



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS EN NIÑOS DE LA ZONA PLATANERA DEL SOCONUSCO, CHIAPAS

Norma Edith Rivero-Pérez¹
*Antonio Trejo-Acevedo¹
Crispín Herrera-Portugal²

*EXPOSITION TO PESTICIDES IN CHILDREN FROM
BANANA ZONE SOCONUSCO, CHIAPAS*

Recibido el 2 de septiembre de 2013; Aceptado el 26 de junio de 2014

Abstract

The organochlorine (OC) pesticides like DDT were widely used in Mexico in agriculture and malaria control. We analyzed by GC-MS, 201 plasma samples of children from 4 communities from banana zone Soconusco. Of 28 compounds tested was determined exposure to DDE, DDT and lindane. An interesting finding was that after 10 years that DDT was banned in Mexico, detected levels reveal that the child populations of banana Soconusco area are exposed to this compound. The DDE was detected in 92.6% of the samples, the DDT and lindane in the 64.7% and 70% of samples respectively. The community of Miguel Aleman, presented the highest levels of exposure to DDE, DDT and lindane, with values 15457 ng/g Lipid, 3213.8 ng/g Lipid and 1596.4 ng/g Lipid, respectively. The exposure determined in the communities from banana zone Soconusco are similar to those of malaria endemic areas in Mexico, where agriculture is also practiced. Lindane exposure in children is a reflection of the widespread use of this compound for the control of head lice and scabies among populations. In recent years, we take become aware of the threats to health and environment by the indiscriminate use of toxic chemicals, particularly those of synthetic origin and require longer times for degradation. Therefore it is necessary to conduct investigations to determine the risk of exposure and to determine the effects made by these compounds.

Key Words: Children, DDT, exposition, lindane, Soconusco.

¹ Centro Regional de Investigación en Salud Pública/Instituto Nacional de Salud Pública, México

² Facultad de Ciencias Químicas Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas, México.

* *Autor correspondiente:* Laboratorio de Toxicología y Salud Ambiental. Centro Regional de Investigación en Salud Pública/Instituto Nacional de Salud Pública. 4a Norte y 19 calle Poniente S/N. Colonia Centro. Tapachula, Chiapas. C.P. 30700.

Email: trejo@insp.mx

Resumen

Los plaguicidas organoclorados (OC) como el DDT fueron ampliamente utilizados en México en la agricultura y el control de paludismo. Se analizaron por CG-EM, 201 muestras de plasma de niños de 4 comunidades de la zona platanera del Soconusco. De 28 compuestos analizados, se determinó exposición para DDE, DDT y lindano. Un hallazgo interesante fue que después de 10 años de que el DDT fue prohibido en México, los niveles detectados revelan que las poblaciones infantiles de la zona platanera del Soconusco están expuestas. El DDE se detectó en 92.6% de las muestras, el DDT y el lindano en 64.7% y 70% respectivamente. La comunidad de Miguel Alemán, presentó los niveles más altos para DDE, DDT y lindano, con valores de 15457 ng/g Lípido, 3213.8 ng/g Lípido y 1596.4 ng/g Lípido respectivamente. La exposición determinada en las comunidades de la zona plataneras del Soconusco, son similares a las de zonas endémicas de paludismo en México, en donde también se practica la agricultura. La exposición de lindano en los niños, es reflejo del amplio uso de este compuesto para control de la pediculosis o la escabiasis entre las poblaciones. En los últimos años, hemos tomado conciencia sobre las amenazas a la salud y al ambiente por el uso indiscriminado de productos químicos tóxicos, particularmente aquellos de origen sintético, que requieren tiempos prolongados para su degradación. Por lo que es necesario llevar a cabo investigaciones para establecer el riesgo por exposición y para determinar los efectos ocasionados por estos compuestos.

Palabras clave: .DDT, exposición, lindano, niños, Soconusco.

Introducción

El plátano es uno de los principales cultivos a nivel mundial, en México se cultivan 82 mil hectáreas aproximadamente (CSPPN, 2010). Los principales estados productores son Chiapas, Veracruz, Tabasco, Michoacán, Colima, Oaxaca y Jalisco. El estado Chiapas se caracteriza por ser eminentemente agropecuario el 60% de la superficie estatal se ocupa en alguna actividad productiva. La agricultura es el principal sustento de la población de Chiapas; ocupa una superficie de aproximadamente 1.5 millones de hectáreas, empleando casi la totalidad de la población económicamente activa del sector agropecuario (SE, 2011).

La región del Soconusco se conforma por 16 municipios, esta región posee una enorme biodiversidad que la distingue. Su geografía hace de ella una porción de tierra fértil para la agricultura. En materia de plantaciones agroindustriales, el Soconusco destaca por su producción de plátano, exportando 78,086 toneladas al mercado americano y canadiense, ubicando a Chiapas en el primer lugar nacional en producción con 774,431 toneladas anuales (GEC, 2011). La superficie utilizada del Soconusco para la producción de plátano es de 7,695 hectáreas, de las cuales 5,500 hectáreas son de banano (*Musa AAA*) y 2,195 hectáreas de plátano (*Musa AAB*) (AAPP, 2013). De los municipios que integran el Soconusco, son 8 en los que se realizan intensivamente actividades en el cultivo del plátano. De estos sobresalen por la superficie cultivada y su producción los municipios de Mazatán, Tapachula y Suchiate.

Las tierras de cultivo utilizadas actualmente para la producción de plátano en el Soconusco, fueron utilizadas anteriormente en su mayoría para el cultivo del algodón, llegando a sembrar en el Soconusco alrededor de 40 000 hectáreas de algodón. En donde el municipio de Tapachula fue de las principales zonas productoras de algodón en México (ISAT, 2001).

Los cultivos como el plátano y el algodón a través del tiempo han enfrentado múltiples plagas y los agricultores para proteger sus siembras, han aplicado diversos plaguicidas de forma individual o como mezclas en las diferentes etapas de los cultivos (CESVC, 2006). En el caso del algodón, en Nicaragua al final de la década de los 80's, en la época de mayor producción se usó el DDT de manera intensiva en el control de plagas, realizando más de 15 aplicaciones por ciclo agrícola (PNUD/MARENA, 2008), aplicando aproximadamente 1,100 kilogramos de DDT en 100 hectáreas (Attaran, et al., 2000). Se estima que solo en la costa de Nicaragua se sembraron en un periodo de 30 años, 5 millones de hectáreas las cuales fueron tratadas con DDT. Esta situación se aplica a toda la costa pacífica de Centroamérica y a las zonas de mayor importancia agrícola de México (ISAT, 2001). Además el Soconusco es considerado como zona endémica de transmisión de paludismo, en la que se utilizó el DDT para el control del mosquito vector (*Anopheles albimanus*) por un periodo de casi 40 años, el DDT se aplicaba en cada casa dos veces al año, con poco más de medio kilogramo en cada ocasión (Attaran, et al., 2000). En México, el uso del DDT se extendió rápidamente a partir de la década de los 50s, por la Campaña Nacional para la Erradicación del Paludismo (CNEP) y actualmente está prohibido su uso en México a partir del año 2000 (ISAT, 2001) y en los campos donde se sembraba algodón ahora son utilizados para el cultivo de plátano.

La aplicación de plaguicidas pueden ocasionar riesgos para la salud de los agricultores y de las personas que viven en las proximidades de las zonas en donde se aplican estos productos, a menudo como resultado de una manipulación incorrecta, descuidada (Fait, et al., 2004) o irresponsable, al no respetar o cumplir con las medidas de prevención y protección, tanto para los trabajadores agrícolas, como para la población en general que vive en la zona o en las cercanías de los campos agrícolas.

Los niños son los más sensibles a los contaminantes medioambientales, más susceptibles que los adultos, debido a su estado de desarrollo, no son adultos pequeños y no comprenden los riesgos (OPS, 2003; Moya 2004). Proporcionalmente por kilogramo de peso comen más alimentos, beben más líquidos y respiran más aire que los adultos (Moya, 2004), incrementando proporcionalmente su exposición a los contaminantes presentes en el ambiente (CCA, 2002).

A pesar de que en México se aplican miles de toneladas anuales de plaguicidas, los estudios sobre exposición humana todavía se mantienen a nivel de investigación científica universitaria y no han dado el salto a convertirse en parte de un esquema regional de vigilancia epidemiológica para las poblaciones en riesgo. Por lo anteriormente mencionado y atendiendo a la necesidad

de evaluar la exposición a plaguicidas en las poblaciones infantiles, el objetivo de la presente investigación fue realizar un monitoreo biológico, mediante el análisis de biomarcadores de exposición a plaguicidas OC en muestras de sangre para determinar los niveles de exposición en las poblaciones infantiles que viven en áreas próximas a zonas plataneras del Soconusco, Chiapas

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la región del Soconusco en el estado de Chiapas. La selección de las comunidades se realizó recorriendo los caminos y accesos de las zonas agrícolas en los municipios del Soconusco. Se georreferenció cada área de cultivo de plátano y se elaboraron mapas temáticos ubicando las plataneras y las comunidades cercanas a estas. Tres zonas plataneras fueron seleccionadas de los municipios de Suchiate, Mazatán y Tapachula, seleccionando cuatro comunidades: El Ejido Miguel Alemán y Jesús del Municipio de Suchiate, Ruiz Cortines del Municipio de Mazatán y Raymundo Enríquez del Municipio de Tapachula (Figura 1).

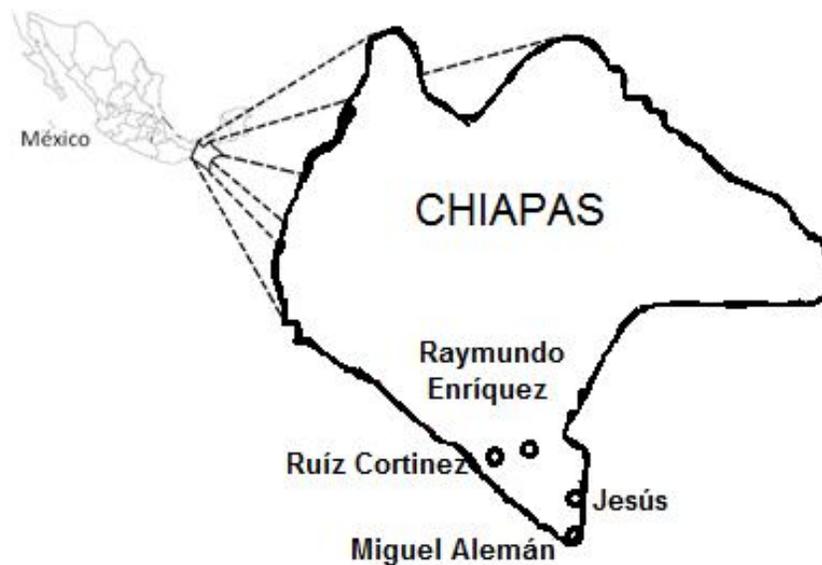


Figura 1. Localización de las comunidades de estudio

Inicialmente en cada comunidad se realizaron reuniones con autoridades civiles, locales y municipales de Salud. Se solicitó a padres de familia y niños su autorización por escrito, para participar en el estudio durante 2 años (2010 y 2011), mencionando que el proyecto cumple con los requisitos de los comités de ética, bioseguridad e investigación del Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP) del Instituto Nacional de Salud Pública. Se aplicaron a los padres de familia cuestionarios de exposición. La población de estudio fue una cohorte cerrada de 201 niños de 7-12 años de edad de las cuatro comunidades, para realizar el biomonitoreo de plaguicidas OC en plasma. A los niños participantes en el estudio, se les tomó una muestra de sangre venosa (7 ml aproximadamente) obtenida por punción de la vena cubital, colectada en un tubo vacutainer con heparina. Se obtuvieron dos muestras una durante el primer año del estudio y otra al siguiente año.

Las muestras fueron etiquetadas con un folio para mantener la confidencialidad de los individuos participantes en el proyecto y posteriormente fueron transportadas al laboratorio de Toxicología y Salud Ambiental del CRISP. En donde se procedió a separar el plasma y posteriormente se almacenaron las muestras a -20°C hasta su posterior análisis. La determinación de compuestos OC en las muestras de plasma, se realizó por el método de extracción para Contaminantes Orgánicos Persistentes descrito por Trejo et al., (2009), el cual nos permitió analizar 14 diferentes insecticidas OC (DDT, DDE, aldrín, heptaclor epóxido, alfa clordano, gama clordano, cis nonaclor, trans nonaclor, oxiclordano, hexaclorobenceno, mirex, isómeros alfa, beta y gama del hexaclorociclohexano (HCH), este método también nos permite analizar para los mismos extractos 14 compuestos bifenilos policlorados (congéneres 28, 52, 99,101, 105, 118, 128, 138, 153, 156, 170, 180, 183, 187). A cada una de las muestras se cuantificaron los lípidos totales por el método colorimétrico.

Resultados

De la información obtenida en el cuestionario aplicado a padres de familia respecto al nivel escolar, el 28.8% de las madres de familia no tiene educación escolar y de los padres solo fue el 25.8%. Las ocupaciones de los padres de familia fueron jornaleros (37%), agricultores (30%) y trabajadores por cuenta propia (27%), es importante señalar que estas ocupaciones suman el 94% de los padres de familia encuestados y se dedican al trabajo agrícola en sus propias parcelas o trabajan dentro de los plantíos de las plataneras.

De los 28 compuestos seleccionados para determinar los niveles de exposición en el estudio solo se detectaron tres plaguicidas (lindano, DDE y DDT). No se determinó exposición a compuestos industriales (Bifenilos policlorados PCB por sus siglas en inglés). Los plaguicidas OC y los niveles determinados en las muestras de sangre obtenidas de cada uno de los niños, en los dos años del estudio se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.- Niveles de exposición a plaguicidas organoclorados detectados en muestras de sangre de los niños y niñas, de la zona platanera del Soconusco, Chiapas

Comunidad	Año	Analito	N	MG	DE	Máximo	Mínimo
Miguel Alemán	2010	Lindano	55	1596.4	5814.1	4282.8	1139.24
		DDE	55	15457.4	15150.3	23643.3	15451.9
		DDT	55	3213.8	5836.3	6704.4	3548.9
	2011	Lindano	55	1234.7	5800.9	3954.2	817.7
		DDE	55	14735.7	13936.1	21191.7	13656.8
		DDT	55	975.6	1414.0	1541.5	777.0
Ruiz Cortines	2010	Lindano	55	1129.8	1339.2	1204.8	480.7
		DDE	55	8608.6	2991.6	9572.2	7954.7
		DDT	55	927.5	934.0	692.2	241.3
	2011	Lindano	55	766.1	372.5	847.6	646.2
		DDE	55	420.1	512.7	693.0	415.8
		DDT	55	1051.8	2087.1	1710.0	581.8
Raymundo Enríquez	2010	Lindano	50	423.6	393.4	322.8	99.2
		DDE	50	8682.0	2355.2	9460.2	7610.0
		DDT	50	852.0	1626.7	1020.9	96.3
	2011	Lindano	50	771.0	439.0	430.6	181.1
		DDE	50	908.5	2566.7	2134.3	675.4
		DDT	50	378.6	502.5	549.8	264.2
Ejido Jesús	2010	Lindano	41	1293.3	6088.3	4059.3	215.8
		DDE	41	12842.3	6923.9	14662.0	10291.1
		DDT	41	3007.5	5771.5	5022.5	1379.1
	2011	Lindano	41	854.0	5863.7	3480.0	59.9
		DDE	41	3089.0	7579.9	7678.4	2893.4
		DDT	41	704.4	1901.9	1746.4	545.8

Concentraciones en sangre son mostradas en ng/g Lípido. N=Número de muestras analizadas por comunidad, MG= Media geométrica, DE=Desviación estándar

Se determinó la exposición a DDT en las cuatro comunidades y los niveles más altos se reportaron para el año 2010, en este año los niveles más altos se presentaron en la comunidad de Miguel Alemán con 3213.8 ng/g Lípido seguido del ejido Jesús (3007.5 ng/g Lípido), Ruiz Cortines y Raymundo Enríquez con 927.5 ng/g Lípido y 852.0 ng/g Lípido, respectivamente. En el 2011 Ruiz Cortines presentó el nivel más alto (1051.8 ng/g Lípido), Miguel alemán presentó un nivel de 975.6 ng/g Lípido. El Ejido Jesús y Raymundo Enríquez presentaron 704.4 ng/g Lípido y 378.6 ng/g Lípido respectivamente.

El DDE se detectó en las cuatro comunidades, durante los dos años del estudio los niveles más altos se presentaron en Miguel Alemán, con valores de 15457 ng/g Lípido y 14735.7 ng/g Lípido para 2010 y 2011 respectivamente. La comunidad de Jesús con niveles de 12842.3 ng/g Lípido y 3089.0 ng/g Lípido, respectivamente. Las comunidades de Ruiz Cortines y Raymundo Enríquez

durante el 2010 presentaron niveles con 8608.6 ng/g Lípido y 8682.0 ng/g Lípido, respectivamente. Y durante 2011 mostraron valores de 420.1 ng/g Lípido y 908.5 ng/g Lípido, respectivamente.

Un hallazgo interesante en nuestro estudio fue que a pesar de tener más de 10 años de prohibido el uso del DDT en México detectamos este compuesto en el 64.7% de las muestras de sangre en los dos años. El DDE fue detectado en el 92.6%, de las muestras analizadas. Los niveles detectados en el Soconusco son semejantes a los encontrados por otros autores en áreas agrícolas similares y endémicas de paludismo del Norte, Centro y Sur del país (Yáñez et al, 2002; Herrera-Portugal et al. 2005; Martínez-Salinas et al. 2011; Díaz-Barriga et al., 2012; Trejo-Acevedo et al. 2009, 2012a). Los resultados del cuarto Informe Nacional sobre la Exposición Humana a Químicos Ambientales, de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición de los Estados Unidos (CDC, 2009), no muestran exposición a DDT en ningún grupo de edad, género o raza, siendo nuestros resultados muy elevados respecto a la población de los Estados Unidos. Respecto al DDE los resultados del CDC (2009) para la población México-Americana del 2003-2004, presenta un valor de 444 ng/g Lípido, valor superior al de la comunidad de Ruíz Cortines en el año 2011 (420.1 ng/g Lípido). En el mismo año Raymundo Enríquez presenta poco más del doble del valor (908.5 ng/g Lípido) del CDC. En las demás comunidades y años los valores encontrados en las poblaciones infantiles de las plataneras fueron superiores a 7 veces más que los del CDC, siendo la comunidad de Miguel Alemán la que superó en casi 35 veces el valor del CDC.

Los plaguicidas OC como el DDT fueron ampliamente utilizados en México en la agricultura y en los programas de control de paludismo. Razón por la cual en la última década se han realizado distintos estudios evaluando e informando la exposición humana al DDT en numerosas comunidades en México (Yáñez et al, 2002; Pérez-Maldonado et al 2004, 2006, Trejo-Acevedo et al. 2009; Martínez-Salinas et al. 2011). Esto debido a la preocupación por el uso y efecto de los plaguicidas, como lo demuestra la tendencia en las publicaciones de investigaciones sobre plaguicidas, con una proporción creciente constantemente relacionada con el efecto de los plaguicidas en los últimos 28 años (Köhler and Triebkorn, 2013). En los últimos años el número de publicaciones sobre los efectos relacionados con plaguicidas se ha extendido hacia otros compuestos como organofosforados, piretroides y neonicotinoides (Köhler and Triebkorn, 2013), destacando que los que presentan mayor número de publicaciones son los OC y organofosforados.

Otro de los plaguicidas encontrados en las muestras de los niños participantes fue el lindano (isómero gamma del HCH). La comunidad de Miguel Alemán presentó los niveles más altos en los dos años del estudio con valores de 1596.4 ng/g Lípido para el 2010, y en el 2011 presentó 1234.7 ng/g Lípido. La segunda comunidad con mayor nivel de lindano fue el ejido Jesús (1293.3 ng/g Lípido y 854.0 ng/g Lípido) para el 2010 y 2011, respectivamente. La comunidad de Ruiz

Cortines fue la tercera comunidad con los niveles más altos de exposición, presentando 1129.8 ng/g Lípido y 766.1 ng/g Lípido para el año 2010 y 2011, respectivamente. De las cuatro comunidades la que presentó el menor nivel de exposición a lindano fue Raymundo Enríquez con 423.6 ng/g Lípido y 771.0 ng/g Lípido en 2010 y 2011, respectivamente.

Nuestros resultados no mostraron exposición de las poblaciones infantiles a los isómeros alfa y beta del HCH (isómeros presentes en la formulación técnica de uso agrícola). Los resultados nos indican que la exposición a HCH en las muestras analizadas solo se determinó la presencia del isómero gamma del HCH (lindano), lo que indica que la exposición a este compuesto, fue debido a la utilización de champús, cremas y jabones para controlar la pediculosis y la escabiasis. Esta información fue comprobada por los padres al afirmar que usan este tipo de compuesto con fines terapéuticos y que lo adquieren en la comunidad. El promedio de los niveles encontrados de lindano en nuestro trabajo (poco más de 1000 ng/g Lípido) en las cuatro comunidades, fueron inferiores a los encontrados en otros estudios en distintos estados de México (Trejo-Acevedo et al. 2009, 2012b). Pero al comparar los resultados obtenidos con los reportados en el Informe Nacional sobre la Exposición Humana a Químicos Ambientales del CDC (2009), para el periodo de 1999 al 2004, podemos observar que los niveles reportados en nuestro estudio son superiores a lo reportado por el CDC, ya que ellos reportan niveles por debajo del límite de detección. Esto nos demuestra que el uso de estos productos es aún constante, a pesar de estar prohibidos en México los productos que contengan lindano. Actualmente se utilizan piretroides como pediculicidas de los cuales se desconocen los posibles efectos en las poblaciones expuestas. Las exposiciones agudas con lindano en humanos, se deben a intoxicaciones accidentales o intencionales por ingestión, inhalación o absorción a través de la piel (ATSDR, 2009) y los efectos observados por la exposición a este compuesto comprenden estimulación del sistema nervioso central, excitación, problemas motores y convulsiones, por lo que es necesario evaluar ampliamente las exposiciones humanas y los efectos ocasionados por este compuesto.

Conclusiones

En los últimos años, se ha tomado conciencia sobre las amenazas a la salud y al ambiente por el uso indiscriminado de las sustancias químicas tóxicas, particularmente aquellas de origen sintético y que requieren tiempos prolongados para su degradación. Los resultados encontrados en el presente estudio, muestran alta exposición a plaguicidas OC (DDT, DDE y lindano) en las poblaciones infantiles que habitan en las comunidades agrícolas del Soconusco, Chiapas, a pesar de que compuestos como el DDT y el lindano, son considerados plaguicidas en desuso en México y prohibido en muchos países, aún es posible detectar su presencia en muestras biológicas y ambientales, por lo que es necesario continuar monitoreando la presencia de estos compuestos y realizar más estudios para esclarecer las posibles vías y rutas de exposición. Así

como de realizar estudios para evaluar los efectos ocasionados por este tipo de compuestos y determinar el nivel de riesgo prevalente entre las poblaciones expuestas.

Agradecimientos.

Este trabajo fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de México. Proyecto SALUD 2008-C01-87647.

Referencias bibliográficas

- AAPP (2013). Junta Local de Sanidad Vegetal de Productores de Plátano del Soconusco. Asociación Agrícola de 288 Productores de Plátano del Soconusco. Recuperado el 20 de agosto de 2013, desde <http://www.platanerosoconusco.com/juntalocal.html>
- ATSDR (2009). Toxicological profiles. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry. Recuperado el 21 de agosto de 2013, desde <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>.
- Attaran A., Roberts D. R., Curtis C. F. & Kilama W. L. (2000). Balancing risks on the backs of the poor. *Nature Medicine* - July **6**(7), 729 – 731.
- CCA (2002). Hacia un medio ambiente más sano. Panorama general de los retos ambientales para la salud de la niñez de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Abril.
- CESVC (2006). Plaguicidas autorizados en el cultivo del plátano. Campaña manejo fitosanitario del plátano. Comité estatal de sanidad vegetal del estado de Colima. Folleto divulgativo N° 6 Marzo.
- CDC (2009). Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention
- CSPPN (2010). Comité sistema producto plátano nacional. Plan rector nacional. Julio.
- 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 Mexico. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **62**(2), 351-358.
- Fait A, Iversen B, Tiramani M, Maroni M. (2004). Prevención de los riesgos para la salud derivados del uso de plaguicidas en la agricultura. Serie protección de la salud de los trabajadores no.1. *Organización Mundial de la Salud*. Impreso en Francia.
- GEC (2011). Informe regional VIII Soconusco. IV informe de Gobierno. Gobierno del Estado de Chiapas.
- Herrera-Portugal, C., Ochoa, H., Franco, G., Yáñez, L., Díaz-Barriga, F. (2005). Environmental pathways of exposure to DDT for children living in a malarious area of Chiapas, Mexico, *Environ. Res.*, **99**(2), 158–163
- ISAT (2001). Diagnóstico situacional del uso de DDT y el control de la malaria. Informe regional para México y Centro América. Instituto de Salud Ambiente y Trabajo.
- Köhler, H.R. and Triebskorn, R. (2013) Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the Population Level and Beyond? *Science*, **341**(6147), 759-765
- Martínez-Salinas, R.I., Díaz-Barriga, F., Batres-Esquivel, L.E., Pérez-Maldonado, I.N. (2011). Assessment of the Levels of DDT and its Metabolites in Soil and Dust Samples from Chiapas, Mexico, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **86**(1), 33–37.
- Moya J, Bearer CF, Etzel RA. (2004). Children's behavior and physiology and how it affects exposure to environmental contaminants. *Pediatrics* **113**(4), 996-1006.
- OPS/OMS (2003). A su salud! Publicación periódica de la representación de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud en Argentina. Número 3. Octubre-Noviembre.

- Pérez-Maldonado, I.N., Díaz-Barriga, F., De la Fuente, H., González-Amaro, R., Calderón, J., Yáñez, L. (2004). DDT induces apoptosis in human mononuclear cells in vitro and is associated with increased apoptosis in 322 exposed children, *Environ. Res.*, **94**(1), 38–46.
- Pérez-Maldonado, I.N., Athanasiadou, M., Yáñez, L., González-Amaro, R., Bergman, A., Díaz-Barriga, F. (2006). DDE-324 induced apoptosis in children exposed to the DDT metabolite, *Sci. Total Environ*, **370**(2-3), 343–351.
- PNUD/MARENA (2008). Proyecto Habilitante COP. Inventario Nacional de Plaguicidas COP en Nicaragua. Capítulo Tres. Antecedentes de los Plaguicidas. Nicaragua. Recuperado el 28 de agosto de 2013, desde <http://slbn.files.wordpress.com/2008/08/cap03.pdf>. 327
- SE (2011). Agroindustrial. Secretaría de Economía. Recuperado el 10 de septiembre de 2013, desde http://www.haciendachiapas.gob.mx/planeacion/Informacion/Programacion_Sectorial/Programas_Institucionales/pdfs/5PROG_INST_SECAM_130907.pdf
- Trejo-Acevedo, A., Díaz-Barriga, F., Carrizales, L., Domínguez, G., Costilla, R., Ize-Lema, I., Yarto-Ramírez, M., Gavilán-García, A., Mejía-Saavedra, J., Pérez-Maldonado, I.N. (2009). Exposure assessment of persistent organic pollutants and metals in Mexican children, *Chemosphere*, **74**(7), 974–980. 332
- Trejo-Acevedo A., Rivero-Pérez N.E., Flores-Ramírez R., Orta-García S.T., Varela-Silva J. A., Pérez-Maldonado I.N. 333 (2012a). Assessment of the Levels of Persistent Organic Pollutants and 1-Hydroxypyrene in Blood and Urine Samples from Mexican Children Living in an Endemic Malaria Area in Mexico, *Bull. Environ, Contam. Toxicol*, **88**(6), 828-832.
- Trejo-Acevedo, A., Rivero-Pérez, N.E., Díaz-Barriga, F., Orta-García, S.T., Pérez-Maldonado, I.N. (2012b). Assessment of the levels of hexachlorocyclohexane in blood samples from Mexico, *Bull. Environ, Contam. Toxicol*, **88**(6), 833-837.
- Yáñez, L., Ortiz-Pérez, D., Batres, L.E., Borja-Aburto, V.584 H., Díaz-Barriga, F. (2002). Levels of dichlorodiphenyltrichloroethane and deltamethrin in humans and environmental samples in malarious 341 areas of Mexico, *Environ. Res*, **88**(3), 174–181.