

HERBICIDAS HORMONALES

2005

Ing. Agr. M Sc. E.C.M. Puricelli e Ing. Agr. E.S. Leguizamón.

INTRODUCCIÓN

Las hormonas son sustancias químicas que afectan procesos fisiológicos que regulan el crecimiento y desarrollo de la planta. Pueden ser naturales o sintéticas.

- a) Las hormonas naturales son producidas por la planta y están reguladas por procesos intrínsecos. Dentro de este grupo están las auxinas y el ejemplo más común es el ácido indolacético (AIA).
- b) Ciertos herbicidas actúan como hormonas sintéticas, ya que pueden ejercer todas las acciones que ejerce el AIA, pero no están sujetos a regulación intrínseca.

FAMILIA DE LOS HERBICIDAS HORMONALES

A) FENÓXIDOS

Son herbicidas ampliamente usados a nivel mundial. Desde un punto de vista histórico su importancia estriba en que el 2,4 D y el MCPA, destacados componentes de este grupo, fueron los primeros herbicidas orgánicos desarrollados. Actualmente, los herbicidas Fenóxidos de importancia económica son 2,4-D; MCPA; y 2,4-DB. Otros herbicidas de este grupo son el 2,4,5-T y 2,4,5-TP.

Generalidades:

Su estructura química deriva del fenoxiacético y afectan el crecimiento de las plantas en forma similar y en los mismos órganos que compuestos auxínicos. La translocación ocurre vía implasto/floema (principalmente) o apoplasto/xilema. Son de acción sistémica.

En el suelo son bastante móviles y poco persistentes, con la excepción del Picloram, 2,4,5-T y 2,4,5-TP.

La toxicidad hacia mamíferos (DL50) es de baja a media. Cuando el 2,4,5-T es sintetizado a temperaturas elevadas puede estar contaminado con *dioxina* un compuesto potencialmente carcinogénico y teratogénico. A través de un adecuado proceso de fabricación se logra que no contenga más de 0,1 ppm de dioxina, sin embargo su uso está prohibido en muchos países, incluida la Argentina.

Se aplican en postemergencia. La sequía disminuye la acción. Requieren un periodo exento de lluvias de unas cuatro a seis horas (según la formulación) después de la aplicación para ser absorbidos.

Aplicaciones y selectividad:

2,4-D y MCPA:

Controlan malezas de hoja ancha en cultivos de gramíneas anuales y perennes. Las *Poligonáceas* muestran resistencia a estos herbicidas. Suelen combinarse con otros herbicidas hormonales (Fenóxidos, benzoicos y Picolínicos) para el control de malezas de hoja ancha en potreros y áreas no agrícolas.

El MCPA tiene mayor selectividad que el 2,4 D -en dosis equivalentes- hacia ciertos cultivos como el lino y cereales (especialmente arroz y avena).

2,4-DB.

Controla malezas de hoja ancha en algunos cultivos de leguminosas como alfalfa, arveja, maní y soja. No es fitotóxico en sí mismo, sino debido a la formación del metabolito 2,4-D mediante una reacción de beta- oxidación. La selectividad radica en que algunas especies son capaces de efectuar la beta-

oxidación y otras no o lo hacen a niveles muy reducidos.

2,4,5-T y 2,4,5-TP.

Estos compuestos tienen mayor efecto que los herbicidas anteriores sobre un mayor número de especies de hoja ancha, incluyendo algunas malezas perennes leñosas.

Formulaciones:

Si bien los herbicidas Fenólicos son traslocados y ejercen su acción en forma de ácido (COOH), esta formulación es solo ligeramente soluble en agua y como tal no suele ser usada comercialmente. El ácido 2,4-D puede reaccionar con hidróxidos y alcoholes para formar sales y ésteres, respectivamente, con propiedades muy diferentes.

- 1) Las sales aminas son las formulaciones más comúnmente usadas de este herbicida. Suelen comercializarse en forma líquida. La sal dimetilamina del 2,4-D y las aminas y ésteres del 2,4-DB son sólidos, blancos y cristalinos. No son volátiles, por lo que disminuye el riesgo de deriva a cultivos colindantes que sean sensibles. Son polares, muy solubles en agua y de más lenta absorción que los ésteres.
- 2) Los ésteres pueden ser de alta o baja volatilidad de acuerdo a la longitud de la cadena adjunta al grupo carboxílico. Son no polares y solubles en aceite. Normalmente se formulan diluidos en aceite, incorporando al mismo tiempo un agente emulsificante. Suelen comercializarse en forma líquida. Desde un punto de vista agrícola, las Formulaciones ésteres son normalmente más eficaces para el control de malezas. Esto se explica ya que: a) al ser más volátiles son mejor absorbidos por la planta; b) la acción mojante del éster emulsionado en aceite puede facilitar su penetración; y c) al ser poco polares, la penetración por cutículas ricas en ceras puede ser más intensa debido a la mayor compatibilidad con dicha estructura foliar.

Concepto de ácido equivalente: (AE).

Es el Rendimiento teórico del herbicida en forma de ácido: dado que los herbicidas Fenólicos son traslocados y ejercen su acción en forma de ácido (COOH). y que por otra parte las diferentes Formulaciones contienen diferente proporción de la forma ácida, las comparaciones entre los Fenólicos se deben realizar en forma de equivalente ácido (cantidad de una formulación equivalente a otra expresada como ácido).

Relación entre formulación y equivalente ácido:

Formulación	Peso molecular	AE
2,4-D ácido	220	100
2,4-D sal NH ₄	237	108
2,4-D sal Na	242	110
2,4-D ,éster isopropílico	262	119

Notas sobre toxicología y ambiente

2,4-D

Es un producto moderadamente tóxico. La vida media de este herbicida es de 7 (a 15-25 °C con 65 % de humedad) a 10 diez días. Los microorganismos del suelo son los principales responsables de su desaparición en el suelo. Ha sido incluido en la lista de EPA con probabilidades de lixiviarse del horizonte superficial del suelo. Aún cuando su vida en el suelo es baja, este herbicida ha sido detectado en fuentes de suministro de agua en 5 estados de Norteamérica y en Canadá.

Si bien los procesos de manufactura recientes del 2,4-D ácido lo hacen prácticamente libre de dioxina - un contaminante de altísima toxicidad - las formas amina y ester pueden contener cantidades mensurables de alguna forma de dioxina.

Este herbicida interfiere con los procesos normales de las plantas. La absorción es comúnmente por las hojas, raíces y tallos, sin embargo es generalmente no persistente. La degradación dentro de la planta sigue varias vías metabólicas.

2,4-DB

Es un producto moderadamente tóxico. Su acción sobre las abejas es considerada nula.

En el suelo el compuesto se degrada por la acción de los microorganismos del mismo. La vida media es de unos 7 días. Existe riesgo de contaminación de la napa subterránea por todos los compuestos derivados fenoxiácidos, incluyendo al 2,4-DB.

B) BENZOICOS

Son derivados clorados del ácido benzoico. Sus propiedades como reguladores del crecimiento son similares a las de los fenoxi. El primer benzoico desarrollado fue el 2,3,6-TBA (ácido 2,3,6 diclorobenzoico). Luego se desarrollaron el dicamba y el cloramben.

El herbicida más importante de este grupo es el dicamba (2-metoxi-3,6 diclorobenzoico). El nombre comercial más común es Banvel.

DICAMBA

Generalidades:

Es un herbicida poco volátil, de mayor residualidad que los Fenóxidos pero menor que Picolínico, efectivo sobre malezas de hoja ancha, sobre todo *Poligonáceas*. Las *Crucíferas* son resistentes, de toxicidad baja. Se utiliza para control de malezas de hoja ancha en cultivos de gramíneas (trigo, maíz, caña de azúcar, potrerros).

C) PICOLÍNICOS

Son derivados del ácido Picolínico. Cabe mencionar en este grupo al triclopyr, clorpiralid y Picloram. Este último es el más utilizado y el nombre comercial más común es Tordon.

PICLORAM

Generalidades:

Posee 100 veces más actividad fisiológica que el 2,4-D. Puede ser aplicado al follaje o la parte basal de tallos o estructuras de rebrote. (malezas leñosas como "Chañar"). Posee larga residualidad, lo cual obliga a manejarlo con precisión, a los efectos de no generar inconvenientes para los cultivos que suceden en la rotación. Resulta efectivo sobre malezas de hoja ancha, sobre todo *Poligonáceas*, aunque las *Crucíferas* son resistentes. Su toxicidad es baja.

Se suele utilizar para control de malezas de hoja ancha en cereales y de malezas perennes o leñosas en potrerros. En este último caso, las aplicaciones van dirigidas a la parte aérea, a la base del tronco o son inyectadas en los árboles: la formulación Picloram (17,6%) +Triclopyr (33,4%) (Togar) mejora el control de leñosas

Entre otros herbicidas que exhiben características de reguladores del crecimiento tipo auxina cabe mencionar al fluroxypyr (Starane). Se usa mucho en Europa en cereales de invierno. Es muy activo para el control de perennes, en especial *Convolvulus arvensis* y *Rumex spp.* En el suelo se degrada por actividad microbiana aeróbica principalmente. La vida media residual es de 40 días y no hay acumulación de residuos.

MODO DE ACCIÓN DE LOS HERBICIDAS HORMONALES

El herbicida se acopla a la membrana celular, produciendo relajación de la misma. A continuación se libera un factor (citocromo) que se traslada al núcleo donde activa a la enzima de la transcripción (ARN polimerasa).

Al aumentar en forma desmedida la producción de ARN, se incrementa la división celular. Los meristemas se desarrollan en forma desordenada. Por un tiempo exhiben crecimiento, después del cual hay una total inhibición. Los tejidos del tallo proliferan en forma descontrolada. La tendencia general es la producción de nuevas fuentes de consumo de nutrientes a costa de tejidos establecidos y productivos. La planta deja de producir tejido foliar y no contribuye más a los procesos fotosintéticos de modo que comienza una movilización de nutrientes por senescencia de tejidos. El crecimiento de las raíces primero aumenta y luego es inhibido y la absorción de nutrientes disminuye. El crecimiento anormal ocurre principalmente en el tallo y la raíz pivotante. La planta muere por autoconsumo de nutrientes. Se pueden observar epi e hiponastias, encorvamiento del tallo, formación de callos y agallas y alteraciones en el crecimiento de las raíces.

DEGRADACIÓN Y RESIDUALIDAD EN EL SUELO

La vía de degradación principal es la microbiológica, producida por actinomicetes (*Nocardia* y *Streptomyces*); bacterias (*Pseudomonas* y *Corinebacterium*) y hongos (*Aspergillus niger*). En suelos no expuestos previamente a estos herbicidas, la acción es muy lenta.

La residualidad depende de la temperatura y del contenido de materia orgánica, textura y humedad del suelo. Varía considerablemente entre grupos. Así, en dosis comúnmente empleadas en cultivos, un fenóxido como el 2,4-D persiste en el suelo por 1-4 semanas y un Picolinico como Picloram puede persistir por varios meses.

BIBLIOGRAFÍA AMPLIATORIA

EXTOXNET- A pesticide Information Project of Cooperative Extension Offices at Cornell University, Michigan State

University, Oregon State University and University of California (Davis).