

Niveles sanguíneos de DDT y DDE en mujeres en edad reproductiva de Tapachula, Chiapas (México)

Crispín HERRERA PORTUGAL, Guadalupe FRANCO, Kenya REYES, Miguel Ángel RODRÍGUEZ y Yolanda SCHLOTTFELDT

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

RESUMEN

Se estudiaron 30 mujeres en edad reproductiva, provenientes de áreas rural y urbana del municipio de Tapachula, Chiapas (México), a quienes se les determinaron los niveles de DDT y DDE en sangre completa por cromatografía de gases. Además se aplicó un cuestionario para recabar información sobre características sociodemográficas, ocupación, exposición a tabaco, exposición a plaguicidas, historia reproductiva, características de vivienda y consumo de productos lácteos. El objetivo del presente trabajo fue determinar los niveles sanguíneos de DDT y su metabolito DDE en mujeres en edad reproductiva e identificar algunos factores asociados con la exposición a estos contaminantes. Se detectó DDT en 73.33%, DDE en 46.67% y ambos en 53.33% de las mujeres estudiadas. Además se encontró diferencia significativa ($p < 0.01$) en las concentraciones sanguíneas de DDT y DDE entre las mujeres provenientes del medio rural y urbano, siendo la concentración de DDT del doble y la de DDE más de tres veces en las primeras comparadas con las segundas. Asimismo, las mujeres con mayor número de gestas tuvieron menor concentración de DDT y DDE comparadas con las primigestas. En relación a las características de la vivienda, se encontraron mayores niveles de DDE en mujeres que habitaban viviendas con piso de tierra y paredes de madera. Además, se encontraron diferencias en las concentraciones sanguíneas de DDT y DDE entre las mujeres que consumen productos lácteos de manera frecuente, comparadas con quienes lo hacen con menor frecuencia, siendo mayor en las primeras. Se concluye que existe exposición al DDT, sobre todo en el medio rural. Dentro de los factores asociados a la exposición se encontraron, el piso de tierra y pared de madera de la vivienda, además del consumo frecuente de productos lácteos.

Palabras Clave: DDT, DDE, plaguicidas, organoclorados.

INTRODUCCIÓN

DDT es un insecticida organoclorado disponible en diferentes presentaciones, incluyendo aerosoles, polvos, concentrado emulsionable, gránulos y polvo humectable (WHO, 1979). La formulación comercial de DDT normalmente consiste de 77% de *p'p'*-DDT, 15% *o'p'*-DDT, 4% *p'p'*-DDE, y menos de 1% *o'p'*-DDD, *p'p'*-DDD y *o'p'*-DDE (WHO, 1979).

En 1945, el DDT se usó por primera vez en México para el control del paludismo (Stapleton, 1988), y se inició un programa extensivo para el

control del paludismo en 1956 (Fernández De Castro, 1988). El uso del DDT en el Programa de Control de Paludismo fue abandonado en el año 2000 cuando fue substituido por piretroides (Caballero, 2001). Este insecticida fue ampliamente utilizado en muchas comunidades de México, y dado que es persistente, ahora puede encontrarse en diferentes medios, tales como sedimentos de lagunas costeras (Carvalho *et al.*, 2002; González-Farías *et al.*, 2002; Noreña-Barroso *et al.*, 1998), suelo (Yáñez *et al.*, 2002., Herrera-Portugal, 2005) y alimentos (Albert, 1996;

Waliszewski *et al.*, 1997). Otros estudios, en áreas rociadas con DDT, han reportado altos niveles de DDT y metabolitos en tejidos humanos y leche materna (Torres-Arreola *et al.*, 1999; Waliszewski *et al.*, 1996; Waliszewski *et al.*, 2001; sangre (López-Carrillo *et al.*, 2001; Yáñez *et al.*, 2002; Herrera-Portugal, 2005), y tejido adiposo (Rivero-Rodríguez *et al.*, 1997; Waliszewski *et al.*, 2000; Waliszewski *et al.*, 2001).

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 (Rilander *et al.*, 1996; Longnecker *et al.*, 2001); acortamiento del período de lactancia (Gladden y Rogan, 1995); efectos neurológicos y comportamiento (Miersma *et al.*, 2003; Dorner and Plagemann, 2002); y genotoxicidad (Rabello *et al.*, 1975; Yáñez *et al.*, 2004; Herrera-Portugal, 2005).

El DDT puede pasar de la madre al feto a través de la placenta. Así, se ha detectado en el líquido amniótico (Bradman *et al.*, 2003), en la placenta, en el feto (Ortega, 2006), y en la sangre de cordón umbilical (Sala, 2001). En este sentido, las concentraciones sanguíneas de DDT en mujeres en edad fértil, cobran vital importancia en la exposición prenatal a este insecticida.

Tomando en cuenta que en la región de estudio el DDT se usó por más de cuarenta años en salud pública, además de la agricultura, particularmente en el cultivo del algodón, el objetivo del presente trabajo fue el de determinar los niveles sanguíneos de DDT y su metabolito DDE en mujeres en edad reproductiva que acudieron de Tapachula, Chiapas e identificar algunos factores asociados con la exposición a estos contaminantes.

MATERIAL Y METODOS

Tipo de estudio

Transversal, prospectivo, observacional y comparativo.

Lugar de Estudio

Municipio de Tapachula, el cual se encuentra localizado en el estado de Chiapas, México, a una altitud de 160 msnm en la Sierra Madre y Llanura Costera del Pacífico, con una extensión territorial de 303 Km², 14° 54' Latitud norte y 92° 16' Longitud oeste, lo que representa para el estado el 0.04 % (INEGI, 2005).

Población

Se estudiaron 30 mujeres con un rango de 15 a 33 años de edad y media de 23, provenientes de áreas rural y urbana del municipio de Tapachula, Chiapas, y que acudieron a consulta al Hospital General de la cabecera municipal. Una vez obtenido su consentimiento informado, se aplicó un cuestionario y se

tomó una muestra sanguínea de 3 ml en tubos vacutainer heparinizados. Las muestras fueron transportadas en condiciones de refrigeración hasta el laboratorio, donde fueron inmediatamente congeladas a -30°C hasta su análisis.

El cuestionario registró características sociodemográficas, ocupación, exposición a tabaco, hábitos, exposición a plaguicidas, historia reproductiva, características de vivienda y consumo de productos lácteos.

Análisis cromatográfico

La extracción de DDT y su metabolito DDE se realizó en sangre completa siguiendo la técnica descrita por Guardino *et al.*, (1996). La determinación cuantitativa se realizó por cromatografía de gases, empleando un cromatógrafo marca Agilent Technologies Mod. 6890 equipado con detector de captura de electrones y acoplado a un espectrómetro de masas de la misma marca y modelo 5873 N. Se usó una columna HP 190918-433 de 30 m x 250 µm de diámetro interno x 25 µm de película, y temperaturas de inyector de 250°C y detector 320°C. Como gas acarreador se usó helio UAP (ultra alta pureza) a una velocidad de flujo lineal de 1.5 ml/min y nitrógeno, de igual grado de pureza, a un flujo de 60 ml/min para el detector. Todos los solventes orgánicos empleados en la extracción, fueron grado cromatográfico y marca Baker.

Variables de estudio

Variables de respuesta: Niveles de DDT y DDE en sangre completa.

Variables de exposición y control: Lugar de procedencia, sexo, edad, número de gestas, material de vivienda, exposición a plaguicidas, y consumo de productos lácteos.

Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos en el programa Excel 2000 de Microsoft, la cual fue analizada utilizando el paquete estadístico STATA V 8 (Texas, USA). Primeramente se realizó un análisis descriptivo. Para las variables edad, gestas, niveles de DDT y DDE fueron usadas medidas de resumen. Además, se realizó una comparación de medias de los niveles sanguíneos de DDT y DDE en mujeres procedentes de las áreas rural y urbana.

RESULTADOS

Concentración media de DDT y sus metabolitos

Se encontró en las mujeres en edad reproductiva una concentración media de DDT de 13.09 µg/L y un rango de nd - 46.76 µg/L, detectándose este metabolito en 73.33 % de las pacientes. Con relación al DDE se encontró una media de 13.86 µg/L y un rango de nd - 68.09 µg/L, detectándose este metabolito en 46.7% de las pacientes.

Comparación de los niveles medios de DDT y DDE

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.01$) en las concentraciones sanguíneas de DDT y su metabolito DDE entre las mujeres provenientes del medio rural y urbano, de tal manera que la concentración de DDT es del doble y las de DDE mas de tres veces en las primeras comparadas con las segundas (tabla 1).

Tabla 1. Niveles de DDT y DDE ($\mu\text{g/L}$) en mujeres en edad reproductiva, según área de procedencia, en Tapachula, Chiapas (México).

Compuesto	Área	n	Media	D.E	Rango
DDT	Rural	14	17.94	10.28	7.7 - 46.7
	Urbana	16	8.85	10.29	nd - 27.69
DDE	Rural	14	21.94	18.87	nd - 68.09
	Urbana	16	6.79	11.50	nd - 30.93

Tabla 2. Niveles de DDT y DDE ($\mu\text{g/L}$) en mujeres en edad reproductiva, según número de gestas, en Tapachula, Chiapas (México).

Compuesto	Gestas	n	Media	D.E	Rango
DDT	Primigesta	20	13.60	11.83	nd - 46.76
	Multigesta	10	12.07	10.03	nd - 27.21
DDE	Primigesta	20	15.22	18.26	nd - 68.09
	Multigesta	10	11.15	14.46	nd - 30.93

Tabla 3. Niveles de DDT y DDE ($\mu\text{g/L}$) en mujeres en edad reproductiva, según frecuencia de consumo de productos lácteos, en Tapachula, Chiapas (México).

Compuesto	Consumo	n	Media	D.E	Rango
DDT	Frecuente	20	13.68	12.32	nd - 46.76
	A veces	10	11.91	8.66	nd - 27.21
DDE	Frecuente	20	14.34	19.45	nd - 68.09
	A veces	10	12.91	11.20	nd - 27.14

Número de gestas

Como se observa en la tabla 2, las mujeres en edad reproductiva con mayor número de gestas tuvieron menor concentración de DDT y DDE comparadas con las primigestas, aunque esta diferencia no fue significativa ($p > 0.05$).

Consumo de lácteos

Se encontró diferencia de las concentraciones de DDT, y su metabolito DDE, entre las mujeres que

consumen productos lácteos de manera frecuente, comparadas con las que los consumen a veces, siendo mayor en las primeras, aunque la diferencia no es significativa ($p > 0.05$), como se observa en la tabla 3.

DISCUSIÓN

La diferencia significativa de los niveles sanguíneos de DDT y DDE entre las mujeres procedentes de las áreas rural y urbana, puede atribuirse a que las primeras han estado más expuestas, pues esta zona ha sido sometida durante mas tiempo a rociados intradomiciliarios de DDT para combatir al mosquito vector del paludismo, además de haberse usado este insecticida durante 30 años en la agricultura para combatir las plagas del cultivo de algodón (Herrera, 2001). Resultados similares fueron obtenidos por Elvia *et al.* (2000), cuando determinaron niveles de plaguicidas organoclorados en mujeres que vivían en áreas urbanas de México y rurales del estado de Morelos, siendo más elevados en estas últimas.

Por otra parte, la diferencia de los niveles de DDT y DDE encontrados en el presente estudio según el número de gestas, puede explicarse porque una de las vías de eliminación del DDT y metabolitos es la leche materna; en este sentido, en las mujeres que son primigestas, como no han dado de amamantar, estos contaminantes se encuentran en mayor concentración; en cambio en las multigestas por el número de hijos que han amamantado esta concentración disminuye; situación que concuerda con lo encontrado por Nakagawa *et al.* (1999) en Japón.

En cuanto a los niveles encontrados en mujeres en edad reproductiva según el material de piso de su vivienda, se observan valores mas altos de DDE en quienes habitaban en viviendas con piso de tierra, lo que puede deberse a que el DDE es mas persistente en el suelo (ATSDR, 2000). Esto demuestra que el suelo podría ser un factor importante de exposición, ya que otros estudios realizados en Soconusco, Chiapas, han demostrado concentraciones altas de DDT y sus metabolitos para esa matriz ambiental en viviendas de comunidades endémicas de paludismo (Herrera-Portugal, 2005).

Asimismo, las diferencias encontradas de DDT y DDE según el material de pared de la vivienda, puede explicarse en términos de que en las paredes de madera se acumula en mayor cantidad el plaguicida que ha sido rociado con los años, además de que estas viviendas regularmente tienen piso de tierra y el polvo proveniente de la misma, se adhiere a la madera incrementando así la carga de DDE, que además es el metabolito mas persistente del DDT, incrementando así la exposición de las mujeres.

En cuanto a los niveles de DDT y DDE según la ingesta de productos lácteos, la diferencia encontrada entre las que consumen frecuentemente estos productos, en relación a las que los consumen algunas ve-

ces, puede deberse a que el DDT y sus metabolitos se acumulan en los alimentos de origen animal como carne, leche, huevos y productos lácteos en general, y el mayor consumo de estos trae como consecuencia una mayor ingesta de plaguicidas organoclorados. Este hallazgo es consistente con Albert *et al.* (1996), quien encontró niveles elevados de DDT y sus metabolitos en productos lácteos provenientes de la región del Soconusco, Chiapas (México). Asimismo, Waliszewski (1997) reportó DDT y sus metabolitos en leche de vaca y mantequilla en la ciudad de México.

CONCLUSIONES

- Se detectó DDT y su metabolito DDE en las mujeres estudiadas.
- El grupo de mujeres originarias del área rural tuvieron mayor concentración de DDT y su metabolito DDE que las del área urbana.
- Las mujeres primigestas tuvieron mayor concentración de DDT y su metabolito DDE que las multigestas.
- Se observaron niveles más elevados de DDE en mujeres con viviendas de piso de tierra y pared de madera.
- Las mujeres con mayor frecuencia de consumo de productos lácteos tuvieron mayores niveles de DDT y su metabolito DDE.

BIBLIOGRAFÍA.

- Albert, L.A., (1996). Persistent pesticides in México. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 147: 1-44
- Bradman, A., Barr, D.B., Drumheller, T., Curry, C., Eskenazi, B., (2003). Measurement of pesticides and other toxicants in amniotic fluid as a potential biomarker of prenatal exposure. A validation study. *Environ. Health perspectives.* 111: 1779-1782
- Caballero, R.M., (2001). Diagnóstico Regional del uso del DDT y el control de la malaria. Informe Regional para México y Centroamérica Instituto de Salud y Ambiente. México. 5-28.
- 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
- 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
- Elvia, L.F., Sioban, H.D., Bernardo H.P., Carrillo Constanza, S., (2000). Organochlorine pesticides exposure in rural and urbana areas in México. *Expo. Anal Environ Epidemiol.* 10: 394-399.
- Fernández De Castro, Jorge., (1988). Panorama histórico y epidemiológico del paludismo en México. Secretaría de Salud. México.
- Gladden, B.C., Rogan, W.J., (1995). DDE and shortened duration of lactation in a northern Mexican town. *Am. J. Publ. Health* 85: 504-508
- Guardino, X., Serra, C., Obiols, J., Rosell, M.G. Berenguer, M.J., López, F., and Brosa, J., (1996). Determination of DDT and related compounds in blood samples from agricultural workers. *J. Chromatogr. A* 719: 141-147
- 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., Yáñez, L., Díaz-Barriga, F., (2005). Environmental pathways of exposure to DDT for children living in a malarious area of Chiapas, México. *Environ. Res.* 99: 158-163
- Herrera-Portugal, C., Ochoa, H., Franco-Sánchez, G., Yáñez, L., Díaz-Barriga, F., (2005). DNA damage in children exposed to DDT in a malarious area of Chiapas. México. *Acta Toxicol. Argent.* 13: 12-16
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2005). Resultados definitivos del II Censo de población y vivienda para el Estado de Chiapas. URL en <http://www.inegi.gob.mx>
- Longnecker, M.P., Klebanoff, M.A., Zhou, H., Brock, J.W., (2001). Association between maternal serum concentration of the DDT metabolite DDE and preterm and small-for-gestational-age-babies at birth. *Lancet* 358:110-104
- 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
- Ortega-García, J.A., Carrizo, D., Ferris, J., García, M.M., Grimalt, J.O., (2006). Meconio and neurotoxicants. Searching for a prenatal exposure timing. *Archives of Disease in Childhood.* 91:642-646.
- Rabello, M.N., Becak, W., De Almeida, W.F., Pigati, P., Ungaro, M.T., Murata, T., Pereira, C.A., (1975). Cytogenetic study on individuals occupationally exposed to DDT. *Mutat. Res.* 28: 449-454.
- Rylander, L., Stromberg, U., Hagmar L., (1996). Dietary intake of fish contaminated with persistent organochlorine compounds in relation to low birthweight. *Scand. J. Work Environ. Health* 22: 260-266
- Sala, M., Ribas-Fito, N., Cardo, E., de Muga, M.E., Marco, E., Mazon, C., Verdu, A., Grimalt J.O.,

- Sunyer, J. (2001). Levels of hexachlorobenzene and other organochlorine compounds in cord blood exposure across placenta. *Chemosphere.* 43: 895-901.
- Stapleton, F.H., (1998). The dawn of DDT and its experimental use by the Rockefeller foundation in Mexico. 1943-1952. *Parassitologia* 40: 149-158
- 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
- Torres-Arreola, L., López-Carrillo, L., Torres-Sánchez, L., Cebrian, M., Rueda, C., Reyes, R., López-Cervantes, M., (1999). Levels of dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT) metabolites in maternal milk and their determinant factor. *Arch. Environ. Health* 54: 124-129.
- 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
- Waliszewski, S.M., Aguirre, A.A., Infanzon, R.M., Siliceo J., (2000). Carry-over of persistent organochlorine pesticide through placenta to fetus. *Rev. Salud Pública de Mexico* 42: 384-390.
- Waliszewski, S.M., Aguirre, A.A., Infanzon, R.M., Silva, C.S., Siliceo, J., (2001). Organochlorine pesticide levels in maternal adipose tissue, maternal blood serum, umbilical blood serum, and milk from inhabitants of Veracruz. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 40: 432-438
- 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.