

14. Nichols, R. A. J.; Reed, N. E.; Wood, G. W.; Herbert, C. N.; Muskett, J. C.; Thorton, D. H. 1985. Detection of antibodies against infectious bursal disease virus a comparison of three serological methods. *Research in Veterinary Science*, 38:189-192.
15. Richey, D.; Schmittle, S. C. 1962. The effect of congenital passive immunity levels on the response of chicks to Newcastle disease vaccination. *Avian Diseases*, 89: 344-347.
16. Rodríguez, J. C.; Marulanda, M. T. 1984. Estudio de los anticuerpos circulantes contra las enfermedades de Newcastle y Gumboro en reproductoras y su catabolismo en la progenie. En resúmenes XVI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. p. 9. Cartagena, Colombia.
17. Solano, W.; Giambrone, J. J.; Williams, J. C.; Laverman, L. H.; Panangala, V. S.; Garcés, C. 1986. Effect of maternal antibody on timing of initial vaccination of young white leghorn chickens against infectious bursal disease virus. *Avian Diseases*, 30:648-652.
18. Steel, R. G. D.; Torrie, J. H. 1960. Comparisons involving two sample means. p. 67-87. In: *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill Book Company, INC.
19. Villegas, P. 1982. Microtécnica para realizar las pruebas de hemoaglutinación e inhibición. p. 39-43. In: *Técnicas en Virología, histopatología y micoplasmas aviares*. Universidad de Georgia, Centro de Educación continua. Facultad de Medicina Veterinaria. Athens Georgia.
20. Wyeth, P. J.; Cullen, G. A. 1976. Maternally derived antibody. Effect on susceptibility of chicks to infectious bursal disease. *Avian Pathology*. 5:253-260.
21. Wyeth, P. J.; Cullen, G. A. 1978. Transmission of immunity from inactivated infectious bursal disease oil-emulsion vaccinated parent chickens to their chicks. *Veterinary Record*. 102(16):362-363.

NIVELES CONTAMINANTES DE ORGANOCORORADOS EN BOVINOS SACRIFICADOS EN CORDOBA, CUNDINAMARCA Y TOLIMA*

16488

Martha Carpintero de Jimeno; Néstor E. Peña B.**

RESUMEN

En los departamentos colombianos de Córdoba, Cundinamarca y Tolima se tomaron 350 muestras de grasa abdominal y perirrenal de bovinos al momento del sacrificio, con el objeto de conocer y cuantificar la contaminación por los siguientes plaguicidas organoclorados: aldrín, dieldrín, endrín, DDT, heptacloro, toxafeno y metoxicloro. Para la identificación y cuantificación de estos productos se utilizó la técnica de cromatografía en capa fina sobre placas de óxido de aluminio. Los resultados obtenidos permitieron comprobar la presencia de niveles residuales de todos los plaguicidas estudiados en las tres áreas seleccionadas, estableciéndose diferencias altamente significativas entre los niveles residuales de organoclorados presentes en las muestras de grasa de los bovinos sacrificados en Córdoba y Tolima en relación con Cundinamarca. Los niveles residuales promedios registrados para los diferentes plaguicidas resultaron por debajo de los límites máximos permisibles establecidos internacionalmente; se resalta, sin embargo, que para el aldrín y el dieldrín los niveles hallados en los municipios de El Espinal y El Guamo (Tolima) se encontraban cerca de esos límites. Se observó, además, una contaminación múltiple de las muestras de grasa con residuos de los plaguicidas analizados.

Palabras Claves Adicionales: Niveles residuales, plaguicidas organoclorados, muestras de grasa, niveles máximos permisibles.

* El presente trabajo fue financiado parcialmente por el FONDO COLOMBIANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y PROYECTOS ESPECIALES "FRANCISCO JOSE DE CALDAS", COLCIENCIAS.

** Químico, M.S. Sección Patología Animal y Médico Veterinario M.S., Sección Medicina Veterinaria Preventiva. Laboratorio de Investigaciones Médicas Veterinarias LIMV, Instituto Colombiano Agropecuario ICA, A.A. 29743, Bogotá, Colombia.

ABSTRACT

Contamination Levels by Organochlorines Pesticides in Bovine Samples from Cordoba, Cundinamarca and Tolima.

In order to determine the presence and levels of contamination with organochlorine pesticides such as aldrin, dieldrin, endrin, DDT, heptaclor, toxaphene and metoxichlor in bovines, 350 abdominal and perirenal fat samples were taken from slaughterhouse in the colombian states of Córdoba, Cundinamarca and Tolima. Thin layer chromatography on aluminium oxide was used to identify and quantify the products on the samples. The results confirmed residual levels of all the products in the three areas. Highly significant differences were found between the bovine fat samples from Córdoba and Tolima in relation to Cundinamarca. The mean residual levels established for the different products were under the maximum international standards, but aldrin and dieldrin levels at El Espinal and El Guamo (Tolima) were close to the limits. Multiple contamination with the analysed products was detected in the fat samples.

Additional Index Words: Residual levels, organochlorine pesticides fat samples, maximum permissible levels.

La utilización de plaguicidas de acción residual, y en especial del DDT, ha sido decisiva en los últimos 30 años en los campos de la agricultura y de la salud pública en la lucha contra los vectores de algunas enfermedades. Sin embargo, en el mundo el empleo de estas sustancias ocasiona unas 500.000 intoxicaciones cada año, según cifras de la Organización Mundial de la Salud (7). La población más expuesta es la del sector rural, pues las medidas de protección no son las adecuadas y no se tiene experiencia en el manejo de estos productos. En Colombia, el problema es aún más grave por la baja cobertura de los servicios de salud y por las deficiencias nutricionales de la población campesina. De otro lado, los plaguicidas afectan también la salud animal y contaminan el suelo, el agua, el aire y los alimentos.

Dentro del grupo de los hidrocarburos clorados se halla incluida una gran variedad de compuestos químicos, cuya principal característica es la de contener en su molécula numerosos átomos de cloro sustituyentes y muy pocos grupos funcionales diferentes. Aquí se encuentran: el grupo de derivados del etano, tales como el DDT y el metoxicloro; los ciclodienos a cuyo grupo pertenece el aldrín, endrín, heptacloro, clordano y dieldrín; los hexaclorociclohexanos (HCH) e isómeros entre los cuales figuran el lindano o gama HCH y los demás isómeros de este: alfa, beta, delta y eta y, finalmente, se encuentran los terpenos clorados cuyo representante más importante es el toxafeno o canfecloro. A pesar de la diversidad de estructuras químicas moleculares, los hidrocarburos clorados comparten algunas características comunes que repercuten a nivel de su comportamiento en el ambiente y en los organismos vivos (10, 31, 32).

El enlace carbono-cloro es no polar y para su ruptura se requieren varias decenas de kilocalorías, ade-

más de que el átomo de cloro sustituyente es poco reactivo, lo cual los hace resistentes al desdoblamiento en ambientes acuosos, razón por la cual la solubilidad en agua es baja y llega sólo a niveles de ug/kg. Poseen también un alto coeficiente de partición y consecuentemente tienden a fraccionarse en ambientes hidrofóbicos, tales como materia orgánica de suelos o depósitos de grasas en animales (10, 31, 32). El alto contenido de lípidos no polares presente en el tejido graso animal, unido al alto coeficiente de reparto, daría lugar al fenómeno de persistencia de los hidrocarburos halogenados. Sin embargo, actualmente se sabe que los hidrocarburos clorados difieren marcadamente en su tendencia al almacenamiento y el factor crítico no es la solubilidad, como sí lo es la ruta de metabolización y su excreción posterior (5, 13). El DDT y sus metabolitos se almacenan en el tejido graso, pero el metoxicloro, un compuesto de estructura similar, lo hace muy poco (13).

Igualmente se ha demostrado que el dieldrín tiene una gran tendencia a almacenarse, mientras que su isómero, el endrín, tiene una baja persistencia. La principal razón para este comportamiento, según lo analizado por Bedford y Hutson en 1976 (1), se debe a la disposición espacial molecular, específicamente del hidrógeno sobre el C-12 anti en la molécula de endrín, lo cual permite un ataque oxidativo que facilita su biotransformación, en tanto que este mismo ataque es imposible en la molécula de dieldrín, resultando que los compuestos del dieldrín se excretan a una velocidad menor tanto en la bilis como en las heces, en comparación con los metabolitos del endrín (3).

Otro fenómeno que depende de las características químicas del compuesto es su movilidad en el ambiente. Plaguicidas como el DDT, aldrín, dieldrín y heptacloro, en virtud de su baja solubilidad y de su pun-

to de adsorción, son muy poco lixiviados del suelo, mientras que otro grupo de plaguicidas, especialmente herbicidas, se adsorben poco en el suelo y tienen una alta solubilidad en el agua, se mueven libremente en el ambiente (10).

Los hidrocarburos clorados se pueden absorber a través de la piel, de la respiración o por vía oral y cualquiera que sea la vía de su ingreso al organismo, son numerosos los informes sobre las intoxicaciones ocasionadas por estos compuestos en diferentes microorganismos, aves, peces, mamíferos y en el hombre, al igual que la presencia de sus residuos en los tejidos de vísceras de los mismos organismos (8, 9, 18, 19, 22, 24, 25, 28, 29, 30).

En la agricultura, otro plaguicida ampliamente utilizado es el toxafeno o canfecloro que es una mezcla de 177 policloroterpenos, de los cuales sólo 10 de los componentes se han identificado. Se ha demostrado que este plaguicida es cancerígeno y mutagénico (14, 34).

El aldrín es rápidamente metabolizado a dieldrín en casi todas las especies animales, incluido el hombre; por lo tanto, la exposición a aldrín lleva consigo la exposición a dieldrín y la ingestión diaria admisible establecida contempla los residuos totales de aldrín más dieldrín. El endrín posee un efecto tóxico más agudo que su isómero dieldrín, el cual se almacena por largo tiempo en la grasa corporal, en tanto que el endrín es oxidado y rápidamente excretado por el organismo (3, 11). El aldrín, dieldrín y endrín han mostrado potencial cancerígeno en experimentos de laboratorio y los resultados han sido concluyentes con referencia a dieldrín y endrín (13, 33).

El heptacloro es metabolizado mediante una reacción de epoxidación y convertido a epóxido de heptacloro, el cual junto con el heptacloro se almacena en la grasa corporal (5, 13). Otro fenómeno, poco estudiado y entendido hasta el momento, es la acción que pueden tener uno o varios residuos de plaguicidas organoclorados entre sí y con otros compuestos contaminantes. La mayor parte de la literatura informa sobre estudios realizados a nivel de laboratorio con dosis variables de un mismo plaguicida. No obstante, los estudios efectuados sobre residuos de plaguicidas tanto en animales silvestres y domésticos como en la población humana, muestran que simultáneamente se encuentran residuos de organoclorados, organofosforados y contaminantes industriales tales como bifenilos policlorinados, metales pesados y otros, razón por la cual se debe tener en cuenta la toxicidad relativa de cada uno de los compuestos y la aditividad o antagonismo que se puede presentar sobre la toxicidad de los diferentes compuestos (4, 13, 21, 35).

Se cree que las diferentes formas de interacción en las especies tienen que ver con la capacidad de los plaguicidas para inducir las enzimas microsomales hepáticas en cada una de éstas (13, 34). En Colombia, los plaguicidas son empleados ampliamente y el país es el primer consumidor dentro de los países del Pacto Andino y uno de los primeros en Latinoamérica (32).

Varios estudios encaminados a establecer la presencia de plaguicidas, especialmente del tipo de los organoclorados, se han realizado en diferentes productos agrícolas (11, 12, 20, 23, 27).

McKormic *et al.*, en 1977 (23), encontraron en un estudio realizado en Bogotá, en sitios de abastecimientos, que las concentraciones, en promedio, de residuos de heptacloro y aldrín en carnes de res, pollo y cerdo, estaban por encima de las tolerancias establecidas por la Federal Drug Administration, constituyéndose éste en el único informe publicado hasta el presente, en el país, en el cual se han determinado residuos en carnes y otros subproductos animales.

Finalmente, Londoño *et al.*, en 1981 (20) realizaron el primer estudio encaminado a establecer los límites de tolerancia en las condiciones del país para los insecticidas dimetoato y aldrín en papa.

El presente trabajo se realizó con el objeto de conocer y cuantificar la situación de la contaminación en bovinos causada por algunos plaguicidas organoclorados en tres regiones del país, donde la utilización de estos compuestos es elevada, para así evaluar las repercusiones que sobre la salud humana y animal puede tener dicha contaminación.

MATERIALES Y METODOS

Localización

Este estudio se efectuó en los departamentos colombianos de Córdoba, Cundinamarca y Tolima, tomando muestras de grasa abdominal y perirrenal de los bovinos al momento del sacrificio en los mataderos de Cereté y Montería (Córdoba), Bogotá, Facatativá y Zipaquirá (Cundinamarca), El Espinal, Guamo e Ibagué (Tolima). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Toxicología del Laboratorio de Investigaciones Médicas Veterinarias, LIMV en Bogotá.

Muestreo

Tomando como base un degüello aproximado de 526.370 cabezas (DANE, 1975) en las tres áreas bajo estudio, se obtuvo una muestra asumiendo una cifra estimada de contaminación del 20%, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. El tamaño de muestra fue 314; pero con el fin de obtener un margen de seguridad mayor, se adoptó un tamaño de muestra definitivo de 350.

Se utilizó un diseño de muestreo aleatorio estratificado para definir el número de muestras correspondientes a cada departamento, considerando cada una de las áreas como un estrato con características propias. El número de muestras correspondientes a cada departamento fue: Cundinamarca, 193; Tolima, 87 y Córdoba, 70.

La distribución de las muestras en cada departamento, la localidad y las demás características que fue posible conocer en el momento de tomar dichas muestras, se presentan en la Tabla 1. La selección de los animales para muestrear se realizó al azar, tomando

una fracción del número de animales sacrificados en el día, razón por la cual la recolección de las muestras se extendió por un período variable entre 6 y 8 me-

revelador usado fue nitrato de plata y exposición de las placas a la luz ultravioleta de onda corta por tres horas aproximadamente (6).

TABLA 1. Distribución por departamento, localización y algunas características de la población muestral.

Departamento	Municipio (matadero)	Muestras de grasa (No.)	Sexo	Animales según la edad		Raza
				(No.)	(Meses)	
Córdoba	Cereté	35	30 hembras	7	36	Cebú x Criollo
			5 machos	18	48	Cebú x Criollo
				19	60	Cebú x Criollo
				12	72	Cebú x Criollo
	Montería	35	31 hembras	10	84	Cebú x Criollo
			4 machos	4	96	Cebú x Criollo
Cundinamarca	Bogotá	70	60 machos	40	30	45 Criollos
			10 hembras	30	42	25 Normandos
	Facatativá	23	23 machos	23	30	Criollos
	Zipacquirá	100	85 machos	20	10	Holstein
			15 hembras	80	30-42	Criollos
Tolima	El Espinal	20	*	—	—	—
	El Guamo	20	—	—	—	—
	Ibagué	47	—	—	—	—

* No se tomaron datos al momento del muestreo por dificultad de obtener la información.

ses, de acuerdo con la posibilidad de muestreo en la zona. El estudio se realizó entre finales de 1979 y mediados de 1980.

Análisis de Plaguicidas

En las muestras de grasa se practicaron análisis para los siguientes plaguicidas organoclorados: aldrín, dieldrín, endrín, DDT, heptacloro, toxafeno y metoxicloro.

El análisis de estos organoclorados se realizó sobre una muestra de 5 g de grasa, la cual se maceró con arena lavada y sulfato de sodio anhidro para lograr una deshidratación completa. La grasa se aisló por extracciones sucesivas con éter de petróleo. Los residuos de plaguicidas se extrajeron de la grasa con acetonitrilo y se fraccionaron por partición en éter de petróleo, luego de dilución acuosa del extracto de acetonitrilo. El extracto de éter de petróleo se concentró a un volumen de 5 ml por medio de un concentrador Kuderna Danish. Este extracto se pasó por una columna de sílica gel, la cual se eluyó con 200 ml de éter de petróleo. Este eluido se concentró a un volumen de 1 ml para realizar el análisis de identificación y cuantificación de los plaguicidas, utilizando la técnica de cromatografía de capa fina, sobre placas de óxido de aluminio.

Los plaguicidas objeto de análisis se compararon con patrones en concentraciones de 20 a 200 ng. Las placas se desarrollaron en heptano-acetona 98:2. El

Análisis Estadístico

Con el fin de evaluar diferencias en las tres zonas de estudio, se llevó a cabo un análisis de varianza para cada uno de los pesticidas analizados. Las diferencias de promedio se evaluaron por medio de pruebas de t, comparando cada una de las zonas de mayor aplicación de pesticidas contra la situación en Cundinamarca.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se demostró la presencia de niveles variables de uno o más de los plaguicidas organoclorados analizados en 346 muestras de grasa de bovinos de las 350 recolectadas en las tres áreas bajo estudio, lo cual equivale a un 98.9% de contaminación por causa de tales productos. Esta situación concuerda con los hallazgos de McKormic *et al* (23), quienes durante una inspección realizada en centros de mercado de Bogotá, encontraron diferentes niveles de organoclorados en carne de res.

En la Tabla 2 se presenta el número y porcentaje de muestras con residuos de cada uno de los plaguicidas analizados, discriminados según el municipio (matadero) de recolección. Se observa que las muestras de El Espinal y El Guamo presentan, en general, los mayores porcentajes de contaminación con aldrín, dieldrín, endrín y DDT, al igual que los mayores nive-

les residuales promedios para aldrín, dieldrín y endrín. Para el DDT se estableció que los mayores niveles residuales promedios se encontraban, respectivamente, en Montería, El Espinal y El Guamo (Tabla 3).

La situación con relación al total de muestras analizadas se consigna en la Tabla 4, resaltándose que los mayores porcentajes de contaminación correspondie-

ron al DDT y al dieldrín (95.7 y 93.7%, respectivamente), con los siguientes intervalos y niveles residuales promedios de contaminación: DDT intervalo 10 - 820 ug/kg y nivel residual promedio de 147.3 ug/kg, y dieldrín intervalo 10 - 220 ug/kg. con nivel residual promedio de 63.9 ug/kg.

TABLA 2. Número y porcentaje de muestras con residuos de plaguicidas organoclorados, según el municipio (matadero) de recolección.

Departamento	Municipio (matadero)	Muestras recolectadas (No.)	Muestras con residuos (no. y %)						
			Aldrín	Dieldrín	Endrín	DDT	Heptacloro	Toxafeno	Metoxicloro
Córdoba	Montería	35	(32) 91.4	(31) 88.6	(30) 85.7	(34) 97.1	(20) 57.0	(11) 31.4	(8) 22.9
Córdoba	Cereté	35	(29) 82.9	(33) 94.3	(30) 85.7	(34) 97.1	(19) 54.3	(20) 57.1	(5) 14.3
Cundinamarca	Zipaquirá	100	(62) 62.0	(91) 91.0	(62) 62.0	(96) 96.0	(32) 32.0	(35) 35.0	(4) 4.0
Cundinamarca	Bogotá	70	(57) 81.4	(64) 91.4	(47) 67.1	(66) 94.3	(21) 30.0	(27) 38.6	(6) 8.6
Cundinamarca	Facatativá	23	(13) 56.5	(23) 100.0	(13) 56.5	(20) 87.0	(7) 30.4	(5) 21.7	—
Tolima	Ibagué	47	(37) 78.7	(46) 97.9	(34) 72.3	(45) 95.7	(31) 66.0	(20) 42.6	(6) 12.8
Tolima	El Guamo	20	(16) 80.0	(20) 100.0	(19) 95.0	(20) 100.0	(9) 45.0	(9) 45.0	(1) 5.0
Tolima	El Espinal	20	(19) 95.0	(20) 100.0	(17) 85.0	(20) 100.0	(11) 55.0	(8) 40.0	(3) 15.0

TABLA 3. Niveles residuales promedios y desviación estándar (ug/kg) de organoclorados en las muestras de grasa contaminadas, según el municipio (matadero) de recolección.

Departamento	Municipio (matadero)	Muestras recolectadas (No.)	Niveles residuales promedios y desviación estándar de organoclorados en muestras de grasa contaminadas (ug/kg)						
			Aldrín	Dieldrín	Endrín	DDT	Heptacloro	Toxafeno	Metoxicloro
Córdoba	Montería	35	32.8 ± 18.4	54.7 ± 37.8	33.7 ± 20.8	276.6 ± 147.9	93.0 ± 47.7	197.3 ± 68.2	180.0 ± 100.5
	Cereté	35	32.4 ± 17.3	47.3 ± 29.0	29.0 ± 13.4	157.9 ± 104.3	99.5 ± 82.5	95.8 ± 75.8	216.0 ± 78.9
Cundinamarca	Zipaquirá	100	20.0 ± 8.42	49.4 ± 20.6	19.7 ± 12.0	103.2 ± 45.1	55.0 ± 25.5	73.7 ± 33.1	70.0 ± 25.5
	Bogotá	70	18.4 ± 10.0	49.7 ± 23.4	22.8 ± 12.8	108.2 ± 40.2	38.1 ± 10.5	71.5 ± 25.3	85.0 ± 11.2
	Facatativá	23	19.2 ± 9.2	40.0 ± 24.1	26.9 ± 11.3	110.5 ± 44.3	31.4 ± 13.6	54.0 ± 34.1	—
Tolima	Ibagué	47	28.6 ± 16.1	85.4 ± 32.1	26.8 ± 14.3	132.2 ± 56.7	108.7 ± 64.9	119.5 ± 58.3	110.0 ± 63.5
	El Espinal	20	36.8 ± 12.6	128.5 ± 40.9	52.9 ± 18.1	237.5 ± 69.4	88.2 ± 35.4	132.5 ± 40.5	46.7 ± 24.9
	El Guamo	20	36.2 ± 9.9	131.0 ± 42.6	62.1 ± 36.5	231.0 ± 74.6	138.9 ± 66.2	117.8 ± 59.2	80.0

TABLA 4. Número y porcentaje de muestras contaminadas, intervalo de contaminación y nivel residual promedio en las muestras contaminadas para los diferentes plaguicidas organoclorados analizados.

Plaguicida	Muestras contaminadas		Intervalo contaminación (ug/kg)	Nivel residual promedio en las muestras contaminadas (ug/kg)
	(No.)	(%)		
Aldrín	265	75.7	10-80	25.9
Dieldrín	328	93.7	10-220	63.9
Endrín	252	72.0	10-200	29.8
DDT	335	95.7	10-820	147.3
Heptacloro	150	42.9	20-340	80.8
Toxafeno	135	38.6	10-300	99.1
Metoxicloro	33	9.4	20-350	127.0

Respecto al heptacloro, los mayores porcentajes de muestras con residuos correspondieron, en su orden, a los municipios de Ibagué, Montería, El Espinal y Cereté (Tabla 2), mientras que los mayores niveles residuales promedios se encontraron en las muestras de El Guamo, Ibagué, Cereté y Montería, respectivamente (Tabla 3). En cuanto al total de muestras encontrado, éste fue de 42.9% con niveles de heptacloro en una concentración entre 20 y 340 ug/kg y un nivel residual promedio de 80.8 ug/kg (Tabla 4). Sin embargo, debe considerarse que el heptacloro es rápidamente metabolizado a epóxido de heptacloro en el organismo animal (13, 26) y por lo tanto, la contaminación con este producto puede ser mayor a la registrada en este estudio, en el cual no se determinó dicho metabolito. En cuanto concierne al municipio de recolección, se establecieron los mayores porcentajes de contaminación en Cereté (Córdoba) y El Guamo (Tolima) (Tabla 2). No obstante, los mayores niveles residuales promedios se encontraron en Montería y en los tres municipios del Tolima (Tabla 3).

Para el toxafeno o canfecloro se obtuvo un porcentaje de contaminación del 38.6% sobre el total de muestras y un nivel residual promedio de 99.1 ug/kg, con un intervalo de contaminación de 10 - 300 ug/kg (Tabla 4). Este compuesto, junto con el metil paration y el DDT, hace parte de las mezclas de plaguicidas más vendidas en el país (15), por lo cual es de esperar que la exposición a este producto sea más alta. Sin embargo, dada la complejidad de su composición, su análisis se dificulta (14); pero como consecuencia de su potencial cancerígeno y mutagénico (33), se hace necesario continuar controlando en el país, tanto su utilización como los niveles de sus residuos en la cadena alimenticia.

El menor porcentaje hallado de muestras contaminadas (9.4%) fue para el plaguicida metoxicloro, para el cual se estableció un intervalo de contaminación entre 20 y 350 ug/kg y un nivel residual promedio de

127.0 ug/kg (Tabla 4), lo cual era de esperarse debido a su rápida metabolización y excreción del organismo (13, 26). En lo referente al sitio de recolección, se registró el mayor porcentaje de contaminación en el municipio de Montería (Tabla 2), en tanto que los mayores niveles residuales promedios correspondieron, respectivamente, a Cereté, Montería e Ibagué (Tabla 3).

Los mayores niveles residuales promedios encontrados para el DDT en las tres zonas estudiadas, se explican por el hecho de que éste es uno de los plaguicidas organoclorados más utilizados en el país, bien sea en forma individual o en mezcla con paration y metil paration (15).

Al comparar los niveles residuales promedios obtenidos para cada uno de los plaguicidas organoclorados analizados, con los límites de tolerancia establecidos en el Codex Alimentarius para grasa de bovinos (2) (Tabla 5), se puede observar para el endrín, DDT y heptacloro que los niveles alcanzados en todos los municipios están por debajo de los límites máximos permisibles. Para el aldrín y el dieldrín se puede apreciar una situación similar, con excepción de los niveles hallados en los municipios de El Espinal y El Guamo, los cuales se acercaron al límite máximo establecido.

Es de anotar que para el toxafeno o canfecloro y para el metoxicloro no se han establecido límites de tolerancia (2). Sin embargo, se debe resaltar que a pesar de que los niveles residuales encontrados están dentro de los límites máximos permisibles para los plaguicidas analizados, en la mayoría de las muestras se observó una contaminación múltiple, hecho de gran importancia si se tiene en cuenta que este fenómeno es uno de los menos estudiados y que sus implicaciones para la salud humana y animal no se conocen aún suficientemente (4, 13, 21).

La distribución de las muestras en cuatro diferentes niveles de contaminación (Tabla 6) mostró para los plaguicidas aldrín, dieldrín, endrín, heptacloro,

TABLA 5. Comparación entre las tolerancias establecidas (a) y los niveles residuales promedios (mg/kg) de plaguicidas organoclorados encontrados en las muestras analizadas, según el municipio (matadero) de recolección.

Plaguicida	Tolerancias (ppm) (a)	Nivel residual promedio (mg/kg)							
		Montería	Cereté	Ibagué	El Espinal	El Guamo	Zipaquirá	Bogotá	Facatativá
Aldrín - Dieldrín	0.2	0.088	0.080	0.114	0.165	0.167	0.069	0.068	0.059
Endrín	0.1	0.034	0.029	0.027	0.053	0.062	0.020	0.023	0.027
DDT	5	0.277	0.158	0.132	0.237	0.231	0.103	0.108	0.110
Heptacloro	0.2	0.093	0.099	0.109	0.088	0.139	0.055	0.038	0.031
Toxafeno (b)		0.197	0.096	0.119	0.132	0.118	0.074	0.071	0.054
Metoxicloro (b)		0.180	0.216	0.110	0.047	0.080	0.070	0.085	-

a) Tolerancias tomadas del Codex Alimentarius para límites máximos de residuos, 1980 (2).

b) No se han establecido límites de tolerancia.

toxafeno y metoxicloro que un alto porcentaje de ellas se ubicaban en el nivel comprendido entre 10-49 ug/kg. Para el DDT el mayor porcentaje registrado

mente significativas ($P < 0.01$) entre Córdoba y Cundinamarca por un lado, y entre Tolima y Cundinamarca, por el otro (Tabla 7), situación indicativa de una

TABLA 6. Porcentaje de muestras contaminadas distribuidas en cuatro diferentes niveles de contaminación para los plaguicidas organoclorados analizados.

Nivel de contaminación (ug/kg)	Muestras contaminadas (%)						
	Aldrín	Dieldrín	Endrín	DDT	Heptacloro	Toxafeno	Metoxicloro
10-49	52.3	43.4	47.4	4.8	19.7	8.0	2.0
50-99	4.3	32.8	7.7	38.8	12.0	14.3	3.7
100-499	-	13.1	0.3	50.8	11.4	13.7	3.7
> 500	-	-	-	0.8	-	-	-

(50.8%) se situó dentro de los niveles 100 y 499 ug/kg, en tanto que el 0.8% de las muestras presentaron niveles superiores a 500 ug/kg.

Los porcentajes de muestras contaminadas, establecidos para el dieldrín, heptacloro y metoxicloro con niveles por encima de 100 ug/kg, indican una contaminación bastante apreciable, ya que los niveles encontrados se aproximan a los límites máximos de residuos(2), con relación al toxafeno; a pesar de que no se ha fijado un límite de tolerancia para éste, se considera de gran importancia por sus características tóxicas (33).

El análisis de varianza mostró para Córdoba, Tolima y Cundinamarca, diferencias significativas ($P < 0.05$) para el plaguicida metoxicloro y diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para el aldrín, dieldrín, endrín, DDT, heptacloro y toxafeno (Tabla 7).

La prueba de t para aldrín mostró diferencias alta-

mayor exposición de los animales en el Tolima a este producto, lo cual concuerda con un mayor volumen de aplicación del plaguicida en esta región (16). De igual manera, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre Tolima y Cundinamarca con relación al dieldrín, pero no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre Córdoba y Cundinamarca para este mismo plaguicida (Tabla 7). En el caso particular del aldrín y su metabolito dieldrín en Cundinamarca, debe tenerse en cuenta que este es uno de los plaguicidas de mayor utilización en los cultivos de papa (20) y maíz (15), lo cual posiblemente contribuye a la presencia de niveles similares del aldrín en Córdoba, Cundinamarca y Tolima.

Con excepción del metoxicloro, para los plaguicidas endrín, DDT, heptacloro y toxafeno se hallaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre Córdoba y Cundinamarca y entre Tolima y Cundinamarca (Tabla 7), lo cual confirma la suposición inicial

TABLA 7. Análisis de varianza (Anava) y pruebas de T de los niveles residuales promedios para los plaguicidas organoclorados analizados.

Prueba	Departamento	Concentraciones promedias \bar{X} (ug/kg) de los pesticidas analizados						
		Aldrín	Dieldrín	Endrín	DDT	Heptacloro	Toxafeno	Metoxicloro
Anava	Córdoba	32.6 a	50.8 a	31.3 a	218.7 a	96.1 a	131.8 a	193.8 a
	Tolima	32.5 b	106.1 b	42.7 b	180.2 b	109.6 b	121.8 b	88.0 b
	Cundinamarca	19.2 c	48.3 c	21.6 c	105.8 c	46.3 c	71.6 c	79.0 c
	Significancia (α)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
Prueba de t	Córdoba	32.6	50.8	31.3	218.7	96.1	131.7	193.8
	Cundinamarca	19.2**	48.3**	21.6**	105.8**	46.3**	71.6**	79.0*
	Tolima	32.5	106.1	42.7	180.2	109.6	121.8	88.0
	Cundinamarca	19.2**	48.3**	21.6**	105.8**	46.3**	71.6**	79.0*

Anava Promedios con letras diferentes presentaron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de varianza, al valor de α indicado.

Prueba t * Significativo ($P < 0.05$).

** Altamente significativo ($P < 0.01$).

de alcanzar mayores niveles de residuos en las zonas agrícolas con frecuencia de fumigación más alta, como Córdoba y Tolima y concuerda, igualmente, con los volúmenes de plaguicidas aplicados en dichas zonas en la época de recolección de las muestras (16, 17).

Con base en lo anterior, se recomienda evaluar el grado de contaminación por causa de estos productos en los elementos aire, agua, suelo y alimentos, para establecer cómo contribuye cada uno de ellos como fuente de exposición para los animales domésticos y el hombre; se sugiere, además, continuar los estudios en otras especies animales, ya que los bovinos, en este caso, se utilizaron como un indicador de la contaminación por medio de estos productos; pero potencialmente, todas las especies, incluido el hombre, pueden resultar comprometidas.

De igual manera se recomienda adelantar, paralelamente a los estudios sobre residuos, trabajos clínico-patológicos que busquen establecer la repercusión de los niveles encontrados sobre la salud humana y animal, como también determinar los efectos de la contaminación simultánea con varios residuos de estos plaguicidas en los organismos vivos.

Se sugiere, por último, continuar bajo las condiciones del país, los estudios ya iniciados, tendientes a establecer las tolerancias y los diferentes tipos de plaguicidas presentes en los productos y subproductos de origen animal y vegetal destinados al consumo humano y animal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración prestada en la recolección de las muestras a los Profesionales del Programa de Patología Animal de las Regionales 2 y 6.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bedford, C. T.; Hutson, D. H. 1976. The Comparative metabolism in rodents of the isomeric insecticides dieldrin and endrin. *Chem. Ind.* 1975:440-447.
2. Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO Rome. 1980. Guide to codex maximum limits for pesticide residues. World Health Organization.
3. Cole, J. F.; Klevary, L. M.; Zavan, M. R. 1970. Endrin and dieldrin: A comparison of hepatic excretion in the rat *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 16:547-555.
4. Deichmann, W. B.; McDonald, W. E.; Cubit, P. A. 1971. DDT tissue retention Sudden rise induced by the addition of aldrin to fixed DDT intake. *Science.* 172:275-276.
5. Dorough, H. W. 1983. Toxicological significance of pesticide conjugates. *J. Toxicol-Clin. Toxicol* 19:637-659.
6. Environmental Protection Agency, EPA, Washington. 1977. Analysis of pesticide residues in human and environmental samples.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organización Mundial de la Salud. 1973. El empleo inocuo de plaguicidas. 20o, Informe del Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas. Organización Mundial de la Salud. (Informe Técnico No. 513).
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organización Mundial de la Salud. 1973. Residuos de Plaguicida en los Alimentos. Informe de la Reunión Conjunta FAO/OMS de 1972. Organización Mundial de la Salud. (Informe Técnico No. 525).
9. Fries, G. F.; Marrow, G. S. 1982. Residues in the fat of ewes grazing on soil contaminated with halogenated hydrocarbons. *Journal of Animal Science* 55:1118-1124.
10. Free, V. H. 1978. Dinámica Química, p. 15-35. In: Seminario sobre Manejo de Plaguicidas y Protección del ambiente, Bogotá, Colombia.
11. Gallego A., G. H. 1973. Residuos de pesticidas organoclorados en productos agrícolas de consumo humano en Cali. Universidad del Valle, División de Ingeniería, Departamento Ingeniería Sanitaria, Cali.
12. Gómez, A. 1975. El uso de insecticidas en tomate y su influencia en los niveles de residuos tóxicos. Tesis. Programa de Estudios para Graduados, Universidad Nacional, Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá.
13. Heyes, W. J. 1982. Pesticids studied in man. Williams and Wilkins. Baltimore.
14. Hooper, N. K.; Ames, B. N.; Saleh, M. A.; Casida, J. E. 1979. Toxaphene a complex mixture of polychloroterpenes and a major insecticide, is mutagenic. *Science* 205:591-593.
15. Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá. 1983. División de Supervisión de Insumos Agrícolas, Importación, Producción y comercialización de plaguicidas de uso agrícola en Colombia. 1980 (mimeografiado).
16. Instituto Colombiano Agropecuario, Tolima. 1978. Comportamiento de algunos cultivos objeto de asistencia técnica durante 1977. Regional 6 (Informe Técnico).
17. Instituto Colombiano Agropecuario, Córdoba 1981. Comportamiento de algunos cultivos objeto de asistencia técnica durante 1980. Regional 2. (Informe Técnico).
18. Kan, C. A. 1978. Accumulation of organochlorine pesticides in poultry: A Review. *J. Agric. Food Chem.* 26:1051-1054.
19. Kohli, K. K.; Siddiqui, F. A.; Venkatasubramanian, T. A. 1977. Effect of dieldrin on the stability of lysosomes in the rat liver. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 18:617-622.
20. Londoño U., R.; Toro, S. I.; Torrado P., A.; Barreto R., R. 1981. Descripción de parámetros que intervienen en la fijación de límites máximos permisibles de plaguicidas en Colombia. In: Instituto Colombiano Agropecuario. División Supervisión de Insumos Agrícolas, Bogotá.
21. Ludke, J. L. 1976. Organochlorine pesticide residues associated with mortality: Additivity of chlordane and endrin. *Bull. Environ. Contam. Toxicol* 16:253-260.
22. Mahuo, Y. K.; López J., N. C.; López J., L. C. 1980. DDT levels in human milk from ribeirão Preto. *Rev. Brasil Biol.* 40:293-296.
23. McCormick, N. A.; De Vargas, G.; Rozo, M. 1977. Investigación sobre residuos de plaguicidas en productos agrícolas y pecuarios. *Control de calidad (Colombia)* 2:37-43.

24. Nazario, W.; Capellaro, C. 1980. Intoxicación en equinos por canfeclor (Canfeno clorado). *Biologic Sao Paulo*, 46:191-204.
25. O'Neill, P. M.; Langlois, B. E. 1976. Effect of heptachlor on the growth, viability and respiration of *Staphylococcus aureus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 16: 330-336.
26. Poulson, G. D. 1980. Conjugation of foreign chemical by animals. *Residues Reviews*, 76:31-71.
27. Peña, M.; Toro, I. 1974. Residuos de insecticidas clorados en hortalizas de la Sabana de Bogotá. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
28. Quick, M. P. 1982. Pesticide poisoning in livestock. A review of cases investigated. *Vet. Rec.* 111:5-7.
29. Schimmel, S. C.; Patrick, J. M.; Forester, J. 1976. Heptachlor: uptake, depuration, retention and metabolism by spot *Leiostomus xanthurus*. *J. Toxicol. Environ. Hth.* 2:169-178.
30. Tocci, P. M. 1969. Biochemical differences found in persons chronically exposed to high level of pesticides. *Industrial Medicine*, 38:188-195.
31. University of California - United States Agency for International Development. 1976. Pest management and related environmental protection project; The agromedical approach to pesticide management.
32. Universidad de Antioquia - Ministerio de Salud. 1980. Facultad Nacional de Salud Pública. Pesticidas químicos y la degradación del ambiente, Medellín (mimeografiado).
33. Vettorazi, G. 1975. State of the art of the toxicological evaluation carried out by the joint FAO/WHO. Expert Committee Pesticide residues, I Organohalogenated pesticides uses in public health and agriculture. *Residues Reviews*, 56:115-131.
34. Wagstaff, D. J.; Street, J. C. 1971. Ascorbic acid deficiency and induction of hepatic microsomal hydroxylative enzymes by organochlorine pesticides. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 19:10-19.
35. Wagstaff, D. J.; Street, J. C. 1971. Antagonism of DDT storage in guinea pigs by dietary dieldrin. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 6:273-278.

ZOOTECNIA

ESTADO NUTRICIONAL MINERAL DEL GANADO LECHERO EN EL ALTIPLANO DE PASTO, NARIÑO

16489

Max A. Laredo C.; Segundo E. Benavides C.; Orlando Martínez W.*

RESUMEN

Este experimento se desarrolló en el altiplano de Pasto (Nariño) a finales de 1984 y principios de 1985 en la zona más productora de leche, ubicada desde el km 15 vía Ipiales - Cubiján - Obonuco - Buesaquillo, hasta San Fernando, donde se seleccionaron 5 fincas para realizar muestreos en suelo-planta-animal en dos épocas del año: fin del invierno y terminación del verano. El área de las fincas fluctuó entre 16 y 40 hectáreas, con una capacidad de carga de 1.2 a 4.0 cabezas/ha y períodos de descanso de 35 a 90 días y de 1 a 8 días de ocupación. El pasto predominante fue el trelite (80 a 90%) aunque hubo mezclas de *Lolium hybridum* + *Trifolium repens* + *Holcus lanatus* y *Antoxanthum odoratum* L. Se utilizaron 5 animales/finca, los cuales recibieron mezcla mineral a voluntad con 8% de P. Los suelos de las 5 fincas aunque diferentes ($P < .01$) mostraron altas concentraciones de materia orgánica y niveles de elementos minerales entre subnormales y deficitarios, especialmente en P, Cu y Zn. En invierno y verano las concentraciones promedias de proteína cruda (13.82 y 14.43%), de digestibilidad de materia seca (M.S.) (86.94 y 77.25%) y de fibra en detergente ácido (27.45 y 22.29%) se consideran suficientes como para garantizar un buen consumo de M.S. y una producción de leche aceptable (15 L/día en el invierno y 10 en el verano. Los elementos minerales en los forrajes presentaron grandes diferencias entre fincas y estaciones

* I.A.; Ph.D. Jefe Programa Nacional de Nutrición Animal. ICA Tibaitatá. Apartado Aéreo 151123 Eldorado, Bogotá - Colombia; I.A.; M.S. Profesor Asociado de la Universidad de Nariño, Pasto; I.A.; Ph.D. Programa de Biometría y Estadística, ICA Tibaitatá.