

# ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DE LOS HERBICIDAS 2,4-D Y 2,4,5-T

Waldemar F. Almeida\*. 1974. Cátedra de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, Boletín de la Sección Plaguicidas del Centro de Toxicología, N° 11.

\*Director de la División de Biología Animal, Instituto Biológico de S. Pablo (Brasil). Presidente del Grupo de Trabajo de Productos para Sanidad del Servicio Nacional de Fiscalización de Medicina y Farmacia (SNFMA), Min. de Salud (Brasil). Miembro del Grupo de Peritos en Toxicología de la Organización Mundial de la Salud.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

[Volver a: Intoxicaciones](#)

## INTRODUCCIÓN

Los herbicidas 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) y 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético), utilizados también bajo forma de sales, ésteres y aminas, pertenecen al grupo de los derivados de ácidos fenoxi-alifáticos que son denominados herbicidas hormonales, herbicidas-auxinas o fito-hormonales sintéticos porque la acción de esos compuestos en los vegetales se asemeja a la de las auxinas u hormonas vegetales. Ellos son utilizados para combatir las malezas u otras plantas perjudiciales herbáceas, leñosas, árboles o arbustos; además de herbicidas, son también defoliantes, arbusticidas o arboricidas.

## TOXICIDAD AGUDA Y SUBAGUDA

La dosis letal aguda del 50 % para animales de laboratorio varía según se trate de la forma ácida de sales, de ésteres o de aminas; sin embargo, en todos los casos estos herbicidas pueden ser clasificados como compuestos mediana o moderadamente tóxicos.

Durante la aplicación agrícola del 2,4-D los trabajadores pueden sufrir un grado de malestar leve. Las intoxicaciones accidentales más graves durante las pulverizaciones son raras, pero pueden producirse vómitos, atrofia muscular con dificultad respiratoria, bradicardia, transpiración excesiva y oliguria (Monarca y Di Vito, 1961). También pueden surgir condiciones diabéticas, con hiperglucemia y oliguria transitorias. Existen en la literatura especializada, informes sobre casos mortales por ingestión intencional de formulaciones de 2,4-D (Kaloyanova-Simeonova y Fournier, 1971).

Síntomas clínicos de neuropatía periférica fueron referidos por tres personas que tuvieron contacto cutáneo directo con un éster de 2,4-D; el diagnóstico fue confirmado por una electromiografía (Goldstein et al., 1969).

En una planta elaboradora de 2,4,5-T el estado de salud de 130 operarios fue controlado mediante exámenes clínicos y de laboratorio. No se observaron diferencias con relación a un grupo testigo de 4.300 individuos (Dow, 1970). Sin embargo, pueden surgir brotes esporádicos de acné grave, en operarios de plantas donde se sintetiza o utiliza el 2,4,5-triclorofenol (Anon., 1970). Con los brotes de acné puede aparecer también porfiria urinaria e hirsutismo (Bielberg y al., 1954).

La producción de huevos de gallinas que permanecieron en campos tratados durante 14 días con 2,4,5-T en cantidades normales y en dosis diez veces mayores, fue significativamente reducida. El 2,4-D y el MCPA (ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético), aplicados de modo semejante, también afectaron la producción de huevos (Dobson, 1964).

Se han realizado estudios sobre aspectos bioquímicos o metabólicos del 2,4-D y del 2,4,5-T en animales, que indican que después de la absorción, esos compuestos se encuentran en diferentes órganos; atraviesan también la barrera placentaria y afectan al feto. Su eliminación, en forma inalterada, se procesa rápidamente, principalmente por vía renal. Esos compuestos no se acumulan en el organismo (Erne, 1966-a y 1966-b).

Hasta el presente no hay estudios referentes a la administración de 2,4-D y de 2,4,5-T por período prolongado, junto con la ración, a animales de laboratorio (FAO/WHO, 1971).

## TOXICIDAD INDIRECTA

Después de la aplicación de 2,4-D y de 2,4,5-T en campos de pastoreo, algunas plantas tóxicas se tornan más apetecibles para los animales durante algunos días y son ingeridas con preferencia, pudiendo intoxicar al ganado vacuno, ovino y porcino (Willard, 1950).

Las plantas normalmente no tóxicas pueden transformarse temporalmente en tóxicas después de la aplicación de herbicidas hormonales, por aumento en el contenido de nitratos. Este problema fue bien observado en las hojas de la remolacha azucarera donde el contenido de nitratos pasó de 0,22 % para 6,8 a 8,7 %, siendo que el nivel tóxico es alcanzado con 1,5 % de nitratos en las hojas (Stahier y Whitehead, 1950). Los efectos tóxicos de los nitratos se deben a su transformación en nitritos y a la consecuente transformación de la hemoglobina en



## **EL "AGENTE NARANJA"**

Una gran cantidad (cerca de 8 millones de litros) de un herbicida conteniendo 50 % de 2,4-D y 50 % de 2,4,5-T, que contiene dioxina como impureza, existe en los EE.UU. de Norteamérica con el nombre de "Agente Naranja" o "Agent Orange". Este "Agent Orange" fue utilizado ampliamente en Vietnam en zonas forestales como defoliante y arboricida y en regiones agrícolas, para dañar cultivos (Westing, 1972). Su uso fue suspendido por los EE.UU. en 1970, después de algunos informes que indicaban sus propiedades teratogénicas y la existencia de un número posiblemente alarmante de muertes prenatales o de fetos con defectos, en provincias donde el herbicida había sido pulverizado intensamente (Shapley, 1973).

El empleo del "Agente Naranja" es bastante peligroso porque la dioxina es un compuesto altamente tóxico y muy estable en el ambiente, permaneciendo sin alterarse cerca de un año.

Acarrea, por eso, un riesgo considerable de contaminación de alimentos humanos y de reservorios de agua, ya sea por contaminación accidental, o por mal uso del producto (Shapley, 1973).

Esta gran partida fue recientemente ofrecida para venta al Brasil y otros países de América del Sud, para uso amplio, no agrícola, como agente defoliante, en campos de pastoreo extensos y también para desmalezado en vías férreas.

El Instituto de Investigaciones IRI, interesado en herbicidas y en los problemas de control de arbustos nocivos en campos de pastoreo fue quien sugirió la utilización del "Agente Naranja" en el Brasil y en otros países de América Latina, proponiendo que, al mismo tiempo, fuese establecido un amplio programa, tanto educacional como de demostraciones, para conseguir el uso apropiado del producto (Harrington, 1973). Pero la Agencia de Protección Ambiental -EPA- no permitió el registro del "Agente Naranja" para uso en los Estados Unidos de América (Shapley, 1973).

Este asunto fue discutido en el Grupo de Trabajo (GT-2) de la Comisión Nacional de Normas y Patrones para Alimentos -CNNPA- del Ministerio de Salud, habiendo sido cuidadosamente examinado en la Sesión del 2 de agosto de 1976. Este grupo de trabajo fue unánime en desaconsejar la importación y la utilización del "Agente Naranja" y elaboró un oficio al Presidente de la CNNPA, solicitando que fuesen alertadas las autoridades superiores sobre los peligros involucrados en el empleo de tal herbicida conteniendo dioxina como impureza.

El mismo asunto fue llevado al Grupo de Trabajo sobre Productos para la Sanidad, y Afines del Servicio Nacional de Fiscalización de Medicina y Farmacia -SNFMMF- del Ministerio de Salud y examinado ampliamente en la sesión del 13 de agosto de 1973. Este grupo de trabajo también fue unánime en desaconsejar la utilización del "Agente Naranja" o de cualquier otro herbicida conteniendo 2,4,5-T con dioxina como impureza, en el Brasil. El mismo grupo de trabajo envió, en esa fecha, un oficio al Director de SNFMMF, informando sobre el asunto y solicitando que se diesen amplias informaciones a todos los interesados con relación a los riesgos inherentes.

Los grupos de trabajo que estudiaron este asunto están constituidos por especialistas en Pesticidas del Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura, Instituto Biológico de la Secretaría de Agricultura del Estado de San Pablo, Instituto Adolfo Lutz de la Secretaría de Salud del mismo Estado, y por representantes de la Sociedad Brasileña de Defensa para la Agricultura y Ganadería y del Sindicato de la Industria de Hormiguicidas e Insecticidas del Estado de San Pablo.

La adquisición y la utilización de herbicidas conteniendo 2,4,5-T con dioxina como impureza son desaconsejadas en virtud de los riesgos de mortalidad fetal y de la aparición de anomalías congénitas en la prole, por la acción teratogénica de esa impureza, aunque se presente en cantidades ínfimas.

## **TOXICIDAD PARA LAS ABEJAS**

El 2,4-D y el MCPA son tóxicos para las abejas, tanto por ingestión del agua contaminada que se fija en las plantas, cuanto por ingestión del néctar de las flores en las plantas tratadas (Way, 1969). Es probable, según Antoine (1966) que el 2,4-D, translocado al néctar de las flores, torne a éstas tóxicas para las abejas.

## **ACCIÓN SOBRE NEMATODOS PARÁSITOS DE LAS PLANTAS**

Por influencia del 2,4-D, hay hipertrofia y proliferación de células vegetales, con formación de teratomas, originando condiciones altamente favorables para la instalación y el desarrollo de nemátodos. De este modo, ciertas variedades de avena, normalmente resistentes a los nemátodos, pueden hacerse susceptibles. El 2,4-D parece también estimular la reproducción de nemátodos en algunos cultivos (Webster, 1967).

## **TOXICIDAD PARA PECES Y ANIMALES SILVESTRES**

La aplicación de los herbicidas hormonales produce riesgos generalmente pequeños para peces y otros animales acuáticos (Way, 1969).

En cuanto a los animales silvestres, los problemas causados por el uso extensivo de herbicidas hormonales son principalmente de orden ecológico. La aplicación de estos herbicidas en áreas amplias afecta la vegetación que sirve de hábitat para esos animales (Way, 1969).

## **PROBLEMAS DE DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO**

Las observaciones sobre los desequilibrios ecológicos después de la pulverización de herbicidas hormonales son bien conocidas en Vietnam, donde esos productos fueron intensamente utilizados. Las alteraciones incluyeron: reducción significativa de plantas y animales, pérdidas de sustancias nutritivas minerales del suelo, erosión acelerada y caída de la producción. Las pérdidas de madera para la construcción fueron evaluadas en 47 millones de metros cúbicos (Westing, 1972). Deberá transcurrir una década o más para el restablecimiento de la producción de las áreas pulverizadas. Por motivos aún no aclarados, la reimplantación de vegetación nueva parece estar limitada, por lo menos, por el término de 6 años. (Westing, 1971). Es probable que sea éste el motivo que ha llevado a algunos aplicadores de estos herbicidas, en el Brasil a afirmar que las aplicaciones para eliminar árboles y arbustos de campos de pastoreo no necesitan ser realizadas anualmente, sino que pueden tener hasta 3 años de intervalo. Si esto fuera confirmado, las áreas tratadas podrán transformarse gradualmente en desiertos.

Los herbicidas a base de 2,4-D han sido ampliamente aplicados con aviones y también con equipos terrestres, en parcelas del Estado de San Pablo. Estas aplicaciones han causado, con relativa frecuencia, contaminación de las áreas vecinas con perjuicios para las plantaciones de algodón y de alubias, tomates, etc. existentes en las proximidades. Esta contaminación ambiental puede deberse al desplazamiento, esto es, al desvío de parte del material pulverizado que, antes de alcanzar la zona a la que está destinado, es llevado por corrientes aéreas a distancias variables de uno o varios kilómetros. Además, el 2,4-D es bastante volátil y, por eso, la contaminación de áreas vecinas con cultivos sensibles a este herbicida puede también ser atribuida a la volatilización del material después de ser depositado en el suelo o en las plantas de la región tratada.

Para evitar perjuicios a las plantaciones sensibles al 2,4-D, situadas en las vecindades de las parcelas tratadas, debe ser obligatoria la observancia de una faja de seguridad, en donde no se realizará el tratamiento, en la periferia del área a pulverizar. La extensión de esa faja puede variar según sea el tipo de equipo utilizado y también según las formulaciones empleadas. Estas aplicaciones deben ser hechas exclusivamente con la supervisión directa de un ingeniero agrónomo y solamente después de la aprobación previa, para cada caso particular, de las autoridades locales del Ministerio o de las Secretarías de Agricultura

Una solución mejor podrá obtenerse con el tratamiento de parcelas exclusivamente con herbicidas que no causen problemas en los cultivos vecinos.

Otra solución, a plazo más largo, sería la de delimitación de zonas por el Estado, reservándose determinadas regiones para la plantación exclusiva de cultivos no sensibles al tratamiento con herbicidas hormonales.

En cuanto al 2,4,5-T, este herbicida ha sido ampliamente empleado en el Brasil, con aviones, en operaciones denominadas de "limpieza de campos de pastoreo" pero que, muchas veces, incluyen la eliminación de renovales y también el desmonte.

También en los casos de verdaderas limpiezas de pasturas, los aviones necesitan volar a cerca de 40 metros de altura cuando hacen una pulverización de herbicidas, a causa de la existencia de árboles o troncos aislados existentes en los pastos. Un vuelo a esa altura transgrede completamente las normas de aplicación aérea de pesticidas, donde la altura recomendada es de 3 a 5 metros del suelo. Cuanto más alto vuela el avión, mayor es la posibilidad del desplazamiento del producto utilizado y, por lo tanto, mayor el riesgo de contaminación de las regiones vecinas, ya sean cultivos sensibles o plantas que deberían ser preservadas, además de la contaminación de viviendas y de las fuentes recolectoras de agua corriente o estancada.

Como el 2,4,5-T es también bastante volátil, debe tenerse en cuenta el riesgo de su volatilización, después de su aplicación extensiva, con la consecuente contaminación de las regiones vecinas.

En el Brasil, lamentablemente, todavía se utiliza bastante el quemado para "limpieza" de áreas agrícolas. Esta práctica, ya de por sí bastante condenable y perjudicial, si fuera realizada poco tiempo después de la aplicación del 2,4-D o del 2,4,5-T, produciría la volatilización de esos herbicidas, que irían a contaminar las áreas vecinas.

Si aún continúa permitiéndose, en el Brasil, el empleo de 2,4,5-T por medio de aviones, en campos de pastoreo, esas aplicaciones deben ser realizadas, exclusivamente, con la supervisión directa de un ingeniero agrónomo y solamente después de la aprobación previa, para cada caso particular, de las autoridades locales del Ministerio o de las Secretarías de Agricultura, que deberán hacer la evaluación de los riesgos de contaminación de esas aplicaciones.

## **PROHIBICIONES EN OTROS PAÍSES**

En los Estados Unidos de América, en 1970, fue prohibido el uso de todas las formulaciones de herbicidas conteniendo 2,4,5-T: 1° para el tratamiento de cultivos destinados a la alimentación humana (cereales, arroz, caña de azúcar y frutas); 2° en reservorios de agua tales como lagos, lagunas, represas, pozos y también en sus

márgenes; 3°) en las proximidades de viviendas o de locales de recreación, ya sea con formulados líquidos o con granulados (Maier-Bode, 1972).

Igualmente, en mayo de 1970, fue cancelada la licencia en Canadá de las formulaciones de 2,4,5-T para tratamiento de céspedes, locales de recreación, cultivos de cereales y otros destinados a la alimentación. Al mismo tiempo se advirtió sobre los riesgos de contaminación de lagos, cursos de agua, campos de golf y parques (Maier-Bode, 1972).

Suecia siguió esas restricciones, prohibiendo, durante el año 1971 el uso de ácidos fenoxiacéticos para el combate de arbustos, de vegetación baja en zonas de forestación y junto a carreteras. Posteriormente se prohibió el empleo de soluciones de ácidos fenoxiacéticos en aceites minerales, en cursos de agua, lagos, ríos y en las márgenes de cualquier reservorio de agua (Maier-Bode, 1972)

En la República Federal de Alemania, la aplicación aérea del 2,4,5-T depende, para cada caso particular, de la autorización previa de las autoridades locales (Maier Bode, 1972).

## CONCLUSIONES

- 1) La dioxina (benzodioxina clorada ó 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-dioxina) impureza que puede producirse en el herbicida 2,4, 5-T, es una sustancia teratogénica y feticida, aún en cantidades mínimas. Por este motivo, todas las partidas de 2,4,5-T, aisladamente o mezcladas, deben venir acompañadas de un laudo de análisis, efectuado en laboratorio oficial, indicando que el contenido de dioxina, en la partida en cuestión, es inferior a 0,1 ppm. en relación con el producto técnico.
- 2) El propio herbicida 2,4,5-T "puro", esto es, con tenor de dioxina por debajo de 0,1 ppm. también produjo mortalidad fetal y problemas teratológicos cuando fue administrado a ratas y cobayos hembras. Por esto la FAO y la OMS desaconsejan el uso indiscriminado de este herbicida, aún con bajo contenido de dioxina.
- 3) La aplicación de 2,4-D y de 2,4,5-T en plantas puede producir un aumento en la formación de nitratos y acarrear efectos tóxicos o la muerte de animales que pacen en las áreas tratadas. Los nitratos pasan a nitritos y transforman la hemoglobina en meta hemoglobina. El aumento del contenido de nitratos debe también ser investigado en las aplicaciones de 2,4-D en cultivos para producción de alimentos para el hombre.
- 4) Después de la aplicación de 2,4-D y de 2,4,5-T, las plantas tóxicas pueden ser más apetecibles para el ganado durante algún tiempo, causando envenenamientos por su ingestión.
- 5) El aumento del contenido de nitratos en algunos vegetales y una posible ingestión de plantas tóxicas por el ganado, después de la aplicación de herbicidas hormonales, desaconsejan el empleo extensivo de esos herbicidas en campos de pastoreo; sin antes ser cuidadosamente estudiados, en nuestras condiciones, cuál es el aumento del contenido de nitratos en las pasturas y forraje y cuál es el riesgo de efectos tóxicos en el ganado.
- 6) El desarrollo de nemátodos en las proliferaciones de células vegetales, causado por el 2,4-D, es también un riesgo que debe tenerse en cuenta en las aplicaciones de herbicidas hormonales.
- 7) Faltan, hasta el presente, estudios sobre la administración de 2,4-D y de 2,4,5-T por período prolongado, agregados a la ración de animales de laboratorio. Los estudios referentes a la acción de estos herbicidas sobre la reproducción y en la prole de animales de laboratorio no son aún suficientes. No hay tampoco informaciones sobre las impurezas que pueden producirse en las preparaciones comerciales de 2,4-D. Por estos motivos, la Organización Mundial de la Salud no puede aún sugerir una dosis diaria aceptable de 2,4-D ni de 2,4,5-T para el hombre. No existiendo una dosis diaria aceptable, no es posible establecer tolerancias para los residuos de esos herbicidas en los alimentos provenientes de cultivos tratados.
- 8) No hay inconvenientes, desde el punto de vista toxicológico, para la aplicación localizada del 2,4,5-T en campos de pastoreo, contra malezas, sean éstas herbáceas, leñosas, arbustos o árboles.
- 9) En algunas regiones, los herbicidas hormonales han sido utilizados, aisladamente o en mezclas para el control de algunas malezas en cultivos de cereales. Sin embargo, la necesidad de este uso es limitada. Para que los herbicidas hormonales puedan continuar siendo empleados en cultivos destinados a la producción de alimentos, es imprescindible que sean presentados los resultados de los estudios toxicológicos requeridos por la OMS, conforme se indica en ítem 7.
- 10) Algunos países, como los EE.UU. de América, Canadá y Suecia, ya prohibieron el empleo del 2,4,5-T en cultivos destinados a la alimentación humana, en las proximidades de viviendas, a los costados de las carreteras, en cualquier reservorio de agua corriente o estancada y en sus márgenes y también en céspedes y en locales de recreación o deporte. En la República Federal Alemana, la aplicación aérea del 2,4,5-T depende, para cada caso particular, de la autorización previa de las autoridades locales.
- 11) La aplicación de los herbicidas a base de 2,4-D y de 2,4,5-T debe ser realizada de modo de evitar la contaminación, tanto por el desplazamiento cuando por la aplicación directa, de casas de familia, reservorios de agua corriente o estancada y sus márgenes, cultivos sensibles en las áreas vecinas, matas y forestaciones próximas.

- 12) El empleo del 2,4,5-T no debe ser permitido en cultivos destinados al consumo humano. Su uso debe limitarse a aplicaciones localizadas en campos de pastoreo, con equipos terrestres, para eliminar plantas indeseables. Cualquier otra aplicación del 2,4,5-T deberá permitirse sólo en casos muy especiales, y después de la aprobación previa por las autoridades competentes, que evaluarán los riesgos emergentes de esa aplicación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo - 1970 - Another herbicide on the blacklist. *Nature*, 226: 309-311.
- Antoine, O. - 1966 - Parasitica (Gembloux), 22: 107 apud Way, 1969, (opus cit.).
- Bleiberg, J.; M. Wallen; R. Brodtkin; I. I. Applebaum - 1964 - Industrially acquired porphyria. *Arch. Dermatol.*, 89: 793-797.
- Camargo, W. V. A. de - 1974 - Informagao pessoal.
- Case, A. A. - 1957 - Some aspects of nitrate intoxication in livestock. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 130: 323.
- Dobson, N. - 1954 - Chemical sprays and poultry. *Agriculture (London)*, 61: 415.
- Dow - 1970 - A study of the effect of work exposures to 2,4,5-T on employee health. Unpublished data, The Dow Chemical Company, apud FAO-WHO, 1971 (opus cit.).
- Erne, K. - 1966-a - Distribution and elimination of chlorinated phenoxyacetic acids in animals. *Acta Vet. Scand.*, 7: 24C-256.
- Erne, K. - 1966-b - Animal metabolism of phenoxyacetic herbicides. *Acta Vet. Scand.*, 7: 264-271.
- FAO-WHO - 1971 - Evaluations of Some Pesticide Residues in Food. *Food and Agric. Org. and World Health Org.*, AGP: 1970/M/1211; WHO/Food Add./71. 42:461-469.
- Golestein, N. P.; P. H. Jones; J. R. Brown - 1959 - Peripheral neuropathy after exposure to an ester of 2,4-D. *J. Amer. Med. Assoc.* 171: 1306-1309.
- Harrington, J. F. - 1973 - Herbicide Orange surplus (letter). *Science*. 180: 1320.
- Kaloyanova-Simeonova, F.; E. Fournier - les pesticides et l'homme. Masson et Cie, París, 1971.
- Maier-Bode, H. - 1972 - Zur 2,4,5-T Frage. *Anzeiger für Schädlingskunde und Pflanzenschutz*, Heft 1, Jan. 1972: 1-6.
- Monarca, G. & G. Di Vito - 1961 - Sinfittosicazioni acuta da diserbante (acido 2,4-diclorofenossiacetico). *Folia Med. (Napoles)*, 44: 480.
- Min. Agr. - 1974 - Portaria N9 4 de 4/1/1974; *Diário Oficial da Uniao* 1811174, pág. 580.
- Shapley, D. - 1973 - Herbicides: Agent Orange stockpile may go to the South Americans. *Science*, 180: 43,45.
- Siahier, I. M.; E. I. Whitehead, - 1950 - The effects of 2,4-D on potassium nitrate levels in leaves of sugar beets, *Science*, 112: 749.
- Way, J. M. - 1969 - Toxicity and hazards to man domestic animals, and wildlife from some commonly used auxin herbicides. *Res. Rev.*, 26: 37-62.
- Webster, J. M. - 1967 - Some effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid herbicides on nematode-infested cereals. *Plant Pathol.*, 16: 23.
- Westing, A. H. - 1971 - Ecological effects of military defoliation on the forests of South Vietnam. *Bio Science*, 21 (7): 893-898 (abstract in *Health Aspects of Pesticides*, 5 (1): 2).
- Westing, A. H. - 1972 - Herbicides in war: current status and future doubt. *Biol. Conserv.*, 4 (5): 322-327 (abstract in *Health Aspects of Pesticides*, 6 (5): 225).
- Willard, C. J. - 1950 - Indirect effects of herbicides. *Proc. 7th. N. Central Weed Control Conf.*, pág. 110, apud Way, 1969 (opus cit.).

[Volver a: Intoxicaciones](#)