

## **Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en leche cruda por CG-MS**

GÓMEZ-XICOTÉNCATL, Teresita<sup>`</sup>, MIRANDA-CRUZ, Edith<sup>``</sup>, OLVERA-PÉREZ, Ma. Antonia<sup>```</sup>  
y RODRÍGUEZ-BLANCO, Lili<sup>^^</sup>

T. Gómez, E. Miranda, M. Olvera y L. Rodríguez

<sup>`</sup>División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT. Km. 0.5 de la Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque con Bosques de Saloya,

<sup>``</sup>Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA)-UJAT. Carretera Villahermosa-Teapa, Km. 25. Villahermosa, Tabasco, México

<sup>```</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillos, Estado de México.

tere\_87\_86@hotmail.com

D. Sepúlveda, R. Salazar, F. Pérez y J. Rocha (eds.) Ciencias Químicas y Matemáticas-©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2015.

## 7 Introducción

Un plaguicida es una sustancia química o mezclas de sustancias usado con la intención de mitigar, reducir o eliminar el impacto de las plagas en la producción agropecuaria y en las campañas de salud pública entre otros (NOM-232-SSA1-2009). La FAO/OMS (2003) la define como “Cualquier sustancia, o mezcla de sustancias, destinada a prevenir o controlar toda especie indeseable de plantas o animales; es también cualquier sustancia, o mezcla de sustancias, utilizada como defoliante, desecante o reguladora del crecimiento vegetal. Incluye, además, cualquier sustancia que se emplee para combatir plagas durante la producción, almacenamiento, transporte, comercialización o elaboración de alimentos para el hombre y los animales, o se administra a estos últimos para combatir insectos o arácnidos que se encuentren dentro o sobre sus cuerpos. El término no se aplica a los antibióticos y otros productos químicos administrados a los animales con otros fines, como el de estimular su crecimiento o modificar su comportamiento reproductivo, ni a los fertilizantes”.

A pesar del auge que ha tenido la llamada “agricultura orgánica” o “agricultura limpia” en los últimos años, y de que varios de los plaguicidas más tóxicos han sido retirados del mercado, la producción agropecuaria mundial depende aún de una alta proporción en el uso de plaguicidas con el fin de controlar insectos, hongos o plantas que afectan negativamente o compiten con los animales y los cultivos. La utilización de estas sustancias químicas ha permitido un notable incremento en el rendimiento y la producción agrícola y pecuaria, sin embargo el precio que la salud humana y ambiental han pagado, debe ser considerado antes de continuar con su uso indiscriminado (Morales y Rodríguez, 2004).

Diversos estudios señalan que la principal fuente de residuos de plaguicidas en la dieta humana, son los productos contaminados de origen animal y/o vegetal; lo cual es el reflejo de los altos niveles de pesticidas que se usan en la producción agropecuaria, con el agravante de que muchos de ellos se acumulan en el tejido adiposo de los animales, afectando no sólo a estos últimos sino también a su progenie y a los humanos (De la Riva y Andon, 1991; Ramón y Martínez, 2001; Sweeney, 2002).

Los plaguicidas organoclorados (POC) son contaminantes universalmente extendidos, detectables en casi todos los sistemas biológicos debido a su alta estabilidad y liposolubilidad (Zumbado et al., 2004). La contaminación de los alimentos por residuos de plaguicidas organoclorados es consecuencia directa o indirecta del uso de dichas sustancias para el control de plagas que afectan a los cultivos o al ganado y de aquellas que constituyen problemas de salud pública. Cuando el ganado lechero ha estado expuesto a estas sustancias ya sea ambientalmente o a través de los alimentos, las elimina lentamente con la leche y esta secreción puede continuar durante días o semanas después de que la exposición ha cesado. Debido a su estabilidad, tanto los plaguicidas como subproductos de degradación química y bioquímica, aparecen también en los derivados de la leche y se acumula en el tejido adiposo humano (Albert y Reyes, 1978; Yaggen et al., 2003).

Los plaguicidas organoclorados (POC) y organofosforados (POP) son considerados contaminantes ambientales, principalmente los POC, debido a sus propiedades de toxicidad, estabilidad, persistencia y capacidad de bioacumulación en la cadena trófica; estas propiedades dan lugar a la contaminación de aguas, suelos y aire, además de producir determinados efectos secundarios en diversos sistemas biológicos (plantas, animales y humanos). Los residuos de estos compuestos pueden llegar a zonas alejadas del área de aplicación a través de su arrastre por el viento, cursos de aguas continentales o de corrientes marinas o a través de la cadena trófica (Ravelo, 2009).

Diversos estudios señalan la principal causa de contaminación de alimentos por POC y POP se debe a las propiedades fisicoquímicas particulares de estas sustancias, como es su liposolubilidad y persistencia; que asociadas al uso excesivo y poco regulado de estos compuestos en las prácticas agropecuarias, existe la posibilidad de bioacumulación en los tejidos grasos de los animales, incluyendo la producción de leche (Romero et al., 2005).

Cabe mencionar que entre las principales causas de contaminación de leche y productos ricos con residuos de POC y OP, figuran los alimentos para uso animal (pradera, heno, concentrado, ensilaje, otros); control de parásitos en el animal; control de insectos en los establos; contaminación ambiental (agua, aire, suelo), entre otras (Bro-Rasmussen et al., 1968; Blüthgen et al., 1984; Luquet et al., 1974; Pinto et al., 1987).

La posibilidad de que existan residuos de POC y POP en diversos alimentos, y el auge sobre la seguridad alimentaria y la demanda de la sociedad de consumir alimentos sanos y libres de plaguicidas, hace necesario la implementación de métodos analíticos que permitan determinar residuos de estos compuestos a niveles de traza, pues la ingestión de alimentos es una vía de exposición de los consumidores a los plaguicidas. Por consiguiente, los métodos analíticos deben tener una elevada reproducibilidad, particularmente en el análisis de trazas multiresiduos, donde se determinan más de tres analitos simultáneamente

En este trabajo se evaluaron tres métodos para determinar el contenido de residuos de POC y POP utilizados en el control de plagas en el sector agropecuario, como son los animales productores de leche. Para ello se estudiaron muestras de leche cruda de vaca enriquecidas con plaguicidas utilizados en este sector, y se determinaron mediante la técnica analítica de cromatografía de gases acoplado a un detector de espectrometría de masas (CG-MS).

## **7.1 Materiales y métodos**

### **Muestreo y preparación de muestra compuesta.**

Durante el mes de octubre de 2013 se realizó la colecta de muestras de leche cruda para constituir la muestra compuesta, para ello se seleccionaron dos sitios de muestreo que fueron elegidos al azar en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. Se consideró este municipio debido a su importancia en la producción de leche de vaca en el estado. De cada sitio de muestreo se colectó 1 L de leche y se trasladó al Laboratorio donde se mezclaron hasta su completa homogeneidad, después se procedió a su conservación en refrigeración previo a su análisis. Las muestras fueron recolectadas de acuerdo a las condiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-021-ZOO-1995.

### **Selección del método analítico**

Para la extracción de los POC y POP en leche cruda de vaca se estudiaron tres métodos con la finalidad de elegir el método más conveniente para el análisis de este tipo de muestras, con un alto contenido en grasas, por CG-MS. Los métodos estudiados fueron los propuestos por Ashnagar et al. (2009), In-Seek et al. (2012) y Kent (1976), a los cuales se les denominó Método A, B y C respectivamente. Los métodos A y C se basan en una extracción líquido-líquido (LLE), mientras que el Método B se sustenta en una extracción en fase sólida (SPE).

## Extracción, limpieza y pre-concentración de muestras

Por cada método estudiado se prepararon por triplicado muestras compuestas y un blanco de referencia que se enriquecieron con una concentración de 0.4 ppm del patrón estándar interno, PSI, (d6  $\alpha$ -HCB, d10 Paratión y Trifenilfosfato). Posteriormente, cada muestra fue sometida al proceso de extracción, limpieza y pre-concentración según lo establecido en los Métodos A, B y C. Los extractos obtenidos se analizaron por CG-MS; y a partir de los cromatogramas se calculó la desviación estándar relativa, RSD (%), ecuación 1, que representa la precisión del métodos; y el porcentaje de recuperación del patrón estándar (reproducibilidad), ecuación 2.

$$\text{RDS (\%)} = \frac{\text{área del pico del analito}}{\text{área del pico del PSI}} \quad (1)$$

$$\% \text{ RECUPERACIÓN} = \frac{\text{analito encontrado}}{\text{analito puesto}} \times 100 \quad (2)$$

## Cuantificación de POC y POP por CG-MS

Para el análisis de POC y POP de los extractos obtenidos de leche cruda se utilizó la técnica de cromatografía de gases (CG) acoplado a un espectrofotómetro de masas (MS); marca Agilent Technologies, Modelo 7890A (G3440A), Serie us13171005. Se utilizó una columna capilar VF-17ms, de 30 m de longitud, 0.25 mm d.i. y 0.25  $\mu$ m df, con 8.75 psi constante. El gas acarreador fue helio UAP, con un flujo de 1 mL/min; el inyector se utilizó en modo Splitless a 280 °C, con una presión inicial de 50 psi y una presión final de 8.75 psi, el volumen de inyección fue de 1  $\mu$ L. El horno utilizó una rampa de 100-325 °C con un tiempo total de 60 min. El detector utilizó una trampa de 220 °C, una línea de transferencia de 280 °C y un manifold de 50 °C.

## 7.2 Resultados y discusión

### Porcentaje de la RSD (%) del PSI

Los extractos de las muestras compuestas obtenidos mediante el proceso de extracción, limpieza y pre-concentración, según lo indicado en los protocolos de los Métodos A, B y C, se analizaron por GC-MS. A partir de los cromatogramas obtenidos se integraron las señales analíticas (área del pico del analito/área del pico del patrón estándar interno) y se calculó la desviación estándar relativa- RSD (%), con la finalidad de obtener la precisión de los métodos estudiados. En la tabla 7 se muestran los valores de la RSD (%) obtenidos para el PSI.

**Tabla 7** Valores de RSD (%) en las muestras compuestas (MC) de leche cruda enriquecida con el patrón estándar interno (PSI) para el análisis de POC y POP por GC-MS

PSI	Método A	Método B	Método C
	RSD (%)		
d6 $\alpha$ -HCB	3.1077	2.3551	2.3551
d10- Paratión	2.3551	1.1746	1.1766
Trifenilfosfato	2.0362	1.1766	1.1775

Con base en los datos de la tabla 7.1 se observa que el valor de RSD (%) para el PSI es muy similar entre los tres métodos estudiados, siendo ligeramente mayor en el Método A; mientras que los métodos B y C presentan valores de RSD (%) menores para el caso de los tres analitos del PSI (d6  $\alpha$ -HCB, d10- Paratión y Trifenilfosfato). Por lo tanto, el método A podría considerarse no adecuado en el caso del analito d6  $\alpha$ -HCB, debido a que el valor de %RSD es mayor al valor de rechazo (%RSD=2.5).

Al comparar estos valores entre los tres métodos puede concluirse que la pérdida de analitos por las diversas etapas de LLE y la retención de los analitos por el solvente (SPE) y su elución, no son etapas cruciales en la pérdida de la reproducibilidad de los métodos.

### Porcentaje de Recuperación del PSI

La validez de cada método se realizó determinando los valores de recuperación del PSI a un nivel de concentración de 0.4 ppm. En el Cuadro 2 se indican los valores de recuperación para la muestra compuesta por los tres métodos estudiados. Como se observa el valor del % de recuperación es aceptable para los tres métodos estudiados. Por lo tanto las etapas de preparación, extracción, limpieza y pre-concentración de las muestras no influyen significativamente en la determinación de POC y POP en muestras de leche cruda.

**Tabla 7.1** Porcentaje de Recuperación (%R) en la muestra compuesta (MC) de leche cruda enriquecida con el patrón estándar interno (PSI) a una concentración de 0.4 ppm para el análisis de POC y POP

	Método A	Método B	Método C
<b>PSI</b>	<b>% Recuperación</b>		
d6 $\alpha$ -HCB	100.3 $\pm$ 0.31	100.1 $\pm$ 0.24	100.1 $\pm$ 0.24
d10- Paratión	100.1 $\pm$ 0.24	100.3 $\pm$ 0.12	100.2 $\pm$ 0.12
Trifenilfosfato	100.2 $\pm$ 0.20	100.2 $\pm$ 0.12	100.1 $\pm$ 0.12

### Costo y Tiempo de Análisis

En la selección de un método analítico para la determinación de residuos contaminantes en alimentos, diversos autores mencionan que desde el inicio del proceso de extracción, limpieza y pre-concentración del analito, hasta su detección y cuantificación analítica, es importante que se consideren otros elementos como son el tipo y número de reactivos (sales, polímeros y solventes), la cantidad de cada reactivo, el costo y tiempo de análisis (Juan et al., 2003; Robles et al., 2010). Por lo anterior, con base en los valores de precisión (%RSD) y reproducibilidad (%Recuperación) se procedió a definir estos elementos en los métodos A, B y C (Tablas 7.1 y 7.2).

Con base en los parámetros indicados para cada uno de los métodos estudiados (Cuadro 3 y 4), se observa que el método B, en comparación con los métodos A y C, requiere de cantidades pequeñas de reactivos y de fácil acceso y con un nivel de riesgo no peligroso, un menor número de materiales y un tiempo de análisis de relativamente corto (1 hora). Por consiguiente, el método B es adecuado para la preparación de muestras de leche cruda y además manifiesta valores de RSD (%) y %Recuperación aceptables.

**Tabla 7.2** Reactivos empleados en la extracción, limpieza y pre-concentración de muestras de leche cruda en cada método estudiado

Método	Reactivos	Cantidad total empleada	Peligrosidad (a, b, c)
A	Éter de petróleo	170.1 mL	1, 4, 0
	Acetonitrilo	100.05 mL	2, 3, 1
	Oxalato de potasio	50 g	3, 3, 1
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> anhidro	70 g	3, 0, 1
	Metanol	50 mL	3, 3, 0
	NaCl	20 g	-----
	Éter dietílico	100 mL	2, 4, 1
	Hexano	70 mL y Cantidad suficiente (lavar material)	1, 3, 0
B	Acetona	Cantidad suficiente (lavar material)	1, 3, 0
	Metanol	Cantidad suficiente (lavar material)	3, 3, 0
	Hexano	Cantidad suficiente (lavar material)	1, 3, 0
	MgSO <sub>4</sub>	5.5 g	1, 0, 0
	Celite	0.5 g	1, 0, 0
	PSA	0.6 g	2, 0, 0
	C-18	0.7 g	0, 1, 0
	NaAC	1.5 g	-----
	Acetonitrilo	15 mL	3, 3, 1
	Tolueno	1200 µL	2, 3, 0
C	Oxalato de potasio	10 g	3, 0, 1
	Metanol	100 mL	3, 3, 0
	Éter de petróleo	345 mL	1, 3, 0
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60 g	1, 4, 0
	Acetonitrilo	95 mL	3, 3, 1
	Hexano	Cantidad suficiente (lavar material)	1, 3, 0
	Éter etílico	50 mL	2, 4, 1

**Tabla 7.3** Instrumentos, equipos, materiales y tiempo utilizados para el análisis de muestras de leche cruda según lo indicado en cada método

Método	Instrumentos y equipos empleados	Materiales en general	Tiempo de análisis
A	• Parrilla con agitación	• Vaso de precipitado (1000, 500 y 100 mL)	5 h 11 min
	• Agitador de tubos	• Desecador	
	• Micropipetas (100-1000 $\mu$ L)	• Matraz Erlenmeyer (250 mL)	
	• Evaporador rotatorio	• Embudo de vidrio	
	• Homo de secado y esterilización	• Vidrio de reloj	
	• Balanza analítica	• Lana de vidrio	
	Campana de extracción	• Embudo de separación (500 mL)	
		• Probeta (10, 50 y 100 mL)	
		• Matraz aforado (1000, 500, 100 mL)	
		• Gradilla	
		• Matraz de bola	
		• Soporte universal	
		• Anillo metálico	
		• Espátula	
		• Varilla de vidrio	
		• Termómetro	
• Gel de sílice			
• Viales			
• Puntas Pasteur			
• Sanitas			
• Columna de cromatografía			
B	• Agitador de tubos	• Vaso de precipitado (1000 y 100 mL)	1 h
	• Micropipetas (10, 100 y 1000 $\mu$ L)	• Espátulas	
	• Balanza Analítica	• Tubos de centrifuga de 50 y 15 mL	
	• Centrifuga	• Vidrio de reloj	
	• Campana de extracción	• Viales	
	Evaporizador	• Termómetro	
		• Puntas Pasteur	
C	• Parrilla con agitación	• Vaso de precipitado (1000, 100 mL)	6 h 58 min
	• Agitador de tubos	• Vidrio de reloj	
	• Micropipetas (100-1000 $\mu$ L)	• Columna de cromatografía	
	• Centrifuga	• Lana de vidrio	
	• Evaporador rotatorio	• Embudo de separación (500 mL)	
	• Balanza analítica	• Tubos de centrifuga (15 mL)	
	Campana de extracción	• Probeta (10 y 100 mL)	
		• Matraz aforado (500 mL)	
		• Gradilla	
		• Matraz de bola	
		• Espátula	
		• Viales	
		• Sanitas	
		• Papel filtro	
		• Soporte universal	
• Anillo metálico			
• Embudo Buchner			

Conjuntamente si se compara la extracción líquido-líquido, LLE (Método A y C) con la extracción en fase sólida, SPE (Método B); ésta última ofrece mayor ventaja con relación a la LLE, pues se caracteriza por requerir menor cantidad de muestra, menos consumo de disolventes orgánicos y una mejora significativa en porcentajes de recuperación y límites de detección; y además es muy utilizada para la extracción de POP (Juan et al., 2003; Romero et al., 2005).

### 7.3 Conclusiones

Con base en los objetivos establecidos en la presente investigación se concluye que el Método B es el más adecuado para el análisis por GC-MS de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en leche cruda de vaca, dado sus valores de precisión (1.1746 y 2.3551 %RSD), reproducibilidad ( $100.1 \pm 0.24$  y  $100.3 \pm 0.12$  % Recuperación), costo y tiempo de análisis (1 h).

El empleo de la técnica de extracción en fase sólida (SPE) para la extracción, limpieza y pre-concentración de analitos en una sola etapa, redujo el tiempo de análisis, la cantidad de solventes utilizados y por lo tanto el costo.

La valoración de métodos analíticos es necesaria para el monitoreo de residuos de POC y POP en leche cruda, y, principalmente, en muestras de alimentos dada la cantidad y tipo de solventes utilizados para la extracción de estos plaguicidas en muestras con alto contenido en grasas.

### 7.4 Referencias

- Albert, L.A., R. Reyes. (1978). Plaguicidas organoclorados II. Contaminación de algunos quesos mexicanos por plaguicidas organoclorados, *Rev. Soc. Quim. Méx.* 22 (2): 65-72.
- Ashnagar, A.; Gharib, N, & Cheragh, F. (2009). Determination of organochlorine pesticides residues in cow's milk marketed in Ahwaz city of Iran. *International Journal of Pharm Tech Research.* 1, 247-251.
- Blüthgen, A., W. Heeschen, H. & Nijhuis M. (1984). Residues and contaminants in milk and milk products. En: *Challenges to Contemporary Dairy Analytical Techniques-University of Reading.* England, Special publication N° 49: 206-235.
- Bro-Rasmussen, F., S.V. Dalgaard, T.M. Jakobsen, S.V. Rock, F. Rodin, E. Uhl, K. Valdamm-Clausen. (1968). Examination of Danish milk and butter of contaminating organochlorine insecticides, *Residues Rev.* 23, 55-69.
- De la Riva, C., & Andon, A. (1991). Organochlorine pesticides in cow's milk from agricultural region in northwestern Spain. *Bull Environ Contamin Toxicol.* 46:527-533.
- FAO/OMS. FOOD and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. FAO, ROMA. 2003. [text at: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/Spanish.doc](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Spanish.doc) ].
- In-Seek, J., Byung-Man, K, Jang-Hyuk, A., & Seung-Hwan, J. (2012). Determination of pesticide residues in milk using a QuEChERS- based method developed by response surface methodology. *Elsevier. Food Chemistry.* 133 (2), 473-481.

- Juan, A., Picó, Y., & Font, G. (2003). Revisión de los métodos de determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en alimentos. *Revista de Toxicología*, 20 (3), 166-175.
- Kent, H. 1976. Gas chromatographic analysis of pesticides. pp. 8-9, 20-21.
- Luquet, F.M., J. Goursand, & J. Casalis. (1974). Les résidues de pesticides organoclorés dans les laits animaux et humanis, *Le Lait*, 54: 269-301.
- Morales, C.A. & Rodríguez, N. (2004). El Clorpirifos: posible disruptor endocrino en bovinos de leche. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Rev Col Cienc Pec.* 17(3), 255-266.
- Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999. Condiciones e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el ambiente laboral.
- Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-ZOO-1995. Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en grasa de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de grasas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2004. Sistema para la administración del trabajo-seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-232-SSA1-2009. Que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico.
- Pinto, M., Montes, L., Tamayo, R., & Cristi R. (1987). Determinación de residuos de pesticidas organoclorados en grasa perirrenal de bovinos. *Agrosur*, 15, 62-74.
- Ramón, A., & Martínez, H. (2001). Residuos de Aldrin, Lindano y Heptaclor en leches esterilizadas. *Diaeta*, 94, 15-21.
- Ravelo-Pérez, L.M. (2009). Metodologías analíticas alternativas para la determinación de plaguicidas en aguas y productos agroalimentarios. Tesis doctoral. 265 p.
- Robles-Molina, J., García-Reyes, J.F., & Molina-Díaz, A. (2010). Protocolo de técnicas de muestreo y técnica analíticas de contaminantes emergentes y prioritarios. *Consolider tregua*. pp. 1-64.

Romero-Blanco, E, Meza-Núñez, H, & Poveda-Calvo, V. (2005). Metodología para la determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en leche de consumo nacional mediante cromatografía de gases y extracción en fase sólida. *Tecnología en marcha*. 18 (2), 103- 106.

Sweeney, T. (2002). ¿Is exposure to endocrine disrupting compounds during fetal/post-natal development affecting the reproductive potential of farm animals? *Dom Anim Endocrinol.*, 23 (1-2), 203-209.

Yaggen, D., Crissman, C., & Espinosa, P. (2003). Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. CIP e INIAP. pp. 51.

Zumbado, M., Goethals, M., Álvarez, E.E., Luzardo, O.P., Serra, L., Cabrera, F., & Domínguez-Boada L. (2004). Exposición inadvertida a plaguicidas organoclorados (DDT y DDE) en la población de las Islas Canarias. *Ecosistemas* 13 (3), 51-58.