

*Higiene y Sanidad Ambiental*, 13 (4): 1080-1085 (2013)

## Niveles de DDT y metabolitos (DDE y DDD) en peces de consumo humano en una comunidad endémica de paludismo en Chiapas, México

### *LEVELS OF DDT AND ITS METABOLITES (DDE AND DDD) IN FISH FOR HUMAN CONSUMPTION IN AN ENDEMIC MALARIA COMMUNITY FROM CHIAPAS, MEXICO*

Crispín HERRERA PORTUGAL, Guadalupe FRANCO, Gabriela BERMUDEZ, Yolanda SCHLOTTFELDT, Humberto BARRIENTOS

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Laboratorio de Toxicología Ambiental. Carretera a Puerto Madero, Km 2.0; CP 30700. Tapachula, Chiapas. México. Telf./Fax (962) 6251555. Correo electrónico: cportugal@prodigy.net.mx

#### RESUMEN

En el estado de Chiapas, México, y particularmente la región del Soconusco considerada como endémica de paludismo, ha estado sujeta por más de 40 años a rociados de DDT para el combate de vectores de esta enfermedad. En este sentido, se seleccionó una comunidad que estuvo sujeta a rociados con DDT y que además consumían pescado de manera frecuente (diario o cada dos días) capturados en afluentes cercanos. El objetivo de este estudio fue determinar los niveles de DDT, DDE y DDD en peces de consumo humano frecuente y estimar el riesgo potencial de exposición humana. Se capturaron 10 ejemplares de cada una de tres especies de peces más frecuentemente consumidos por la comunidad de estudio: Bagre (*Arius spp*), lizeta (*mugil curema*) y pupo (*Brachyrhaphis hartwegi*). La detección y determinación de DDT y metabolitos en tejido muscular se realizó mediante cromatografía de gases. Se encontró DDT, DDE y DDD en el 86%, 100% y 93 % de las muestras, respectivamente. En general los valores de las medias de DDE de las muestras de peces fueron 5 veces más altos que los valores de DDT. Se encontró diferencia significativa entre las tres especies de peces estudiadas ( $p < 0.01$ ) para las medias de DDE, DDT y DDT total (suma de metabolitos); siendo el bagre la especie más contaminada. Además, se estimaron las dosis de exposición humana por ingesta, que en el caso del bagre fue mayor a la dosis de referencia para DDT recomendada por la OMS. Se concluye que pese a la prohibición del uso del DDT en México en salud pública, este todavía se encuentra en la cadena trófica y que la ingesta de peces en comunidades endémicas de paludismo es una fuente de exposición al DDT

**Palabras clave:** DDT, DDE, peces, exposición, plaguicidas, organoclorados.

#### INTRODUCCIÓN

El DDT (diclorodifeniltricloroetano) es un plaguicida usado extensamente en el pasado para controlar insectos en cosechas agrícolas e insectos portadores de enfermedades tales como la malaria y el tifus. Actualmente se usa solamente en unos pocos países para controlar la malaria. El DDT de calidad técnica es un mezcla de tres formas de DDT: p,p'-DDT (85%), o,p'-DDT (15%) y de pequeñísimas cantida-

des de o,o'-DDT. Todas estas formas son sólidos blancos cristalinos, sin sabor y casi sin olor. El DDT de calidad técnica también puede contener DDE (diclorodifenildicloroetileno) y DDD (diclorodifenildicloroetano) como contaminantes. Tanto el DDE como el DDD son productos de degradación del DDT (ATSDR 2002).

La exposición a DDT es un factor de riesgo para la salud, de tal manera que en humanos, DDT ha sido relacionado con inmunosupresión (Svensson *et al.*,

1994; Vine *et al.*, 2001); efectos reproductivos (Longnecker *et al.*, 2007., Salazar-García., 2004); acortamiento del período de lactancia (Cupul-Uicab *et al.*, 2008); efectos neurológicos y comportamiento (Miersma *et al.*, 2003; Dorner and Plagemann, 2002); genotoxicidad (Rabello *et al.*, 1975; Yáñez *et al.*, 2004; Herrera-Portugal, 2005b) e hipertensión arterial (Valera *et al.*, 2013). Este insecticida fue ampliamente utilizado en muchas comunidades de México, y dada su persistencia se ha encontrado en diferentes medios como sedimentos de lagunas costeras (Carvalho *et al.*, 2002; González-Farías *et al.*, 2002, Fernández-Bringas *et al.* 2008., González-Mille *et al.*, 2010), suelo (Yáñez *et al.*, 2002., Herrera-Portugal *et al.*, 2005a., Pérez-Maldonado *et al.*, 2010., Díaz-Barriga *et al.* 2012) y alimentos (Albert, 1996; Waliszewski *et al.*, 1997).

En la región del Soconusco, Chiapas, México, se ha usado DDT para campañas de control del vector de paludismo por más de 40 años y otro tanto en la agricultura principalmente en el cultivo de algodón (Herrera, 2001), contaminando los suelos y de aquí ha pasado a ríos, donde luego se deposita en sedimento y posteriormente pasa a la fauna marina y dulce acuícola (ATSDR, 2002).

El DDT y sus metabolitos son bioacumulables en peces, crustáceos y moluscos entre otros, volviéndose tóxicos, según la cantidad que tiende a incrementarse. Esto es de considerarse, ya que el consumo de estos organismos con gran potencial alimenticio y popularidad general, estando contaminados provocarían bioacumulación del plaguicida en el hombre y efectos a la salud (ATSDR 2002).

La población de las comunidades costeras del Soconusco, Chiapas, México, frecuentemente consume pescado que probablemente esté contaminado con DDT, exponiéndose por esta vía al insecticida. Hasta ahora se desconoce la dimensión de esta exposición y los antecedentes al respecto son escasos en la zona; además se desconoce si la exposición por ingesta de pescado representa un riesgo para la salud. Tomando en cuenta lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo fue el de determinar los niveles de DDT, DDE y DDD en peces de consumo humano frecuente y estimar las dosis de exposición para los niños, que son los más vulnerables a los contaminantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Tipo de estudio

Transversal, prospectivo, observacional y comparativo.

### Lugar de estudio

Se seleccionó una comunidad que estuvo sujeta a rociado con DDT para el control de paludismo y que además consumían pescado de manera frecuente (diario o cada dos días) capturados en afluentes cercanos, esta comunidad fue la Barra de San Simón del municipio de Mazatán, Chiapas.

El municipio de Mazatán se encuentra localizado en el estado de Chiapas, México, en la región del Soconusco, con una extensión territorial de 386.6 km<sup>2</sup>. Se localiza en las coordenadas geográficas 14°46' de latitud norte y 92°26' de longitud oeste (INEGI, 2005).

### Tamaño de la muestra

Se capturaron 10 ejemplares de cada una de tres especies de pescado que son más frecuentemente consumidos por la comunidad de estudio: Bagre (*Arius spp*), lizeta (*mugil curema*) y pupo (*Brachyrhaphis hartwegi*).

### Toma de muestra

Se tomó una muestra de aproximadamente 50 gramos de músculo, que se guardó inmediatamente en un frasco de vidrio con tapón de rosca y se transportó en condiciones de refrigeración al laboratorio, en donde se congeló hasta su análisis.

### Extracción de lípidos

La extracción de lípidos se realizó por el método de Soxhlet, mediante reflujo con hexano durante seis horas. Después de evaporado el solvente, el contenido de lípidos de tejido muscular se determinó gravimétricamente.

### Análisis cromatográfico

La determinación cuantitativa de DDT, DDE y DDD se realizó por cromatografía de gases, usando un cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies® modelo 6890 equipado con ECD (detector de captura de electrones) y MSD (Detector Selectivo de Masas) de la misma marca y modelo 5973N, usando una columna capilar HP190918-433 de 30 m x 250 µm de diámetro interno x 25 µm de película. La temperatura inicial de la columna fue de 80°C (1 min), la temperatura final fue de 290°C (razón de 30°C/min hasta 280°C, 20°C/min hasta 290°C). La temperatura del inyector fue de 270°C. Temperatura de detector: 300°C. Como gas acarreador se usó helio UAP (ultra alta pureza) a una velocidad de flujo lineal de 1.5 ml/min. Todos los solventes empleados en la extracción y análisis de DDT y sus metabolitos fueron de grado cromatográfico. Además se usaron los estándares correspondientes a DDT y sus metabolitos DDE y DDD.

### Variables de estudio

*Variables de respuesta:* Niveles de DDT, DDE y DDD en peces

*Variables de exposición y control:* especies de pescado.

### Análisis estadístico

La presencia de DDT, DDE, DDD y DDT total fue caracterizada usando estadística descriptiva. La comparación de los niveles de DDT y metabolitos

**Tabla 1.** Concentración de DDT, DDE y DDD del total de especímenes de peces (ng/g lip).

Compuesto	Media	D.E.	Rango
DDT	85.48	79.95	nd - 273.65
DDE	456.23	422.95	20.76 - 1937.90
DDD	145.24	101.38	nd - 494.77

entre las diferentes especies de peces, se hizo mediante un análisis de comparación de medias de Scheffe. El análisis se realizó usando STATA para Windows 8.0 (Texas, USA).

## RESULTADOS

### Concentración media de DDT, DDE y DDD

Se encontró DDT, DDE y DDD en el 86%, 100% y 93 % de las muestras, respectivamente. En general los valores de las medias de DDE de las muestras de músculo de los peces fueron 5 veces más altos que los valores de DDT según se observa en la tabla 1 ( $p < 0.01$ ).

### Comparación de los niveles medios de DDT y metabolitos

En la tabla 2, se presenta la comparación de medias de las concentraciones de las tres especies estudiadas (lizeta, pupo y bagre), la desviación estándar y los rangos. Podemos observar que el bagre (*Arius sp*) presentó la concentración media mas alta para el metabolito DDE (914.12 ng/g lip), DDD (210.24 ng/g lip) y DDT total (1229.75 ng/g lip); sin embargo el pupo (*Brachyrhaphis hartwegi*) presentó la concentración media mas alta de DDT (133.91 ng/g lip). Se encontró diferencia significativa entre las tres especies de peces estudiadas ( $p < 0.01$ ) para las medias de DDE, DDT y DDT total (suma de

**Tabla 2.** Comparación de medias de DDT, DDE y DDD (ng/g lip) de tres especies de peces en Mazatán, Chiapas (México).

Especie	Compuesto	Media	n	D.E.	Rango
Lizeta ( <i>mugil curema</i> )	DDT	19.05	10	10.47	nd - 38.14
	DDE	168.42	10	131.06	20.76 - 404.10
	DDD	121.09	10	92.06	nd - 229.27
	DDT Total	308.57	10	224.85	22.48 - 661.03
Bagre ( <i>Arius spp</i> )	DDT	103.49	10	85.46	nd - 273.65
	DDE	914.12*	10	438.47	373.67 - 1937.90
	DDD	210.24	10	125.37	nd - 494.27
	DDT Total	1229.75*	10	571.16	506.63 - 2605.37
Pupo ( <i>Brachyrhaphis hartwegi</i> )	DDT	133.91*	10	72.20	nd - 238.80
	DDE	286.13	10	99.18	138.82 - 422.10
	DDD	104.39	10	41.55	55.55 - 173.28
	DDT Total	524.43	10	141.25	378.69 - 770.30

\*( $P < 0.01$ )

metabolitos).

### Calculo de dosis de exposición

Las dosis de exposición por especie se calcularon de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$D.E. = \frac{C \times TI \times FE}{PC}$$

donde:

DE= Dosis de exposición

C = Concentración del DDT total (mg/Kg)

TI= Tasa de ingesta (Kg/día)

FE= Factor de exposición

PC= Peso Corporal (Kg)

Considerando que:

*Tasa de ingesta:* Mediante cuestionario a las familias del sitio de estudio se determinó una porción equivalente a 150 gramos de peces.

*Peso corporal:* Se obtuvo de una base de datos de los niños del sureste de México con una media aritmética de 30.28 kg.

La concentración de DDT total utilizada, se calculó de acuerdo a la porción ingerida y la cantidad media de grasa por especie.

Como puede observarse (tabla 3), las dosis calculadas con las medias de las concentraciones de DDT total para cada especie, son inferiores a la dosis de referencia para exposición crónica por DDT (RfD=  $5 \times 10^{-4}$  mg/Kg/día. Sin embargo al estimar las dosis de exposición tomando en cuenta los rangos de concentración, las especies de pupo y lizeta no rebasan la dosis de referencia; no así el bagre, cuyo límite superior fue de  $1.03 \times 10^{-3}$  mg/Kg/día rebasando 2 veces más la dosis de referencia (ATSDR, 2002).

## DISCUSIÓN

Los resultados, demuestran la presencia de DDT, DDE y DDD en el 86%, 100% y 93 % de las muestras, respectivamente; mientras en un estudio realizado en el río Dniester en Ucrania por Sapozhnikova *et al* (2001) se encontró DDE en 70% de las muestras, siendo superiores nuestros resultados. El mayor porcentaje de positividad encontrado en nuestro estudio, puede explicarse por una mayor exposición al DDT en la Región del Soconusco, además de que en la zona en donde se encuentra el río mencionado, se dejó de aplicar DDT desde hace ya varios años.

En general los valores de medias de DDE de las muestras de pescado fueron 5

**Tabla 3.** Dosis de exposición a DDT total estimada por especie.

Especie	Dosis de exposición (mg/Kg/día)	Rango (mg/Kg/día)
Lizeta ( <i>Mugil curema</i> )	$4 \times 10^{-5}$	$3.17 \times 10^{-6} - 9 \times 10^{-5}$
Bagre ( <i>Arius spp</i> )	$3.61 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4} - 1.03 \times 10^{-3}$
Pupo ( <i>Brachyrhaphis hartwegi</i> )	$1.38 \times 10^{-5}$	$1.04 \times 10^{-5} - 1.43 \times 10^{-5}$

veces más altos que los de DDT, esto se debe a que existe una exposición crónica a este compuesto ya que el metabolito DDE es más persistente. Comparando con otros estudios; Sapozhnikova et al (2001) encontró al isómero DDE en un 80% arriba del DDT en tejidos de peces, por otra parte Saqib et al (2005) encontró al DDE en 12 muestras en cantidades mas altas que los demás metabolitos. Otro estudio realizado por Kasozi et al (2006) demostró niveles mas bajos de p,p'-DDT comparados con los niveles observados de p,p'-DDE. Además, Guo et al (2012) en China, reportó que el DDE fue el metabolito predominante en peces, seguido por DDD y DDT. Por lo tanto nuestros resultados son consistentes con los antes mencionados.

Para el caso del DDT los niveles encontrados en este estudio (85.48 ng/g) son más altos que los reportados por Zeng et al (2010), en China (18.75 ng/g).

Por otra parte, la media general (incluyendo las tres especies) para DDT total fue de 687.58 ng/g grasa, que comparado con estudios realizados por Pandit et al (2006) en la costa marina de Mumbai en la India (DDT total = 34.1 ng/g grasa), son 20 veces mas elevados; en otro estudio realizado por Sankar et al (2006) en Calicut India se encontró un rango de DDT total de 0.05 a 8 ng/g solo que de peso húmedo. Esto puede deberse a que en nuestra región se roció DDT en mayor cantidad y durante mas tiempo, además de que son diferentes las especies de peces que se analizaron, ya que no se encontraron resultados que se hayan hecho con las mismas especies que nosotros estudiamos. Pero, otro estudio hecho por Perugini et al (2006) en el mar Adriático Central en Italia, mostró una concentración media de DDT total de 656 ng/g de grasa, similar a nuestro estudio ya que en esa región también se aplico DDT con mayor frecuencia que en la Costa de Mumbai.

Se encontró diferencia significativa entre las tres especies de pescado estudiadas: Bagre (*Arius spp*), lizeta (*Mugil curema*) y pupo (*Brachyrhaphis hartwegi*) para las medias de DDE, DDT y DDT total (suma de metabolitos), siendo el DDE en bagre (914.12 ng/g lip), cinco y tres veces mayor que en

lizeta (168.42 ng/g lip) y pupo (286.13 ng/g lip) respectivamente. En el caso del DDT, las especies de pupo y bagre presentaron mayores concentraciones con respecto a la lizeta. Las tres especies se alimentan preferentemente de detritus, sedimentos finos inorgánicos (a cuyas partículas vive asociada micro fauna y flora) y lombrices de tierra, también pueden adaptarse a vivir con materia orgánica de muy baja calidad; la diferencia de alimentación es que la lizeta consume algas uni y pluricelulares, con lo que obtienen su energía del primer nivel trófico no utilizado por otras especies. Es probable que esta última especie este menos contaminada debido a sus hábitos alimenticios. En general estos pescados analizados se encuentran mayormente en el fondo del estero de donde obtienen el DDT y sus metabolitos adsorbidos en el sedimento razón por la cual se detectaron estos compuestos en las tres especies.

Pese a que se ha prohibido el uso del DDT; debido a sus características de persistencia en la cadena alimentaria, el consumo de pescado se puede considerar como una fuente de exposición, razón por la cual se calcularon las dosis de exposición para las tres especies y se observó que no sobrepasan la dosis de referencia que es de  $5 \times 10^{-4}$  mg/kg/día, sin embargo el bagre, cuando se estimo la dosis con el límite superior, esta rebasó dos veces más la dosis de referencia; lo que podría representar un riesgo a largo plazo para la salud de comunidades aledañas a los esteros que lo consumen diariamente.

El hallazgo de DDT y sus metabolitos en peces de consumo frecuente cobra vital importancia, ya que otros estudios (Herrera-Portugal et al, 2005); han demostrado niveles elevados de DDT y DDE en sangre de niños de comunidades de alta exposición a DDT en el Soconusco Chiapas; además de considerar a la ingesta de pescado contaminado como un medio importante de exposición.

## CONCLUSIONES

- Las tres especies estudiadas están contaminadas con DDT, DDE y DDD.
- Pese a la prohibición del uso del DDT en México en salud pública, este todavía se encuentra en la cadena trófica.
- La especie más contaminada fue el bagre (*Arius spp*).
- La ingesta de pescado es una fuente de exposición al DDT.
- Las dosis estimadas de exposición en el límite superior para la especie de bagre fueron mayores a la dosis de referencia para DDT recomendadas por la OMS.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albert, L.A., (1996). Persistent pesticides in México. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 147: 1-44

- ATSDR (2002). (Agency for Toxic substances and disease registry) ToxFAQs; Toxicology profile DDT/DDD/DDE. (update). Draft for public comment. Atlanta, GA, US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- Carvalho, F.P., Villeneuve, J.P., Cattini, C., Tolosa, I., Montenegro-Guillén, S., Lacayo, M., Cruz, A., (2002). Ecological risk assessment of pesticide residues in coastal lagoons of Nicaragua. *J. Environ. Monit.* 4: 778-787
- Cupul-Uicab, L.A., Hernández-Avila, M., Weber, J.P., Longnecker, M.P., (2008). DDE, a degradation product of DDT, and duration of lactation in highly exposed area of Mexico. *Environ Health Perspect.* 116:179-183
- Díaz-Barriga, F., Trejo-Acevedo, A., Betanzos, A.F., Espinosa-Reyes, G., Alegría-Torres, J.A., Pérez-Maldonado, I.N. (2012). Assessment of DDT and DDE levels in soil, dust, and Blood samples from Chihuahua, México. *Arch Environ Contam Toxicol* 62:351-358
- Dorner, G., Plagemann, A., (2002). DDT in human milk and mental capacities in children at school age: an additional view on PISA 2000. *Neuroendocrinol Lett.* 23: 427-31
- Fernández-Bringas, L.M., Ponce-Vélez, J., Salgado-Ugarte, I.H., Botello, A.V., Díaz González G. (2008). Organochlorine pesticides in lacustrine sediments and tilapias of Metztitlan, Hidalgo, México. *Rev Biol Trop* 56:1381-90
- Guo, J.Y., Wu, F.C., Zhang, L., Liao, H.Q., Tang, Z., Zheng, C., Zhang, S., (2012). Characteristics of DDTs in fish from Lake Taihu: an indicator of continual DDTs input in China. *Sci Total Environ* 437:196-199
- Herrera-Portugal, C., (2001). La exposición al DDT en comunidades endémicas de paludismo en la Región del Soconusco, Chiapas. *El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Ensayo.* pp 12-15
- Herrera-Portugal, C., Ochoa H, Franco-Sánchez, G., Yanez L, Diaz-Barriga F. (2005a). Environmental pathways of exposure to DDT for children living in a malarious area of Chiapas, Mexico. *Environ Res.* 99:158-63.
- Herrera-Portugal, C., Ochoa, H., Franco-Sánchez, G., Yáñez, L., Díaz-Barriga, F., (2005b). DNA damage in children exposed to DDT in a malarious area of Chiapas. México. *Acta Toxicol. Argent.* 13: 12-16
- Longnecker, M.P., Gladen, B.C., Cupul-Uicab, L.A., Romano-Riquer, S.P., Weber, J.P., Chapin, R.E., Hernández-Avila, M., (2007). In utero exposure to the antiandrogen 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethylene (DDE) in relation to anogenital distance in male newborns from Chiapas, Mexico. *Am J Epidemiol* 165:1015-1022
- Miersma, N.A., Pepper, C.B., Anderson, T.A., (2003). Organochlorine pesticides in elementary school yards along the Texas-Mexico border. *Environ. Pollut.* 16: 65-71
- Noreña-Barroso, E., Zapata-Pérez, O., Ceja-Moreno, V., Gold-Bouchat, G., (1998). Hydrocarbon and organochlorine residue concentrations in sediments from Bay of Chetumal, México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 61: 80-87
- Pandit, G.G., Sahu, S.K., Sharma, S., Puranik, V.D. (2006). Distribution and fate of persistent organochlorine pesticides in coastal marine environment of Mumbai. *Environ Int.* 32:240-3.
- Perugini, M., Giammarino, A., Olivieri, V., Di Nardo, W., Amorena, M. (2006). Assessment of edible marine species in the Adriatic Sea for contamination from polychlorinated biphenyls and organochlorine insecticides. *Food Prot.* 69:1144-9.
- Pérez-Maldonado, I.N., Trejo, A., Ruepert, C., Jovel, R del C., Hernandez, M.P., Ferrari, M., (2010). Assessment of DDT levels in selected environmental media and biological samples from Mexico and Central America. *Chemosphere* 78:1244-1249
- Rabello, M., Dealmeida W, Pigati, P., Ungaro, M., Murata, T., Perira. C., y Becak W (1975). Cytogenetic study on individuals occupationally exposed to DDT. *Mutat Res* 28: 449-454.
- Salazar-García, F., Gallardo-Díaz, E., Cerón-Mireles, P., Loomis, D., and H. Borja-Aburto, V. (2004). Reproductive Effects of Occupational DDT Exposure among Male Malaria Control Workers. *Environmental Health Perspectives.* 112:542-547
- Sankar, T.V., Zynudheen, A.A., Anandan R., Viswanathan Nair P.G. (2006). Distribution of organochlorine pesticides and heavy metal residues in fish and shellfish from Calicut region, Kerala, India. *Chemosphere.* 65:583-590
- Sapozhnikova Y, Zubcov N, Hungerford S, Roy LA, Boicenco N, Zubcov E, Schlenk D. (2005). Evaluation of pesticides and metals in fish of the Dniester River, Moldova. *Chemosphere.* 60:196-205.
- Saqib. T.A., Naqvi, S.N., Siddiqui, P.A., Azmi, M.A., (2005). Detection of pesticide residues in muscles, liver and fat of 3 species of Labeo found in Kalri and Haleji lakes. *Environ Biol.* 26:433-38.
- Svensson, B.G., Halberg, T., Nilsson, A., Schutz, A., Hagmar, L., (1994). Parameters of immunological competence in subjects with high consumption of fish contaminated with organochlorine compounds. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 65: 351:358
- Valera, B., Jørgensen, M.E., Jeppesen, C., Bjerregaard P. (2013). Exposure to persistent organic pollutants and risk of hypertension among Inuit from Greenland. *Environ Res* 122:65-73
- Vine, M.F., Stein, L., Weigle, K., Schroeder, J., Degnan, D., Tse, C.K.J., Backer, L., (2001). Plasma 1,1-dichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl)ethylene (DDE) levels and immune response. *Am. J. Epidemiol.* 153 : 53-63

Waliszewski, S.M., Pardo, V.T., Waliszewski, K.N., Chantiri, J.N., Aguirre, A.A., Infanzon, R.M., Rivera, J., (1997). Organochlorine pesticide residues in cow's milk and butter in Mexico. *Sci. Total Environ.* 208:127-132

Yáñez, L., Ortiz-Pérez., Batres, L.E., Borja-Aburto, V.H., Díaz-Barriga, F., (2002). Levels of dichlorodiphenyltrichloroethane and deltamethrin in humans and environmental samples in malarious areas of México. *Environ. Res.* 88: 174-81.