

Aportación al conocimiento de los niveles de contaminación por plaguicidas organoclorados en pastizales de la provincia de Córdoba

J.M. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ-CÓRDOBA *, E. MERINO DÍAZ **, A. LÓPEZ FERNÁNDEZ y F. INFANTE MIRANDA *

RESUMEN

Se estudia por cromatografía gaseosa los niveles de contaminación por residuos de plaguicidas organoclorados en plantas pratenses procedentes de diecisiete pastizales de la provincia de Córdoba, previo agrupamiento de los vegetales en familias gramíneas, compuestas y leguminosas.

Los plaguicidas investigados han sido: Lindano, Heptacloro, Aldrin, p-p'DDE, o-p'TDE, Dieldrin, p-p'TDE, p-p'DDT y un grupo de isómeros del HCH con independencia del isómero gamma (Lindano).

Se expresan individualmente los niveles de contaminación para cada uno de los pastos estudiados. Los valores medios para cada familia son: gramíneas, 1,276 ppm.; compuestas, 0,246 ppm., y leguminosas, 1,024 ppm.

INTRODUCCIÓN

Aunque el uso de plaguicidas en agricultura ha permitido al hombre obtener más y mejores productos agropecuarios con que subvenir sus crecientes necesidades al capacitarles, mediante el empleo de armas eficaces, el control, en variable medida, de las devastadoras plagas de insectos, que son sin duda alguna sus más calificados competidores, su aplicación constituye una de las fuentes de contaminación ambiental que afecta en mayor o menor medida a todos los seres del ecosistema sobre el que inciden, ya que la acción tóxica de los hasta ahora utilizados no es selectiva contra las plagas. Este hecho

(*) Laboratorio de Farmacología y Toxicología. Facultad de Veterinaria.

(**) Laboratorio de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba.

se potencia por su amplia dispersión, persistencia y asimilación; características que están justificadas por sus especiales propiedades físico-químicas.

En dos se pueden resumir las vías de contaminación de los pastos por los plaguicidas: la aplicación directa sobre el suelo o plantas, para combatir determinadas plagas, o su accidental transporte y deposición por las aguas superficiales y el viento.

La eliminación se produce: A) por volatilización, se estima, según WHEATLEY (1972), que en condiciones normales el 50 % del DDT aplicado a la superficie del suelo desaparece, por tal medio entre las 16 y 20 semanas. B) Por degradación biológica de la población microbiana del suelo; degradación amplia pero no ilimitada, como lo demuestra el que algunos plaguicidas organoclorados permanezcan inalterables en el suelo varios años después de su aplicación (BROOKS, 1971). C) Por metabolismo de las plantas superiores que no siempre conduce a su inactivación o transformación en metabolitos menos tóxicos y que en algunos casos se traduce en la producción de sustancias más tóxicas, como sucede en el Parathión-Paraxón y Aldrín-Dieldrin y otros, formándose compuestos aún no identificados y resultando, en consecuencia, imposible evaluar su toxicidad. D) Salida por transporte eólico y principalmente por la acción lixiviante de las aguas de lluvia y superficiales.

El hecho de que los plaguicidas afecten en primer lugar a los iniciales eslabones de las cadenas alimentarias, hace que se produzca un paulatino incremento acumulativo conforme se avanza a niveles tróficos más elevados y, dado que sus efectos tóxicos se manifiestan en los animales superiores, entre otros, a nivel del aparato reproductor, irónicamente se ha producido que mientras algunas especies de insectos se han tornado resistentes a varios de los insecticidas sus predadores naturales (peces, anfibios y, sobre todo, determinadas aves), ven comprometida su existencia por el efecto nocivo de aquéllos.

Estos efectos y los también contrastados de inducción enzimática, poder cancerígeno y mutagénico, en los animales superiores y en el hombre, han motivado que varios gobiernos prohíban la utilización del DDT, Aldrín, Dieldrín, Endrín, Heptacloro y Clordano. Tendrán que pasar muchos años antes de que el medio ambiente se vea libre de la acción perniciosa de todas estas sustancias, dado el alto poder residual que caracteriza a algunos de ellos.

Como cada ecosistema tiene su propia fisonomía, la reacción que engendra ante el impacto de una determinada agresión es específica, aunque las leyes que la rigen sean universales. De aquí el interés que tiene la determinación de los niveles de contaminación por plaguicidas organoclorados de los ecosistemas representados por los pastizales naturales y artificiales de la provincia de Córdoba, con la idea de determinar cómo y en qué proporción la fracción de alimento representada por los pastos contribuye a la progresiva intoxicación del nivel trófico de los herbívoros.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación que nos ocupa se ha realizado en muestras de vegetales de diecisiete pastizales de la provincia de Córdoba, cuya distribución se señala en la fig. I. En cada punto de muestreo se han elegido al azar diez parcelas de una superficie de cuatro metros cuadrados cada una, situadas dentro de una

extensión aproximada de hectárea. Se han recogido las especies vegetales más representativas dentro de las familias de gramíneas, compuestas y leguminosas. Entre las gramíneas se han encontrado los géneros *Bromus*, *Hordeum* y *Avena*; entre las compuestas, *Calendula*, *Anthemis* y *Senecio*; *Vicia*, *Medicago* y *Trifolium* entre las leguminosas.

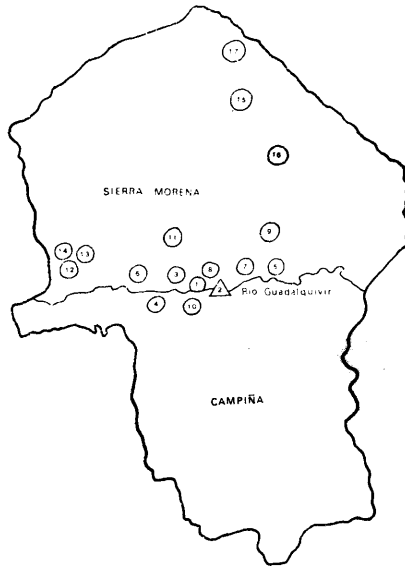


FIG. 1.—LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

1. Carretera del aeropuerto.
2. Terrenos de pasto de la Facultad de Veterinaria.
3. Carretera de Medina Azahara.
4. Carretera Sevilla-Cádiz.
5. N-IV, puente de Alcolea.
6. Carretera de Almodóvar del Río.
7. Universidad Laboral.
8. Carretera de El Brillante.
9. Proximidades del embalse del Guadalmeñato.
10. Carretera de Málaga.
11. Carretera de Villaviciosa.
12. Hornachuelos. Casa y Barón.
13. Hornachuelos. El Almendro.
14. Hornachuelos.
15. Puente del Viso.
16. Dos Torres. Dehesa Carmen Moreno.
17. Carretera El Viso-Santa Eufemia.

Las plantas pertenecientes a la misma familia y procedentes de distintas parcelas se reunieron en lotes considerándolas como una sola muestra.

Las muestras separadas por familias se han desecado en estufa a 55°C hasta peso constante, se han mezclado y molturado en molino eléctrico consiguiendo un perfecto homogeneizado. De cada una de estas mezclas en polvo

se han tomado cinco muestras de un gramo, procesándolas por análisis gas-cromatográfico y determinado la media de cada uno de estos lotes.

Para el análisis gas-cromatográfico se ha seguido la técnica de RICHARDSON, con ligeras modificaciones impuestas por las características peculiares de la muestra.

La marcha analítica ha sido la siguiente:

1) Un gramo de muestra es tratado sucesivamente con partes alícuotas de 40, 30, 30 y 30 ml. de una mezcla hexano/acetona (2/1), calentadas cada vez hasta evaporación total.

2) Eliminación del residuo de acetona mediante nueva adición y sucesiva evaporación de 25 ml. de hexano.

3) Adición de 25 ml. de hexano, calentando hasta ebullición.

4) Trasvase del contenido del vaso a un matraz aforado de 100 ml., previo filtrado sobre lana de vidrio cubierta de tres a cuatro gramos de sulfato sódico anhidro. Enrasar con hexano procedente del lavado del vaso para arrastrar los posibles restos.

5) Los 100 ml. del aforado se pasan por columna con 25 gramos de florisil activado según el protocolo de la técnica de RICHARDSON. Como eluyente se emplea sólo hexano (100 ml.), pues las especiales características de la muestra (poco contenido en líquidos y altas concentraciones en clorofila y otros pigmentos) hacen inapropiado el prescrito por la técnica original.

Evaporar en vacío a 55°C en rotavapor la totalidad del purificado obtenido por el paso por florisil y redissolver en 1 ml. de hexano.

La determinación cuali-cuantitativa se ha efectuado con un gas-cromatógrafo HEWLETT PACKARD, modelo 5753G, con detector de captura electrónica de Ni⁶³. Se ha utilizado una columna de seis pies de longitud y 1/4 de pulgada de diámetro interno, rellena de QF₁ al 3,5 % sobre Chromosorb W (AUDMSW). Las condiciones de trabajo fueron: temperatura en el bloque de inyección, 235°C; en la columna, 18,4°C, y en el detector, 23,5°C. Flujo de gas portador: mezcla de argón-metano 90/10 a 75 ml. por minuto. Cantidad de muestra inyectada, 10 mcl.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la tabla I se relacionan los niveles de contaminación obtenidos del análisis por familias vegetales de los diecisiete pastizales controlados.

Del análisis de la tabla II, donde figuran los totales de plaguicidas, en las familias antes mencionadas se deduce que los valores de los distintos insecticidas en cada una de ellas son muy similares. En el grupo de las gramíneas es donde figura el valor mínimo (0,0012 ppm) y el valor máximo (6,344 ppm) de plaguicidas totales.

En esta misma tabla se reflejan los valores medios de los plaguicidas totales distribuidos por familias. Como éstas no están formadas por un mismo número de muestras, los valores obtenidos sólo nos pueden orientar acerca de los niveles de contaminación, de tal modo que las cantidades 1,267, 0,246 y 1,024 ppm indicativos de valores medios para gramíneas, compuestas y leguminosas, respectivamente, aunque significativos del grado de contaminación, no permiten establecer conclusiones definitivas.

TABLA I
NIVELES DE CONTAMINACION POR PLAGICIDAS ORGANOCICLORADOS

Pasto	Familias	Otros iso- meros HCH	Lindano	Heptacloro	Aldrin	p-p'DDE	o-p'TDE	Dieldrin	p-p'TDE	p-p'DDT
1	Gram.	0,132	0,738	0,175	0,102	5,163	—	0,009	—	0,015
	Comp.	0,016	—	0,036	—	0,061	—	—	0,001	0,002
	Leg.	0,023	0,012	0,015	—	0,059	—	—	0,036	0,036
2	Leg.	0,272	0,939	0,342	0,178	2,650	0,001	0,031	0,002	0,016
	Gram.	0,067	0,148	0,007	—	0,208	0,005	0,097	0,024	0,001
3	Comp.	0,015	0,022	0,008	0,003	0,314	0,025	0,0007	0,014	—
	Leg.	0,052	—	0,008	0,015	0,015	0,0003	0,024	0,005	—
4	Gram.	0,005	0,003	0,001	0,001	0,157	—	0,042	0,004	—
	Comp.	0,020	0,006	0,007	0,001	0,092	—	0,056	0,010	—
	Leg.	0,001	0,002	0,007	0,001	0,065	0,002	0,021	0,018	—
5	Gram.	0,0012	—	—	—	—	—	—	—	—
	Comp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Leg.	0,013	0,177	—	—	0,044	0,025	0,070	—	—
6	Leg.	0,048	0,062	—	—	0,119	0,031	0,027	—	—
7	Leg.	0,097	0,271	—	—	0,086	0,002	0,004	—	—
8	Gram.	0,040	0,492	—	0,012	0,400	—	0,068	—	—
	Comp.	0,007	0,015	—	—	0,168	—	0,021	—	—
	Leg.	0,070	0,027	—	0,003	—	—	0,038	0,002	—
9	Gram.	0,024	0,165	—	—	0,041	0,001	0,012	0,117	—
	Leg.	0,010	0,006	0,064	—	0,129	—	0,068	—	0,032
10	Gram.	0,005	—	—	—	0,029	—	—	0,020	—
	Comp.	0,142	—	0,143	—	0,149	—	0,003	0,007	—
	Leg.	0,150	0,109	—	—	—	—	0,051	—	—
11	Gram.	0,424	0,560	—	0,110	—	—	0,213	0,008	—
	Comp.	—	0,025	—	—	—	—	—	—	—
12	Comp.	0,169	—	—	0,064	0,939	—	0,011	—	—
	Leg.	1,501	—	—	0,135	0,102	—	0,003	—	—
13	Gram.	1,280	0,532	—	0,178	1,218	—	0,003	0,004	—
	Leg.	0,082	0,179	—	—	0,319	—	0,070	—	—
14	Gram.	0,015	0,219	—	—	0,082	—	0,013	0,011	1,032
15	Leg.	0,143	0,153	—	—	0,466	0,001	0,010	0,011	—
16	Gram.	—	—	—	—	0,894	—	0,009	0,016	0,163
	Comp.	0,035	0,241	—	—	—	—	—	—	—
	Leg.	0,017	0,074	—	—	0,282	0,001	—	—	1,550
17	Gram.	0,019	—	—	—	0,333	0,015	—	0,015	—
	Leg.	—	—	—	—	0,165	—	—	—	—

TABLA II

VALORES TOTALES DE PLAGUICIDAS DISTRIBUIDOS POR FAMILIAS DE VEGETALES, Y VALORES MEDIOS (ppm)

MUESTRA	Gramíneas	Compuestas	Leguminosas
1	6,334	0,115	0,146
2	—	—	4,411
3	0,557	0,401	0,119
4	0,213	0,292	0,116
5	0,0012	0,139	0,367
6	—	—	0,202
7	—	—	0,836
8	0,733	0,062	0,270
9	0,419	—	0,129
10	0,307	0,142	0,318
11	2,246	0,160	0,789
12	—	0,346	2,904
13	2,201	—	1,399
14	0,722	—	—
15	—	—	1,378
16	—	0,559	1,989
17	0,202	—	—
Medias	1,267	0,246	1,024

Asimismo se aprecia en dicha tabla cómo en las gramíneas el rango de concentración de plaguicidas totales oscila entre 0,012 y 6,344 ppm, contrastando con los rangos de las compuestas y leguminosas (0,062-0,559 y 0,129-4,411 ppm, respectivamente).

En la tabla III se expresan los valores medios de los plaguicidas indagados: Lindano, Heptacloro, Aldrín, p-p'DDE, o-p'TDE, Dieldrín, p-p'TDE, p-p'DDT aclarando que en la primera columna se incluyen los isómeros de HCH excepto el isómero gamma, que corresponde al Lindano. Del estudio de los valores medios obtenidos, en términos generales, se deduce que es la familia de las leguminosas la que presenta un mayor índice de contaminación por otros isómeros del HCH, Heptacloro, Aldrín, p-p'TDE y p-p'DDT, mientras que las gramíneas están más contaminadas por p-p'DDE, Lindano y Dieldrín, y sólo para el o-p'TDE el grupo de las compuestas alcanza el valor máximo de contaminación de las especies vegetales estudiadas.

Como resumen de estas consideraciones, la tabla IV indica los porcentajes de incidencia de los distintos plaguicidas. En ella puede observarse cómo son los otros isómeros del HCH, los que dan los máximos porcentajes de incidencia de las gramíneas y leguminosas (91,7 y 93,3 %, respectivamente), mientras que en las compuestas son estas mismas sustancias y el p-p'DDE los que se encuentran en mayor proporción. El hecho de que figure el p-p'DDT en gramíneas y compuestas con el menor índice de incidencia 25,0 y 11,1 %, respectivamente, no presupone su poco uso; por el contrario, debe ser uno de los más empleados, como lo justifica el p-p'DDE (su primer metabolito, que es el de mayor incidencia en los tres grupos de plantas).

TABLA III

VALORES MEDIOS DE LOS PLAGUICIDAS INDAGADOS Y DISTRIBUIDOS POR GRUPOS DE VEGETALES

FAMILIAS	Otros isómeros del H.C.H.	Lindano	Heptacloro	Aldrín	p-p'DDE	o-p'TDE	Dieldrín	p-p'TDE	p-p'DDT
Gramíneas	0,061	0,238	0,027	0,018	0,655	0,0005	0,045	0,005	0,004
Compuestas	0,002	0,034	0,006	0,007	0,114	0,006	0,019	0,003	0,0002
Leguminosas	0,165	0,134	0,029	0,024	0,398	0,003	0,017	0,013	0,186

TABLA IV

PORCENTAJES DE INCIDENCIA DE LOS DISTINTOS PLAGUICIDAS

FAMILIAS	Otros isómeros del H.C.H.	Lindano	Heptacloro	Aldrín	p-p'DDE	o-p'TDE	Dieldrín	p-p'TDE	p-p'DDT
Gramíneas	91,7	66,7	33,3	33,3	83,3	25,0	83,3	41,7	25,0
Compuestas	77,8	55,5	33,3	33,3	77,8	33,3	55,5	33,3	11,1
Leguminosas	93,3	80,0	33,3	26,7	86,7	40,0	73,3	66,7	33,3

BIBLIOGRAFIA

- (1) AKESSON, N.B., and YATES, W.E., 1962: *Problems relating to application of agricultural chemicals and resulting drift residues*. Ann. Rev. Entomol. 55, 842.
- (2) BRETT, C.H., and BOWERY, T.G., 1968: *Insecticide residues on vegetables*. J. Econ. Entomol., 51, 818.
- (3) BROOKS, G.T., 1971: *The fate of chlorinated hydrocarbons in living organisms. Reprinted from Pesticides Terminal Residues*. Batterworths. London.
- (4) CRAMP, S., and CONDER, P.J., 1964: *The risk to bird life from chlorinated hydrocarbon pesticides*. Roy. Soc. Prot. Birds Rept., 1961-1963, 24.
- (5) DOROUGH, H.W., et al., 1972: *Residues in alfalfa and soils following treatment with technical chlordanes (HCS 3260) for alfalfa weevil control*. J. Agricult. Food Chem., 20 (1), 42.
- (6) DUSTMAN, E.H., and STICKEL, L.F., 1966: *Pesticide residues in the Ecosystem. Pesticides and their Effects on Soil and Water*. Am. Soc. Agron. Spec. Publ., 8, 109.
- (7) EDWARD, E.H., et al., 1969: *Persistent Pesticides in the Environment*. Chem. Rubber Company Press. Cleveland. Ohio.
- (8) FINLAYSON, et al., 1965: *The movement and persistence of insecticides in plant tissue*. Residue Rev., 9, 114.
- (9) KING, R.L., et al., 1966: *Distribution movement and persistence of heptachlor and its epoxide in alfalfa plants and soil*. J. Agr. Food Chem. 14, 62.
- (10) WHEATLEY, G.A., 1971: *Evaporation of DDT*. Reprinted from Nature, V. 229.

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE CONTAMINATION LEVELS BY ORGANOCHLORINATED PLAGUICIDES IN PASTURES FROM CORDOBA COUNTY

SUMMARY

The levels of contamination by residues of organochlorinated pesticides plant living in prairies belonging to 17 places from Córdoba county have been studied by Gas-chromatography. The samples have been grouped according families Graminae, Compositae and Leguminosae.

Lindane, Heptachlore, Aldrin, p-p'DDE, o-p'TDE, Dieldrin, p-p'TDE, p-p'DDT and one group of isomeres of the HCH but the gamma isomere Lindane have been investigated.

The levels of contamination for each of the pastures are given. The average values for each family are: Graminae, 1,267 ppm; Compositae, 0,246 ppm and Leguminosae, 1,024 ppm.