

RESULTADOS DE INVESTIGACIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS ÓRGANOCOLORADOS EN LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS

RODRIGO POZO LORA
ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

En los últimos años hemos realizado un proyecto de investigación en el que se analiza la contaminación por plaguicidas órganoclorados de leches españolas. En el año 1977, como consecuencia de otro proyecto de investigación, dimos para España los primeros resultados publicados a nivel nacional sobre esta cuestión, seguidos de una serie de investigaciones en la misma línea en diversos productos lácteos, como mantequillas, leche en polvo, leche condensada, leche concentrada, leches maternizadas, quesos e incluso leche humana. Entre ambos estudios se han publicado resultados españoles por otros autores, y también se han promulgado, por España y la C.E.E., legislaciones o directivas que han afectado a los pesticidas que contaminan la leche y otros alimentos, bien por prohibición o por modificación de límites de concentración permitidos. Todo ello nos posibilita realizar una valoración de conjunto y obtener una visión de la evolución en España de la contaminación de la leche por plaguicidas órganoclorados, y conocer la situación de los riesgos sanitarios para los consumidores, al mismo tiempo que se pueden utilizar estos estudios para estimar en parte la contaminación ambiental desde el punto de vista general.

Los plaguicidas tienen presunta acción cancerígena y actividades inhibitoras o estimuladoras de enzimas, vitaminas y hormonas; en otros casos, poseen efectos mutágenos, teratógenos, bioquímicos y sobre la reproducción, con las correspondientes consecuencias negativas para la normalidad biológica.

Existe cierta alarma y ansiedad por los problemas de la contaminación del medio ambiente, por sus riesgos ecológicos y más especialmente por sus repercusiones sanitarias, al estar estos contaminantes presentes en la cadena alimentaria y ser ingeridos por los consumidores con los alimentos. De esta preocupación nosotros tenemos experiencia porque los numerosos trabajos que hemos publicado sobre esta línea de investigación han tenido siempre amplia repercusión en los medios científicos y de comunicación social. Sin embargo la gran receptividad de la población a estos temas no ha tenido como consecuencia, en general, unas

medidas suficientemente eficaces como para conseguir soluciones inmediatas a un problema sanitario y ecológico que sigue gravitando sobre el medio ambiente y sobre los consumidores de alimentos. No obstante la vigencia de la polución del medio ambiente y sus riesgos han dado lugar en numerosos países, y también en España, a medidas legislativas de regulación de la utilización de los plaguicidas, y se aprecian resultados favorables, que son además un buen índice de que se puede controlar el problema si se utilizan adecuadamente todos los medios a nuestro alcance y se potencian las investigaciones para que los nuevos conocimientos vayan resolviendo los problemas actuales y los que se vayan presentando. Los plaguicidas son indudablemente indispensables herramientas para el desarrollo humano pero debe respetarse el equilibrio ambiental mejorando aún más el progreso en beneficio del hombre.

La contaminación por plaguicidas de la cadena alimentaria y su magnificación biológica por su concentración en la pirámide trófica, es un problema parcial de uno más general, que constituye un conjunto de problemas interrelacionados que afectan al medio ambiente en su totalidad; medio ambiente cuya concepción en la actualidad ha cambiado y se considera finito, alterable, destruible e irre recuperable. Medio ambiente sobre el que deben de recaer todos los esfuerzos posibles, políticos y científicos, que permitan su uso y mantenimiento para el desarrollo de los procesos biológicos y la plenitud de la vida humana. Son problemas complejos que requieren soluciones racionales, sistemáticas, pacientes e imaginativas.

La evolución de la contaminación por plaguicidas órganoclorados en la leche tiene además de un interés netamente científico, interés sanitario y ecológico, además del económico y social. Los plaguicidas órganoclorados son biocidas que persisten durante años en el medio ambiente (Tabla 1) y se concentran progresivamente en las cadenas alimentarias, especialmente en su fase lipídica, representando riesgo sanitario para el consumidor. Algunas especies animales llegan a desaparecer. El comercio regional, nacional e internacional se afecta por las concentraciones de estos biocidas en los alimentos; existen límites legales que no deben sobrepasarse y que deben cumplir los alimentos como norma de garantía.

En este trabajo analizamos la evolución que han tenido los plaguicidas órganoclorados que contaminan las leches esterilizadas españolas basados en trabajos de investigación dirigidos por nosotros (1).

En 1977 se analizaron trescientas veintinueve muestras de leches esterilizadas, procedentes de cuarenta y nueve centrales lecheras españolas. En 1990 se han analizado doscientas ocho muestras, procedentes de setenta y siete centrales lecheras. Tanto en una como en otra investigación los resultados analíticos de las leches esterilizadas se han agrupado por regiones según las centrales lecheras en donde se procesaron, ya que aunque la leche en cada central lechera no procede

(1) Investigaciones realizadas en el Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba. En los trabajos de 1977 colaboraron: A. Herrera Marteache, L. M. Polo Villar, R. López Jiménez, M. Jodral Villarejo, J. Iglesias Pérez y M. G. Fernández Marín. En los trabajos de 1990 han colaborado fundamentalmente: M. D. Garrido Fernández, M. G. Fernández Marín y M. Jodral Villarejo.

exclusivamente de la región de referencia, pero sí en su mayor parte y su agrupación puede servirnos de orientación, ya que los usos domésticos y zootécnicos de los pesticidas son culturalmente semejantes y la contaminación agrícola de la zona, causa principal de la contaminación de la leche, está condicionada por tipos de cultivos, prácticas agrícolas y climatología.

Se han investigado isómeros de HCH, clordano, endrín, heptacloro, heptacloro epóxido, DDT y metabolitos (DDT, DDE, DDD) del mismo, aldrín, dieldrín y el fungicida sintético HCB.

Los análisis se han realizado por cromatografía de gases con detector de captura electrónica, siguiendo técnicas especiales, contrastadas y mejoradas por nosotros. Estos análisis tienen complejidad por la necesidad de eliminar con garantía contaminaciones en el material de vidrio o en los solventes y demás reactivos; los resultados se han obtenido previos controles de limpieza y destilación, con pruebas de pureza de reactivos, garantías de extracción y de purificación de pesticidas problemáticos; repetibilidad y recuperación del método; e identificación de los plaguicidas con su correspondiente cuantificación, previa determinación de los límites de detección de los mismos.

Analizaremos la evolución estudiándola en los siguientes apartados:

- a) Evolución de las concentraciones de plaguicidas.
- b) Evolución de los riesgos sanitarios de las concentraciones de plaguicidas.
- c) Evolución de la frecuencia de plaguicidas.
- d) Evolución de los residuos totales de plaguicidas organoclorados.

Evolución de las concentraciones de plaguicidas

Estudiando las concentraciones medias, a nivel nacional, expuestas en la Tabla 2, podemos apreciar que en los plaguicidas organoclorados analizados hay una reducción general de la contaminación bastante intensa, en relación con las investigaciones del año 1977, salvo en el clordano y en el dieldrín que presentan un aumento, del 97 por ciento y del 85 por ciento, respectivamente. El conjunto del alfa, beta y gamma HCH (HCH total) se ha reducido su concentración en un 39 por ciento, de 0,271 a 0,163 ppm, haciéndolo el lindano o gamma HCH en un 63 por ciento. El endrín existía en pequeña concentración en 1977 (0,011 ppm) y en la última investigación no se ha detectado en ninguna muestra de leche. El heptacloro se ha reducido grandemente, de 0,066 a 0,0001 ppm, lo que representa un 99 por ciento; mientras que el heptacloro epóxido ha reducido su concentración media en un 57 por ciento; siendo la concentración media conjunta, como heptacloro total, un 88 por ciento más baja que en 1977. El DDT y sus metabolitos han descendido en un 82 por ciento (de 0,153 a 0,027 ppm). El aldrín ha tenido una drástica reducción, y el dieldrín un importante aumento. El fungicida sintético HCB se ha reducido de forma muy importante, en un 96 por ciento, de 0,278 a 0,009 ppm.

En cuanto a la evolución cuantitativa de la contaminación por pesticidas organoclorados de las leches esterilizadas, en las diferentes regiones en que hemos agrupado las centrales lecheras, observamos las siguientes variaciones.

La concentración de el HCH (alfa, beta y gamma) (Tabla 3.1) ha disminuido en todas las regiones españolas, excepto la región Madrid-centro, donde han aumentado los niveles medios en un 29 por ciento; y Castilla-León y Cantabria que prácticamente no ha variado. Considerando independientemente el gamma HCH, observamos un ligero aumento de la concentración en Madrid-centro, un 25 por ciento. Extremadura ha permanecido igual, sólo ha aumentado un 5 por ciento. En Cantabria se ha producido una reducción del 95 por ciento; la reducción más intensa ha tenido lugar en Galicia y en Castilla-León, un 97 por ciento, seguida de Aragón-Navarra, con un 92 y Levante con un 63 por ciento, y Andalucía donde ha disminuido la concentración media de lindano un 45 por ciento.

Las concentraciones de clordano han pasado de no detectarse en 1977, o dar concentraciones medias muy bajas, a detectarse en todas las regiones, siendo las más elevadas las obtenidas en las leches de Extremadura, Cataluña y Castilla-León. En 1977 sólo se detectó en Andalucía, Aragón-Navarra y Galicia.

El endrín no ha sido detectado en las leches investigadas en 1990 (Tabla 3.2). En 1977 en Levante, Madrid-centro y Cataluña las medias rebasaron el límite recomendado por los organismos internacionales.

Las concentraciones de heptacloro se han reducido grandemente en las leches esterilizadas de todas las regiones españolas (Tabla 3.3). El heptacloro epóxido ha disminuido en todas las regiones excepto en Galicia que ha aumentado un 37 por ciento.

Galicia también es la región donde se ha producido un aumento de la concentración de DDT y sus metabolitos (Tabla 3.2), en un 12 por ciento. En las demás regiones la evolución ha sido a la baja, más o menos intensa; Aragón-Navarra, Castilla-León y Andalucía, con una reducción de más del 90 por ciento; Madrid-centro, Extremadura, Cantabria y Levante han disminuido entre el 50 y el 60 por ciento.

El aldrín ha tendido una drástica reducción (Tabla 3.4), prácticamente no se ha detectado en ninguna región, solamente en Extremadura.

El dieldrín ha aumentado su concentración en todas las regiones, entre un 60 y un 100 por cien. Considerando conjuntamente el aldrín y el dieldrín, como dieldrín total, se observa disminución en Andalucía, Madrid-centro, Cataluña y Extremadura, y aumento en el resto, en un alto porcentaje.

En todas las regiones se ha reducido la concentración de HCB (Tabla 3.2). En Andalucía, que en 1977 tenía la concentración más alta, se ha reducido en 1990 en un 99 por ciento, y porcentajes de reducción también importantes se han observado en las restantes regiones.

Evolución de los riesgos sanitarios de las concentraciones de plaguicidas

La evolución de los riesgos sanitarios para los consumidores evaluados en cuanto a concentraciones de plaguicidas que superan los límites legales (porcentajes de muestras positivas que rebasan los límites) supone otra buena perspectiva para analizar la situación actual de la contaminación por órganoclorados de la leche esterilizada en España. Tenemos en cuenta la Directiva de la C.E.E. (1986)

adoptada por España (R.D. 569/1990).

El nivel máximo permitido de HCB en leche actualmente (0,25 ppm en base grasa, Directiva C.E.E., 1986) es la mitad del límite que propugnaba anteriormente la FAO/OMS, y que utilizamos en nuestras investigaciones de 1977. Andalucía ha pasado de tener en 1977 un 37 por ciento de muestras positivas que rebasaban el límite recomendado por la FAO/OMS (0,5 ppm) a solamente 4 por ciento de muestras en 1990. Un aumento muy notable ha experimentado el porcentaje de muestras con riesgo sanitario por HCB en Aragón-Navarra que ha pasado de cero al 57 por ciento. Extremadura y Madrid-centro han pasado del 10 y 2 por ciento, respectivamente, a un 50 por ciento en ambas regiones. La región de Galicia, que en 1977 no presentó muestras de leche que rebasaran en HCB los límites de riesgo sanitario, en 1990 se eleva a un 20 por ciento. En Cantabria se ha más que duplicado el porcentaje de muestras positivas que rebasan los límites recomendados, del 12 al 27 por ciento. Cataluña, Castilla-León y Levante han sufrido ligeras variaciones en cuanto a las muestras que rebasan los límites en HCB, Cataluña ha pasado del 16 al 11 por ciento, Castilla-León del 15 al 21 por ciento, y Levante del 8 al 10 por ciento. Recordemos que las concentraciones medias, como hemos visto, se han reducido fuertemente.

Prácticamente podemos decir que casi se ha duplicado a nivel nacional el porcentaje de muestras que rebasaban los límites propuestos para HCB, han pasado del 13 al 24 por ciento, aunque con las distintas referencias de límites que hemos citado para cada año en cuestión.

El clordano, pesticida que ha aumentado su concentración en los últimos quince años, el porcentaje de muestras positivas que han rebasado el límite recomendado por la C.E.E. y la legislación española, límite que no ha variado en relación con las recomendaciones anteriores de la FAO/OMS (0,05 ppm), la media nacional ha pasado de un 22 por ciento a un 32. Todas las regiones han presentado muestras que rebasan los límites, entre el 21 y el 50 por ciento. En 1977 la presentación de clordano fue muy escasa y salvo en Andalucía, con un 11 por ciento, de presencia y un 40 por ciento de muestras con riesgo, no se presentaron muestras que rebasaran los límites; Galicia presentó un 5 por ciento de muestras positivas y Aragón-Navarra un 6 por ciento, y ninguna en ambos casos rebasó los límites. En 1990 en Galicia han rebasado los límites un 35 por ciento de las muestras de leche. Cataluña, Cantabria y Madrid-centro presentaron un porcentaje de muestras positivas que rebasaban los límites del 36, 35 y 31 por ciento, respectivamente; y Levante un 40 por ciento. El más alto porcentaje lo ha tenido Extremadura, un 50 por ciento, y el más bajo Aragón-Navarra, un 21 por ciento.

El lindano que en 1977 presentó en todas las regiones muestras de leche que rebasaban los límites, con la excepción de Aragón-Navarra que no presentó ninguna; en 1990 Levante ha dado un 30 por ciento y en las demás zonas no se ha observado ninguna muestra que suponga riesgo. Para el lindano la C.E.E. establece en la actualidad como límite 0,2 ppm en base grasa, anteriormente el límite estaba en 0,1 ppm.

Para el HCH total en 1977 tomamos como límite la concentración máxima permitida la propugnada por la F.D.A. de Estados Unidos (0,3 ppm en base grasa para alfa+beta+gamma HCH). La Directiva de la C.E.E. y España tienen adopta-

do en la actualidad los siguientes límites, alfa HCH: 0,1 ppm, beta HCH: 0,075 ppm, y gamma HCH: 0,2 ppm. No tenemos por ello referencias que sean homogéneas para su comparación. De acuerdo con los límites de la C.E.E. las muestras de leche esterilizada que en 1990 los rebasaban son los siguientes: alfa HCH, el 5,7 por ciento; beta HCH, el 5,7 por ciento; gamma HCH, el 1,4 por ciento. En 1977, con la normativa de entonces, el 17,6 por ciento de las muestras a nivel nacional superaron el límite permitido, no lo superó ninguna muestra de Aragón-Navarra, y el 80 por ciento de las de Extremadura lo rebasaron. En Levante un 27 por ciento, en 1977, supuso riesgo sanitario. Observamos que ha habido una importante reducción.

En DDT y sus metabolitos solamente ha presentado muestras que superaban los límites la zona de Levante, un 10 por ciento, que en 1977 fue de un 2 por ciento. Andalucía en 1977 tuvo un 4 por ciento de las muestras positivas que rebasan los límites recomendados por la FAO/OMS (1,25 ppm) y en 1990, con un límite de la C.E.E. reducido en un veinte por ciento, no se ha detectado ninguna muestra que represente riesgo. Igualmente Aragón-Navarra pasó de un 6 por ciento a ausencia.

El heptacloro total (heptacloro más heptacloro epóxido) tiene en la Directiva de la C.E.E. un límite (0,1 ppm) que reduce en un tercio el que recomendaba en 1977 la FAO/OMS (0,15 ppm). Aragón-Navarra, Cataluña y Extremadura no han presentado muestras en 1990 que superen el límite de la C.E.E.. Andalucía pasó del 15 al 16 por ciento, Cantabria y Galicia del 0 al 10 por ciento, Madrid-centro del 4 al 18 por ciento, y Castilla-León del 4 al 7 por ciento. En Levante las muestras con riesgo sanitario se han reducido del 22 al 10 por ciento.

El dieldrín tenía su mayor concentración en 1977 en Cantabria (0,006 ppm) y en Cataluña (0,005 ppm) y no se detectó en Extremadura ni en Levante. En 1990 la mayor concentración se ha dado en Extremadura (0,030 ppm), seguida de Galicia (0,20 ppm), que anteriormente tuvo concentraciones muy bajas, y de Levante (0,019 ppm).

En aldrín total (aldrín más dieldrín) no ha rebasado ninguna muestra los límites recomendados por la C.E.E. (que es el mismo que tenía la FAO/OMS, 0,15 ppm) en las regiones de Andalucía, Aragón-Navarra, Castilla-León, Cataluña, Extremadura y Madrid-centro; solamente se ha observado riesgo sanitario en muestras de leche de Cantabria, 2,5 por ciento (en 1977, 14 por ciento), Galicia, 5 por ciento (en 1977, cero), y Levante, 10 por ciento (en 1977, cero). A nivel nacional el aldrín total ha evolucionado del 17 por ciento de muestras positivas que rebasaban los límites recomendados por organismos internacionales a un 1,9 por ciento, en 1990 en relación con la Directiva de la C.E.E.

Evolución de la frecuencia de plaguicidas

La frecuencia de presencia residual (Tabla 4) refleja un relativo paralelismo con las concentraciones medias. Se constata un aumento del porcentaje de muestras positivas en clordano y en dieldrín, del 94 y del 87 por ciento, respectivamente; recordemos que estos pesticidas han sufrido un aumento en sus concentracio-

nes medias (Tabla 2). Podemos observar en la citada tabla que los restantes plaguicidas se reducen en proporciones variables, aunque importantes.

De acuerdo con las últimas investigaciones el plaguicida más frecuente sigue siendo el HCH (alfa, beta y gamma), que de un 100 por ciento de muestras positivas ha pasado a un 88 por ciento. El HCB y el heptacloro han perdido frecuencia; el DDT y el heptacloro epóxido persisten en importancia, aunque muy reducidos; y el dieldrín y el clordano adquieren más frecuencia. Se observa que se ha invertido la frecuencia de los heptacloros; en 1977 el más frecuente de estos era el heptacloro, con un 84 por ciento de muestras positivas, mientras que el heptacloro epóxido tenía un 48 por ciento; en 1990 la mayor frecuencia se ha presentado en el heptacloro epóxido, un 30,7 por ciento, y el heptacloro ha reducido su presencia muy marcadamente, del 84 al 7,6 por ciento.

El HCH total (alfa, beta y gamma) ha disminuido su frecuencia en todas las regiones (Tabla 5.1) entre el 3 y el 25 por ciento. Igual ha ocurrido con el lindano (gamma HCH), aunque en mayores porcentajes, entre el 34 y el 72 por ciento.

El clordano ha aumentado su frecuencia en todas las zonas, entre el 73 y el 100 por cien.

El endrín se ha reducido totalmente, ya que no se ha detectado en ninguna muestra de leche (Tabla 5.2) en las últimas investigaciones.

El DDT y sus metabolitos ha aumentado su frecuencia en Galicia (28 por ciento), Extremadura (10 por ciento) y Castilla-León (2,8 por ciento) y ha disminuido en el resto, entre un 55 por ciento en Andalucía y un 16 por ciento en Madrid-centro.

El HCB ha reducido su frecuencia en todas las regiones, sin guardar relación con la reducción de las concentraciones. Observamos que en Extremadura se ha reducido la concentración en un 90 por ciento y la frecuencia sólo en un 16 por ciento, mientras que en Castilla-León la concentración y la frecuencia se han reducido ambas en un 97 y 94 por ciento, respectivamente. En Andalucía ha disminuido la frecuencia del HCB en un 55 por ciento, sobre un 100 por cien que tuvo en 1977.

La reducción de la frecuencia del porcentaje de muestras positivas de heptacloro ha descendido (Tabla 5.3) en todas las regiones y ha sido mayor del 75 por ciento, siendo en Levante del 100 por cien, que tenía en 1977 una de las frecuencias más altas, un 94,5 por ciento. El heptacloro epóxido ha aumentado la frecuencia en Galicia, donde también aumentó la concentración, y en Cantabria solamente aumentó la frecuencia; mientras que en las demás regiones descendió la frecuencia de muestras positivas.

En aldrín solamente se han detectado muestras positivas en Extremadura.

El dieldrín ha aumentado su frecuencia y su concentración en todas las regiones (Tabla 5.4) El dieldrín total (aldrín más dieldrín) como consecuencia de los resultados del dieldrín ha aumentado. En 1977 las leches esterilizadas españolas estaban más contaminadas con aldrín que con dieldrín, y en 1990 la contaminación por aldrín es prácticamente nula y ha aumentado notablemente la contaminación de las leches españolas en dieldrín.

Evolución de los residuos totales de plaguicidas órganoclorados

Las medias de la concentración en residuos totales de plaguicidas órganoclorados son también una buena orientación para conocer como ha evolucionado en general la contaminación de la leche esterilizada en España (Tabla 6). La contaminación ha disminuido en Andalucía, un 67 por ciento (de 0,858 a 0,277 ppm); Aragón-Navarra, un 66 por ciento (de 0,440 a 0,149 ppm); Levante, un 58 por ciento; Extremadura, un 54 por ciento; Cataluña, un 49 por ciento; y Galicia un 22 por ciento. Reducciones medias más bajas de concentraciones de residuos totales de plaguicidas órganoclorados las han tenido Castilla-León, con un 14 por ciento y Cantabria, con un 7 por ciento. Sin embargo se ha observado un aumento en Madrid-centro, de un 2,7 por ciento (de 0,314 a 0,323 ppm). Podemos observar que las concentraciones medias de residuos totales más bajas se dan actualmente en Galicia, Cantabria, Aragón-Navarra y Castilla-León, seguidas de Andalucía, Madrid-centro y Cataluña. Extremadura continúa siendo la región de más alta contaminación, 0,608 ppm. La reducción más intensa se aprecia en Andalucía seguida de Aragón-Navarra, Levante y Extremadura; y la reducción mínima en la región Cantábrica. La concentración media nacional de residuos totales de plaguicidas órganoclorados en las leches esterilizadas españolas se ha reducido, en quince años, en un 52 por ciento (de 0,532 a 0,253 ppm).

Los resultados obtenidos por nosotros son concordantes, en general, con los obtenidos en España por Martínez y Juárez (1979) y por Riba y Anadón (1991), y con los realizados en el extranjero por numerosos investigadores. El clordano ha sido muy poco investigado en leche por los autores extranjeros. Martínez y Juárez no investigaron clordano ni endrín y sus resultados en heptacloro epóxido fueron más altos que en heptacloro. Riba y Anadón no investigaron clordano y no detectaron los heptacloros ni el endrín.

Conclusión general

En las leches esterilizadas españolas, desde 1977 hasta 1990, se ha producido una reducción importante y generalizada de la contaminación por plaguicidas órganoclorados (HCH, endrín, heptacloro, heptacloro epóxido, DDT, aldrín y HCB), menos en clordano y dieldrín que han incrementado sus concentraciones. Por regiones se ha observado un ligero aumento de las concentraciones de algunos plaguicidas órganoclorados en varias regiones. El clordano y el HCB representan algún riesgo sanitario en todas las regiones españolas; el heptacloro total y el aldrín sólo en algunas, y el gamma HCH y el DDT solamente en Levante. Los plaguicidas órganoclorados más frecuentes en las leches esterilizadas españolas siguen siendo el HCH (total) y el HCB, seguidos del DDT (y sus metabolitos) y del heptacloro epóxido, y han adquirido importancia el clordano y el dieldrín. El endrín ya no se presenta en las leches esterilizadas españolas y el aldrín solamente se ha observado en leches de Extremadura.

Tabla 1.- PERSISTENCIA DE LOS PLAGUICIDAS EN EL MEDIO
(tomado de varios autores; Pozo Lora, 1977)

Plaguicida	Tiempo necesario para que desaparezca el 95 por ciento	
	en años	
	rango	media
DDT	4 - 30	10
Dieldrín	5 - 25	8
Endrín	3 - 20	7
Gamma HCH (lindano)	3 - 10	6'5
Clordano	3 - 5	4
Heptacloro	3 - 5	3'5
Aldrín	1 - 6	3
HCB	2'6 - 7'5	-

Tabla 2.- EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN LECHEs ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS.
RESULTADOS A NIVEL NACIONAL

Medias en ppm en base grasa y porcentajes de reducción o aumento

Plaguicida	Concentración media a nivel nacional		Porcentaje de reducción o aumento
	año 1977	año 1990	
HCH (alfa, beta y gamma)	0'271	0'163	-39'7
gamma HCH	0'071	0'026	-63'3
Heptacloro	0'066	0'0001	-99'8
Heptacloro epóxido	0'018	0'007	-57'2
Heptacloro total	0'084	0'009	-88'8
DDT y sus metabolitos	0'153	0'027	-82'0
Aldrín	0'009	N.D.	-100'0
Dieldrín	0'002	0'014	+85'8
Aldrín total	0'011	0'012	+9'0
Clordano	0'0008	0'031	+97'4
Endrín	0'011	N.D.	-100'0
HCB	0'278	0'009	-96'6

Tabla 3.1.— EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN
LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS. RESULTADOS POR REGIONES
Medias en ppm en base grasa y porcentajes de reducción o aumento

	HCH (alfa, beta y gamma)		Gamma HCH (lindano)		Clordano	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	0'345	0'177	0'073	0'040	0'004	0'027
		-48'6		-45'2		+85'1
Aragón-Navarra	0'144	0'070	0'027	0'002	0'0001	0'017
		-51'3		-92'5		+99'4
Cantabria	0'131	0'126	0'048	0'002	N.D.	0'029
		-3'8		-95'8		+100'0
Castilla-León	0'154	0'149	0'044	0'001	N.D.	0'040
		-3'2		-97'7		+100'0
Cataluña	0'464	0'254	0'100	0'033	N.D.	0'042
		-45'2		-67		+100'0
Extremadura	0'946	0'342	0'195	0'206	N.D.	0'128
		-63'8		+5'3		+100'0
Galicia	0'135	0'057	0'073	0'0019	0'003	0'024
		-57'7		-97'3		+87'5
Levante	0'267	0'108	0'203	0'074	N.D.	0'022
		-59'5		-63'5		+100'0
Madrid-centro	0'170	0'241	0'057	0'076	N.D.	0'014
		+29'4		+25		+100'0

Tabla 3.2.- EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN LECHEs ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS. RESULTADOS POR REGIONES

Medias en ppm en base grasa y porcentajes de reducción o aumento

	Endrín		DDT y sus metabolitos		HCB	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	0'002	N.D.	0'387	0'036	0'646	0'002
	-100'0		-90'6		-99'6	
Aragón-Navarra	0'0001	N.D.	0'232	0'013	0'212	0'002
	-100'0		-94'3		-99	
Cantabria	0'002	N.D.	0'068	0'029	0'227	0'015
	-100'0		-57'3		-93'3	
Castilla-León	0'002	N.D.	0'052	0'0002	0'289	0'006
	-100'0		-99'6		-97'9	
Cataluña	0'026	N.D.	0'126	0'026	0'283	0'009
	-100'0		-79'3		-96'8	
Extremadura	0'0005	N.D.	0'175	0'073	0'231	0'021
	-100'0		-58'2		-90'9	
Galicia	0'001	N.D.	0'022	0'025	0'050	0'008
	-100'0		+12		-84	
Levante	0'032	N.D.	0'277	0'132	0'286	0'004
	-100'0		-52'3		-98'6	
Madrid-centro	0'032	N.D.	0'050	0'020	0'132	0'021
	-100'0		-60		-84	

Tabla 3.3.- EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN
LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS. RESULTADOS POR REGIONES
Medias en ppm en base grasa y porcentajes de reducción o aumento

	Heptacloro		Heptacloro epóxido		Heptacloro total	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	0'071	0'0005	0'026	0'012	0'097	0'019
		-99'2		-53'8		-84'4
Aragón-Navarra	0'051	0'0001	0'012	0'0001	0'063	0'0003
		-99'8		-99'1		-99'5
Cantabria	0'029	0'0003	0'010	0'010	0'039	0'013
		-98'9		0		-66'6
Castilla-León	0'025	0'00002	0'010	0'006	0'035	0'006
		-99'2		-40		-82'8
Cataluña	0'123	0'0002	0'012	0'002	0'135	0'004
		-99'8		-83'3		-97
Extremadura	0'136	0'001	0'020	N.D.	0'156	0'001
		-99'2		-100'0		-97'4
Galicia	0'004	0'00007	0'005	0'008	0'009	0'008
		-98'2		+37'5		-11'1
Levante	0'094	N.D.	0'034	0'008	0'128	0'008
		-100'0		-76'4		-93'7
Madrid-centro	0'032	0'0009	0'019	0'017	0'051	0'017
		-99'7		-10'5		-66'6

Tabla 3.4.- EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN
LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS. RESULTADOS POR REGIONES
Medias en ppm en base grasa y porcentajes de reducción o aumento

	Aldrín		Dieldrín		Dieldrín total	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	0'021	N.D.	0'0005	0'016	0'021	0'016
	-100'0		+96'8		-23'8	
Aragón-Navarra	N.D.	N.D.	0'001	0'015	0'001	0'015
	-		+93'3		+93'3	
Cantabria	0'001	N.D.	0'006	0'016	0'007	0'016
	-100'0		+62'5		+56'2	
Castilla-León	0'0002	N.D.	0'0002	0'008	0'0004	0'008
	-100'0		+97'5		+95	
Cataluña	0'013	N.D.	0'005	0'013	0'018	0'013
	-100'0		+61'5		-27'7	
Extremadura	0'049	0'0007	N.D.	0'030	0'049	0'043
	-98'5		+100'0		-12'2	
Galicia	0'003	N.D.	0'0001	0'020	0'003	0'020
	-100'0		+99'5		+85	
Levante	0'0005	N.D.	N.D.	0'019	0'0005	0'019
	-100'0		+100'0		+97'3	
Madrid-centro	0'012	N.D.	0'001	0'010	0'013	0'010
	-100'0		+90		-23	

Tabla 4.- EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE PRESENCIA RESIDUAL DE
 PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN LECHEs ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS
 Porcentajes de muestras positivas y de reducción o aumento

Plaguicida	Porcentaje de muestras positivas año		Porcentaje de reducción o aumento
	1977	1990	
HCH (alfa, beta y gamma)	100'0	88'4	-11'5
gamma HCH	96'9	34'6	-64'3
Heptacloro	84'1	7'6	-90'8
Heptacloro epóxido	48'0	30'7	-35'9
Heptacloro total	89'0	34'6	-61'1
DDT y sus metabolitos	79'9	58'6	-26'6
Aldrín	10'0	0'4	-95'2
Dieldrín	6'6	54'3	+87'7
Aldrín total	15'8	54'8	+71'1
Clordano	2'7	47'5	+94'2
Endrín	4'2	N.D.	-100'0
HCB	98'7	57'6	-41'5

Tabla 5.1.– EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE PRESENCIA RESIDUAL DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN
LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS
Porcentajes de muestras positivas y de reducción o aumento

	HCH (alfa, beta y gamma)		Gamma HCH (lindano)		Clordano	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	100	95	100	29	11	41
		-5		-71		+73
Aragón-Navarra	100	92	86	50	6	50
		-8		-41'8		+88
Cantabria	100	87	96	40	0	57'5
		-13		-58		+100
Castilla-León	100	97	96	26	0	42
		-3		-72'9		+100
Cataluña	100	88	100	30'5	0	55
		-12		-69'5		+100
Extremadura	100	75	100	50	0	100
		-25		-50		+100
Galicia	100	80	87	35	5	35
		-20		-59'7		+85'7
Levante	100	80	91	60	0	40
		-20		-34		+100
Madrid-centro	100	77	93	27	0	36
		-23		-70'9		+100

Tabla 5.2.- EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE PRESENCIA RESIDUAL DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN
LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS
Porcentajes de muestras positivas y de reducción o aumento

	Endrín		DDT y sus metabolitos		HCB	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	6	0	100	45	100	45'8
		-100		-55		-55
Aragón-Navarra	6	0	80	42	100	71
		-100		-47'5		-29
Cantabria	16	0	72	62	100	60
		-100		-29		-88'8
Castilla-León	7	0	69	71	100	47
		-100		+2'8		-94'9
Cataluña	11	0	100	52	100	50
		-100		-48		-50
Extremadura	101	0	90	100	90	75
		-100		+10		-16'6
Galicia	15	0	36	50	89	60
		-100		+28		-32'5
Levante	10	0	91	70	100	70
		-100		-23		-30
Madrid-centro	28	0	71	59	97	77
		-100		-16'9		-20'6

Tabla 5.3.- EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE PRESENCIA RESIDUAL DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN
LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS
Porcentajes de muestras positivas y de reducción o aumento

	Heptacloro		Heptacloro epóxido		Heptacloro total	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	97'7	8'3	64	20'8	97'7	29
		-91'5		-67'5		-70
Aragón-Navarra	93	7'1	22'6	7'1	100	7
		-92'3		-68'5		-93
Cantabria	75'8	7'5	37	40	79	42'5
		-90		+7'5		-46
Castilla-León	61'5	5'2	42	31'5	84	36'8
		-91'5		-25		-56
Cataluña	100	11	48	30'5	100	36
		-89		-36'4		-64
Extremadura	100	25	40	0	100	25
		-75		-100		-75
Galicia	31	5	26	40	47	40
		-83'8		+35		-14'8
Levante	94'5	0	72'9	30	97	30
		-100'0		-58'8		-69
Madrid-centro	79'5	9	38'7	36	85'7	36
		-86'6		-6'9		-57'6

Tabla 5.4.- EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE PRESENCIA RESIDUAL DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN
LECHES ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS
Porcentajes de muestras positivas y de reducción o aumento

	Aldrín		Dieldrín		Dieldrín total	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Andalucía	13	N.D.	8'8	58	20	58
		-100		+71		+65'5
Aragón-Navarra	N.D.	N.D.	6'6	50	6'6	50
		-		+86'8		+88
Cantabria	6'4	N.D.	4'8	55	11	55
		-100		+91		+80
Castilla-León	3'8	N.D.	7'6	42	10	42
		-100		+81'9		+76
Cataluña	5'5	N.D.	12'9	52'7	18	52
		-100		+75'5		+65
Extremadura	50	25	N.D.	75	50	100
		-50		+100		+50
Galicia	10'5	N.D.	5	55	10'5	55
		-100		+90'9		+81'8
Levante	10'8	N.D.	N.D.	60	10'8	60
		-100		+100		+83
Madrid-centro	14	N.D.	4	68	10'8	60
		-100		+94		+76'40

Tabla 6.– EVOLUCIÓN DE LOS RESIDUOS TOTALES DE PLAGUICIDAS
ORGANOCORADOS EN LECHEs ESTERILIZADAS ESPAÑOLAS
Medias en ppm en base de grasa y porcentajes de reducción o aumento

Regiones	Concentración media en ppm años		Porcentaje de reducción o aumento
	1977	1990	
Andalucía	0'858	0'277	-67'7
Aragón-Navarra	0'440	0'149	-66'1
Cantabria	0'247	0'228	-7'6
Castilla-León	0'244	0'209	-14'3
Cataluña	0'666	0'335	-49'6
Extremadura	1'327	0'608	-54'1
Galicia	0'170	0'131	-22'9
Levante	0'707	0'293	-58'5
Madrid-centro	0'314	0'323	+2'7
Media nacional	0'532	0'253	-52'4