

CUANTIFICACION DE INSECTICIDAS ORGANOCORADOS EN SANGRE

ARMANDO VARGAS MELO*
MARIA DEL C. VALLEJOR.**

INTRODUCCION

Los Insecticidas Organoclorados han aportado innegables beneficios en el campo Agropecuario y en la Salud Pública de todo el mundo; sin embargo, es necesario tener en cuenta los peligros potenciales que su abuso o mal manejo pueden acarrear sobre el medio ambiente y sobre el hombre. Esto condujo a la realización en todo el mundo de estudios con el fin de determinar los residuos de Plaguicidas en el ambiente, en muestras biológicas (sangre, grasa, leche) y en alimentos consumidos por el hombre.

Nuestro país ha sido consumidor de grandes cantidades de Insecticidas Organoclorados; en el área Suramericana, Colombia es después del Brasil el mayor consumidor, el 65% del total del consumo de los países andinos se

presenta en Colombia con un volumen que oscila entre las 18.000 toneladas de principios activos por año (1-14).

Los Plaguicidas Organoclorados se consideran como los más peligrosos a largo plazo a causa de su acumulación en el tejido adiposo. Aunque en la actualidad se están empleando más y más plaguicidas no persistentes, en el área suramericana se usan todavía enormes cantidades de plaguicidas de tipo liposoluble y persistentes.

El uso intensivo de estos insecticidas trajo como consecuencia la exposición en grado variable de las personas que los elaboran, transportan y aplican, pero esta exposición de tipo profesional comprende a un grupo determinado de individuos que podrá ser numeroso considerado aisladamente, pero que no es más que una pequeña fracción del total de la población que a través de sus alimentos o su medio ambiente recibe continuamente pequeñas cantidades de estos insecticidas (14).

Trabajos realizados por investigadores de diversos países en los últimos quince años han revelado los niveles humanos de contaminación a estos

* Profesor Asociado, Jefe Sección Farmacología, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Medicina, Universidad Nacional.

** Profesor Asistente, Sección Farmacología, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Medicina, Universidad Nacional.

insecticidas en la población general (8).

Ante el manifiesto consumo de Insecticidas Organoclorados en Colombia, su posibilidad de acumulación en grasa humana (4) y ante la falta de datos experimentales, los autores del presente trabajo creímos oportuno encarar la presente investigación con el fin de conocer los niveles sanguíneos de los Insecticidas Organoclorados más utilizados en nuestro medio tales como DDT homólogos y metabolitos, Aldrín, Dieldrín, Endrín, BHC e isómeros, en varios grupos de población como medida de la exposición ocupacional y no ocupacional en diversas regiones; comparar con los niveles encontrados en otros países para poder expresar las tendencias de contaminación en nuestro país.

MATERIALES Y METODOS

Grupos de población estudiados:

Se estudiaron 5 grupos de población teniendo en cuenta el grado de exposición a insecticidas organoclorados.

- Grupo Uno: Población Urbana de Bogotá (Grupo Control) 50 voluntarios.
- Grupo Dos: Población urbana de Villavicencio. 50 voluntarios.
- Grupo Tres: Fumigadores de la Sabana de Bogotá, correspondiente a un grupo de 20 floricultores.

- Grupo Cuatro: Aplicadores del Servicio de Erradicación de la Malaria SEM. 25 voluntarios.

- Grupo cinco: Operarios de la Industria de los plaguicidas. 50 formuladores voluntarios.

Toma de Muestras

A cada uno de los voluntarios estudiados se les tomó 10 mls. de sangre, los cuales fueron centrifugados para la obtención del suero. Los sueros fueron guardados en refrigeración hasta el momento de su análisis. Los sueros provenientes de Villavicencio y de otros lugares apartados de la ciudad fueron convenientemente empacados en hielo seco.

Equipos y Reactivos:

Cromatografo de gases Varian Aerograph equipado con detector de Captura de Electrones (Ni^{63}). Centrífuga, evaporadores micro Snyder y material de vidrio de uso normal en un Laboratorio. Hexano grado pesticida.

Técnica Analítica:

El análisis de los Insecticidas organoclorados se efectuó por el método oficial de los EE.UU. descrito por Dale W.E. y Cueto en 1966 (2).

Preparación de los estándares: Los estándares de los insecticidas organoclorados se disolvieron en hexano de tal manera que las concentraciones finales expresadas en picogramos por microlitro fueron:

**MEZCLA No. 1 DE REFERENCIA
5 INSECTICIDAS ORGANOCLO-
RADOS**

Alfa HCH	10.95 pg/ul
Lindano (Gamma HCH)	32.73 pg/ul
Delta HCH	47.68 pg/ul
o, p'DDE	55.15 pg/ul
p, p'DDE	51 pg/ul

**MEZCLA No. 2 DE REFERENCIA -
10 INSECTICIDAS ORGANOCLO-
RADOS Y SU CONCENTRACION
EN pg/ul**

HCB	21.96 pg/ul
Beta HCH	61.5 pg/ul
Heptacloro	42.6 pg/ul
Aldrín	43.04 pg/ul
Heptacloro epóxido	41.60 pg/ul
Trans-nonacloro	56.0 pg/ul
p, p'DDE	68.7 pg/ul
Dieldrín	68.03 pg/ul
o, p DDT	138.2 pg/ul
p, p'DDT	155.2 pg/ul

Las mezclas de insecticidas organoclorados se hacen separadas para evitar confusiones, ya que algunos de ellos dan tiempos de retención similares.

Los volúmenes de inyección se mantuvieron constantes a $5\mu\text{l}$, tanto de estándares como de las muestras, y los cálculos cuantitativos se llevaron a cabo mediante comparación de alturas de picos.

La identificación de los diferentes insecticidas encontrados en las muestras se efectuó por comparación de los tiempos de retención relativos entre las muestras objeto de estudio y los patrones, para lo cual se inyectaron alternativamente con las muestras cada uno de los estándares de concentración conocida.

cálculo: Los resultados se calcularon en partes por billón (ppb - nanogramos por mililitro).

Condiciones del trabajo en el cromatografo de gases. Columna de vidrio de 6 pies de longitud con un diámetro externo de 1/4 de pulgada, rellena con 1.5% OV-17 y 1.95% QF-1 sobre cromosorb WHP (80-100 mesh).

- Temperaturas: Detector = 268°C, Inyector 243°C, Horno = 215°C.
- Velocidad de flujo del gas de arrastre (Nitrógeno) 40 ml/minuto.

RESULTADOS

El procedimiento analítico mencionado (2) se aplicó a las 195 muestras, lo cual permitió el hallazgo de los siguientes insecticidas organoclorados, como contaminantes sanguíneos en los 5 grupos de población Colombiana estudiados: DDT, DDE, homólogos y metabolitos, Lindano, Aldrín, Dieldrín, Heptacloro y su metabolito.

En los cuadros Nos. 1, 2, 3, 4, 5 y 6 que se presentan a continuación figuran los diferentes insecticidas organoclorados encontrados.

Insecticidas Organoclorados encontrados en los Grupos Estudiados

El grupo A (grupo control) conformado por 50 voluntarios, de uno, otro sexo, adultos con edad promedio de 28 años, sanos, residentes en Bogotá por más de 20 años, y sin ningún contacto directo con insecticidas organoclorados.

Se observa en la Tabla 1 que el 100% de los voluntarios presentan contami-

TABLE 1
NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCLORADOS
(Valores expresados en ppb)

Muestras #	A GRUPO CONTROL						
	Lindano	Aldrín	Dieldrín	ppDDE	ppDDT	opDDT	DDT Total
1	N.D.	N.D.	N.D.	17	N.D.	N.D.	17
2	N.D.	N.D.	N.D.	26	N.D.	N.D.	26
3	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
4	4	N.D.	1	8	36	N.D.	44
5	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
6	N.D.	N.D.	N.D.	57	16	3	76
7	N.D.	N.D.	N.D.	9	N.D.	N.D.	9
8	N.D.	N.D.	N.D.	44	N.D.	N.D.	44
9	N.D.	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.	3
10	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
11	N.D.	N.D.	N.D.	10	15	N.D.	25
12	N.D.	N.D.	N.D.	12	N.D.	N.D.	12
13	N.D.	N.D.	N.D.	10	N.D.	N.D.	10
14	N.D.	N.D.	N.D.	8	35	N.D.	43
15	N.D.	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	7
16	N.D.	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.	3
17	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
18	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
19	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
20	N.D.	N.D.	N.D.	8	N.D.	N.D.	8
21	N.D.	N.D.	N.D.	13	N.D.	N.D.	13
22	N.D.	N.D.	N.D.	24	N.D.	2	26
23	N.D.	N.D.	11	38	N.D.	N.D.	38
24	N.D.	N.D.	N.D.	35	N.D.	N.D.	35
25	N.D.	N.D.	N.D.	24	N.D.	N.D.	24
26	N.D.	N.D.	5	42	N.D.	N.D.	42
27	N.D.	N.D.	2	25	N.D.	N.D.	25
28	N.D.	N.D.	N.D.	22	N.D.	N.D.	22
29	N.D.	N.D.	N.D.	41	N.D.	N.D.	41
30	N.D.	N.D.	N.D.	61	N.D.	8	69
31	1	N.D.	N.D.	25	N.D.	N.D.	25
32	N.D.	1	N.D.	8	N.D.	N.D.	8
33	N.D.	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.	3
34	N.D.	N.D.	N.D.	12	N.D.	N.D.	12
35	N.D.	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	7
36	N.D.	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.	3
37	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
38	N.D.	N.D.	N.D.	2	N.D.	N.D.	2
39	N.D.	N.D.	N.D.	2	N.D.	N.D.	2
40	N.D.	N.D.	N.D.	8	2	3	13
41	N.D.	N.D.	N.D.	10	4	N.D.	14
42	N.D.	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	7
43	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
44	N.D.	N.D.	N.D.	12	N.D.	N.D.	12
45	N.D.	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.	3
46	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	4
47	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
48	N.D.	1	N.D.	2	20	N.D.	22
49	3	N.D.	N.D.	19	N.D.	N.D.	19
50	N.D.	N.D.	N.D.	61	N.D.	N.D.	61

N.D.: No detectable

Límites de detección 1 ppb.

TABLA 2
 NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCLORADOS
 POBLACION URBANA CON BAJA EXPOSICION
 (valores expresados en ppb)

Muestra #	GRUPO B						
	Lindano	Heptacloro Epóxido	Dieldrín	pp DDE	pp DDT	op DDT	DDT total
1	3	N.D.	N.D.	22	N.D.	N.D.	22
2	N.D.	N.D.	N.D.	60	N.D.	N.D.	60
3	N.D.	N.D.	N.D.	56	N.D.	N.D.	56
4	3	N.D.	N.D.	19	N.D.	N.D.	19
5	N.D.	N.D.	N.D.	3	9	N.D.	12
6	N.D.	N.D.	N.D.	13	N.D.	N.D.	13
7	2	N.D.	N.D.	37	20	N.D.	57
8	N.D.	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	7
9	N.D.	N.D.	N.D.	18	N.D.	N.D.	18
10	N.D.	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.	3
11	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.	6
12	N.D.	N.D.	N.D.	13	N.D.	N.D.	13
13	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.	6
14	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.	6
15	N.D.	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	7
16	N.D.	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.	3
17	N.D.	N.D.	N.D.	14	N.D.	N.D.	14
18	N.D.	N.D.	N.D.	13	N.D.	N.D.	13
19	N.D.	N.D.	N.D.	14	N.D.	N.D.	14
20	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
21	N.D.	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	7
22	N.D.	N.D.	N.D.	18	N.D.	N.D.	18
23	N.D.	N.D.	N.D.	11	N.D.	N.D.	11
24	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
25	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
26	N.D.	N.D.	N.D.	13	17	N.D.	30
27	N.D.	5	N.D.	28	N.D.	N.D.	28
28	N.D.	N.D.	N.D.	16	N.D.	N.D.	16
29	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.	6
30	N.D.	N.D.	N.D.	16	N.D.	N.D.	16
31	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
32	N.D.	N.D.	N.D.	8	N.D.	N.D.	8
33	N.D.	N.D.	N.D.	17	N.D.	N.D.	17
34	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.	6
35	N.D.	N.D.	6	7	N.D.	N.D.	7
36	N.D.	N.D.	7	3	4	N.D.	7
37	N.D.	N.D.	9	7	N.D.	N.D.	7
38	N.D.	N.D.	N.D.	10	8	N.D.	18
39	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
40	N.D.	N.D.	3	6	N.D.	N.D.	6
41	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
42	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.	6
43	N.D.	N.D.	N.D.	17	N.D.	N.D.	17
44	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.	6
45	N.D.	N.D.	4	3	5	N.D.	8
46	N.D.	1	N.D.	8	N.D.	N.D.	8
47	N.D.	N.D.	N.D.	5	N.D.	N.D.	5
48	N.D.	1	N.D.	17	N.D.	N.D.	17
49	N.D.	3	N.D.	16	N.D.	N.D.	16
50	N.D.	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	7

N.D.: No detectable.

Límites de detección 1 ppb.

nación con p, p'DDE el cual es el metabolito principal del p, p'DDT en sangre, en el 14% se encuentra p, p'DDT y en el 8% se encuentra op DDT. De acuerdo a la nomenclatura internacional estos datos deben expresarse como DDT total, lo cual corresponde a la suma de los metabolitos e isómeros del DDT. El promedio de contaminación expresado como DDT total es de 18 ppb, el valor mínimo encontrado fué de 3 ppb y el máximo de 69 ppb. El 6% del grupo control se halla contaminado con Lindano, siendo su valor promedio de 0.05 ppb, con un valor máximo de 1.32 ppb. El 8% del grupo control se halla contaminado con Dieldrín, su valor promedio de 0.37 ppb con un máximo de 10 ppb. En el grupo de control no se detectó heptacloro epóxido.

El grupo B (población urbana con baja exposición) conformado por 50 estudiantes voluntarios, sanos con edad promedio de 16 años, residentes por más de 10 años en la ciudad de Villavicencio y sin ningún contacto directo con insecticidas organoclorados. Se observa en la Tabla 2 que el 100% de los voluntarios presentan contaminación con p, p'DDT metabolito en sangre del p, p'DDT, en el 12% se encontró p, p'DDT. El promedio de contaminación expresado como DDT total en este grupo es de 13.6 ppb, el valor mínimo encontrado fué de 3 ppb y el máximo de 60 ppb. El 6% del grupo 2 se halla contaminado con Lindano, siendo su valor promedio de 0.16 ppb, el valor máximo encontrado fué de 3 ppb. El grupo 2 se detectó Aldrín. El 10% del mismo grupo se halla contaminado con Dieldrín, el valor promedio fué de 0.58 ppb y el valor máximo encontrado fué de 9 ppb. En el 8% del grupo se detectó

Heptacloro epóxido, el valor promedio encontrado fué de 0.18 ppb, el valor máximo encontrado fué de 5 ppb.

El grupo C (Floricultores) está conformado por 20 voluntarios de ambos sexos, adultos con edad promedio de 30 años, sanos, residentes por más de 10 años en la Sabana de Bogotá y sin ningún contacto con insecticidas organoclorados. Se observa en la Tabla No. 3 que el 100% de los voluntarios estudiados presentan contaminación con p, p'DDE metabolito del p, p'DDT en sangre, en el 20% se encuentra p, p'DDT y en el 5% se encuentra o, p DDT, el promedio de contaminación expresado como DDT total en este grupo es de 18 ppb, el valor mínimo encontrado es de 3 ppb y el máximo de 28 ppb. En este grupo no se detectó Lindano. En el 25% del grupo se encontró Aldrín, su valor promedio fué de 1.32 ppb, el valor máximo encontrado fué de 19 ppb. El 10% del grupo se halla contaminado con Dieldrín, siendo su valor promedio de 0.6 ppb, el valor máximo encontrado fué de 12 ppb. El 5% del grupo se halla contaminado con Heptacloro epóxido, su valor promedio fué de 0.8 ppb, su valor máximo fué de 20 ppb.

El grupo D (Aplicadores del SEM) conformado por 25 voluntarios, sexo masculino, adultos con edad promedio de 29 años, sanos, residentes por más de 6 años en la ciudad de Villavicencio, y en contacto directo con insecticidas organoclorados, especialmente con DDT y por un período no inferior a 1 año. Se observa en la Tabla 4 que el 100% de los voluntarios estudiados presentan contaminación con p,p'DDE, en el 48% se encuentra p,p'DDT y en el 4% se encuentra o, pDDT, el promedio de contaminación

TABLA 3
NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCLORADOS
FLORICULTORES
(Valores expresados en ppb)

Muestra #	GRUPO C						
	Aldrín	Heptacloro epóxido	Dieldrín	pp DDE	pp DDT	op DDT	DDT total
1	N.D.	N.D.	N.D.	16	N.D.	N.D.	16
2	N.D.	N.D.	N.D.	11	1	N.D.	12
3	1	N.D.	N.D.	10	N.D.	N.D.	10
4	3	N.D.	N.D.	15	N.D.	N.D.	15
5	4	N.D.	N.D.	19	N.D.	N.D.	19
6	N.D.	N.D.	N.D.	7	7	N.D.	14
7	N.D.	N.D.	N.D.	12	N.D.	N.D.	12
8	N.D.	N.D.	N.D.	18	N.D.	N.D.	18
9	N.D.	N.D.	N.D.	13	N.D.	N.D.	13
10	N.D.	N.D.	N.D.	14	N.D.	N.D.	14
11	N.D.	20	3	15	3	N.D.	18
12	N.D.	N.D.	N.D.	16	N.D.	N.D.	16
13	N.D.	N.D.	N.D.	15	5	N.D.	20
14	19	N.D.	N.D.	9	N.D.	5	14
15	N.D.	N.D.	N.D.	24	N.D.	N.D.	24
16	N.D.	N.D.	N.D.	20	N.D.	N.D.	20
17	N.D.	N.D.	N.D.	20	N.D.	N.D.	20
18	N.D.	N.D.	N.D.	28	N.D.	N.D.	28
19	6	N.D.	2	20	N.D.	N.D.	20
20	N.D.	N.D.	N.D.	26	N.D.	N.D.	26

N.D.: No detectable

Límites de detección 1 ppb.

expresado como DDT total en este grupo es de 26 ppb, el valor mínimo encontrado fué de 5 ppb y el máximo fué de 57 ppb. No se detectó Lindano en el grupo, el 4% del grupo se halla contaminado con Aldrín, siendo su valor promedio de 0.28 ppb, el valor máximo encontrado fué de 7 ppb. En el 16% del grupo de aplicadores del SEM se encontró Dieldrín, el valor promedio fué de 0.64 ppb, el valor máximo encontrado fué de 11 ppb. El 8% del grupo está contaminado con Heptacloro epóxido, su valor promedio fué de 0.36 ppb, el valor máximo encontrado fué de 6 ppb.

El grupo F (Formuladores) conformado por 50 voluntarios de ambos sexos, adultos con edad promedio de 27 años, sanos, residentes en Bogotá por más de 10 años, y en contacto directo con varios insecticidas orgnoclorados por razón de su oficio, es un grupo que se seleccionó por estar ocupacionalmente expuesto a dichos insecticidas. Se observa en la Tabla 5 que el 10% de los voluntarios estudiados están contaminados con p,p'DDE metabolito en sangre del p,p'DDT, el 46% está contaminado con p, p'DDT, el 6% con o, p DDT, el promedio de contaminación expresado

TABLA 4

NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCLORADOS
 APLICADORES DEL SEM
 (Valores expresados en ppb)

GRUPO D

Muestra #	Aldrín	Heptacloro epóxido	Dieldrín	pp DDE	pp DDT	op DDT	DDT total
1	N.D.	N.D.	N.D.	19	N.D.	N.D.	19
2	N.D.	N.D.	N.D.	12	N.D.	N.D.	12
3	N.D.	N.D.	N.D.	10	N.D.	5	15
4	N.D.	N.D.	N.D.	7	3	N.D.	10
5	N.D.	N.D.	N.D.	24	N.D.	N.D.	24
6	N.D.	N.D.	N.D.	9	N.D.	N.D.	9
7	N.D.	N.D.	N.D.	28	6	N.D.	34
8	N.D.	N.D.	11	5	N.D.	N.D.	5
9	N.D.	N.D.	N.D.	12	5	N.D.	17
10	N.D.	N.D.	N.D.	26	N.D.	N.D.	26
11	N.D.	N.D.	N.D.	20	N.D.	N.D.	20
12	N.D.	N.D.	N.D.	32	3	N.D.	35
13	N.D.	N.D.	N.D.	24	7	N.D.	31
14	N.D.	N.D.	3	42	1	N.D.	43
15	N.D.	N.D.	N.D.	38	N.D.	N.D.	38
16	N.D.	N.D.	1	38	9	N.D.	47
17	N.D.	N.D.	N.D.	21	3	N.D.	24
18	N.D.	N.D.	N.D.	18	1	N.D.	19
19	N.D.	3	N.D.	15	5	N.D.	20
20	N.D.	6	N.D.	31	N.D.	N.D.	31
21	7	N.D.	N.D.	43	1	N.D.	44
22	N.D.	N.D.	N.D.	57	N.D.	N.D.	57
23	N.D.	N.D.	N.D.	16	5	N.D.	21
24	N.D.	N.D.	N.D.	34	N.D.	N.D.	34
25	N.D.	N.D.	N.D.	18	N.D.	N.D.	18

N.D.: No detectable
 Límites de detección 1 ppb.

TABLE 5
NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCLORADOS
FORMULADORES
(Valores expresados en ppb)

Muestra #	GRUPO E							
	Lindano	Aldrín	Heptacloro epóxido	Dieldrín	ppDDE	ppDDT	opDDT	DDT total
1	N.D.	N.D.	N.D.	5	22	N.D.	N.D.	22
2	N.D.	N.D.	N.D.	9	65	N.D.	N.D.	65
3	N.D.	N.D.	N.D.	13	29	N.D.	N.D.	29
4	N.D.	N.D.	N.D.	1	48	1	N.D.	49
5	N.D.	N.D.	N.D.	1	39	N.D.	N.D.	39
6	4	N.D.	N.D.	29	26	14	N.D.	40
7	N.D.	N.D.	N.D.	4	48	1	N.D.	49
8	N.D.	N.D.	N.D.	15	36	4	N.D.	40
9	N.D.	N.D.	N.D.	1	22	N.D.	N.D.	22
10	3	N.D.	N.D.	1	54	N.D.	N.D.	54
11	N.D.	N.D.	N.D.	8	45	N.D.	N.D.	45
12	N.D.	N.D.	N.D.	8	19	N.D.	N.D.	19
13	N.D.	N.D.	N.D.	4	21	N.D.	N.D.	21
14	N.D.	N.D.	N.D.	3	22	N.D.	N.D.	22
15	N.D.	N.D.	N.D.	3	26	N.D.	N.D.	26
16	N.D.	N.D.	7	7	23	N.D.	N.D.	23
17	N.D.	N.D.	N.D.	16	91	N.D.	N.D.	91
18	7	6	N.D.	15	59	N.D.	N.D.	59
19	N.D.	N.D.	12	11	67	N.D.	N.D.	67
20	9	N.D.	9	98	53	N.D.	N.D.	53
21	N.D.	N.D.	N.D.	12	82	N.D.	N.D.	82
22	5	N.D.	N.D.	11	47	N.D.	N.D.	47
23	N.D.	N.D.	11	11	26	N.D.	N.D.	26
24	N.D.	N.D.	N.D.	4	13	N.D.	N.D.	13
25	N.D.	N.D.	N.D.	5	48	13	N.D.	61
26	4	N.D.	3	4	13	6	N.D.	19
27	1	N.D.	N.D.	1	8	15	N.D.	23
28	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	24	N.D.	N.D.	24
29	N.D.	N.D.	6	11	25	13	3	41
30	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	46	N.D.	N.D.	46
31	N.D.	N.D.	6	7	56	13	N.D.	69
32	N.D.	N.D.	N.D.	5	31	1	N.D.	32
33	N.D.	N.D.	3	3	19	6	N.D.	25
34	N.D.	N.D.	N.D.	5	18	3	N.D.	21
35	N.D.	N.D.	3	1	10	1	N.D.	11
36	N.D.	N.D.	8	4	17	3	3	23
37	N.D.	N.D.	20	14	19	6	N.D.	25
38	N.D.	N.D.	13	8	39	11	N.D.	50
39	N.D.	N.D.	48	24	54	25	N.D.	79
40	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	22	N.D.	N.D.	22
41	N.D.	N.D.	5	1	13	4	N.D.	17
42	N.D.	N.D.	N.D.	9	6	N.D.	N.D.	6
43	N.D.	N.D.	6	3	11	4	N.D.	15
44	3	N.D.	9	8	36	N.D.	N.D.	36
45	1	1	4	14	14	4	1	19
46	4	1	11	4	39	N.D.	N.D.	39
47	1	N.D.	6	4	16	3	N.D.	19
48	N.D.	N.D.	N.D.	1	28	13	N.D.	41
49	3	N.D.	N.D.	5	10	6	N.D.	16
50	N.D.	N.D.	N.D.	3	19	N.D.	N.D.	19

N.D.: No detectable

Límites de detección 1 ppb

como DDT total es de 35 ppb, el valor mínimo encontrado fué de 6 ppb y el máximo de 91 ppb.

El 14% del grupo se halla contaminado con Lindano, siendo su valor promedio de 0.19 ppb, el valor máximo encontrado fué de 9 ppb. El 6% del grupo se halla contaminado con Aldrín, siendo su valor promedio de 0.16 ppb y el valor máximo encontrado fué de 6 ppb. El 94% de los voluntarios de este grupo se hallan contaminados con Dieldrín, siendo su valor promedio de 8.5 ppb, el valor máximo encontrado fué de 98 ppb. El 38% del grupo se halla contaminado con Heptacloro epóxido, su valor promedio fué de 4 ppb con un valor máximo encontrado de 48 ppb.

DISCUSION

Los datos obtenidos en el grupo A (Control) presentan grados variables de contaminación con insecticidas organoclorados, el 100% de la población estudiada presentó contaminación con DDT con un promedio de 18 ppb. Si comparamos este dato con los estudios hechos en países como Argentina, EE.UU., Inglaterra (Tabla 3), los cuales presentan valores entre 13 - 19 ppb, encontramos que la contaminación en población general para este insecticida es similar, y menor que la encontrada en el Brasil 42 ppb (8), Austria 20 ppb (26), Italia 79 ppb (26), Israel 51 ppb (27). Los otros insecticidas organoclorados encontrados en este grupo presentan la misma tendencia.

Dado que este grupo de población no tiene ningún contacto con insecticidas organoclorados permite sugerir que la principal fuente de contaminación son

los alimentos contaminados, dicha contaminación la confirma los estudios realizados en alimentos por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (24) y el Instituto Colombiano Agropecuario (25).

El grupo B (Población urbana con baja exposición) presenta una contaminación variable con insecticidas organoclorados. El 100% de la población estudiada presentó contaminación con DDT, el promedio hallado es de 13.6, como puede observarse la concentración encontrada para este insecticida es menor que la concentración promedio del grupo control (18 ppb), ésta diferencia es aplicable si se tiene en cuenta el promedio de edades del 2º. grupo conformado por estudiantes de diferentes planteles de Villavicencio (16 años); el promedio de edades para el grupo control fué de 28 años. Watson y Col (2*) reportan que hay una relación directa entre niveles séricos de insecticidas organoclorados y la edad. Para el Dieldrín y el Heptacloro epóxido no encontramos la relación mencionada anteriormente.

El grupo C constituido por Floricultores presenta grados variables de contaminación con insecticidas organoclorados, el 100% de la población estudiada presentó contaminación con DDT con un promedio de 18 ppb, contaminación similar al grupo control, lo cual igualmente es aplicable, ya que este grupo no se halla directamente expuesto a insecticidas organoclorados, sino a otro tipo de plaguicidas biodegradables tales como organofosforados, carbamatos, fungicidas, que no interfieren en las contraindicaciones sanguíneas de los insecticidas encontrados en la población estudiada.

TABLA 6
NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCOLORADOS
(Valores expresados en ppb. ng/ml.)

GRUPO	No. de Muestras	DDT		Lindano		Aldrin		Dieldrin		Heptacloro epóxido	
		Promedio ± D.E.* (Rango)	Muestras Positivas	Promedio + D.E. (Rango)	Muestras Positivas	Promedio ± D.E. (Rango)	Muestras Positivas	Promedio ± D.E. (Rango)	Muestras Positivas	Promedio ± D.E. (Rango)	Muestras Positivas
1. CONTROL	50	18±18 (3-69)	50	0.16+ (0-4)	3	0.05 (0-1)	2	0.37± (0-10)	4	n.d.**	n.d.**
2. Población urbana con baja exposición	50	13.6±12 (3-60)	50	0.16 (-0-3)	3	n.d.		0.58 (0-9)	5	0.18 (0-5)	4
3. Floricultores	20	18±4.58 (3-28)	20	n.d.		1.32± (0-19)	5	0.6± (0-12)	2	0.8 (0-20)	1
4. Aplicadores SEM.	25	26±12.8 (5-57)	25	n.d.		0.28 (0-7)	1	0.64+ (0-6)	4	0.36 (0-6)	2
5. Formuladores	50	35±20 (6-91)	50	0.9±1.9 (0-9)	12	0.16 (0-6)	3	8.5±4.24 (0-98)	47	4+7.85 (0-48)	19

* Desviación Estandar

** No detectable

El grupo D (Aplicadores del Servicio de Erradicación de la Malaria "SEM") presenta una contaminación variable con insecticidas organoclorados, la totalidad de la población estudiada presentó contaminación con DDT con un promedio de 26 ppb, como puede observarse hay una contaminación mayor, explicable por tratarse de personal expuesto por razón de su oficio, especialmente por su contacto con DDT por períodos mayores de 6 meses.

Al compararse con niveles encontrados en otros países (tabla 4), vemos niveles menores (EE.UU., 1971), debido quizás a que el presente estudio fué realizado en 1981, época en la cual la utilización de insecticidas organoclorados fué restringida por parte del SEM (29) reemplazándose parcialmente por el uso de insecticidas no persistentes como los insecticidas organofosforados como Malatión, y carbamatos como Propoxur.

El grupo E (Formuladores) presenta igualmente grados variables de contaminación con insecticidas organoclorados. El 100% de la población estudiada presentó contaminación con DDT con un promedio de 35 ppb, el 14% se halla contaminado con Lindano (0.19 ppb), el 94% está contaminado con Dieldrín (8.5 ppb) y el 38% con Heptacloro epóxido (4 ppb).

Este grupo es el más contaminado de todos los grupos por razón de su oficio, ya que son trabajadores de las casas productoras de plaguicidas con edad promedio de 27 años y en contacto directo con diferentes tipos de insecticidas organoclorados por un período no inferior a 3 años. El uso del equipo de protección por parte de los

obreros posiblemente evitó que la contaminación de este grupo hubiese sido más alta. Comparándose con estudios efectuados en otros países (tabla 4), EE.UU. (38 ppb) e Israel (109 ppb) los niveles encontrados son más bajos, e inferiores al informado por Edmunson y Col. (30) para una planta fabricante de plaguicidas en EE.UU. La contaminación con Lindano de este grupo es inferior a la reportada por Wasserman (27) y Samuels (31) en plantas formuladoras, inferior a los niveles reportados en Israel en 1967, (tabla 4).

La contaminación con Aldrín en este grupo fué solo en el 6% de la población estudiada, lo cual nos indica que no hubo exposición reciente puesto que encontramos únicamente su metabolito Dieldrín, (94% de la población) en niveles que sobrepasan 23 veces al control. En la tabla 4 vemos que dichos niveles son más bajos que los reportados por EE.UU. (10 ppb) y Reino Unido (15 ppb), y más altos que los reportados por Israel (2 ppb).

Los niveles promedio de Heptacloro epóxido en el mismo grupo (38% de la población) son altos (4 ppb), dicho insecticida no se encontró en el grupo A (control).

Investigaciones Efectuadas en otros Países

La literatura científica reporta una gran cantidad de información sobre los niveles sanguíneos de insecticidas organoclorados hallados en diferentes grupos humanos y en varios de estos estudios se correlacionan los niveles encontrados con los efectos tóxicos presentados por los pacientes.

Los resultados de varios trabajos hechos en diferentes países del mundo nos permiten hacer comparaciones con los obtenidos en el presente trabajo y

de esta manera tener idea de las tendencias de contaminación humana en Colombia (tabla 7 y 8).

TABLA 7

NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCOLORADOS EN POBLACION GENERAL DE VARIOS PAISES

Valores expresados en ppb.

País	Año	DDT total	BHC total	Dieldrín	Referencia
Argentina	(1976)	18	24	1.43	(6)
Brasil	(1975)	42.2			(6)
U.S.A.	(1975)	19.9			(6)
Inglaterra	(1976)	13.0		1.40	(6)

TABLA 8

NIVELES SANGUINEOS DE INSECTICIDAS ORGANOCOLORADOS DE VARIOS PAISES

Valores expresados en ppb.

FORMULADORES					
País	Año	DDT total	Lindano	Dieldrín	Referencia
USA	1970	38	30	10	(6)
Israel	1967	109	10	2	(6)
Holanda	1966			320	(6)
Reino Unido	1964			15	(6)
APLICADORES SANITARIOS					
USA	1971	68		16.6	(6)
APLICADORES AGRICOLAS					
USA	1967	16		0.6	(6)

CONCLUSIONES

Es evidente que existe un problema de contaminación con insecticidas organoclorados en el 100% de los diferentes grupos de la población colombiana. El grado de la misma puede considerarse similar o menor en comparación en la de otros países. La contaminación con insecticidas organoclorados está estrechamente relacionada con la exposición a estos insecticidas. Como fuentes probables de contaminación se pueden mencionar: a) para población expuesta: contacto directo en el sitio de trabajo y alimentos contaminados, b) para población no expuesta: alimentos contaminados. Este estudio muestra que existe una relación directa entre los niveles sanguíneos de DDT, el tiempo de exposición y la edad.

RESUMEN

La cromatografía de gases fué empleada para el análisis de residuos de Insecticidas organoclorados de 195 muestras de sangre, divididas en 5 grupos de población con diferentes grados de exposición.

El primer grupo: Grupo control con baja exposición está contaminado en el 100% con DDT total (DDT + DDE) con un promedio de 18 ppb (rango 3ppb - 69ppb), el 6% de las muestras contienen Lindano y el 8% Dieldrín.

El segundo grupo: población urbana con baja exposición está contaminado en el 100% con DDT total con un promedio de 13.6 (rango 3ppb-69ppb), el 6% se halla contaminado con Lindano y el 10% con Dieldrín.

El tercer grupo: Floricultores se encuentra igualmente contaminado en el 100% con DDT total con un promedio de 18 ppb (Rango 3-28 ppb), el 10% de las muestras contienen Dieldrín y el 5% Heptacloro epóxido.

El cuarto grupo: Aplicadores del Servicio de Erradicación de la Malaria todos presentan contaminación con DDT total con un promedio de 26 ppb (Rango 5-57 ppb), el 16% presenta contaminación con Dieldrín, el 8% está contaminado con heptacloro epóxido.

El quinto grupo: Correspondiente al grupo de Formuladores está en su totalidad contaminado con DDT total con un promedio de 35 ppb (rango 6-91 ppb), el 14% está contaminado con Lindano, el 6% con Aldrín, el 94% con Dieldrín con un promedio de 8.5 ppb, el 35% se halla contaminado con heptacloro epóxido.

Los valores reportados son representativos y el grado de contaminación puede considerarse igual o menor si se compara con la de otros países.

SUMMARY

Gas chromatography analysis for organochlorine insecticides was performed in 195 blood samples from individuals belonging to 5 groups according to levels of exposure: a) control group with low exposure; b) city dwellers; c) workers in greenhouse floriculture; d) workers doing spraying for malaria control; e) workers mixing insecticides.

All the samples had DDT which was expressed as total DDT (DDT + DDE). For the five groups these values were (mean and Range in ppb): a) 18 (3-69); b) 13.6 (3-69); C) 18(3-28);

d) 26 (5-57); e) 35(6-91). Lindane was found in 6% a, 10% b, 14% e.

Dieldrin in 8% a, 10% b, 10% c, 16% d and 94%. (mean 8.5 ppb) e. Heptachloride epoxide 5% c, 8% d and 35% e.

The reported measurements are representative and the level of contamination can be considered equal to or lower than that reported in other countries.

BIBLIOGRAFIA

1. Bustamante, E.: Producción y Comercialización de Plaguicidas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Informe Técnico No. 2. pp. 16. 1975.
2. Dale, W.E., Curley, A., and Cueto, C.: Hexane extractable chlorinated insecticides in human blood. *Life Sciences*, 5: 47. 1977.
3. Davies, J.E.: Los plaguicidas en el ambiente. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 74: 480-490, 1973.
4. Davies, J. E. Edmundson, E.F., Carter, C.H. and Barquet A.: Effect of anticonvulsant drugs on dicophane (DDT) residues in Man. *Lancet*. 2: 7, 1969.
5. Dugagan, R.E. and H.R. Cook. 1971. Residues in Foods and feed. *Pest. Monit. J.* 5: 37-43.
6. Edwards, C.A.: Persistent pesticides in the environment. CRC. Press. 1975.
7. Epstein, S.S.: DDT and the limits of Toxicology, *Science* 175: 610 No. 4022. 1972.
8. Hayes, W.J.: Toxicology of Pesticides. Edit. Williams Wilkims Company Baltimore. pp. 346-385. 1975.
9. Hayes, W.J.: Pesticides in relation to public Health. *Ann. Rev. of Entomology* 5: 379-404, 1960.
10. Ibañez, E.H. De Franzetti, R.P.: Estudios psicométricos y su valor clínico en rociadores de Dieldrin. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 43: 531-533, 1957.
11. Klemer, H.W., Rashad, M.N.: Age, sex and race effects on the distribution of organochlorine pesticide residues in serum. *Environmental Protection Agency, Georgia* 30341. pp. 53-60. 1973.
12. Iarc, Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemical to man, vol 5, Some organochlorine pesticides. Lyon. France: International Agency for research on cancer. 1974.
13. Matsumura, F.: Toxicology of Insecticides. Edit Plenum Press. New York. pp. 165-252, 1975.
14. Ministerio de Agricultura. Programa Agrícola-Evaluación 1976. Proyecciones 1977; Oficina de Planeación del Sector Agropecuario (OPSA). Diciembre 1976.
15. Mizyukova, I.C., and Kurchatov, G.V.: Metabolism of Heptachlor. *Russian Pharmacol. and Toxicol.* 4: 212. 1970.
16. Morgan, D.P., Roan, C.C., The metabolism of DDT in man. *Essays Toxicol.* New York, 5: 39-92, 1974.
17. Nidio, A.F.: Aspectos Toxicológicos de Insecticidas. Facultad de Ciencias Farmacéuticas. Universidad de Sao Paulo. 1975.
18. O'Brien, R.D.: Insecticides: action and Metabolism. London, Academic Press. 1967.
19. Martín H., Pesticide Manual. 3er. Edition, Editor, Brit. Crop. Protection Council, Worcester, England, 495 pp. 1972.
20. Preal, J.J., and Chadwickk, R.W. Metabolism of BHC and effect of Isomer pretreatment of Lindane 1 metabolism in rat. *J. Agric. Food Chem.*, Washington 21: 423-427, 1973.