

Residuos de plaguicidas organoclorados en 4 tipos de aceites vegetales

María Piñero González, Pedro Izquierdo Córser, María Allara Cagnasso y Aiza García Urdaneta

Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias.
Universidad del Zulia. Venezuela

RESUMEN. Esta investigación tuvo como objetivos identificar y cuantificar residuos de los plaguicidas organoclorados (POC) hexaclorobenceno (HCB), lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-diclorodifeniltricloroetano (o,p'-DDT) en aceites de maíz, soya, girasol y mezclas de aceites, que se expenden en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. Se analizaron 30 muestras de 4 tipos de aceites de 10 marcas comerciales. La extracción de residuos de POC se realizó según la técnica de la AOAC. Para la identificación y cuantificación se utilizó un cromatógrafo de gases con detector de captura electrónica (GC-ECD), y para la confirmación, un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas (GC-MS). Todos los residuos de POC investigados fueron detectados en las muestras analizadas. Se detectaron en mayor concentración ($\mu\text{g/g}$) aldrín (0,0088), lindano (0,0054) y o,p'-DDT (0,0035). El análisis estadístico demostró diferencias significativas ($P < 0,05$) para la concentración de POC en los diferentes tipos y marcas comerciales de aceites vegetales. La concentración de lindano en el aceite de maíz (0,0125 $\mu\text{g/g}$), de cis-clordano (0,0091 $\mu\text{g/g}$) y aldrín (0,0287 $\mu\text{g/g}$) en el aceite de soya sobrepasaron los límites máximos de residuos (LMRs) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO). En conclusión, se detectó una elevada incidencia de residuos de POC en los aceites vegetales analizados.

Palabras clave: Plaguicidas organoclorados, aceites vegetales, cromatografía de gases.

INTRODUCCION

Los plaguicidas organoclorados (POC) son compuestos orgánicos que persisten en el medio ambiente durante años, pudiendo ser introducidos en el organismo humano a través de la cadena alimentaria (1), particularmente por el consumo de alimentos con elevado contenido de grasa, entre los cuales se encuentran los aceites vegetales (2).

El consumo de alimentos con residuos de POC constituye la principal vía de entrada de estos productos al hombre, acumulándose en tejidos como glándulas mamarias y cerebro. Su presencia en el organismo está asociada a cáncer de mama, anemia aplásica, efectos carcinogénicos y mutagénicos (3) y nacimiento de niños prematuros con bajo peso y talla (4).

Estudios realizados en diferentes países (5-8), demuestran

SUMMARY. Organochlorine pesticide residues in 4 types of vegetable oils. The present study had as objectives to identify and to quantify organochlorine pesticide residues (OCP) hexachlorobenzene (HCB), lindane, cis-chlordane, heptachlor, aldrin, dieldrin, endrin and o,p'-DDT in vegetable oils of corn, soybean, sunflower and mixtures of oils, sold in the city of Maracaibo, Venezuela. 30 samples of 4 types of vegetable oils of 10 commercial brands were analyzed. The extraction of OCP residues was done according to the Official Method of AOAC. A gas chromatograph with an electronic capture detector (GC-ECD) was used for identification and quantification of OCP residues and confirmation was done with a gas chromatograph coupled with a mass spectrometer (GC-MS). All the OCP residues investigated were detected in the analyzed samples. Aldrin (0.0088), lindane (0.0054) and o,p'-DDT (0.0035) were the OCP residues detected in higher concentrations ($\mu\text{g/g}$). The statistical analysis showed significant differences ($P < 0.05$) for the concentration of OCP in the different types and commercial brands of vegetable oils. Lindane concentration in the corn oil (0.0125 $\mu\text{g/g}$), as well as cis-chlordane (0.0091 $\mu\text{g/g}$) and aldrin (0.0287 $\mu\text{g/g}$) in the soybean oil exceeded maximal residual limits (MRL) established by Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). In conclusion, it was detected a high incidence of OCP residues in vegetable oils analyzed.

Key words: Organochlorine pesticides, vegetable oils, gas chromatography.

la presencia de residuos de POC en aceites vegetales. En Venezuela, aunque el gobierno prohibió o restringió su empleo en productos agrícolas (9), se ha evidenciado la presencia de residuos de POC en alimentos que contienen aceites vegetales, como son las fórmulas infantiles (10).

Este trabajo tiene como objetivos identificar y cuantificar residuos de HCB, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT en aceites vegetales comestibles de maíz, soya, girasol y mezclas de 6 aceites (girasol, algodón, soya, ajonjolí, maní y oleína de palma). Asimismo, comparar las concentraciones en distintos tipos y marcas de aceites vegetales con los valores establecidos por la FAO/WHO (11) como LMRs.

MATERIALES Y METODOS

Material experimental (muestra)

Se analizaron 30 muestras de 4 tipos de aceites vegetales: 9 de maíz; 6 de soya; 6 de girasol y 9 de mezcla de aceites (girasol, algodón, soya, ajonjolí, maní y oleína de palma); de 10 marcas comerciales que se expenden en la ciudad de Maracaibo. Se adquirieron 3 envases de 1 L de cada marca comercial por tipo de aceite, pertenecientes a diferentes lotes de elaboración.

Determinación de POC

La extracción de residuos de POC se realizó según la técnica oficial establecida por la AOAC (12). La identificación y cuantificación de los residuos de HCB, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT se realizó por cromatografía de gases con detector de captura electrónica (GC-ECD) siguiendo las especificaciones cromatográficas reportadas por Izquierdo *et al* (10) con la variante de que el horno se mantuvo en condiciones isotérmicas a 230°C durante 35 minutos, la temperatura del inyector fue de 275°C y la del detector fue de 310°C.

Para la identificación de los residuos de POC se comparó el tiempo de retención del analito con el tiempo de retención registrado para cada POC de una mezcla de estándares Sigma (pureza 95-100% al 1% en benceno), diluidos en hexano-éter etílico (1:1).

La cuantificación se realizó según el método del estándar externo (13). Para ello se prepararon 8 estándares de POC (BHC, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT) con concentraciones de 0,1, 0,6, 1, 4, 8 y 12 µg/g y se construyó para cada POC una curva de calibración donde se relacionó las diferentes concentraciones de los estándares y sus respectivos valores de área, con la finalidad de comprobar la relación lineal entre ambos parámetros y así realizar la cuantificación de dichos residuos.

La concentración de los residuos de POC se calculó según la siguiente fórmula:

$$C_m = \frac{A_m \times C_{st} \times 1,25}{A_{st} \times g}$$

Donde:

C_m= concentración de la muestra (µg/g de grasa o ppm).

A_m= área de la muestra.

C_{st}= concentración del estándar.

1,25= factor derivado del porcentaje de recuperación de la técnica (80%).

A_{st}= área del estándar.

g= gramos de grasa tomados a partir de la muestra.

Confirmación de POC

En las muestras donde se detectó algún residuo de POC mediante GC-ECD se realizó la confirmación de dicho

hallazgo, empleando un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masa (GC-MS) marca Shimadzu modelo QP5000. El gas de arrastre empleado fue helio, a un flujo lineal de 36,5 cm/seg y bajo el modo splitless. Se utilizó una columna capilar de sílica fundida XTI®-5 marca Supelco (30 cm x 0,25 mm ø/ 0,25 µm). El volumen de inyección fue de 2 µL. La temperatura inicial del horno fue 50°C durante un minuto y luego se elevó linealmente 8°C/min hasta alcanzar una temperatura final de 250°C que se mantuvo por 1 minuto. La temperatura del inyector fue 150°C y la del detector fue 230°C (14, 15, 16).

La confirmación de la presencia de residuos de POC en las muestras analizadas se realizó según los parámetros que se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1
Parámetros empleados para la confirmación de residuos de poc por gc-ms

Residuo de POC	Tiempo de retención (min)	Cuantificación ión m/z
HCB	18.02	181:183
Lindano	18.69	181:183
Heptacloro	20.35	235:237
Aldrín	21.15	191
Cis-clordano	22.64	266
Dieldrín	23.50	204:208
Endrín	23.99	243:245+209
o,p'-DDT	24.41	237

Diseño estadístico

El experimento fue realizado bajo un arreglo jerarquizado totalmente al azar con 3 repeticiones y basado en el Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_{j(i)} + E_{ijk}$$

La información experimental fue procesada utilizando el paquete estadístico S.A.S (Statistical Analysis Systems) versión 8.1. Se aplicó un análisis de la varianza para evaluar la concentración de residuos de POC en diferentes tipos y marcas de aceites vegetales. Para la comparación de medias de respuesta se empleó el método de medias por mínimos cuadrados del procedimiento general para modelos lineales del SAS (17). Las diferencias significativas fueron declaradas a un nivel del 5% de probabilidad.

RESULTADOS

De las 30 muestras de aceites vegetales analizadas, 14 (46,6%) presentaron residuos de POC. El mayor porcentaje de residuos de POC detectados por tipo de aceite, correspondió al aceite de soya, con 35,72% (5/14), seguido del aceite de

maíz, con 28,57% (4/14) y aceite de girasol, 21,43% (3/14), mientras que el menor porcentaje fue para la mezcla de aceites, con 14,28% (2/14).

Todos los residuos de POC investigados fueron detectados en las muestras analizadas. Lindano fue detectado en 9 de las 14 muestras (64,28%), seguido de heptacloro en 6 (42,85%), aldrín en 5 (35,71%), HCB, o,p'-DDT y endrín en 4 (28,57%), mientras que dieldrín y cis-clordano estuvieron presentes en 1 muestra (7,14%).

En la Tabla 2 se presentan las concentraciones promedio, expresadas en $\mu\text{g/g}$, de los residuos de POC para los diferentes tipos de aceites vegetales. El POC detectado en mayor concentración fue aldrín (0,008 $\mu\text{g/g}$), seguido de lindano (0,0054 $\mu\text{g/g}$) y o,p'-DDT (0,0035 $\mu\text{g/g}$). Mientras que, la menor concentración promedio detectada fue de dieldrín (0,0002 $\mu\text{g/g}$). El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) en la concentración de aldrín para todos los tipos de aceite. Por otra parte, la concentración de

heptacloro y o,p'-DDT fue significativamente mayor ($P < 0,05$) en el aceite de soya.

Las concentraciones promedio de residuos de POC encontradas para cada tipo de aceite (Tabla 2) fueron comparadas con los LMRs para grasa láctea establecidos por la FAO/WHO (11), ya que en aceites vegetales comestibles solo se establecen LMRs para clordano (0,02 $\mu\text{g/g}$) y heptacloro (0,02 $\mu\text{g/g}$). En tal sentido, se encontró que la concentración de lindano en el aceite de maíz así como cis-clordano y aldrín en el aceite de soya sobrepasaron los LMRs.

La Tabla 3 muestra las concentraciones promedio de residuos de POC para las marcas comerciales de aceites vegetales. Los residuos presentes en mayores concentraciones para cada marca fueron: lindano (marca 1), HCB (marca 2), cis-clordano (marca 4), aldrín (marca 5, 6 y 9), endrín (marca 7 y 10), mientras que en las marcas 3 y 8 no se detectó ningún residuo de los POC analizados.

TABLA 2
Concentraciones promedio ($\mu\text{g/g}$) de residuos de poc por tipos de aceites vegetales

Residuo de de POC	Aceite de maíz	Aceite de soya	Aceite de girasol	Mezcla de aceite	X	LMRs
HCB	0,0052 ^a	0,0040 ^a	0 ^a	0,0033 ^a	0,0031	0,1*
Lindano	0,0125 ^a	0,0086 ^a	0,0005 ^a	0,0003 ^a	0,0054	0,01*
Cis-clordano	0 ^a	0,0091 ^a	0 ^a	0 ^a	0,0022	0,02**
Heptacloro	0 ^a	0,0045 ^b	0,0006 ^a	0,0013 ^a	0,0016	0,02**
Aldrín	0 ^a	0,0287 ^b	0,0024 ^c	0,0041 ^d	0,0088	0,006*
Dieldrín	0,0011 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,0002	0,006*
Endrín	0 ^a	0,0025 ^a	0,0005 ^a	0,0052 ^a	0,0020	0,02*
o,p'-DDT	0 ^a	0,0135 ^b	0,0005 ^a	0 ^a	0,0035	0,02*

^{a, b, c, d} Medias en una misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente ($P < 0,05$).

*LMRs para grasa láctea según la FAO/WHO (11). **LMRs para aceites vegetales según la FAO/WHO (11).

TABLA 3
Concentraciones promedio ($\mu\text{g/g}$) de residuos de poc en diferentes marcas dentro de los tipos de aceites vegetales

Residuo de POC	Marca comercial										LMRs
	Maíz		Soya			Girasol			Mezcla		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
HCB	0,0115 ^a	0,0041 ^a	0 ^a	0,008 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,01 ^a	0,1*
Lindano	0,0365 ^a	0,0011 ^b	0 ^b	0,0131 ^{a,b}	0,0041 ^{a,b}	0,001 ^b	0 ^b	0 ^b	0,0011 ^b	0 ^b	0,01*
Cis-clordano	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,0183 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,02**
Heptacloro	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,0057 ^b	0,0033 ^{a,b}	0,0013 ^{a,b}	0 ^a	0 ^a	0,0039 ^{a,b}	0 ^a	0,02**
Aldrín	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,01 ^b	0,0475 ^a	0,0048 ^a	0 ^a	0 ^a	0,0125 ^a	0 ^a	0,006*
Dieldrín	0 ^a	0,0033 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,006*
Endrín	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,005 ^a	0 ^a	0,0011 ^a	0 ^a	0 ^a	0,0156 ^b	0,02*
o,p'-DDT	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,0271 ^b	0 ^a	0,001 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,02*

^{a, b, c, d} Medias en una misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente ($P < 0,05$).

*LMRs para grasa láctea según la FAO/WHO (11). **LMRs para aceites vegetales según la FAO/WHO (11).

Los valores obtenidos para lindano en las marcas 1 y 2 (ambas de aceite de maíz) excedieron los LMRs establecidos por la FAO/WHO (11), así como la concentración de cis-clordano para la marca 4 (aceite de soya), aldrín en las marcas 4, 5 (aceite de soya) y 9 (mezcla de aceite) y o,p'-DDT en la marca 5 (aceite de soya).

DISCUSION

Diversas investigaciones han reportado la presencia de residuos de POC en aceites, procedentes tanto de semillas oleaginosas como de frutos, consumidos en otros países. Así, en India diferentes estudios (5,8,18) demostraron la presencia de residuos de endosulfán y DDE, además de los residuos de POC detectados en la presente investigación. Por otra parte, en Austria (2) se ha reportado en aceite de semilla de auyama, la presencia de α -HCB, dieldrín, heptacloro, heptacloro epóxido, endrín, o,p'-DDT y p,p'-DDT, o,p'-DDE, p,p'-DDE y en aceites vegetales consumidos en el Reino Unido (7) se ha detectado residuos de lindano, p,p'-DDE, p,p'-DDD y p,p'-DDT.

A pesar de que no se encontró ningún estudio que reportara una elevada incidencia de POC en aceite soya, Chaudry *et al* (19), en Illinois, Estados Unidos, demostraron que la eliminación de residuos de POC en este aceite se produce después del proceso de refinado realizando una desodorización a 250°C y 1-5 mmHg de presión. Asimismo, Hilbert *et al* (20) demostraron la reducción de POC en aceite de pescado después de someterlo al proceso de destilación con vapor o desodorización, particularmente de los compuestos más volátiles (HCB, lindano) en comparación con POC menos volátiles (dieldrín, p,p'-DDE y p,p'-DDD). Por lo que la presencia de residuos de POC en este tipo de aceite, se podría originar como consecuencia de un inadecuado proceso de desodorización durante el refinado. Adicionalmente, la concentración de residuos de POC en esta etapa puede disminuir considerablemente después del proceso de lavado inicial de la materia prima, según lo demostrado por Guardia *et al* (21) durante el procesamiento de la oliva para la producción de aceite comestible.

Por su parte, la elevada incidencia de lindano podría deberse a que la mayor parte del HCB se utiliza actualmente bajo esta forma isomérica (γ -HCB), que constituye la principal vía de acumulación en tejidos humanos, a pesar de que puede transformarse en otros isómeros de mayor resistencia (22).

En relación con los residuos de heptacloro, Kannan y col. (18), reportaron que este POC se encuentra con mayor frecuencia en aceites que en otros alimentos, posiblemente debido a la naturaleza lipofílica de estos compuestos.

El uso del DDT en el mundo en la década de 1990 se ha considerado aún más elevado que en la década de 1970, lo que podría explicar que este compuesto químico todavía se transmita en pequeñas concentraciones a través de la cadena

alimentaria debido a su persistencia en el suelo por años (23).

Aunque HCB ha sido prohibido en varios países, se ha encontrado persistencia de este residuo en todo el mundo, debido a su resistencia contra la degradación térmica o hidrolítica, efectos microbiológicos y carácter lipofílico. Adicionalmente, muestra una elevada afinidad por el suelo y su alta volatilidad favorece la amplia distribución en el ambiente (2).

Las concentraciones de POC detectadas en el presente estudio fueron inferiores a estudios realizados en India en muestras de aceites vegetales para los compuestos α -HCB, β -HCB, lindano, p,p'-DDT, aldrín y endrín (5, 8). Pero cuando se compara con estudios realizados por Kannan *et al* (18) en ese mismo país, en el presente estudio se detectaron concentraciones más elevadas de HCB, lindano, p,p'-DDT, aldrín, dieldrín y heptacloro en 5 tipos de aceites vegetales (dentro de ellos aceite de girasol y aceite de palma).

En cuanto a las concentraciones de POC detectadas en las marcas comerciales analizadas, se encontró variabilidad en los resultados obtenidos posiblemente debido a la utilización de tratamientos fitosanitarios inadecuados durante la cosecha de la materia prima, o por la realización ineficaz de la etapa de desodorización durante el proceso de refinado del aceite vegetal, que garantice la eliminación de residuos de POC (20).

CONCLUSIONES

- Se detectó una elevada incidencia de residuos de POC en los aceites vegetales analizados, principalmente en el aceite de soya.
- Todos los residuos de POC (HCB, lindano, cis-clordano, heptacloro, aldrín, dieldrín, endrín y o,p'-DDT) investigados fueron detectados en las muestras de aceites vegetales.
- El POC detectado en mayor frecuencia fue lindano, seguido de heptacloro y aldrín.
- El POC encontrado en mayor concentración fue aldrín, seguido de lindano y o,p'-DDT.
- Se detectaron diferencias significativas en la concentración de residuos de POC por efecto del tipo y marca de aceite vegetal.
- La concentración de lindano en el aceite de maíz, así como cis-clordano y aldrín en el aceite de soya, sobrepasaron los LMRs establecidos por la FAO/WHO.

RECOMENDACIONES

- Determinar residuos de POC en productos con elevado contenido de soya.
- Realizar una evaluación continua de residuos de POC en alimentos de consumo masivo, a fin de determinar su persistencia en el transcurso del tiempo.

- Implementar controles durante el proceso de refinado de los aceites comestibles, por parte de las empresas venezolanas, que garanticen la eficacia del proceso de desodorización en la eliminación de los residuos de POC.
- Establecer LMRs para POC en alimentos consumidos y/o elaborados en Venezuela.

REFERENCIAS

1. Jorgenson J. Aldrin and Dieldrin: A Review of Research on Their Production, Environmental Deposition and Fate, Bioaccumulation, Toxicology, and Epidemiology in the United States. *Environ Health Persp* 2001; 109. Suppl. 1: 113-139.
2. Mandl A, Lindner W. Organochlorine pesticide residues in Styrian soils and seeds of the Styrian oil pumpkin: an inventory and a concept for their reduction. *Int J Environ Anal Chem* 1998; 73 (1): 1-13.
3. Offenberg J, Naumova Y, Turpin B, Eisenreich S, Morandi M, Stock T et al. Chlordanes in the indoor and outdoor air of three U.S. Cities. *Environ Sci Technol* 2004; 38: 2760-2768.
4. Minh N, Someya M, Minh T, Kunisue T, Iwata H, Watanabe M et al. Persistent organochlorine residues in human breast milk from Hanoi and Hochiminh city, Vietnam: contamination, accumulation kinetics and risk assessment for infants. *Environ Pollution* 2004; 129: 431-441.
5. Dikshith T, Kumar S, Tandon G, Raizada R, Ray P. Pesticide residues in edible oils and oil seeds. *Bull Environ Contam Toxicol* 1989; 42 (1): 50-6.
6. Herrera A, Arino A, Conchello P, Lazaro R, Bayarri S, Pérez C et al. Estimates of mean daily intakes of persistent Organochlorine pesticides from Spanish fatty foodstuffs. *Bull Environ Contam Toxicol* 1996; 56 (2): 173-7.
7. Jacobs M, Covaci A, Gheorghe A, Schepens P. Time trend investigation of PCBs, PBDEs, and organochlorine pesticides in selected n-3 polyunsaturated fatty acid rich dietary fish oil and vegetable oil supplements; nutritional relevance for human essential n-3 fatty acid requirements. *J Agric Food Chem* 2004; 52 (6): 1780-1788.
8. Kaphalia B, Takroo R, Mehrotra S, Nigam U, Seth T. Organochlorine pesticide residues in different Indian cereals, pulses, spices, vegetables, fruits, milk, butter, Deshi ghee and edible oils. *J AOAC* 1990; 73 (4): 509-512.
9. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Julio de 1978. N° 28673. Año XCVI. Mes IX. Caracas, Venezuela.
10. Izquierdo P, Allara M, Torres G, García A, Piñero M. Residuos de plaguicidas organoclorados en fórmulas infantiles. *Rev Cientif FCV-LUZ* 2004; XIV (2): 147-152.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). Food Standards Programme. Codex Alimentarius: Pesticide Residues in Food. Maximum Residue limits extraneous. 1999.
12. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 16th Ed. Chapter 10. Pesticide and industrial chemical residues. Method 970.52: Organochlorine and organophosphorus pesticide residues. 1997. 6-7 pp.
13. Snyder L, Kirkland J. Introduction to Modern Liquid Chromatography. 2th Ed. Wiley-Interscience Publication. United States of America. 1979. 661 pp.
14. Patel K, Fussell R, Hetmanski M, Goodall D, Keely B. Evaluation of gas chromatography-tandem quadrupole mass spectrometry for the determination of organochlorine pesticides in fats and oils. *J Chromatogr A* 2005; 1068: 289-296.
15. Di Bella G, Saitta M, La Pera L, Alfa M, Dugo G. Pesticide and plasticizer residues in bergamot essential oils from Calabria (Italy). *Chemosphere* 2004; 56: 777-782.
16. Papadakis E, Vryzas Z, Papadopoulou-Mourkidou E. Rapid method for the determination of 16 organochlorine pesticides in sesame seeds by microwave-assisted extraction and analysis of extracts by gas chromatography-mass spectrometry. *J Chromatogr A* 2006; 1127: 6-11.
17. Statistical Analysis Systems Institute (S.A.S). SAS user's guide: statistic. 5th Ed. Version 8.1. Cary, North Carolina. United States of America. 1999.
18. Kannan K, Tanabe S, Ramesh A, Subramanian A, Tatsukawa R. Persistent organochlorine residues in foodstuffs from India and their implications on human dietary exposure. *J Agric Food Chem* 1992; 40 (3): 518-524.
19. Chaudry M, Nelson A, Perkins E. Distribution of chlorinated pesticides in soybeans, soybean oil, and its by-products during processing. *J AOCS* 1978; 55 (22): 851-3.
20. Hilbert G, Lillemark L, Balchen S, Hojskov C. Reduction of organochlorine contaminants from fish oil during refining. *Chemosphere* 1998; 37(7): 1241-1252.
21. Guardia M, Ruiz A, Pascual M.I, Fernández M.L. Multiresidue analysis of three groups of pesticides in washing waters from olive processing by solid-phase extraction-gas chromatography with electron capture and thermionic specific detection. *Microchem J* 2007; 85: 257-264
22. Kalantzi O, Alcock R, Johnston P, Santillo D, Stringer R, Thomas G, Jones K. The global distribution of PCBs and organochlorine pesticides in butter. *Environ Sci Technol* 2001; 35 (6): 1013-1018.
23. Smith D. Worldwide trends in DDT levels in human breast milk. *Inter J Epidem* 1999; 28(2): 179-188.

Recibido: 17-10-2006

Aceptado: 14-11-2007