

## Exposición prenatal a plaguicidas organoclorados (DDT y DDE) en un área palúdica de Chiapas (México)

*PRENATAL EXPOSURE TO ORGANOCHLORINE PESTICIDES (DDT AND DDE) IN A MALARIA AREA OF CHIAPAS (MÉXICO)*

Crispín HERRERA PORTUGAL, Guadalupe FRANCO, Geovanni RAMOS, Yolanda SCHLOTTFELDT, Miguel A. RODRÍGUEZ y 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

Se determinaron los niveles de DDT y DDE en meconio de 27 recién nacidos (11 del área rural y 16 del área urbana) normales, de ambos sexos, no gemelares, sin malformaciones congénitas, edad de gestación mayor de 36 semanas y peso al nacer de  $\geq 2500$  g. El análisis incluyó un cuestionario sobre características sociodemográficas de los padres, ocupación, exposición a tabaco, área de residencia de la madre (rural/urbana), número de gestas, consumo de productos lácteos, características de la vivienda e historia de rociado domiciliario con DDT. Se encontró DDT y DDE en 70% y 85% de las muestras analizadas, respectivamente. Se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de los niveles de DDE en meconio, entre los recién nacidos de madres residentes del área rural ( $2.94 \pm 1.94$  ng/g) y urbana ( $1.51 \pm 0.72$  ng/g), siendo aproximadamente dos veces más en los primeros. Similares resultados fueron obtenidos en recién nacidos de madres primigestas, en quienes los niveles de DDE y DDT fueron más altos ( $2.20 \pm 1.50$  y  $1.38 \pm 1.26$  ng/g) que en recién nacidos de madres multigestas ( $1.88 \pm 1.56$  y  $0.89 \pm 0.77$  ng/g). Se concluye que existe exposición prenatal en áreas que fueron rociadas con DDT para combatir al mosquito vector del paludismo. Dentro de los factores asociados a la exposición se encontraron, el área de residencia de la madre, número de gestas, piso de tierra de la vivienda y el consumo frecuente de productos lácteos por parte de la madre.

**Palabras clave:** DDT, DDE, meconio, exposición prenatal.

### INTRODUCCIÓN

En el estado de Chiapas, particularmente la región del Soconusco, considerada como endémica de paludismo, sus comunidades han estado sujetas por más de cuarenta años, a rociados intradomiciliarios de DDT para el combate de vectores de esta enfermedad. Además, este insecticida también se empleó en grandes cantidades en la agricultura desde los años 60s específicamente en el cultivo del algodón (Herrera *et al.*, 2005).

En 1945, DDT fue usado por primera vez en México para el control del paludismo (Stapleton, 1998); y un programa extensivo fue iniciado en 1956 (Fernández, 1988). Su uso fue abandonado en el año

2000, cuando es sustituido por piretroides (Caballero, 2001). Este insecticida fue ampliamente utilizado en comunidades endémicas de paludismo en México.

Es un insecticida persistente y acumulable en la cadena trófica, desde donde pasa a los humanos (ATSDR, 2002). Es un insecticida capaz de atravesar barrera placentaria y llegar al feto. Actualmente es de vital importancia la exposición prenatal a diferentes tóxicos y se han empleado diferentes matrices biológicas para su medición y algunas de ellas son invasivas (Foster, 2000; Wessels *et al.*, 2003). El meconio es una matriz ideal para medir exposición prenatal a xenobióticos debido a su fácil recolección, no invasivo y la capacidad para medir un amplia ventana de exposición fetal (Ostrea, 1999). Por otra

parte el análisis de las concentraciones meconiales de una amplia gama de sustancias tóxicas ayudará en la práctica pediátrica a una intervención e identificación temprana mostrando las exposiciones que puedan provocar daño y facilitando el desarrollo de medidas preventivas (Ortega, et al, 2004). En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la exposición prenatal a DDT y DDE en recién nacidos de un área palúdica, usando muestras de meconio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 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 Km<sup>2</sup>. 14°54' Latitud norte y 92°16' Longitud oeste, lo que representa para el estado el 0.04% (INEGI, 2005).

### Población

Se estudiaron 27 recién nacidos (11 del área rural y 16 del área urbana) normales, de ambos sexos, no gemelares, sin malformaciones congénitas, edad de gestación mayor de 36 semanas y peso al nacer de  $\geq 2500$  gramos. Una vez obtenido el consentimiento informado por parte de la madre, se aplicó un cuestionario y recolecto aproximadamente de uno a diez gramos de muestra de meconio directamente del pañal del recién nacido. Las muestras fueron almacenadas en contenedores de plástico estériles -20° C hasta su análisis. El estudio siguió los lineamientos de Ética Nacionales (Secretaría de Salud, 1987), de acuerdo a la Declaración de Helsinki. El cuestionario aplicado registró características sociodemográficas, origen e historia reproductiva de la madre, consumo de alcohol, tabaco y productos lácteos.

### Análisis cromatográfico

La extracción de DDT y DDE de meconio, se realizó siguiendo la técnica reportada por Bielawski *et al* (2005). La determinación cuantitativa de DDT y DDE se realizó por cromatografía de gases, usando un cromatógrafo de gases (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  $\mu$ m de diámetro interno x 25  $\mu$ m 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 su metabolito DDE.

### Variables de estudio

*Variables de respuesta:* Niveles de DDT y DDE en meconio.

*Variables de exposición y control:* área de residencia de la madre (rural/urbana), número de gestas, consumo de productos lácteos, características de la vivienda e historia de rociado domiciliario con DDT.

### Análisis estadístico

Los niveles meconiales de DDT y DDE, edad, tabaquismo, consumo de productos lácteos, y variables sociodemográficas fueron caracterizadas usando estadística descriptiva. La comparación de los niveles meconiales de DDT y DDE entre el origen de madres de los niños, número de gestas, piso de vivienda y consumo de productos lácteos, 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 y DDE.

Se encontró en el meconio de los recién nacidos una concentración media de DDT= 1.22 ng/g con una desviación estándar de 1.13 y un rango desde no detectable (nd) hasta 4.56 ng/g, detectándose este metabolito en el 70% de las muestras de meconio de los recién nacidos. En cuanto al DDE se encontró una media de 2.09 ng/g, con una desviación estándar de 1.50 y un rango desde no detectable hasta 5.26 ng/g; detectándose este metabolito en el 85% del total de muestras de meconio.

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

Se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de las concentraciones de DDE en meconio, entre los recién nacidos provenientes de madres del medio rural y urbano, siendo aproximadamente dos veces más en los primeros; esto no sucede en relación al DDT, pues aunque los niveles en meconio también son altos en los recién nacidos del medio rural, no se encontró diferencia entre los grupos (Tabla 1).

### Número de gestas

Se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de los niveles de DDE en meconio, entre los recién nacidos recién nacidos de madres primigestas, en quienes los niveles de DDE y DDT fueron más altos ( $2.20 \pm 1.50$  y  $1.38 \pm 1.26$  ng/g) que en recién

nacidos de madres multigestas ( $1.88 \pm 1.56$  y  $0.89 \pm 0.77$  ng/g) (Tabla 2).

**Tabla 1. Niveles de DDT y DDE (ng/g) en meconio de recién nacidos, según área de procedencia, en Tapachula, Chiapas (México).**

Compuesto	Area	n	Media	D.E.	Rango
DDT	Rural	11	1.49	1.43	nd - 4.56
	Urbana	16	1.03	0.87	nd - 2.92
DDE	Rural	11	2.94	1.94	nd - 5.26
	Urbana	16	1.51	0.72	nd - 2.78

**Tabla 2. Niveles de DDT y DDE (ng/g) en meconio de recién nacidos, según número de gestas, en Tapachula, Chiapas (México).**

Compuesto	Numero de gestas	n	Media	D.E.	Rango
DDT	Primigesta	18	1.38	1.26	nd - 4.56
	Multigesta	9	0.89	0.77	nd - 2.24
DDE	Primigesta	18	2.20	1.50	nd - 5.26
	Multigesta	9	1.88	1.56	nd - 4.50

#### Piso de vivienda

Considerando al material del piso de la vivienda como un posible factor de riesgo de exposición, se compararon las concentraciones medias de DDT y DDE en meconio entre los recién nacidos de madres residentes de viviendas con piso de tierra y de cemento, encontrándose diferencias entre ambos grupos, aunque estas no fueron estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). No se presentan datos.

#### Consumo de productos lácteos

Las concentraciones de DDT y DDE en meconio de recién nacidos de madres que consumen productos lácteos diariamente, fueron mayores comparados con los de madres que consumen estos productos con menos frecuencia, sin embargo esta diferencia no fue significativa ( $p > 0.05$ ). No se presentan datos.

#### DISCUSIÓN

Aunque las cantidades encontradas de DDT y DDE en el presente estudio son moderadas, la presencia de estos compuestos y su acumulación junto con otras sustancias, puede traer como consecuencia defectos que no pueden ser detectados al nacer, como el desarrollo neurológico y psicomotor (Ribas et al, 2003; Eskenazi et al, 2006). El porcentaje de recién nacidos con DDE (85%) es mucho mayor a los encontrados por Hong et al (2002) (5%) y Deuble et al (2000) (52%).

Se encontró dos veces más DDE que DDT en meconio de recién nacidos del área rural comparados con los del área urbana, lo que significa una exposi-

ción crónica por parte de la madre al DDT, pues esta zona fue sometida durante más tiempo a rociados intradomiciliarios de este insecticida para combatir al mosquito vector del paludismo, y tienen más carga corporal de estos compuestos; datos consistentes con los hallazgos de Herrera *et al* (2008) en mujeres en edad reproductiva en la misma área de estudio.

Por otra parte, la diferencia de los niveles de DDT y DDE encontrados 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 madres primigestas, como no han amamantado, 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 las diferencias, aunque no significativas en los niveles de DDT y DDE entre los recién nacidos de madres residentes de viviendas con piso de tierra y cemento, esta puede deberse a una mayor exposición de las madres que residen en viviendas con piso de tierra, situación consistente con los hallazgos de Van Dyk *et al* (2010), quien reportó alta contaminación por DDT y sus metabolitos en suelo de viviendas rociadas con DDT en Sudáfrica, asimismo con lo encontrado por Pérez-Maldonado *et al* (2010) en suelo de viviendas en áreas rociadas por DDT en México y América Central.

En cuanto a diferencia de niveles de DDT y DDE según la ingesta de productos lácteos por parte de la madre, esta 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 lo publicado por Albert *et al.* (1996) y Herrera *et al.* (2009), quienes reportaron contaminación por DDT y sus metabolitos en productos lácteos de la zona de estudio.

#### CONCLUSIONES

- Se detectó DDT y DDE en un alto porcentaje de las muestras de meconio, lo que significa que existe exposición prenatal a estos compuestos.
- Se identificaron factores asociados a la exposición prenatal tales como el origen de la madre, piso de vivienda, hábitos alimenticios y número de gestas.
- La exposición encontrada significa un posible riesgo a la salud de los recién nacidos.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Albert, L.A., (1996). Persistent pesticides in México. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 147: 1-44
- ATSDR, (2002). Toxicological profile for DDT/DDE/DDD. Agency for Toxic Substances

- and Disease Registry, US Public Health Service, Atlanta, GA.
- 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.
- Bielawski DE, Ostrea N, Posecion M, Corrion J, Seagraves., (2005). Detection of Several Classes of Pesticides and Metabolites in Meconium by Gas Chromatography-Mass Spectrometry, *Chromatographia* 62:623 – 629
- Deuble L, Whitehall JF, Bolisetty S, Patole SK, Ostrea EM and Whitehall JS., (2000). Environmental Pollutants in Meconium in Townsville, Australia, Study of First Bowel Movement of Babies,” *Pesticides and You*: 20, 8.
- Eskenazi B, Marks AR, Bradman A, Fenster L, Johnson C, Barr DB, and Jewell NP., (2006). In Utero Exposure to Dichlorodiphenyltrichloroethane and Dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) and Neurodevelopment Among Young Mexican American Children. *Pediatrics* 118:233-41.
- Fernández De Castro, Jorge., (1988). Panorama histórico y epidemiológico del paludismo en México. Secretaría de Salud. México
- Foster W, Chan S, Platt L, Hughes C., (2000). Detection of endocrine disrupting chemicals in samples of second trimester human amniotic fluid. *J Clin Endocrinol Metab* 85:2954–2957
- Herrera-Portugal C, Ochoa H, Franco-Sanchez G, Yanez L, Diaz-Barriga F., (2005). Environmental pathways of exposure to DDT for children living in a malarious area of Chiapas, Mexico. *Environmental Research*. 99:158-63
- Herrera-Portugal C, Franco G, Reyes K, Rodríguez MA, Schlottfeldt Y., (2008). Niveles sanguíneos de DDT y DDE en mujeres en edad reproductiva de Tapachula, Chiapas (México) *Hig. Sanid. Ambient.* 8: 315-319
- Herrera-Portugal C, Franco G, Palacios JC., (2009) Contaminación por DDT en quesos de la Costa de Chiapas, México. Memorias del VIII Congreso Internacional de Ciencias Ambientales. Tlaxcala. Tlax. México.
- Hong Z, Gunter M, Randow FF., (2002). Meconium: a matrix reflecting potential fetal exposure to organochlorine pesticides and its metabolites. *Ecotoxicol Environ Saf.* 51:60-4.
- 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>
- Ortega García.- JA, Carrizo D, Ferrís I, Tortajada A, Garcia MM, Grimalt JO., (2004). Meconio y exposición prenatal a neurotóxicos. *Rev Esp Pediatr.* 60:291-296.
- Ortega-García, JA, Carrizo D, Ferris J, García M.M, Grimalt JO., (2006). Meconio and neurotoxicants. Searching for a prenatal exposure timing. *Archives of Disease in Childhood.* 91:642-646.
- Ostrea EM, Morales V, Ngoumgna E, Prescilla R, Tan E, Hernandez E, Ramirez GB, Cifra HL, Manlapaz ML., (2002). Prevalence of Fetal Exposure to Environmental Toxins as Determined by Meconium Analysis *Neurotoxicology.* 23: 329-339.
- Pérez-Maldonado IN, TrejoA, Ruepert C, Jovel RC, Méndez MP, Ferrari M, Yañez L., (2010). Assessment of DDT levels in selected environmental media and biological samples from México and Central America. *Chemosphere* 78:1244-1249
- Ribas-Fito N, Cardo E, Sala M, De Muga E, Mazon C, Verdu A, Kogevinas M, Grimalt JO, Sunyer J., (2003). Breastfeeding, exposure to organochlorine compounds, and neurodevelopment in infants. *Pediatrics.*111: 580-5.
- Van Dyk JC, Bouwman, Barhoorn IE, Bornman MJ., (2010). DDT contamination from indoor residual spraying for malaria control. *Sci Total Environ* 408: 2745-52
- Wessels D, Barr DB, Mendola, P., (2003). Use of biomarkers to indicate exposure of children to organophosphate pesticides: implications for a longitudinal study of children's environmental health. *Environ. Health Perspect* 111:1939– 1946