en su reunión posterior de 1970 (24).

Aun asumiendo las cifras escogidas por Hayes (ingestión diaria de 0.6 litros de leche por el niño cuyo peso al nacer es de 3.36 kg) y utilizando cifras únicamente para p, p'-DDT, y la antigua cifra para IDA (0.01 mg/kg/día), se obtienen los siguientes resultados para los niños de las madres guatemaltecas examinadas en nuestro trabajo: El contenido del p, p'-DDT más bajo encontrado (0.158 ppm) corresponde a la muestra ER-3 (cuadro 4), que significaría un consumo diario de 0.0259 mg/kg por el niño de la madre en cuestión, o sea más de dos veces y media la IDA empleada por Hayes. La madre con el contenido más elevado del p, p'-DDT, consumiría 0.974 ppm, o sea casi cien veces más que la IDA empleada por Hayes, o casi doscientas veces mayor en comparación con la IDA vigente de FAO/OMS. Por lo tanto, estas últimas

CUADRO 6—Plaguicidas clorados en algunas muestras de leche de vaca (expresados en partes por millón) de La Bomba, Dpto. de Sta. Rosa, Guatemala.

No. de muestras ^a	p, p'-DDT	p, p'-DDE	p, p'-DDD	o, p'-DDT	DDT total	HCH total	Hepta-cloro epóxido	Diel-drín	Endrina
LB-9	0.005	0.006	TR	0.002	0.013	0.003	0.001	0.001	—
LB-10	0.002	0.006	—	—	0.008	TR	TR	TR	TR
LB-11	0.011	0.014	0.001	0.001	0.027	TR	TR	TR	TR
LB-14	TR	0.002	—	—	0.002	—	—	—	—
LB-16	0.045	0.005	0.005	0.022	0.077	0.002	0.001	TR	0.002
Alcance	TR-0.045	0.002-0.014	0-0.005	0-0.022	0.002-0.077	0-0.003	0-0.001	0-0.001	0-0.002
Promedio	0.013	0.007	0.001	0.005	0.025	0.001	TR		TR
Desviación estándar	0.023	0.004	0.002	0.010	0.030	0.001			
Error estándar	0.010	0.002	0.001	0.004	0.013	<0.001 (0.0003)			

^a Número de muestras: 5.

cifras son del mismo orden de magnitud que las calculadas para el DDT total en niños guatemaltecos, según se indica en páginas precedentes.

Por último, Hayes afirma que "los lactantes son más susceptibles que los adultos a ciertos compuestos, pero la diferencia raramente es importante" (23). Existen recientes ejemplos que prueban que ciertas extrapolaciones y asunciones pueden ser bastante peligrosas. El hecho es que no existe ningún estudio acerca del efecto producido en niños lactantes por la ingestión diaria de cantidades de DDT cien veces más altas que la IDA estipulada por FAO/OMS; si el propio concepto de la IDA tiene cualquier significación, no pueden descartarse muy a la ligera los resultados de que se da cuenta en este trabajo, así como los obtenidos en Rusia, Polonia y Rumania.

En conclusión, puede aseverarse que los hallazgos de que se informa en este trabajo son bastante significativos, aunque poco sorprendentes si se tiene en cuenta las altas cantidades de plaguicidas que se utilizan en Guatemala, según se subrayó al principio de este trabajo. Por consiguiente, se considera imperativo efectuar un mayor número de investigaciones orientadas a determinar la distribución geográfica de los residuos y los niveles de estos en diversos alimentos y "cadenas de alimentos", así como sus rutas metabólicas y las influencias relativas de los cuatro tipos de uso de plaguicidas mencionados previamente. Los resultados que se dan a conocer en este artículo son, al parecer, los únicos notificados hasta la fecha en leche de madres lactantes de un país en vías de desarrollo, de las regiones tropicales. Es muy posible que los márgenes de seguridad que normalmente se incorporan a las cifras de tolerancia establecidas en los Estados Unidos, y en otros países, o por FAO/OMS, hayan sido excedidas en Guatemala y otros países del istmo centroamericano en muchos casos.

A pesar de que se conocen varios efectos nocivos del DDT en animales, se desconocen las implicaciones exactas que puedan tener para la salud de los niños guatemaltecos que consumen leche tan altamente contaminada con DDT en el curso de sus primeros años de vida, período este muy crítico para su desarrollo. En consecuencia, se considera que es sumamente urgente aunar esfuerzos científicos que permitan encontrar las primeras respuestas a estas interrogantes hasta ahora no dilucidadas. Una conclusión parece bien justificada: la idea que hasta ahora prevalecía de que los insecticidas constituyen una bendición inequívoca para los países en vías de desarrollo, no puede sustentarse ya, si su uso no se acompaña de una reglamentación adecuada.

Resumen

Como parte de un proyecto iniciado en junio de 1970 con el propósito de estimar el impacto de las estrategias actuales de control de insectos en Centroamérica, se detectaron residuos de plaguicidas clorados en la leche de 46 madres lactantes de tres comunidades del medio rural de Guatemala, dos de estas situadas en zonas de cultivo intensivo de algodón. En la tercera localidad, fuera del área algodonera, se analizaron también con propósito de comparación cinco muestras de leche de vaca.

De acuerdo con los resultados obtenidos en dichas zonas, la cantidad de DDT en la leche de las madres fluctúa entre 0.342 y 12.2 partes por millón (ppm), mientras que la cantidad más alta notificada hasta la fecha en los Estados Unidos y en Europa Occidental en los últimos 20 años es de 0.37 ppm. Se encontraron también en algunas muestras, cantidades apreciables de HCH (0-0.10 ppm) y de heptacloro epóxido (0.001-0.021 ppm), al igual que pequeñas cantidades de dieldrín y endrina.

Las leches de vaca contenían de 0.002 a 0.077 ppm de DDT, con un promedio de 0.025, en uno de los lugares investigados.

En cambio, en la misma localidad el contenido de DDT en la leche humana (a excepción de una muestra que acusó 11.5 ppm de DDT) oscilaba entre 0.411 y 1.77 (promedio de 1.11 ppm), o sea 45 veces más alto que el de la leche de vaca.

Las cifras obtenidas en lo que respecta a la leche humana exceden de 7 a 244 veces la cantidad de DDT que se tolera legalmente en los EUA, es decir 0.05 ppm, siendo esta cifra también el "límite práctico de residuo" establecido por FAO/OMS. Tomando en cuenta la ingestión diaria admisible (IDA) de 0.005 mg de DDT por kilogramo de peso corporal propuesta por las mismas organizaciones, los resultados significan que en Guatemala el niño lactante consume diariamente de 6 a 207 veces dicha cantidad. Estos hallazgos se consideran muy significativos, ya que son los primeros resultados de este tipo notificados para un país en vías de desarrollo en las zonas tropicales.

No se pudo establecer en definitiva si la incidencia de DDT en las muestras de leche humana recolectadas en localidades situadas en áreas algodoneras de Guatemala, es signi-

ficativamente más alta desde el punto de vista estadístico, que en el caso de las obtenidas en la comunidad donde no se cultiva el algodón. Sin embargo, en vista de que en las tres localidades los resultados también fueron más altos que los informados para países desarrollados de zonas templadas, se supone que, como causas de contaminación de la leche por DDT, se suman posiblemente, las pulverizaciones agrícolas, los programas de rociamiento que incluyen la lucha contra la malaria, así como el uso doméstico y en las parcelas de cultivos particulares de los campesinos.

Se hace hincapié en la urgencia de estudiar más a fondo este problema, con énfasis en el establecimiento de una reglamentación adecuada sobre el uso de plaguicidas, así como en la investigación e implementación de estrategias alternativas (no en el campo de la química) de control de plagas y vectores. □

Agradecimiento

Los autores agradecen la valiosa contribución de la Sra. María Octavia de Girón, quien llevó a cabo una parte sustancial de los trabajos analíticos.

REFERENCIAS

- (1) Laug, E. P.; Kunze, F. M., y Prickett, C. S. "Occurrence of DDT in human fat and milk". *AMA Arch Ind Hyg Occup Med* 3:245-246, 1951.
- (2) Arena, J. M. "Contamination of the ideal food". *Nutrition* 5:2-8, 1970.
- (3) West, I. "Pesticides as contaminants". *Arch Environ Health* 9:626-631, 1964.
- (4) Quinby, G. E.; Armstrong, J. F., y Durham, W. F. "DDT in human milk". *Nature* 207:726-728, 1965.
- (5) Curley, A. y Kimbrough, R. "Chlorinated hydrocarbon insecticides in plasma and milk of lactating women". *Arch Environ Health* 18:156-164, 1969.
- (6) Dymont, P. G.; Herbertson, L. M., y Decker, W. J. "Relationship between levels of chlorinated hydrocarbon insecticides in human milk and serum". *Bull Environ Contam Toxicol* 6:449-452, 1971.
- (7) Dénes, A. "Investigation of chlorinated hydrocarbon residues in animal and vegetable fats". *Year-Book of the Institute of Nutrition*, 1963 (Budapest), pp. 46-47, 1967. [Citada en ref. (5)].
- (8) Egan, H. et al. "Organochlorine pesticide residues in human fat and human milk". *Brit Med J* 2:66-69, 1965.
- (9) Damaskin, V. I. "O stiepieni kumulatsii DDT v organizmie chelovieka pri postuplenii s pishchevimi produktami i yego toksicheskoy vozdieystvii". (Grado de acumulación del DDT en el cuerpo humano debido a su presencia en los alimentos, y su efecto tóxico). *Gig Sanit* 30:109, 1965.
- (10) Bronisz, H. y Ochynski, J. "Zawartość DDT i DDE w mleku kobiecym". (Contenido de DDT y DDE en la leche de las mujeres). *Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin* 41:99-102, 1968.
- (11) Westö, G.; Norén, K., y Andersson, M. "Klorpesticid-och polyklorbifenyl halter i margarin, vegetabilmatolja och vissa animala livsmedel i svensk handel åren 1967-1969". (Niveles de plaguicidas organoclorados y de bifenilos policlorados en

- margarina, aceites y vegetales y algunos alimentos de origen animal en el mercado sueco en 1967-1969). *Vår föda* 9:31, 1970.
- (12) Tuinstra, L. G. M. Th. "Organochlorine insecticide residues in human milk in the Leiden region". *Neth Milk Dairy J* 25: 24-32, 1971.
- (13) Larsen, A. A. et al. "Pesticide residues in mother's milk and human fat from intensive use of soil insecticides". HSMHA (Health Serv. Ment. Health Admin.) *Health Rep* 86:477-481, 1971.
- (14) Kamitz, S. y Castello, G. "Sulla presenza di residui di alcuni disinfestanti nel tessuto adiposo umano ed in alcuni alimenti". *G Ig Med Prev* 7:1-19, 1966.
- (15) Unterman, W. H. y Sirghie, E. "Impregnarea organismului uman cu organoclorate. Cercetarea continutului de DDT si DDE in laptele matern". (Impregnación del organismo humano con compuestos organoclorados. Determinación del contenido de DDT y DDE en la leche materna). *Igiena* 18:221-226, 1969.
- (16) Acker, L. y Schulte, E. "Über das Vorkommen chlorierter Kohlenwasserstoffe im menschlichen Fettgewebe und in Humanmilch". (La presencia de hidrocarburos clorados en el tejido adiposo humano y en la leche humana). *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 66:385-390, 1970.
- (17) Gracheva, G. V. "Vydelenie DDT s grudnym molokom kormiashchich zhenshchin, ne imevshich profesional'nogo kontaktu s nim". (Secreción del DDT en el pecho de madres lactantes no teniendo contacto ocupacional con el mismo). *Vopr Pitanya* 29:75-78, 1970.
- (18) Somers, E. y Smith, D. M. "Source and occurrence of environmental contaminants". *Food Cosmet Toxicol* 9:185-193, 1971.
- (19) Enos, H. F. y Thompson, J. F. Comunicación personal.
- (20) Thompson, J. F., Editor. *Analysis of Pesticide Residues in Human and Environmental Samples*. Perrine Primate Research Laboratories, Environmental Protection Agency, Perrine, Fla. Section 5, A. (2) & (B), III, pp. 2-3, 1971.
- (21) Armour, J. A. y Burke, J. A. "Method for separating polychlorinated biphenyls from DDT and its analogs". *JAOAC* 53:761-768, 1970.
- (22) *Residuos de plaguicidas en los alimentos*. Informe de la Reunión Conjunta de 1969 del Grupo de Trabajo de la FAO sobre Residuos de Plaguicidas y del Grupo de Expertos de la OMS en Residuos de Plaguicidas. Roma, 8-15 de diciembre de 1969. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1971. (OMS: *Ser Inf Técn* 458, y FAO: *Estudios Agropecuarios* 84).
- (23) Hayes, W. J., Jr. "La inocuidad del DDT en el hombre demostrada en el control de la malaria". *Bol Ofic Sanit Panamer* 7:481-499, 1971.
- (24) *Residuos de plaguicidas en los alimentos*. Informe de la Reunión Conjunta de 1970 del Grupo de Trabajo de la FAO sobre Residuos de Plaguicidas y del Grupo de Expertos de la OMS en Residuos de Plaguicidas. Roma, 9-16 de noviembre de 1970. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 1971. (OMS: *Ser Inf. Técn* 474 y FAO: *Estudios Agropecuarios* 87).
- (25) Youden, W. J. "Statistical techniques for collaborative tests". AOAC, Washington, D.C., 1967.

Chlorinated pesticide residues in human milk in Guatemala (Summary)

In connection with a project begun in June 1970 to estimate the impact of current insect control strategies in Central America, chlorinated pesticide residues were detected in the milk of 46 nursing mothers in three Guatemalan rural communities. Two of these communities are in zones where cotton is intensively cultivated. In the third community, which is situated outside the cotton-growing area, five samples of cow's milk were analyzed for the sake of comparison.

According to the results obtained in these areas, the amount of DDT in human milk ranges from 0.342 to 12.2 parts per million (ppm); the greatest amount reported to date in the United States and Western Europe over the last 20 years has been 0.37 ppm. In some samples appreciable amounts of HCH (0 to 0.10 ppm) and epoxy heptachlor (0.001-0.021 ppm) were also encountered, as well as small amounts of dieldrin and endrin.

The samples of cow's milk taken at the third community contained between 0.002 and 0.077 ppm of DDT, with an average of 0.025. In the