

EVALUACIÓN DE NIVELES DE RESIDUOS ORGANOCOLORADOS EN TEJIDO ADIPOSEO DE RESIDENTES EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA-ESPAÑA

Ijoni COSTABEBER*, Manuela JODRAL, Rosario ANGULO, Mercedes VALERA y Antonio MOLINA

Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, Campus Rabanales, Córdoba, España

(Recibido octubre 1999, aceptado junio 2000)

Palabras clave: residuos organoclorados, tejido adiposo

RESUMEN

Con el objeto de evaluar los niveles de residuos organoclorados presentes en residentes de la provincia de Córdoba-España se analizan 134 muestras de tejido adiposo tomadas de glándulas mamarias femeninas. El p,p'-DDE (origen agrícola) y el congénere de PCB 180 (origen industrial) son los contaminantes que se encuentran en mayores concentraciones en el tejido adiposo. Al aumentar la edad de las donantes, ocurre un incremento en los niveles de los compuestos estudiados. Asimismo, los resultados obtenidos indican un menor nivel de residuos organoclorados presentes en el tejido adiposo de las residentes en Córdoba-Capital comparados con las demás residentes de la provincia.

Key words: organochlorine residues, adipose tissue

ABSTRACT

The level of organochlorine residues present in mammary glands from women of the Spanish Province of Córdoba was evaluated. A total of 134 adipose tissue samples from feminine mammary glands was analyzed. The p,p'-DDE (of agricultural origin) and the PCB 180 congener (of industrial origin) were the pollutants found in greater concentrations in the adipose tissue. It was observed that as women's get older the level of these compounds increases. The results indicated also a smaller concentration of organochlorine residues in the adipose tissue of the women from Córdoba-Capital when compared the ones from Córdoba Province.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de pesticidas organoclorados como medio para controlar las plagas en la agricultura ha producido importantes problemas de contaminación ambiental. Algunos se usan además en programas de salud pública como agentes de lucha antivectorial. La agricultura, la horticultura y los programas de salud pública, son

las actividades donde más se emplean los pesticidas. También se aplican cantidades importantes de estos productos en el sector forestal y en la ganadería (OMS 1992). Aunque se considera el uso de pesticidas como necesario para aumentar el rendimiento de las cosechas, podrían reducirse los problemas de contaminación respetando las dosis recomendadas de utilización y los plazos de seguridad. Por otra parte, se han detectado muchos

*Dirección actual: Departamento de Tecnología e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário de Camobi. CEP 97105-900 – Santa Maria, RS. Brasil.

casos de accidentes provocados por el uso incontrolado de pesticidas y por acumulaciones de los mismos en lugares insospechados.

Los bifenilos policlorados (PCB) se conocen desde hace un siglo y son contaminantes que resultan de la actividad industrial, donde han sido usados desde 1930. Estos compuestos son comúnmente empleados en la industria eléctrica para la elaboración de plásticos, pinturas, resinas sintéticas, lubricantes, capacitadores y transformadores y como dispersores de pesticidas (Kutz *et al.* 1991). También se encuentran en el aceite de inmersión para microscopios. Desde el momento en que se comenzaron a producir y a utilizar, los bifenilos policlorados con fines comerciales (Jones 1989, Emden y Peakall 1996), se originó una gran contaminación ambiental en el ámbito mundial. Tanto los residuos de estos compuestos como los de pesticidas organoclorados son muy persistentes y pasan a la grasa de los seres vivos debido a su liposolubilidad, dando lugar a problemas de contaminación de alimentos y de contaminación ambiental.

La preocupación sobre los efectos de la contaminación ambiental ha impulsado, desde hace años, la realización de investigaciones encaminadas a la determinación de los niveles de compuestos organoclorados de origen agrícola e industrial en fluidos biológicos y alimentos de origen animal y vegetal. En diversos estudios se ha observado que los residuos organoclorados se acumulan en el tejido adiposo (Safe *et al.* 1987, Sasaki *et al.* 1991, Costabeber 1999) y, en éste, los niveles de compuestos detectados son más altos que en otras muestras biológicas. Según Duarte-Davidson *et al.* (1994), el análisis de las muestras de tejido graso ofrece un índice adecuado de la exposición a largo plazo de la población humana a tales compuestos. Con la finalidad de valorar la exposición del hombre a los residuos organoclorados, este trabajo tiene como objetivo estudiar la contaminación presente en el tejido adiposo humano de residentes en la provincia de Córdoba (España), por pesticidas organoclorados y bifenilos policlorados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestras

Se obtuvieron 134 muestras de tejido adiposo de glándulas mamarias femeninas. Las muestras fueron tomadas de donantes sometidas a intervenciones quirúrgicas realizadas en el Hospital Provincial de la Ciudad Sanitaria "Reina Sofía" de Córdoba, durante el período comprendido entre febrero de 1996 y julio de 1997. El 51 % de las donantes presentaron carcinomas y el 49 % tuvieron alteraciones benignas en las mamas. Las muestras, de aproximadamente 1 g de tejido graso, debidamente identificadas se guardaron en recipientes de vidrio y fueron mantenidas en congelación a -20°C hasta el momento de su análisis.

Patrones de residuos organoclorados

Se usaron cuatro pesticidas organoclorados: aldrín, lindano (g-HCH), hexaclorobenceno (HCB) y p,p'-DDE y once congéneres de PCB's (números 28, 52, 101, 118, 138, 153, 170, 180, 183, 187 y 188).

El equipo utilizado para este estudio fue el siguiente: rotavapor, refrigerador con congelador vertical, balanza analítica, triturador y cromatógrafo de gases Hewlett-Packard modelo 5890, dotado con un detector de captura de electrones (ECD) con fuente radioactiva Ni^{63} , conectado a un integrador Hewlett-Packard modelo 3396 serie II. Para la separación de los residuos organoclorados se usó una columna capilar Hewlett-Packard (HP-1) de sílice fundida (Crosslinked Methyl Silicone Gum), de 25 m de longitud, 0.2 mm de diámetro interno y 0.33 mm de grosor de fase estacionaria (Film Thickness). Se empleó helio como gas portador y argón-metano como gas de apoyo del detector a flujos de 2.3 ml/min y 40 ml/min, respectivamente. Las temperaturas de operación fueron las siguientes: inyector 225°C , detector 225°C y horno 55°C de temperatura inicial y 250°C de temperatura final.

La cristalería específica para laboratorio de análisis de residuos organoclorados y los frascos para las muestras fueron limpiados según la metodología de Angulo *et al.* (1996).

Se utilizaron los reactivos siguientes: n-hexano para cromatografía (Merck), sulfato de sodio anhidro (Panreac Química S.A.) y florisil de 60 a 100 mesh (Sigma) previamente activado a 150°C durante 12 horas y desactivado con la adición de 2 % de agua bidestilada.

La extracción y la purificación de los residuos organoclorados se realizaron de acuerdo con la metodología de Garrido *et al.* (1992): se pesaron 0.3 g de tejido graso, se adicionaron 10 ml de n-hexano y se trituraron a 13500 rpm durante 3 min. La muestra triturada se transfirió a la columna cromatográfica, a la que previamente se colocó un tapón de lana de vidrio y se rellenó con 15 g de florisil y un lecho de sulfato de sodio anhidro de 1 cm. Cuando se introdujo la muestra en la columna, se eluyó con 100 ml de n-hexano para arrastrar los residuos organoclorados objetos de estudio. El eluato con los posibles residuos se pasaron por un embudo que contenía sulfato de sodio anhidro sujetado con lana de vidrio y recolectado en un matraz esférico. El extracto fue evaporado a sequedad con un rotavapor a vacío y reconstituido con 2 ml de n-hexano, de los cuales 3 μl fueron inyectados en el cromatógrafo de gases para los análisis cualitativo y cuantitativo. El primero se realizó comparando los tiempos de retención y el segundo mediante la comparación del área bajo el pico de los residuos determinados contra aquellos obtenidos con los patrones correspondientes. Para cada conjunto de muestras sometidas a extracción en idénticas condiciones y en el mismo período de tiempo, se realizó un blanco de

columna con el fin de evitar errores en la identificación de los compuestos.

Para la valoración del método analítico se efectuó un estudio de adición de patrones con 10 repeticiones, lo que permitió precisar el porcentaje promedio de recuperación de los compuestos investigados, así como la varianza y la desviación típica de los resultados obtenidos (**Tabla I**).

TABLA I. RECUPERACIÓN MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA DE LOS COMPUESTOS EN ESTUDIO

Compuesto	Recuperación media (%)	Desviación típica	Coefficiente variación (%)
HCB	101.47	9.63	9.49
γ -HCH	88.47	11.86	13.40
Aldrin	97.16	16.85	17.34
p,p'-DDE	102.68	12.79	12.45
PCB 28	81.67	17.63	21.58
PCB 52	100.90	21.17	20.98
PCB 101	101.67	3.51	3.45
PCB 118	99.20	9.88	9.95
PCB 138	104.85	7.43	7.08
PCB 153	100.40	5.73	5.70
PCB 170	99.77	11.26	11.28
PCB 180	105.46	13.30	12.61
PCB 183	100.27	10.97	10.94
PCB 187	100.28	1.89	1.88
PCB 188	105.61	7.57	7.16

Análisis estadístico

En el proceso de validación del método analítico utilizado en la investigación, fueron calculadas: la media, la desviación típica y el coeficiente de variación porcentual. Para los datos referentes a las concentraciones de los residuos organoclorados, se realizaron análisis de la media, la desviación típica y los mínimos y máximos del total de las muestras estudiadas. El análisis de varianza se efectuó para interpretar la relación existente entre las concentraciones de residuos organoclorados y datos como la edad de las donantes y la procedencia de la muestra, a un nivel de confianza de 95 % como mínimo. Para los análisis estadísticos se empleó el programa informático "Statistica" versión 6.0.

Datos de encuestas

Durante el estudio se tomaron y analizaron 134 muestras en total. Para todas se recopilaron datos referentes a la procedencia y a la edad de las donantes.

Los lugares de domicilio de las donantes se agruparon por zonas geográficas, como se describe a continuación:

Valle de los Pedroches: Belalcázar, Conquista, Pozoblanco y Villanueva de Córdoba.

Alto Guadiato: Belmez, Peñarroya-Pueblonuevo, Valsequillo y Villaviciosa de Córdoba

Valle del Guadalquivir: Almodóvar del Río, Adamuz, Alcolea, Aldea Quintana, Cañete de las Torres, Encinarejos, Fuente Palmera, Guadalcazar, La Carlota, Montoro, Palma del Río, Pedro Abad, Posadas, Villa del Río y Villarubia.

Campiña: Aguilar de la Frontera, Albendín, Baena, Castro del Río, Espejo, Fernán Núñez, Montalbán, Montemayor, Montilla, Puente Genil, San Sebastián de los Ballesteros, Santa Cruz y Santaella.

Subbética: Benamejía, Carcabuey, Doña Mencía, Iznajar, Lucena y Priego de Córdoba.

Córdoba - Capital.

La mayoría de las donantes (46.3 %) corresponde a Córdoba-Capital, seguido de la zona de Campiña (18.7 %) y Valle del Guadalquivir (17.9 %). Un menor número de ellas residía en Subbética (8.9 %), Alto Guadiato (4.5 %) y Valle de los Pedroches (3.7 %).

Las donantes tuvieron una edad media de 51 años, con una mínima de 15 años y una máxima de 87 años. El 45 % de las donantes tuvieron entre 40 y 60 años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación de los residuos organoclorados se presentan en los siguientes incisos.

a. Pesticidas organoclorados

Los resultados de los análisis de los pesticidas organoclorados se encuentran en la **tabla II**.

El p,p'-DDE y el HCB son los compuestos que se

TABLA II. FRECUENCIA DE DETERMINACIÓN, RANGO DE CONCENTRACIÓN, VALOR MEDIO ($\mu\text{g/g}$ de tejido) Y DESVIACIÓN TÍPICA DE CADA PESTICIDA ORGANOCOLORADO DETECTADO EN LAS MUESTRAS DE TEJIDO ADIPOSO

Compuesto	Frecuencia de determinación (%)	Rango de concentración ($\mu\text{g/g}$)	Valor medio ($\mu\text{g/g}$)	Desviación típica
p,p'-DDE	100	0.019 – 17.992	1.869	2.148
HCB	98	0.003 – 1.294	0.239	0.225
ALDRIN	64	0.001 – 0.028	0.009	0.010
γ -HCH	16	0.002 – 0.110	0.018	0.025

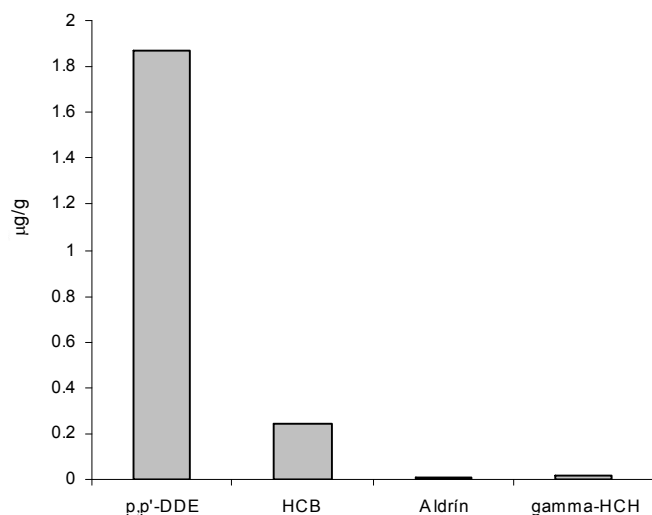


Fig. 1. Valor medio de pesticidas organoclorados en tejido adiposo

presentaron con mayor frecuencia en las muestras analizadas, mientras que el aldrín se detectó en algo más de la mitad de las muestras y el g-HCH se identificó en sólo 21 de ellas (16 %).

El valor máximo detectado en las muestras correspondió a 17.992 mg/g de tejido adiposo para el p,p'-DDE, que también presentó el valor mínimo más alto (0.019 mg/g de tejido adiposo) de todos los residuos cuantificados. Esto indicó que el p,p'-DDE, además de que estuvo en el 100 % de las muestras, fue el compuesto organoclorado que se encontró en mayores concentraciones en el tejido adiposo (Fig. 1). Kanja *et al.* (1992), Ludwicki y Góralczyk (1994), Gallelli *et al.* (1995), Waliszewski *et al.* (1995) y Kamarinos *et al.* (1997) detectaron también el p,p'-DDE en todas las muestras analizadas. Además, dicho compuesto presentó niveles medios más elevados cuando fueron comparados con los niveles medios detectados de otros compuestos investigados.

Con respecto a los valores medios y a las desviaciones típicas de los niveles residuales encontrados en tejido adiposo (Tabla II), se percibió entre los compuestos investigados que el p,p'-DDE presentó el nivel medio más elevado, 1.869 mg/g de tejido adiposo. El resto de los pesticidas organoclorados fueron detectados a niveles me-

dios de 0.239 µg/g de tejido para el HCB, 0.018 µg/g de tejido para el γ-HCH y por último, 0.009 µg/g de tejido para el aldrín.

En las investigaciones realizadas por Marti *et al.* (1990), Planas *et al.* (1990), Hernández *et al.* (1992), Gómez-Catalán *et al.* (1993), Molina *et al.* (1995) y Costabeber (1999), el p,p'-DDE fue detectado como el compuesto que se encontró en concentraciones más elevadas en el tejido graso, por ser el último y más estable metabolito del DDT. Waliszewski *et al.* (1995) consideraron que la elevada acumulación de p,p'-DDE en las muestras de tejido adiposo fue debida al metabolismo del DDT en el organismo, a la ingesta de alimentos contaminados de origen animal y a la inhalación de vapores del plaguicida rociado en la cercanía de las casas, lo que sucedió durante las fumigaciones. El nivel medio de 1.869 µg/g de tejido adiposo presente en las muestras analizadas en esta investigación fue inferior, por un lado, a los valores de 2.2 µg/g de tejido adiposo subcutáneo encontrado por Kanja *et al.* (1992) y de 2.5 µg/g de tejido adiposo hallado por Corsolini *et al.* (1995). Por otro lado, fue considerablemente superior al nivel medio de 0.39 µg/g de tejido graso detectado por Gallelli *et al.* (1995) y a los niveles medios de 1.19 µg/g tejido adiposo determinados por Duarte-Davidson *et al.* (1994).

En España, residuos de p,p'-DDE, HCB, γ-HCH y aldrín han sido determinados en muestras de tejido adiposo por diversos autores (Tabla III). Herrera *et al.* (1978) investigaron los niveles de γ-HCH, aldrín y p,p'-DDE en 40 muestras de grasa humana obtenidas en la provincia de Madrid. Las concentraciones medias de los compuestos detectados fueron de 0.016, 0.0003 y 2.668 µg/g de tejido adiposo, respectivamente. Los niveles medios detectados en esta investigación correspondieron a 0.018 µg/g de tejido para el γ-HCH, 0.009 µg/g de tejido para el aldrín y 1.869 µg/g de tejido para el p,p'-DDE. Estos niveles fueron superiores a los hallados por Herrera *et al.* (1978), excepto en el caso del p,p'-DDE. Se pudo observar que los niveles de dicho compuesto descendieron 30 % durante el período de tiempo que separó los dos estudios.

Pozo *et al.* (1978) detectaron 1.007 µg/g de tejido adiposo de HCB en grasa humana de la provincia de

TABLA III. COMPARACIÓN DE NIVELES (µg/g de tejido) DE PESTICIDAS ORGANOCORADOS EN EL TEJIDO ADIPOSEO DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA

Año	p,p'-DDE	HCB	ALDRIN	γ-HCH	Referencia
1978	2.668	NI	0.0003	0.016	Herrera <i>et al.</i> (1978)
1978	NI	1.007	NI	NI	Pozo <i>et al.</i> (1978)
1994	4.03	1.07	1.26	0.658	Molina (1994)
1999	1.869	0.239	0.009	0.018	Presente investigación

NI = no investigado

Madrid. Es importante señalar que, en el presente estudio, el HCB fue detectado a un nivel medio de 0.239 $\mu\text{g/g}$ de tejido, lo que significó una reducción de 76 % comparada con el nivel hallado por Pozo *et al.* (1978) para dicho compuesto desde hace 21 años. Si bien, una contaminación diferente pudo deberse a las distintas zonas de toma de las muestras.

Molina (1994) encontró cantidades importantes de γ -HCH, aldrín, p,p'-DDE y HCB en muestras de tejido adiposo humano de la región de Murcia. Obtuvo concentraciones de 0.658 $\mu\text{g/g}$ de tejido de γ -HCH, 1.26 $\mu\text{g/g}$ de tejido de aldrín, 4.03 $\mu\text{g/g}$ de tejido de p,p'-DDE y 1.07 $\mu\text{g/g}$ de tejido de HCB. Resultados semejantes fueron hallados por Molina *et al.* (1995), con excepción del HCB que no ha sido objeto de estudio. Los valores detectados en la población de la región de Murcia son superiores a los encontrados en residentes de la provincia de Córdoba para tales compuestos.

Asimismo, To-Figueras *et al.* (1986), Camps *et al.* (1989), Marti *et al.* (1990), Planas *et al.* (1990), Ferrer *et al.* (1990, 1992), Hernández *et al.* (1992) y Gómez-Catalán *et al.* (1993, 1995) realizaron determinaciones de uno o más pesticidas organoclorados que también fueron objeto de estudio en esta investigación, pero los niveles detectados por ellos no fueron comparables, puesto que lo hicieron en base grasa, mientras que el presente se realizó en muestras enteras.

b. Bifenilos policlorados

Los resultados obtenidos en la investigación sobre PCB se exponen en la **tabla IV**.

Los congéneres de bifenilos 138, 153, 170, 180 y 187 tuvieron frecuencias de 100 % en las muestras de tejido adiposo. El rango de concentración más alto corresponde al PCB 180 (**Fig. 2**), con un valor mínimo de 0.017 $\mu\text{g/g}$ de tejido (el más alto de todos los mínimos detectados) y un valor máximo de 0.504 $\mu\text{g/g}$ de tejido (**Tabla IV**). Teschke *et al.* (1993) también encontraron los con-

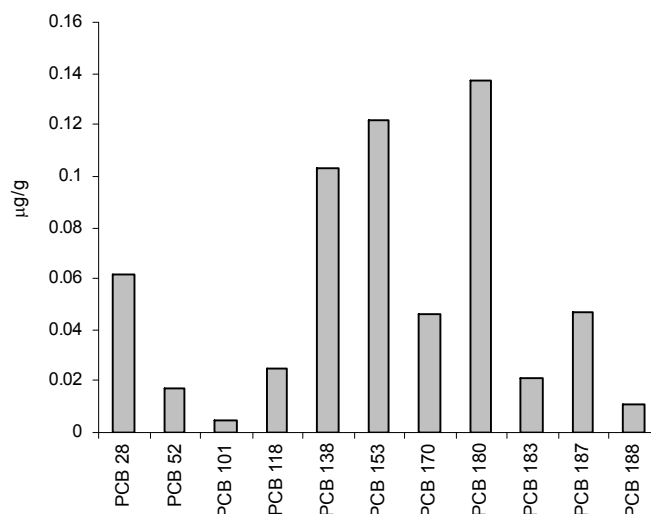


Fig. 2. Valor medio de bifenilos policlorados en tejido adiposo

géneres 138, 153, 170 y 180 en todas las muestras analizadas. Sin embargo, existen diferencias entre ambos estudios puesto que, en esta investigación, el congénero PCB 183 es determinado en el 95 %, mientras que en la investigación de dichos autores la incidencia de este congénero fue del 100 %. Otros autores que identificaron bifenilos policlorados en el 100 % de las muestras han sido Ludwicki y Góralczyk (1994) y Kamarinos *et al.* (1997), si bien estos autores investigaron los PCB como Aroclor y no como congéneres individuales.

La **tabla IV** presenta también los valores medios y las desviaciones típicas de los bifenilos policlorados en las muestras de tejido adiposo.

El nivel medio de la sumatoria de bifenilos policlorados (PCB totales) detectado en las muestras analizadas fue de 0.6 $\mu\text{g/g}$ de tejido adiposo. Este valor fue ligeramente inferior a la concentración media de 0.66 $\mu\text{g/g}$ de tejido

TABLA IV. FRECUENCIAS DE DETERMINACIÓN, INTERVALOS DE CONCENTRACIÓN, VALORES MEDIOS ($\mu\text{g/g}$ de tejido) Y DESVIACIONES TÍPICAS DE CONGÉNERES DE PCB DETECTADOS EN LAS MUESTRAS DE TEJIDO ADIPOSO

Compuestos	Frecuencia de determinación (%)	Rango de concentración ($\mu\text{g/g}$)	Valor medio ($\mu\text{g/g}$)	Desviación típica
PCB 28	62	0.002 – 0.225	0.062	0.051
PCB 52	66	0.006 – 0.088	0.017	0.014
PCB 101	49	0.002 – 0.022	0.005	0.004
PCB 118	93	0.001 – 0.132	0.025	0.021
PCB 138	100	0.004 – 0.250	0.103	0.056
PCB 153	100	0.003 – 0.329	0.122	0.066
PCB 170	100	0.002 – 0.167	0.046	0.027
PCB 180	100	0.017 – 0.504	0.137	0.082
PCB 183	95	0.004 – 0.050	0.021	0.009
PCB 187	100	0.006 – 0.158	0.047	0.027
PCB 188	97	0.002 – 0.041	0.011	0.009

subcutáneo encontrada por Skaare *et al.* (1988) al nivel medio de 0.75 µg/g de tejido adiposo determinado por Duarte-Davidson *et al.* (1993) y al valor de 0.79 µg/g de tejido adiposo encontrado por Duarte-Davidson *et al.* (1994). Una concentración media más elevada (1.4 µg/g de tejido adiposo) que la hallada en la presente investigación fue determinada por Poli *et al.* (1995) en las muestras de tejido adiposo de residentes en el distrito de Trento (Italia).

Las concentraciones medias más altas detectadas en las muestras analizadas corresponden al PCB 180 (0.137 µg/g de tejido), seguido del PCB 153 (0.122 µg/g de tejido) y PCB 138 (0.103 µg/g de tejido). Estos congéneres aportan el 60 % en la sumatoria de las concentraciones medias de los PCB detectados en el tejido adiposo. Los demás bifenilos policlorados presentan valores inferiores. Duarte-Davidson *et al.* (1993, 1994) detectaron también el PCB 180 con niveles medios superiores a los demás bifenilos. Sin embargo, Teschke *et al.* (1993) hallaron el congénere 153 con valores superiores a los del congénere 180.

En las investigaciones realizadas por Moilanen *et al.* (1986), Mes *et al.* (1990), Franchi y Focardi (1991), Duarte-Davidson *et al.* (1994) y Corsolini *et al.* (1995), los PCB 180, 153 y 138 fueron también los congéneres que presentaron las concentraciones más elevadas en las muestras analizadas. Dichos compuestos representaron del 50 al 55 % del total de los PCB determinados, porcentaje inferior al calculado por Franchi y Focardi (1991) en el 70 % de los residuos presentes en las muestras de ciudadanos italianos. Para Jones (1988), además de los PCB 180, 153 y 138, los congéneres 28, 74, 99, 118, 170 y 179 fueron los descritos en la literatura como los más abundantes en los tejidos humanos, constituyendo el 70 % del contenido total de PCB de las muestras.

Los PCB 101, 188 y 52 aportan niveles más bajos (0.033 mg/g de tejido) a la sumatoria de los bifenilos policlorados en este estudio, contribuyendo con sólo 5.5 % a la concentración media de los PCB totales. Hubo coincidencia con Duarte-Davidson *et al.* (1993, 1994) en que el congénere 52 presenta valores relativamente bajos a la suma de los PCB totales en los estudios realizados.

Con respecto a la zona de procedencia de cada muestra analizada, se observó la existencia de una elevada contaminación de p,p'-DDE, PCB 118 y PCB 188, estadísticamente significativa ($p < 0,05$), en los habitantes de la zona del Valle de los Pedroches. Se considera razonable esta concentración alta de p,p'-DDE en tal zona, ya que es predominantemente rural y, por tanto, con más implicación agrícola. Las concentraciones elevadas de los congéneres de los PCB 118 y 188 en esta zona no son explicadas, puesto que tales compuestos son de uso industrial y existen otras zonas, de las estudiadas, con mayor número de ubicaciones de polígonos industriales que

en el Valle de los Pedroches.

De manera general, las concentraciones de los compuestos, evaluadas de acuerdo con el origen de las muestras, bajaron gradualmente conforme la residencia de las donantes se alejó de la zona rural hacia la zona urbana, llegando a valores varias veces menores en los habitantes de la capital.

Con respecto a la edad de las donantes y a los niveles de residuos organoclorados, se observa que los pesticidas organoclorados estuvieron presentes en concentraciones más altas en las mayores de 50 años, a excepción del aldrín que presentó una concentración alta en el grupo de personas menores de 20 años.

La comprobación de que las concentraciones de residuos organoclorados fueran aumentando con la edad de las donantes, concordó con las constataciones de Camps *et al.* (1989), Mes (1990), Ferrer *et al.* (1992), Gómez-Catalán *et al.* (1993), Tanabe *et al.* (1993), Duarte-Davidson *et al.* (1994) y Ludwicki y Góralczyk (1994), que indicaron una tendencia hacia mayor grado de acumulación de compuestos en el tejido adiposo con el aumento de la edad de los individuos en cuestión.

Con respecto al aldrín, Molina (1994) señaló que la presencia de este compuesto en los sujetos indicó la posible exposición reciente al producto. Se coincide con el autor, al encontrar aldrín en todos los grupos de edad establecidos, correspondiendo el mayor grado de contaminación al grupo de población menor de 20 años. Si bien, en España las Directivas 90/335/CEE y 90/533/CEE prohíben la comercialización y el uso de fitosanitarios que contuvieran ciertas sustancias entre las que se encuentran el aldrín, DDT, HCB y HCH (con menos del 90 % del isómero gamma).

CONCLUSIÓN

Se puede señalar que las reducciones de los niveles medios en 76 % para el p,p'-DDE y en 30 % para el HCB, obtenidas en el presente trabajo cuando se comparan con los niveles medios descritos en 1978 por Herrera *et al.* y Pozo *et al.*, es debida, probablemente, a las medidas restrictivas y prohibitivas establecidas en España para los pesticidas. Asimismo, se señala que entre los compuestos investigados, el p,p'-DDE fue el que se ha detectado en mayores concentraciones en el tejido adiposo. Posiblemente la principal fuente de contaminación de la población residente en la Provincia de Córdoba-España sea la ingesta de alimentos de orígenes animal y vegetal.

AGRADECIMIENTOS

A D. Manuel Morillo Conejo, a D. Santiago Carrasco Rico y al equipo médico del Hospital Universitario Reina

Sofía de Córdoba. A Dña. Leidir Lucy Martins Fries, a Dña. María Gloria Fernández Marín y a D. José María Rodero Franganillo, por su colaboración.

REFERENCIAS

- Angulo R., Costabeber I., Gallego M.C., Serrano S. y Jodral M. (1996). Clean-up distillation: critical points in the organochlorine residue analysis. *1st European Pesticide Residue Workshop*. Alkmaar, Netherlands. Junio 10-12. P-059.
- Camps M., Planas J., Gómez-Catalán J., Sabroso M., To-Figueras J. y Corbella J. (1989). Organochlorine residues in human adipose tissue in Spain: study of an agrarian area. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **42**, 195-201.
- Corsolini S., Focardi S., Kannan K., Tanabe S. y Tatsukawa R. (1995). Isomer-specific analysis of polychlorinated biphenyls and 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin equivalents (TEQs) in red fox and human adipose tissue from central Italy. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **29**, 61-68.
- Costabeber I.H. (1999). Residuos organoclorados persistentes en grasa mamaria y su relación con los hábitos alimentarios: repercusiones sanitarias. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba, España.
- Duarte-Davidson R., Harrad S.J., Allen S., Sewart A.S. y Jones K.C. (1993). The relative contribution of individual polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzo-p-furans (PCDFs) to toxic equivalent values derived for bulked human adipose tissue samples from Wales, Inglaterra. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **24**, 100-107.
- Duarte-Davidson R., Wilson S.C. y Jones K.C. (1994). PCB's and other organochlorines in human tissue samples from the Welsh population: I-Adipose. *Environ. Pollut.* **84**, 69-77.
- Emden H.F., Van y Peakall D.B. (1996). *Beyond Silent Spring. Integrated pest management and chemical safety*. United Nations Environment Programme, Inglaterra.
- Ferrer A., Bona M.A., Castellano M., Brunet M. y To-Figueras J. (1990). Estudio de la presencia de HCB en tejido adiposo en la población de Zaragoza. Libro de Actas Primeras Jornadas Nacionales sobre Hexaclorobenceno. Barcelona, pp. 131-139.
- Ferrer A., Bona M.A., Castellano M., To-Figueras J. y Brunet M. (1992). Organochlorine residues in human adipose tissue of the population of Zaragoza (Spain). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **48**, 561-566.
- Franchi E. y Focardi S. (1991). Polychlorinated biphenyls congeners, hexachlorobenzene and DDTs in human milk in central Italy. *Sci Total Environ.* **102**, 223-228.
- Gallelli G., Mangini S. y Gerbino C. (1995). Organochlorine residues in human adipose and hepatic tissues from autopsy sources in northern Italy. *J. Toxicol. Environ. Health* **46**, 293-300.
- Garrido Fernández M.D., Jodral Villarejo M.L. y Pozo Lora R. (1992). Bifenilos policlorados en leches esterilizadas españolas y estudio experimental del efecto de la temperatura sobre estos compuestos. *N + D.* **0**, 35-40.
- Gómez-Catalán J., Planas J., To-Figueras J., Camps M. y Corbella J. (1993). Organochlorine pesticide residues in the population of Catalonia (Spain). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **51**, 160-164.
- Gómez-Catalán J., Lezaun M., To-Figueras J. y Corbella J. (1995). Organochlorine residues in the adipose tissue of the population of Navarra (Spain). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **54**, 534-540.
- Hernández L.M., Fernández M.A. Jiménez B. y González M.J. (1992). Organochlorine insecticides and polychlorinated biphenyls in human adipose tissue in Madrid (Spain). *Toxicol. Environ. Chem.* **37**, 125-132.
- Herrera Marteache A., Polo Villar L.M., Jodral Villarejo M., Polo Villar G., Mallol J. y Pozo Lora R. (1978). Residuos de plaguicidas organoclorados en grasa humana en España. *Rev. San. Hig. Públ.* **12**, 1-20.
- Jones K.C. (1988). Determination of polychlorinated biphenyls in human foodstuffs and tissue: suggestions for a selective congener analytical approach. *Sci Total Environ.* **68**, 141-159.
- Jones G.R.N. (1989). Polychlorinated biphenyls: where do we stand now? *The Lancet* **30**, 791-794.
- Kamarinos A., Iosifidou E.G., Batzios C., Psomas I.E. y Kilikidis S. (1997). Residues of organochlorine pesticides and PCBs in human adipose tissues in Greece. *Fresenius Environ. Bull.* **6**, 383-389.
- Kanja L.W., Skaare J.U., Ojwang S.B.O. y Maitai C.K. (1992). A comparison of organochlorine pesticides residues in maternal adipose tissue, maternal blood, cord blood and human milk from mother/infant pairs. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **22**, 21-24.
- Kutz F.W., Wood P.H. y Bottimore D.P. (1991). Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human adipose tissue. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* **120**, 1-87.
- Ludwicki J.K. y Góralczyk K. (1994). Organochlorine pesticides and PCBs in human adipose tissue in Poland. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **52**, 400-403.
- Marti J.B., Prats D. y Mas M.E. (1990). Contaminación por organoclorados en tejido adiposo humano. Libro de Actas Primeras Jornadas Nacionales sobre Hexaclorobenceno. Barcelona, España, pp. 141-147.
- Mes J. (1990). Trends in the levels of some chlorinated hydrocarbons residues in adipose tissue of Canadians. *Environ. Pollut.* **65**, 269-278.
- Mes J., Marchand L. y Davies D.L. (1990). Specific polychlorinated biphenyl congener distribution in adipose tissue of Canadians. *Environ. Technol.* **11**, 747-756.
- Moilanen R., Pysalo H. y Kumpulainen J. (1986). Average total dietary intakes of organochlorine compounds from the Finnish diet. *Z. Lebensmitt. Untersuch. Forsch.* **182**, 484-488.

- Molina C. (1994). Residuos de insecticidas organoclorados en tejidos grasos de la población no expuesta de la región de Murcia. Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia, España.
- Molina C., Luna A., Cámara M.A., Navarro García S. y Barba A. (1995). Residuos de insecticidas organoclorados en población no expuesta de la región de Murcia. I Congreso Internacional de Tecnología y Calidad Alimentarias: Residuos Fitosanitarios en Alimentos. Alberda de Iregua. La Rioja, España. 26-30 de abril, pp. 277-281.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (1992). *Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura*. Ginebra, Suiza.
- Planas J., Gómez-Catalán J., To-Figueras J., Sabroso M., Camps M. y Corbella J. (1990). Residuos de hexaclorobenceno en el tejido adiposo de la población de Cataluña (1986-87). Libro de Actas Primeras Jornadas Nacionales sobre Hexaclorobenceno. Barcelona, España, pp. 149-159.
- Poli A., Varischi G., Rollo L., De Marco R. y Campello C. (1995). Contaminazione da policlorobifenil (PCB) del tessuto adiposo di soggetti della Provincia di Trento. *Ann. Ig.* 7, 83-90.
- Pozo Lora R., Herrera Marteache A., Polo Villar L.M., Jodral Villarejo M., Mallol Escobar J. y Polo Villar G. (1978). Presencia del fungicida sintético hexaclorobenceno (HCB) en tejido adiposo humano en España. *Rev. San. Hig. Públ.* 52, 1145-1150.
- Safe S., Safe L. y Mullin M. (1987). Polychlorinated biphenyls: Environmental occurrence and analysis. En: *Environmental toxin series. Polychlorinated biphenyls (PCBs): Mammalian and environmental toxicology*. (S. Safe y O. Hutzinger Eds.). Springer-Verlag, Berlín, pp. 1-14.
- Sasaki K., Ishizaka T., Suzuki T., Takeda M. y Uchiyama M. (1991). Accumulation levels of organochlorine pesticides in human adipose tissue and blood. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 46, 662-669.
- Skaare J.U., Tuveng J.M. y Sande H.A. (1988). Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in maternal adipose tissue, blood, milk and cord blood from mothers and their infants living in Norway. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 17, 55-63.
- Tanabe S., Falandysz J., Higaki T., Kannan K. y Tatsukawa R. (1993). Polychlorinated biphenyl and organochlorine insecticide residues in human adipose tissue in Poland. *Environ. Pollut.* 79, 45-49.
- Teschke K., Kelly S.J., Wiens M., Hertzman C., Ward H.D., Ward J.E.H. y Van Oostdam J.C. (1993). Background levels of PCBs in residents of British Columbia, Canada. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 50, 842-851.
- To-Figueras J., Rodamilans M., Gómez J. y Corbella J. (1986). Hexachlorobenzene in the general population of Barcelona (Spain). Hexachlorobenzene. Proceedings of an International Symposium. IARC Scientific Publications, Vol. 77, pp. 147-148.
- Waliszewski S.M., Pardió Sedas V.T., Chantiri Pérez J.N., Infanzón Ruiz R.M. y Rivera J. (1995). Evaluación de los niveles de DDT y HCH en el tejido adiposo de algunas personas fallecidas en el estado de Veracruz, México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 11, 87-93.