

Higiene y Sanidad Ambiental, **9**: 510-513 (2009)

Niveles de plaguicidas organoclorados (DDT y DDE) en trabajadores del Programa de Prevención y Control del Paludismo en Tapachula, Chiapas (México)

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

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-e: cportugal@prodigy.net.mx

RESUMEN

Se estudiaron 32 trabajadores del programa de Prevención y Control del Paludismo del municipio de Tapachula, Chiapas (México), a quienes se les determinó DDT y DDE en sangre completa por cromatografía de gases y detector de captura de electrones. Además se les aplicó un cuestionario para recabar información sobre características sociodemográficas, ocupación, antigüedad en el trabajo, escolaridad, características de vivienda y consumo de alcohol y tabaco. El objetivo del presente trabajo fue determinar los niveles sanguíneos de DDT y su metabolito DDE en trabajadores e identificar algunos factores asociados con la exposición a estos contaminantes. Se encontraron los siguientes valores promedio: 86.83 y 264.95 µg/L para DDT y DDE respectivamente, ambos contaminantes fueron identificados en 100% de los trabajadores. Los resultados indican que en los trabajadores rociadores las concentraciones sanguíneas de DDT y DDE fueron más altas (102.26 y 307.44 µg/L) que en los que desempeñaban actividades de supervisión (31.70 y 113.20 µg/L) ($p < 0.01$). Asimismo, al categorizar al total de trabajadores por historia de exposición laboral, los que tenían más de 10 años presentaron una concentración media de DDT y DDE significativamente mayor (117.42 y 356.43 µg/L) con respecto a los que tenían diez o menos años de trabajo (63.0 y 193.8 µg/L) ($p < 0.01$). En cuanto al grado de escolaridad, se encontró diferencia significativa ($p < 0.01$) de los niveles sanguíneos de DDT y DDE entre el grupo con educación primaria (119.10 y 363.28 µg/L) y los de mayor grado de escolaridad (61.72 y 188.48 µg/L). Los niveles de DDE nos indican una exposición crónica de los trabajadores al insecticida DDT; además dentro de los factores asociados a la exposición se encontraron las actividades del trabajador, la antigüedad en el trabajo y el grado de escolaridad.

Palabras clave: DDT, DDE, plaguicidas, organoclorados.

INTRODUCCIÓN

El DDT es un insecticida organoclorado disponible en diferentes presentaciones. Las formulaciones comerciales de DDT normalmente consisten de 77% *p,p'*-DDT, 15% *o,p'*-DDT, 4% *p,p'*-DDE y menos de 1% de *o,p'*-DDE (WHO, 1979). El DDT es muy persistente en el medio ambiente, con una vida media de aproximadamente 15 años, e inmóvil en suelo. Sus productos de

degradación ambiental son DDE y DDD, los cuales son altamente persistentes y con propiedades fisicoquímicas similares (ATSDR, 2002).

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.

La exposición a DDT en humanos se considera un factor de riesgo para la salud y su exposición se ha relacionado con efectos reproductivos (Salazar-García *et al.*, 2004), efectos sobre parámetros seminales y hormonas sexuales (Dalvie *et al.*, 2004a ; Dalvie *et al.*, 2004b), sobre enzimas hepáticas (Bowman *et al.*, 1991), todos ellos en trabajadores rociadores, de programas del combate y control del paludismo; además, en hombres adultos no ocupacionalmente expuestos se ha reportado efectos en hormonas sexuales (Asawasinsopon *et al.*, 2006), tiroideas (Meeker *et al.*, 2007), reducción de parámetros seminales (De Jager *et al.*, 2006); además de efectos en enzimas hepáticas en granjeros (Azmi *et al.*, 2006).

Los trabajadores rociadores del programa de prevención y control del paludismo, estuvieron expuestos al DDT y metabolitos por diferentes vías. En este sentido las concentraciones sanguíneas en los trabajadores son de vital importancia, de acuerdo a los efectos en la salud reportados para estos contaminantes. Tomado en cuenta lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar los niveles de DDT y DDE en trabajadores del Programa Prevención y Control del paludismo de Tapachula, Chiapas, México.

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 Km², Latitud 14°54'N y Longitud 92°16'W, lo que representa para el estado el 0.04% (INEGI, 2005).

Población

Se estudiaron 32 trabajadores del Programa de Prevención y Control del Paludismo, en Tapachula, Chiapas (México), con edad promedio de 53 años. Todos los trabajadores tuvieron antecedentes étnicos y un nivel socioeconómico similar y aceptaron participar voluntariamente después de recibir información en una reunión de trabajo. El estudio fue realizado entre junio y diciembre del 2007. Una vez obtenido el consentimiento informado, se aplicó un cuestionario y tomó una muestra sanguínea de 3 ml en tubos Vacutainer heparinizados. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en condiciones de refrigeración y almacenadas a -30 °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, ocupación, antigüedad en el trabajo, consumo de alcohol y tabaco.

Análisis cromatográfico

La extracción de DDT y su metabolito DDE se realizó en sangre completa siguiendo la técnica descrita por Guardino y cols. (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. 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 auxiliar de Nitrógeno de igual grado de pureza de 60 ml/min. 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: Tipo de actividad (puesto), edad, historia de exposición laboral, escolaridad y consumo de alcohol y tabaco.

Análisis estadístico

Los niveles sanguíneos de DDT y DDE, edad, antigüedad en el trabajo, tabaquismo, consumo de alcohol, y variables sociodemográficas fueron caracterizadas usando estadística descriptiva. La comparación de los niveles sanguíneos de DDT y DDE entre las diferentes ocupaciones de los trabajadores, historia de exposición y nivel educativo, se realizó mediante un análisis de comparación de medias de Scheffé. El análisis se realizó usando STATA para Windows 8.0 (Texas, USA).

RESULTADOS

Concentración media de DDT y sus metabolitos

Se encontró en los trabajadores una concentración media de DDT de 86.83 µg/L y un rango de 5.31 – 291.21 µg/L. Con relación al DDE se encontró una media de 264.95 µg/L y un rango de 21.84 – 920 µg/L, detectándose ambos compuestos en el 100% de los trabajadores.

Comparación de los niveles de DDT y DDE

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.01$) en las concentraciones sanguíneas de DDT y su metabolito DDE entre los trabajadores que desarrollaban actividades de rociado y los que desempeñaban actividades de supervisión (jefe de brigada o sector), de tal manera que la concentración de DDT es del triple y la de DDE mas de dos veces en los primeros comparados con los segundos (tabla 1).

Tabla 1. Niveles sanguíneos de DDT y DDE ($\mu\text{g/L}$) en trabajadores del programa de prevención y control del paludismo, según actividad, en Tapachula, Chiapas (México).

| Compuesto | Puesto | n | Media | D.E | Rango |
|-----------|------------|----|--------|-------|----------------|
| DDT | Rociador | 25 | 102.26 | 68.87 | 17.13 - 291.21 |
| | Supervisor | 7 | 31.70 | 21.04 | 5.53 - 60.66 |
| DDE | Rociador | 25 | 307.44 | 180.0 | 75.89 - 920.00 |
| | Supervisor | 7 | 113.20 | 57.7 | 21.84 - 187.50 |

Tabla 2. Niveles de DDT y DDE ($\mu\text{g/L}$) en trabajadores del programa de prevención y control de paludismo, según tiempo de exposición, en Tapachula, Chiapas (México).

| Compuesto | Tiempo de exposición | n | Media | D.E | Rango |
|-----------|----------------------|----|--------|--------|----------------|
| DDT | 1 - 10 años | 18 | 63.0 | 51.85 | 5.31 - 208.0 |
| | > de 10 años | 14 | 117.42 | 75.80 | 23.7 - 291.20 |
| DDE | 1 - 10 años | 18 | 193.8 | 116.80 | 21.84 - 96.0 |
| | > de 10 años | 14 | 356.43 | 207.90 | 116.93 - 920.0 |

Tabla 3. Niveles de DDT y DDE ($\mu\text{g/L}$) en trabajadores del programa de prevención y control de paludismo, según escolaridad, en Tapachula, Chiapas (México).

| Compuesto | Escolaridad | n | Media | D.E | Rango |
|-----------|-------------|----|--------|--------|---------------|
| DDT | Primaria | 14 | 119.10 | 76.27 | 22.0 - 291.21 |
| | Secundaria | 18 | 61.72 | 49.79 | 5.31 - 208.90 |
| DDE | Primaria | 14 | 363.28 | 202.80 | 95.42 - 920.0 |
| | Secundaria | 18 | 188.48 | 115.62 | 21.84 - 496.7 |

Historia laboral del trabajador

El tiempo de exposición expresado en años se agrupó en dos categorías, encontrándose que los trabajadores que estuvieron expuestos de 1 a 10 años presentaron una concentración media de DDT y DDE, significativamente menor ($p < 0.01$) comparados con aquellos que estuvieron expuestos por más de este período (tabla 2).

Tabaquismo

Considerando al tabaquismo durante la jornada laboral, como un posible factor de riesgo para la exposición, se compararon las concentraciones medias de DDT y DDE entre los fumadores y no fumadores, encontrándose diferencias entre ambos grupos, aunque éstas no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). No se presentan datos.

Escolaridad

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.001$) de los niveles de DDT y DDE entre los trabajadores que tuvieron una escolaridad de primaria completa y

los que habían completado la instrucción secundaria o técnica (tabla 3), lo que significa que a mayor grado de escolaridad menores niveles sanguíneos de estos compuestos.

DISCUSIÓN

Se encontró tres veces más DDE que DDT en sangre de los trabajadores estudiados, lo que significa una exposición crónica al DDT. El porcentaje de trabajadores con DDE (100%) es mayor al reportado por Bouwman *et al.* (1991) (33.4%) en rociadores de un programa de control de paludismo en Natal Sudáfrica. Asimismo los niveles de DDE son 2.4 veces mayores que los obtenidos por este mismo autor (media=129.3 $\mu\text{g/L}$) y dos veces el valor máximo reportado por Dorés *et al.* (2003) para este metabolito. La diferencia significativa de los niveles sanguíneos de DDT y DDE entre los trabajadores que desempeñan labores de rociado en comparación con los que realizan labores de supervisión como jefes de Sector o de brigada; puede atribuirse a una exposición más directa de los primeros. Similares resultados fueron encontrados por Dorés *et al.* (2003) en trabajadores del programa de control de paludismo en el estado de Mato Grosso, Brasil.

Por otra parte, la diferencia de los niveles de DDT y su metabolito DDE encontrados en el presente estudio según el tiempo de exposición, puede explicarse porque siendo el DDT un insecticida persistente y bioacumulable, las personas expuestas durante más tiempo tendrán mayores cantidades que las expuestas por un tiempo menor (ATSDR, 2002), situación consistente con los hallazgos de Dalvie *et al.* (2004c), quien reportó asociación entre los años de antigüedad como rociador y las concentraciones de DDE.

En cuanto a las diferencias, aunque no significativas en los niveles de DDT y DDE entre trabajadores que fumaban y quienes no tenían este hábito, esta puede deberse a una mayor exposición a la nube de rociado por la acción de fumar.

En relación a las diferencias de los niveles sanguíneos de DDT y DDE encontradas en cuanto a escolaridad; se ha documentado ampliamente que el adecuado manejo de plaguicidas se relaciona con el nivel educativo (Tinoco Ojanguren, 1998) y los

individuos con mayor escolaridad tienen mayor conocimiento sobre los efectos de los plaguicidas en la salud, y por tanto tomarán medidas para exponerse en menor grado.

CONCLUSIONES

- Se detectó DDT y su metabolito DDE en el 100% de los trabajadores estudiados.
- Se encontraron niveles altos de DDE, lo que nos indica una exposición crónica al DDT por parte de los trabajadores.
- La exposición encontrada significa un posible riesgo a la salud para los trabajadores que han sido rociadores del programa de prevención y control del paludismo.
- Dentro de los factores de riesgo de exposición al DDT, se encontraron las actividades del trabajador y la escolaridad.

BIBLIOGRAFÍA

- Asawasinsopon R, Prapamontol T, Prakobvitayakit O, Vaneesorn Y, Manklabruks A, Hock B (2006). Plasma levels of DDT and their association with reproductive hormones in adult men from north Thailand. *Sci Total Environ.* 355: 98-105
- ATSDR (2002). Toxicological profile for DDT/DDE/DDD. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Public Health Service, Atlanta, GA.
- Azmi MA, Naqvi SN, Azmi MA, Aslam M (2006). Effect of pesticides on health and different enzyme levels in the blood of farm worker from Gadap (rural area) Karachi-Pakistan. *Chemosphere* 64: 1739-44
- Barraza-Villarreal A, Fariás P, Díaz Sánchez V, Bailey JL, De Jager T, Ayote P, Hernández-Avila M, Dewailly E (2004). Nonoccupational determinants of plasma DDT and p,p'-DDE in men from Chiapas, Mexico. *Arch Environ Health.* 59:42-9
- Bouwman H, Copan RM, Botha MJ., Becker PJ (1991a). Serum levels of DDT and liver function of malaria control personnel. *S Afr Med J.* 79:326-9
- Caballero, RM (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.
- Dalvie MA, Myers JE, Lou Thompson M, Dyer S, Robins, Omar S, Riebow J, Molekwa J, Kruger P, Millar R (2004a). The long-term effects of DDT exposure on semen, fertility, and sexual function of malaria vector-control workers in Limpopo Province, South Africa. *Environ Res.* 96:1-8
- Dalvie MA, Myers JE, Lou Thompson M, Dyer S, Robins, Omar S, Riebow J, Molekwa J, Kruger P, Millar R (2004b). The hormonal effects of long-term DDT exposure on malaria vector-control workers in Limpopo Province, South Africa. *Environ Res.* 91:9-19
- Dalvie MA, Myers JE, Thompson ML, Robins TG, Omar S, Riebow J (2004c). Exploration of different methods for measuring DDT exposure among malaria vector-control workers in Limpopo Province, South Africa. *Environ Res.* 96:20-7
- De Jager C, Farias P, Barraza-Villarreal A, Avila M.H, Ayote P, Dewailly E, Dombrowski C, Rousseau F, Sánchez VD, Bailey JL (2006) Reduced seminal parameters associated with environmental DDT exposure and p,p-DDE concentrations in men in Chiapas, Mexico: a cross-sectional study. *J Androl.* 27:16-27
- Dores EF, Carbo L, de Abreu AD (2003). Serum DDT vector control sprayers in Mato Grosso State, Brazil. *Cad Saude Publica.* 19:429-37
- Fernández De Castro, J (1988). Panorama histórico y epidemiológico del paludismo en México. Secretaría de Salud. México.
- Guardino, X, Serra, C, Obiols, J, Rosell, MG, Berenguer, MJ, López, F, and Brosa, J (1996). Determination of DDT and related compounds in blood samples from agricultural workers. *J. Chromatogr. A* 719: 141-147
- 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>
- Salazar-García F, Gallardo-Díaz E, Cerón-Mireles P, Lomis D, Borja-Aburto VH (2004). Reproductive effects of occupational DDT exposure among male malaria control workers. *Environ Health Perspect.* 112:542-7
- Stapleton, FH (1998). The dawn of DDT and its experimental use by the Rockefeller foundation in Mexico. 1943-1952. *Parassitologia* 40: 149-158
- Tinoco-Ojanguren, R (1998). Plaguicidas, balanceando riesgos y recursos. Pobreza y Salud: Los retos de la investigación en Chiapas. San Cristóbal de Las Casas Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. pp. 18-21