

RESIDUOS DE PESTICIDAS PERSISTENTES EN RECURSOS NATURALES DEL VALLE ACONCAGUA¹

Persistent pesticide residues in natural resources of the Aconcagua valley

Claudio Ciudad B.² y Stella Moyano A.²

SUMMARY

Between January and March 1982 and January and April 1983, a survey for organo-chlorides (O.C.) was done in the Aconcagua Valley. The river was sampled at eight sites, taking five samples of 2 lt, every other week. Soils were sampled at eight sites of the valley, taking one sample of 2 kg at two depth (0-20 and 20-40 cm).

All these samples were analyzed for O.C., by gas liquid chromatography.

Only traces of O.C. were determined in the water, much below the levels considered normal in the literature. But the presence of Heptachlor, Aldrín, Dieldrín, Endrín and DDT and its metabolites was rather high (0.003 to 0.247 ppm) in the soil samples.

INTRODUCCION

Ante la utilización de plaguicidas persistentes, como una alternativa para proteger la producción agropecuaria de Chile, es posible encontrar residuos de productos organoclorados (O.C.) y sus metabolitos, en los recursos naturales, como son las aguas y el suelo.

Como es obvio, el Valle Aconcagua no podría permanecer al margen de estas eventualidades, ya que esta parte de la V Región es de notoria productividad agrícola, lo que implicaría que sus recursos de agua y suelos pueden estar contaminados con algunas de las sustancias O.C., recordando que hasta ahora no hay prohibición de la utilización de algunos de ellos en el suelo.

Aldrín, Endrín, Lindano, Heptachloro, Heptachloro-epóxido, DDT y sus derivados, tienen reconocida acción tóxica. Su potencialidad como mutagénicos, teratogénicos y cancerígenos, se discute en los trabajos

de Weil (1976) y Deichman (1972); además, debido a su estabilidad química que los hace persistentes, afectan significativamente la armonía de los sistemas ecológicos y en la cadena alimentaria se genera un problema de biomagnificación. Ambos fenómenos tienden a aumentar o potenciar su efectividad deletérea.

La distribución, concentración y destino de los pesticidas en el agua y el suelo está estrechamente relacionada y determinada por una gran cantidad de variables, que incluyen preferentemente la naturaleza química de éstos, y por muchos otros factores que determina el ambiente en que están insertos.

El balance dinámico entre las aplicaciones, precipitaciones, arrastre superficial y percolación, por un lado, y la degradación química y bioquímica, fotodescomposición y volatilización por otro, determina la presencia de los residuos en el suelo y agua, en cada momento dado.

Numerosos investigadores, entre ellos Woodwell, Wurster y Isaacson (1967), han cuantificado la distribución de O.C. en la biósfera de una comunidad forestal. Se ha llegado a establecer, aproximadamente, que un 50% del total aplicado va a la atmósfera, un 30% permanece por largos períodos en las fracciones orgánicas del suelo y el resto es distribuido en la parte inorgánica y el agua del perfil edáfico.

¹ Recepción de originales: 22 de junio de 1987.

Parte del Proyecto "Contaminación en el Valle Aconcagua", con financiamiento de la Fundación Fondo de Investigación Agrícola (FIA), desarrollado entre 1981 y 1985. Los autores agradecen a la Memorista Marcela Fontecilla por su aporte al presente trabajo.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Estas consideraciones, indujeron a realizar un estudio prospectivo de estos O.C. y sus metabolitos, en los canales efluentes del río Aconcagua y en los suelos del sector, en diversas épocas de los años 1982 y 1983.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la cuenca hidrográfica del Río Aconcagua (V Región, Chile). El período experimental abarcó desde enero a marzo de 1982, para la toma de muestras de agua, y de enero a abril de 1983, para la toma de muestras de suelo.

Toma de muestra

Los muestreos de aguas se hicieron en los siguientes lugares:

- Río Aconcagua (Puente Las Vizcachas),
- Canal Ahumada,
- Canal del Cerro,
- Canal Valdesano,
- Canal Ovalle,
- Canal San Pedro,
- Canal Rautén,
- Canal San Víctor

Se tomaron cinco muestras, de 2 lt de agua, en cada uno de los sitios de muestreo, a intervalos de dos semanas. Se usaron envases de vidrio, de boca ancha, con tapa forrada en papel aluminio, los cuales se almacenaron a 4° C hasta el momento del análisis.

Los muestreos de suelos consistieron en muestras de 2 kg cada una, a dos profundidades (0–20 y 20–40 cm), en ocho predios, ubicados en las comunas de Calle Larga, San Felipe, Catemu, La Calera y Puncuncaví.

Las muestras se almacenaron en envases de boca ancha, con tapa de rosca protegida interiormente con papel aluminio, a temperatura ambiente.

Análisis de residuos de organoclorados en agua

La extracción, purificación y concentración de los residuos de O.C. en las muestras de agua, se hizo de acuerdo a la metodología propuesta por Konrad, Pionke y Chester (1969), que consiste fundamentalmente en agitar 500 ml de muestra con 25 ml de benceno, en embudo de decantación, durante 2 min. La capa de benceno se hace pasar por una columna con

sulfato de sodio anhidro. El eluido, si no presenta interferentes, es concentrado a 5 ml en un aparato Kuderna–Danish; 3 a 5 μ l de esta fracción son inyectados en el cromatógrafo de gases.

En caso de presentar sustancias interferentes, en la fracción de benceno se puede hacer la purificación según EPA (1980), usando una columna de Florisil y eluyendo con éter etílico en éter de petróleo, al 6 y al 15°/o.

Análisis de residuos de organoclorados en suelos

Las muestras fueron previamente homogenizadas y molidas, determinándose su humedad. Los análisis se hicieron según el método del CFTRI (1980), que consiste en extraer los pesticidas del suelo, con una mezcla de acetona: hexano (1:4), agitando durante 30 min (mínimo dos extracciones). Luego, se mezclan los extractos en un embudo de decantación, se adiciona agua, se agita y se descarta la fase agua–acetona. El n–hexano se pasa a través de sulfato de sodio anhidro y se concentra a 5 ml en un Kuderna–Danish. En caso que sea necesaria una purificación, se puede hacer a través de una columna de Florisil, como fue descrito anteriormente.

Todos los análisis se efectuaron en duplicado.

Cuantificación de los O.C. en los extractos, por cromatografía gas–líquida

Las muestras extraídas por los métodos ya descritos, se inyectaron en el cromatógrafo de gases. El registro obtenido fue comparado y evaluado con el registro que generaron los patrones previamente cromatografiados. Esta evaluación (tiempo de retención y concentración), emanó de un sistema computarizado previamente programado y calibrado.

Condiciones experimentales:

- Cromatógrafo de gases, con detector de captura de electrones (DCE), con emisor de Ni 63. Sigma 7 (Perkin Elmer).
- Registrador–consola Sigma 10 (Perkin Elmer).
- Columnas de vidrio silanizado (2 x 0,002 m) Supelco. Fases estacionarias: 4°/o SE–30 + 6°/o SP–2401/Supelcoport 100–120 mesh y 1°/o DEGS/Anakrom ABS 80–90 mesh.
- Jeringas: Hamilton de 10 y 5 μ l.
- Gas portador: Argon/Metano = 10:90.

- Estándares: DDT y derivados, Endrín, Aldrín, Dieldrín, Lindano, Heptacloro y Heptacloro-epóxido, provenientes de EPA y Supelco.

De acuerdo a las recomendaciones de FDA (1980), se ajustó la sensibilidad del DCE, de modo que al inyectar 100 pg de Heptacloroepóxido, se obtenga una deflexión en el registrador de un 50%/o.

- Temperatura inyector y detector: 260° C
- Temperatura columna: 200° C
- Flujo de Argón-Metano en la columna: 24 ml/min
- Flujo de Argón-Metano en el detector: 70 ml/min
- Volumen inyectado: 3 a 5 µl
- Reactivos: Isooctano (pe) Merck
Benceno (pr) Merck
Hexano (pr) Merck
Acetona (pr) Merck
Sulfato de sodio anhidro (pr) Merck
Florisil (pr) Merck
Lana de vidrio silanizada, Supelco
Papel aluminio: Alusa Foil

RESULTADOS Y DISCUSION

Agua

En todos los lugares muestreados, se estableció identidad y orden de magnitud de los O.C. presentes, la mayoría de las veces en cantidades trazas, principalmente Lindano, Endrín, Aldrín y Dieldrín. La concentración "traza" es detectable pero no cuantificable y dentro de los rangos especificados en el Cuadro 1; además, éstos son propios del método extractivo utilizado, lo que significa que si se modifica la metodología empleada, estos valores podrían ser cuantificados.

De los cuarenta controles que se hicieron, sólo el 42,5%/o registró presencia de O.C. y casi todos en cantidades trazas. Se puede afirmar, en general, que en las muestras de agua analizadas no se detectó DDT ni sus derivados, ni otras sustancias O.C. no especificadas en el Cuadro 1. Sin embargo, se detectó Lindano, en concentraciones que van de los 0,013 a 0,027 µg/lt, en los lugares y en las fechas que se indican.

CUADRO 1. Residuos de pesticidas organoclorados, (µg/lt) en efluentes del Río Aconcagua, durante los meses de enero y febrero de 1982

TABLE 1. Persistent pesticides residues, (µg/lt) in effluents of the Aconcagua River, during January and February 1982

Sitio	13-14.01.82	26-27.01.82	09-10.02.82	15-16.02.82	25-26.02.82
Río Aconcagua (Puente Vizcacha)	ND	T-Diel T-End	T-Diel T-End	ND	ND
Canal Ahumada	ND	T-Diel T-End	ND	ND	ND
Canal del Cerro	0,024-Lin T-End T-Diel	ND	ND	T-Lin T-End T-Diel	T-Ald T-Diel
Canal Valdesano	T-Lin T-Ald	T-Diel	ND	ND	ND
Canal Ovalle	ND	T-Diel	ND	ND	T-Diel
Canal San Pedro	0,027-Lin	T-Diel	ND	T-Lin T-Diel	ND
Canal Rautén	ND	ND	T-Diel	T-Diel T-End	ND
Canal San Víctor	ND	ND	ND	0,013-Lin T-Diel	T-Diel

ND: no detectado; T: trazas (<0,029 End; <0,015 Diel; <0,009 Ald; <0,007 Lin); End: Endrín; Diel: Dieldrín; Ald: Aldrín; Lin: Lindano.

Si se comparan estos resultados con las investigaciones sobre contaminación de aguas por O.C. llevadas a cabo en EUA y en Europa, por Braindenbach (1967) y Edwards (1973) respectivamente, el balance es sumamente positivo para el Río Aconcagua, ya que cualitativa y cuantitativamente los niveles de estas sustancias O.C. fueron muy bajos.

Es interesante constatar coherencia en los datos encontrados, ya que cuando se detecta Lindano en un determinado momento, éste aparece en más de un lugar. Un fenómeno similar ocurrió con Dieldrín.

Estos resultados indican que la contaminación del agua de superficie es un fenómeno dinámico, discontinuo y, por tanto, variable en el tiempo; por un lado, depende del tipo y volumen de las descargas de las actividades industriales, sanitarias y agrícolas y, por otro, de factores ambientales, como precipitación y temperatura.

Suelo

Los resultados del muestreo aparecen en el Cuadro 2. De los O.C. estudiados, sólo no fueron detectados Lindano y Heptacloro—epóxido. Los restantes O.C., como los ciclodienos (Aldrín, Dieldrín y Endrín), así como también Heptacloro, DDT y sus metabolitos, fueron detectados indistintamente a las dos profundidades estudiadas (0—20 y 20—40 cm), en un rango que va de las 0,002 a 0,24 ppm. Gran parte se encuentra a niveles trazas, es decir, en cantidades iguales o inferiores a 0,002 ppm.

Al reagrupar convenientemente los niveles de O.C. detectados en las muestras chilenas y los obtenidos por Crockett y otros (1974) en suelos agrícolas de los Estados Unidos (Cuadro 3), se pueden hacer algunas comparaciones interesantes, basadas en valores promedios y rangos dentro de los cuales se desplazan.

CUADRO 2. Residuos de pesticidas organoclorados (ppm m.s.) en suelos del Valle Aconcagua. Enero—Abril, 1983. Lindano y Heptacloro—epóxido no fueron detectados

TABLE 2. Persistent pesticide residues (ppm, dry weight) in soils of the Aconcagua Valley. January—April, 1983. Lindane and Heptachlor—epoxide were not detected

Ubicación (Comuna)	Profundidad (cm)	Heptacloro	Aldrín	DDE	Dieldrín	Endrín	DDT
Calle Larga	0—20	0,003	ND	0,105	0,076	0,029	0,093
Los Andes	20—40	ND	0,006	0,076	ND	0,014	0,048
Calle Larga	0—20	0,004	ND	0,063	0,247	0,032	0,105
Los Andes	20—40	ND	0,004	0,035	0,034	0,011	0,051
San Felipe	0—20	0,003	ND	0,004	0,003	0,003	0,006
Los Andes	20—40	ND	T	0,003	T	T	0,004
Catemu	0—20	0,003	ND	T	T	ND	0,015
Llay—Llay	20—40	T	T	T	T	ND	0,023
Catemu	0—20	0,005	ND	0,003	T	T	0,005
Llay—Llay	20—40	0,003	ND	0,002	T	T	0,004
Catemu	0—20	0,004	T	0,051	0,083	ND	0,051
Llay—Llay	20—40	ND	0,007	0,046	0,074	ND	0,064
La Calera	0—20	ND	ND	T	ND	ND	0,004
La Calera	20—40	ND	T	T	T	ND	T
Puchuncaví	0—20	ND	ND	T	ND	ND	T
Papudo	20—40	ND	T	T	ND	ND	T

ND: no detectado; T: trazas (<0,029 Endrín; <0,015 Dieldrín; <0,009 Aldrín).

CUADRO 3. Contenido promedio (ppm m.s.) y rango de organoclorados en suelos agrícolas del Valle Aconcagua (1983) y de EUA (1970)

TABLE 3. Mean level (ppm dry weight) and range of some chlorinated hydrocarbon pesticides in agricultural soils of the Aconcagua Valley, Chile (1983) and of USA (1970)

Organoclorados	Promedio Aritmético		Rango	
	V Región	EUA ¹	V Región	EUA ¹
Lindano	—	0,010	—	—
Heptacloro—epóxido	—	—	—	—
Heptacloro	0,004	0,010	0,002—0,005	0,01— 0,34
Aldrín	0,006	0,002	0,002—0,007	0,01— 4,25
Dieldrín	0,083	0,040	0,002—0,247	0,01— 1,85
Endrín	0,017	0,010	0,002—0,032	0,01— 0,90
DDT y metabolitos	0,036	0,300	0,002—0,105	0,01—113,09

¹ Crockett y otros (1974), quienes encontraron una mayor diversidad de compuestos clorados que en el presente trabajo.

RESUMEN

Se realizó un estudio prospectivo de organoclorados y sus metabolitos en los efluentes del Río Aconcagua y en los suelos del sector, entre enero y marzo de 1982 y enero y abril de 1983. En ocho lugares del río, se tomó cinco muestras de 2 lt de agua, a intervalos de 2 semanas y en ocho predios del sector, se tomó una muestra de 2 kg de suelo, a dos profundidades (0–20 y 20–40 cm). En todas estas muestras se buscaron O.C., los que fueron cuantificados por cromatografía gas-líquida.

Se estableció la identidad de ocho organoclorados y el orden de magnitud en que se encuentran estas sustancias en las matrices procesadas, comprobándose que la presencia de algunos de ellos (Heptacloro, Aldrín, Dieldrín, Endrín y DDT) en los suelos, es relativamente alta (0,003 a 0,247 ppm).

En los efluentes del Río Aconcagua, sólo se encontró niveles trazas de algunos O.C., muy por debajo de los niveles que la literatura considera normales.

LITERATURA CITADA

- BREINDENBACH, A.W. 1967. Chlorinated hydrocarbon pesticides in major rivers basins (1957/1965). Pub. Health Rep. 82: 139.
- CFTRI—India—Mysore, Central Food Technological Research Institute. 1980. Chemistry of Important Pesticides Residue Analysis Protocol and Analytical Methodology. 148 p.
- CROCKETT, A.B., WIERSMA, G.B., TAI, H., MITCHELL, W.G., SAND, P.F., and CAREY, A.E. 1974. Pesticides residue levels in soils and crops. FY-70 National Soils Monitoring Program (11). Pestic. Monit. J. 8: 68–97.
- DEICHMAN, W.B. 1972. Research, DDT and cancer. Indust. Med. Surg. 41: 15–18.
- EDWARDS, C.A. 1973. Persistent pesticides in the environment (2nd ed.). Cleveland, Ohio, CRC Press. 170 p.
- EPA—Environmental Protection Agency. 1970. Manual of Analytical Methods for the Analysis of Pesticides in Human and Environmental Samples. Cincinnati, OHIO. Publication Nº EPA-600/8-80-038.
- FDA—Food and Drug Administration. 1980. Pesticide Analytical Manual, Volume I. Methods which detect multiple residues. Washington D.C.
- KONRAD, J.G., PIONKE, H.B., and CHESTER, G. 1969. On improved methods for extraction of organochlorine and organophosphate insecticide from lake waters. Analyst 93: 490.
- WEIL, C. 1976. Evaluation and interpretation of toxicological and carcinogenic studies of pesticides. Presented at the National Meeting of the Entomological Society of America, Honolulu, November 28/December 2.
- WOODWELL, G.M., WURSTER, C.F., and ISAACSON, P.A. 1967. DDT residues in an east coast estuary: A case of biological concentration of a persistent insecticide. Science 156: 821–824.