

## La contaminación por DDT en quesos de la Costa de Chiapas, México

### DDT CONTAMINATION IN CHEESES FROM COSTA DE CHIAPAS, MÉXICO

Crispín HERRERA PORTUGAL, Guadalupe FRANCO, Humberto BARRIENTOS, Miguel A. RODRIGUEZ

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

El DDT es un plaguicida organoclorado muy persistente en el medio ambiente. Este plaguicida fue ampliamente utilizado en comunidades endémicas de paludismo en México; y dada su persistencia ahora lo encontramos en diferentes matrices ambientales desde donde se incorpora a la cadena trófica y su exposición constituye un riesgo para la salud. El queso, como otros alimentos ricos en grasas es susceptible de ser contaminado por plaguicidas organoclorados provenientes del uso agrícola y sanitario. En este sentido, el objetivo del presente trabajo, fue cuantificar los niveles de DDT, DDE y DDD en queso producidos en la Costa de Chiapas. Se estudiaron 32 queserías, en donde se tomo igual número de muestras de queso doble crema a los que se les extrajo la grasa mediante el sistema Soxhlet usando hexano para reflujo por seis horas. La cuantificación de DDT, DDE y DDD, se realizó mediante un cromatógrafo de gases con detector de captura de electrones. Se encontró DDT y su metabolito DDD en el 75% de las muestras y DDE en el 100% de ellas. La media de DDE (ng/g de grasa) fue 2.7 veces mas que la concentración de DDT y 10 veces más que la de DDD. Aunque no se encontraron diferencias significativas de niveles de DDT y sus metabolitos (DDE DDD) entre los cuatro municipios en donde se ubican las queserías, si se observa una tendencia de aumento a medida que se avanza hacia la frontera sur; posiblemente porque en estos municipios se usó durante mas tiempo el DDT para el combate del vector del paludismo, además de su empleo masivo en el cultivo de algodón. Se concluye que pese a la prohibición del uso del DDT en campañas sanitarias y dada su persistencia y liposolubilidad, aun aparece en alimentos como el queso, cuyo consumo representa una vía de exposición a este contaminante.

#### INTRODUCCIÓN

El DDT es un plaguicida organoclorado muy persistente en el medio ambiente. Este plaguicida fue ampliamente utilizado en comunidades endémicas de paludismo en México, y dado su persistencia, ahora lo encontramos en diferentes matrices ambientales desde donde se incorpora a la cadena trófica (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 efectos reproductivos (Longnecker *et al.*, 2007), inmunosupresión (Vine *et al.*, 2001; Corsini *et al.*, 2008), efectos neurológicos y comportamiento (Miersma *et al.*, 2003; Dorner and Plagemann, 2002), genotoxicidad (Yáñez *et al.*, 2004; Herrera-Portugal, 2005), e hipertensión arterial (Valera *et al.*, 2013).

En la Costa de Chiapas, se usó 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-Portugal, 2001), contaminando los suelos (Pérez-Maldonado *et al.*, 2010), desde donde puede pasar a pastizales y contaminar el forraje que consume el ganado. Los residuos de este plaguicida se acumulan en mamíferos, pues siendo altamente lipofílicos se almacenan en tejido graso, y posteriormente como en el caso de las vacas, se excretan a través de la grasa de la leche (Waliszewski *et al.*, 2002).

Chiapas cuenta con una creciente industria lechera, basada en la combinación de sistemas de producción desde semiespecializados, familiar y de producción de doble propósito que generan más de un millón de litros de leche diariamente (SIAP, 2011). El 64 por ciento de la leche que se produce en el estado se destina a la producción de quesos y el 36 por ciento restante se comercializa como leche líquida.

La Costa de Chiapas (México), es una importante región productora de una amplia variedad de quesos, y buena parte de su economía se sostiene por la producción y comercialización de productos lácteos y la ganadería. La población de esta región, frecuentemente consume queso que probablemente este contaminado con DDT, exponiéndose por esta vía al plaguicida. 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 queso representa un riesgo para la salud para estas poblaciones. Tomando en cuenta lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo fue el de determinar los niveles de DDT, DDE y DDD en quesos crema de la región

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Tipo de estudio

Transversal, prospectivo, observacional y comparativo.

### Lugar de estudio

Para este estudio se seleccionó la Costa de Chiapas por dos razones fundamentales: la primera por ser una región ganadera y productora de derivados lácteos particularmente queso y segundo porque también es una región que estuvo durante muchos años sujeta a rociados por DDT para el combate del paludismo.

Con base a lo anterior se eligieron cuatro puntos de muestreo constituidos por los municipios de Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec y Acapetahua todos ellos con producción de queso.

### Tamaño de la muestra

32 muestras de queso doble crema de igual número de queserías.

### Toma de muestra

Se tomo una muestra de una pieza (200-1000 gr) de queso doble crema a cada una de las 32 queserías distribuidas en la zona de estudio. La muestra fue transportada en condiciones de refrigeración y

posteriormente fueron secadas para eliminar el contenido de humedad.

### 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 se determino gravimetricamente.

### Análisis cromatográfico

La determinación cuantitativa de DDT, DDE y DDD en grasa, 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 × 250 µm de diámetro interno × 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 DDD en quesos.

VARIABLES DE EXPOSICIÓN Y CONTROL: Queserías de la Costa de Chiapas.

### Análisis estadístico

La presencia de DDT, DDDE, DDD fue caracterizada usando estadística descriptiva. La comparación de los niveles de DDT y metabolitos entre las diferentes queserías, 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 metabolitos

Se encontró DDT y su metabolito DDD en el 75% de las muestras y DDE en el 100% de ellas. La media de DDE (ng/g de grasa) fue

**Tabla 1.** Contenido de DDT, DDE y DDD (ng/g de grasa) de las 32 muestras de queso.

Compuesto	Frecuencia (%)	Media (ng/g grasa)	D.E.	Rango
DDT	75	8.36	7.86	Nd - 33.5
DDE	100	23.16	24.30	4.84 - 120.6
DDD	75	2.0	1.73	5.3 - 149.0

**Tabla 2.** Distribución del contenido de DDT, DDE y DDD (ng/g de grasa; n=32) en muestras de queso de la Costa de Chiapas, México.

Municipios	DDT		DDE		DDD		N
	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	
Pijijiapan	8.26	10.33	17.0	21.13	1.80	1.56	14
Tonala	7.0	6.43	20.72	14.36	1.87	1.60	7
Mapastepec	7.55	4.8	25.32	9.45	1.11	0.72	5
Acapetahua	10.87	5.16	38.52	42.16	3.71	2.0	6

2.7 veces mayor que la concentración de DDT y 10 veces más que la de DDD (Tabla 1).

No se encontraron diferencias significativas entre los niveles de DDT, DDE y DDD presentes en las muestras de queso recolectadas de las cuatro poblaciones de estudio (municipios de Acapetahua, Mapastepec, Pijijiapan y Tonalá), sin embargo se observó una tendencia a aumentar los niveles de contaminación según se avanza hacia la frontera sur del estado de Chiapas, siendo mayores los valores de DDE en el municipio de Acapetahua (Tabla 2).

## DISCUSIÓN

El estudio reveló la presencia de DDT y DDD en el 75% de las muestras estudiadas; además del DDE en el 100% de las mismas, lo cual nos indica que todas las muestras estaban contaminadas, ya que el DDE es un metabolito resultante de la biotransformación del DDT (ATSDR, 2002). En general, no se encontraron diferencias significativas de los niveles de DDT, DDE y DDD en las muestras recolectadas de los cuatro municipios de estudio: Acapetahua, Mapastepec, Pijijiapan y Tonalá; sin embargo se observó una tendencia a aumentar los niveles de contaminación de las muestras con dirección de Tonalá hacia Acapetahua, las muestras con mayores niveles de contaminación se encontraron en este último municipio. De este modo esta información es consistente con el panorama de uso de DDT en cada región, ya que este plaguicida fue usado tanto en la agricultura como en campañas sanitarias contra el paludismo; por esta razón de acuerdo a las actividades agrícolas y situación endémica del paludismo, el uso del DDT se dio de forma distinta en las diferentes poblaciones de estudio (Herrera-Portugal., 2001).

A pesar de haber encontrado contaminación en el total de las muestras ya sea por DDT o por uno de sus metabolitos, los niveles encontrados no sobrepasaron los límites permitidos (LMR) por la FAO/OMS. Resultados consistentes con lo encontrado por Pandit *et al* (2002) en leche y productos lácteos en India y Almeida-González *et al* (2012) en quesos en Islas Canarias. Comparando con los estudios realizados por Prado *et al* (2007) en leche de cabra la frecuencia obtenida fue mayor, ya que en el presente estudio se encontró el 100% de las muestras contaminadas ya sea por DDT o uno de sus metabolitos, mientras que en los

estudios realizados por Prado *et al* (2007) la frecuencia fue del 15.2 % para estos residuos de plaguicidas organoclorados, diferenciando en los niveles encontrados ya que Prado *et al*, encontró concentraciones de 21.08 ng/g, 31.77 ng/g y 12.57 ng/g para DDT, DDD y DDE respectivamente. Las concentraciones encontradas en los quesos analizados en este

estudio fueron de 8.36 ng/g, 2.0 ng/g y 23.16 ng/g para DDT, DDD y DDE respectivamente, concentraciones completamente diferentes, presentándose niveles inferiores para DDT y DDD, y una concentración mayor para DDE, resultados que diferencian probablemente al tipo de muestra y debido a la diferencia en el metabolismo del ganado vacuno con el del ganado caprino, y las regiones estudiadas.

En tanto a las investigaciones hechas por Darko y Acquaah (2008) en tres productos lácteos, ellos encontraron en queso concentraciones de 170.37 ng/g de grasa y 85.82 ng/g de grasa, para DDT y DDE respectivamente, niveles 20 y 4 veces mayor para DDT y DDE respectivamente que los encontrados en el presente estudio.

En otras investigaciones Albert *et al* en 1988 en la Villa de Ahome en Sinaloa, México, no detectó DDT en las muestras de queso, y en el estudio realizado en 1989 en, Veracruz, México, logró identificar DDE en el 100 % de las muestras de queso analizadas y DDT y DDD con menor frecuencia, resultados muy parecidos a los encontrados en esta investigación ya que se obtuvieron frecuencias de 100 % para DDE y 75 % para DDT y DDD en las muestras de queso analizadas.

Comparando con los estudios realizados por Waliszewski *et al* (2002) en leches de la entidad Veracruzana, se obtuvieron diferentes resultados en cuanto al compuesto predominante encontrado. Waliszewski encontró en su estudio una frecuencia alta de DDT siguiéndole el compuesto DDE, y en el presente estudio realizado en muestras de queso el compuesto que predomina fue el DDE presentándose en el 100% de las muestras y le siguió DDT y DDD encontrándose ambos compuestos en un 75% de las muestras analizadas.

Los resultados obtenidos nos brindan un panorama de la situación actual en la que podemos encontrar los residuos de DDT en el ambiente, en este caso se logró determinar este plaguicida en queso, lo cual resulta de gran importancia, ya que este es un alimento de consumo popular en esta región. Las concentraciones encontradas de DDT fueron relativamente bajas, sin embargo, el consumo frecuente de queso puede significar una fuente de exposición e incrementar la probabilidad de tener valores detectables en suero de este plaguicida (Boada *et al.*, 2014).

Con la información obtenida tenemos otro parámetro de referencia para investigaciones que se realicen posteriormente y con ello se podrá observar el comportamiento del DDT en el ambiente, ya que estos resultados servirán de comparación para observar la degradación de este plaguicida en la región estudiada.

## CONCLUSIONES

Pese a la prohibición del uso de DDT en campañas sanitarias; debido a su persistencia y liposolubilidad, aun se encuentra en alimentos como el queso.

Los niveles de residuos de DDT y sus metabolitos fueron relativamente bajos y no sobrepasan los límites permitidos (LMR) por la FAO/OMS.

El consumo de queso en la dieta diaria representa un factor más de exposición al DDT en la región.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albert LA., Rendón-von Osten J, (1988). Contaminación por compuestos organoclorados en algunos alimentos procedentes de una región de México. *Rev. Saúde Pública* vol.22 no.6
- Almeida-González M, Luzardo OP, Zumbado M, Rodríguez-Hernández A, Ruiz-Suárez N, Sangil M, Camacho M, Henríquez-Hernández LA, Boada LD. (2012). Levels of organochlorine contaminants in organic and conventional cheeses and their impact on the health of consumers: an independent study in the Canary Islands (Spain). *Food Chem Toxicol.* 50:4325-32
- ATSDR, (2002). Toxicological profile for DDT/DDE/DDD. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Public Health Service, Atlanta, GA.
- Boada LD, Sangil M, Alvarez-León EE, Hernández-Rodríguez G, Henríquez-Hernández LA, Camacho M, Zumbado M, Serra-Majem L, Luzardo OP, (2014). Consumption of foods of animal origin as determinant of contamination by organochlorine pesticides and polychlorobiphenyls: results from a population-based study in Spain. *Chemosphere*, 114:121-128
- Corsini E., Liesivuori V, Vergieva T, Van Loveren and Colosio C (2008). Effects of pesticide exposure on the human immune system. *Human & Experimental Toxicology.* 27: 671–680
- Darko G. y Acquah SO. (2008). Levels of organochlorine pesticides residues in dairy products in Kumasi, Ghana. *Chemosphere*, 71(2):294-298.
- 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
- 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-Sanchez G, Yanez L, Diaz-Barriga F. (2005). Environmental pathways of exposure to DDT for children living in a malarious area of Chiapas, Mexico. *Environ Res.* 99:158-63.
- 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
- Pandit, G. G., Sharma, S., Srivastava, P. K. and Sahu, S. K. 2002. Persistent organochlorine pesticide residues in milk and dairy products in India. *Food Addit Contam.* 19(2): 153–157.
- 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
- Prado G; G. Díaz; R. Gutiérrez; S. Vega; M. Noa; E. Chávez, 2007, Residuos de plaguicidas organoclorados en leche de cabra de Querétaro, Querétaro, México. *Veterinaria México*, vol. 38, núm. 3
- SIAP (2011). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. México.
- 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
- Waliszewski S., S. Gómez; R. Villalobos; R. Infanzón, 2002, “Niveles de plaguicidas organoclorados persistentes en leche de vaca procedente de Veracruz”, Instituto de Medicina Forense de la Universidad Veracruzana.
- Yáñez L, Borja-Aburto VH, Rojas E, De la Fuente H, González-Amaro R, Gómez H, Jongitud AA, Diaz-Barriga F. (2004) DDT induces DNA damage in blood cells. Studies in vitro and in women chronically exposed to this insecticide. *Environ. Res.* 94:18-24