



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

## Manejo de Malezas Resistentes en Trigo y Cebada

**Víctor F. Juan**

### Introducción

En los últimos 30 años los sistemas de producción agrícola sufrieron profundos cambios, que necesariamente provocan consecuencias en los agroecosistemas.

La siembra directa, el desarrollo del cultivo de soja, la expansión de las fronteras de la agricultura y los cultivos transgénicos, son algunos de los factores responsables de esta transformación que han puesto a nuestro país, entre los principales productores de agrícolas a nivel global.

Asociado a esto las prácticas agronómicas en general, se fueron adaptando y empleando las nuevas tecnologías al servicio de la producción.

En referencia al manejo de malezas, ejemplo más significativo seguramente fue, que a partir de la adopción masiva de cultivos resistentes a glifosato hacia fines de la década de los '90, el control químico de las mismas se fue simplificando a un nivel tal que el mercado de herbicidas, sufrió paulatinamente una reducción de las opciones disponibles, con respecto a las alternativas que eran utilizadas previo a la comercialización de soja transgénica resistente a glifosato (RG).

Esta forma de producción basada en el uso de unos pocos activos, condujo rápidamente a un cambio en las poblaciones de malezas, y a partir del uso reiterado de esta limitada variedad de herbicidas, comenzaron a seleccionarse involuntariamente biotipos insensibles que se multiplicaron hasta predominar, desarrollando lo que se conoce como resistencia.

De acuerdo a la Weed Science Society of America (1 y 2), la resistencia a herbicidas se define como la habilidad hereditaria que algunos biotipos dentro de una población adquieren para sobrevivir y reproducirse cuando son tratadas con determinadas dosis de herbicidas, a la cual la población original era susceptible.

De esta manera, y asumiendo que cualquier población de malezas puede contener biotipos resistentes en baja frecuencia, y que el uso repetido de un mismo herbicida o de herbicidas con el mismo mecanismo de acción expone a la población a una presión de selección que



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

conduce a un aumento en el número de individuos resistentes, se podría entender que la resistencia podría ser considerada un caso de evolución adaptativa (3, 4 y 5).

En los cultivos de trigo y cebada, luego de la introducción de los primeros productos de la familia química de las sulfonilureas (SU's) hacia mediados de los '80, el control de las principales malezas latifoliadas se basó casi exclusivamente en estos herbicidas que tienen un mecanismo de acción muy específico como inhibidores de la enzima Acetolactato Sintetasa (ALS), que es una de las responsables de la síntesis de aminoácidos de cadena abierta como valina, leucina e isoleucina.

En concordancia con lo anterior, para el control de gramíneas se utilizaron intensivamente productos de la familia química de ariloxifenoxipropionatos (Fop's) o ciclohexanodionas (Dim's) y posteriormente Fenilpirazolinonas (Den's), todos ellos con un mecanismo de acción que es la inhibición de la enzima Acetil CoA Carboxilasa (ACCase) involucrada en la síntesis de lípidos.

El uso frecuente de estos dos grupos de herbicidas (SU's y Fop's) y otros con igual sitio activo sumado a las aplicaciones repetidas de glifosato en cultivos RG, barbechos químicos y en lotes para promociones de raigrás, condujo al desarrollo de biotipos de malezas con resistencia que actualmente representan una problemática de manejo.

Los dos principales grupos botánicos al que pertenecen las especies arvenses asociadas a los cereales de invierno y en las que se han desarrollado biotipos resistentes son: las Brassicáceas (crucíferas) con reportes en nabón (*Raphanus sativus*), nabo y ferals de colza (*Brassica rapa* y *Brassica napus*) y nabillo (*Hirschfeldia incana*), y en Poáceas (gramíneas) en raigrás (*Lolium multiflorum* y *Lolium perenne*) y avena negra (*Avena fatua*).

Registro de Brassicáceas y Poáceas denunciados y difundidos a través de la REM- AAPRESID (6)

## Nabón (*Raphanus sativus*)

Resistencia cruzada a Inhibidores de la ALS (Imidazolinonas y Sulfonilureas) en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (CERZOS, CONICET, UNS – Pandolfo, Presotto, Ureta, Poverene y Canatamutto, 2008)

## Colza-Canola biotipo feral (*Brassica napus*)

Resistencia a Inhibidores de la EPSP's (glifosato) en González Chávez, Tres Arroyos y Necochea, Provincia de Buenos Aires (UNS, CONICET, BASF – Pandolfo, Presotto, Migasso, Mock y Cantamutto, 2013). Constatación del origen transgénico de esta resistencia.

## Nabo (*Brassica rapa*)

Resistencia múltiple a Inhibidores de la EPSP's (glifosato) y a inhibidores de la ALS en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (UNS, CONICET – Pandolfo, Presotto y Cantamutto, 2014).

Resistencia a 2,4D en Azul, Centro de la Provincia de Buenos Aires (FAA, UNCPBA – Juan, Ciolli, Saint André, Núñez Fré y Fernández, 2016).



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

Resistencia múltiple Inhibidores de la EPSP's (glifosato), a inhibidores de la ALS y a 2,4D en el Centro de la Provincia de Buenos Aires (FAA, UNCPBA – Juan, Núñez Fré, Saint André, y Fernández, 2018).

#### Nabillo (*Hirschfeldia incana*)

Resistencia a Inhibidores de la ALS (metsulfuron metil) en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (EEA INTA Bordenave - Vigna, 2015).

Resistencia múltiple a Inhibidores de la ALS (metsulfuron metil) y 2,4D en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (EEA INTA Bordenave - Vigna, 2017).

#### Raigrás anual (*Lolium multiflorum*)

Resistencia a Inhibidores de la EPSP's (glifosato) en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (EEA INTA Bordenave - Vigna, 2007).

Resistencia a Inhibidores de la ACCasa (diclofop metil) en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (EEA INTA Bordenave - Vigna, 2009).

Resistencia múltiple a Inhibidores de la EPSP's (glifosato) y a Inhibidores de la ACCasa (pinoxaden) en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (INTA Balcarce y UNMdP - Ulzurrun y Leaden, 2010).

Resistencia múltiple a Inhibidores de la EPSP's (glifosato) y a Inhibidores de la ALS (iodosulfuron y piroxulan) en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (INTA Balcarce y UNMdP - Ulzurrun y Leaden, 2010).

Resistencia múltiple a Inhibidores de la EPSP's (glifosato), a Inhibidores de la ALS (iodosulfuron y piroxulan) y a Inhibidores de la ACCasa (cletodim) en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires (INTA Balcarce y UNMdP - Ulzurrun y Leaden, 2012).

#### Raigrás perenne (*Lolium perenne*)

Resistencia a Inhibidores de la EPSP's (glifosato, UNLP, INFIVE y CONICET – Castro, Giménez, Istillart y Yannicari, 2008).

#### Avena negra (*Avena fatua*)

Resistencia a Inhibidores de la ACCasa (diclofop metil, clorinafop propargyl y fenoxaprop-p-etil) en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (EEA INTA Bordenave - Vigna, 2010).

#### Consideraciones generales para el manejo de malezas

En principio es básico comprender que los herbicidas representan sólo una de las herramientas que pueden ser utilizadas para el manejo de la población arvense que crece junto con los cultivos.

En este sentido es fundamental entonces, poner en valor el concepto de Manejo Integrado de Malezas (MIM), que implica encarar el problema con una serie de técnicas que articuladamente empleadas, permitirán prevenir y contener el desarrollo de esos individuos que presentan caracteres de resistencia, que en definitiva son los iniciadores de un biotipo insensible dentro de una población sensible.

En los programas de MIM es esencial reconocer y valorizar el aporte de cada uno de los métodos que son utilizados, dado que algunas técnicas corresponden a medidas preventivas tendientes a evitar el ingreso estos biotipos desarrollados en otras zonas y otras a disminuir el impacto de poblaciones o biotipos ya existentes.



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

El control cultural que en gran parte se basa tomar medidas de carácter organizativo y que muchas de ellas no representan costos adicionales para la actividad productiva.

Como ejemplos, las rotaciones de cultivos que por un lado cortan el ciclo de cierta malezas y por el otro pueden facilitar la rotación de activos con diferentes mecanismos de acción, la elección correcta del lote, la fecha y densidad de siembra, la selección del material genético (cultivar o híbrido) según las condiciones del área agroecológica donde se implantará el cultivo, la limpieza de la maquinaria principalmente cosechadoras y de la semilla que será utilizada para la siembra, el distanciamiento entre hileras en algunos cultivos, son algunas de las medidas tendientes a favorecer el crecimiento y desarrollo del cultivo para que pueda expresar su potencial productivo y a la vez desfavorecer o evitar el crecimiento de las plantas arvenses.

El control mecánico a partir de labranzas puntuales y estratégicamente utilizadas como complemento del sistema de siembra directa, para reducir la presión de selección que provoca el control químico de malezas en el que se basa este sistema productivo.

El uso de cultivos de cobertura que compitan con las malezas en el intervalo entre dos ciclos de producción, dificultando la implantación, reduciendo la densidad y el crecimiento de las mismas, lo cual a su vez favorece la actividad de los herbicidas que sean utilizados para su control.

El control químico visto como un eslabón más del conjunto de medidas destinadas al manejo de malezas, que por supuesto debe estar acompañado de un monitoreo exhaustivo a fin de determinar las especies presentes y su estado fenológico para poder seleccionar el tratamiento más adecuado. El uso de herbicidas en forma racional y en las dosis indicadas, alternar frecuentemente los mecanismos de acción (Ej. EPSP, ALS, PPO, PSI, PSII, HPPD, PDS entre otros) y utilizar mezclas de productos capaces de interferir estos diferentes sitios activos.

- Tener en cuenta la técnica de aplicación ya que la misma debe asegurar que el activo llegue al blanco en una proporción suficiente, como para que éste pueda ejercer eficientemente su acción biológica. Considerar que actualmente se aplican varios productos en una misma pasada y pueden existir problemas de compatibilidad entre formulaciones o entre los propios activos, que conducen a fallas de control en individuos sensibles que están siendo sub dosificados.

No sembrar en lotes donde las malezas no han sido completamente controladas, donde ha habido escapes por individuos resistentes o por fallas del tratamiento, es decir no implantar un cultivo en lotes con plantas de malezas vivas que no han sido puestos a cero, porque una vez que el lote se haya sembrado las alternativas de manejo estarán limitadas a aquellas que sean selectivas para el mismo.

Todas estas acciones deben ser puestas en práctica para lograr disminuir el impacto de los biotipos resistentes, prevenir su desarrollo y evitar su rápida difusión.

Productos alternativos que contribuyen al manejo de crucíferas resistentes



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

Tomando en cuenta que en el sudeste de la provincia de Buenos Aires una alta proporción de los lotes con nabo presentan resistencia a glifosato + ALS y sólo algunos presentan además resistencia a 2,4D y considerando que en el sudeste y sudoeste hay presencia de biotipos de nabón resistente a ALS y nabillo resistente a ALS y 2,4D, se proponen algunas opciones para adicionar a los barbechos presiembra con herbicidas residuales (tabla 1) y tratamientos postemergentes (tabla 2), que excluyen el uso de sulfonilureas, aunque éstos podrían ser incorporadas en alguno de los tratamientos para el manejo de otras especies sensibles y biotipos sensibles.

En todos los casos se recomienda seguir las indicaciones de dosis y uso sugeridas en los marbetes y/o las indicadas en la Guía de productos Fitosanitarios (8).

Productos	Modo de Acción	Momento	Objetivo
Carfentrazone	PPO	Barbecho	Poner en cero el lote
Saflufenacil	PPO	Barbecho	Poner en cero el lote
Piraflufen Etil	PPO	Barbecho	Poner en cero el lote
Flurocloridona	PDS	Barbecho	Emergencias / Residual
Diflufenican	PDS	Barbecho	Emergencias / Residual
Flumioxazin	PPO	Barbecho	Emergencias / Residual
Terbutrina	PSII	Barbecho	Emergencias / Residual
Pyroxasulfone	VLCFA	Barbecho	Emergencias / Residual

Productos	Modo de Acción	Objetivo
Bromoxinil + MCPA / 2,4D	PSII + Hormonal	Postemergente **
Bromoxinil + Flurocloridona	PSII + PDS	Postemergente *
Bromoxinil + Diflufenican	PSII + PDS	Postemergente <sup>SR</sup>
Diflufenican + 2,4D	PDS + Hormonal	Postemergente <sup>SR</sup>
Bentazon + MCPA / 2,4D	PSII + Ho	Postemergente **
Carfentrazone + MCPA /Metsulf.	PPO + Ho /ALS	Postemergente **
Metribuzin + 2,4D	PSII + Hormonal	Postemergente *
Piraflufen + Metsulfuron	PPO + ALS	Postemergente *
Terbutrina + MCPA / Metsulf.	PSII + Ho / ALS	Postemergente **





# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

## Alternativas de tratamientos químicos para el manejo de raigrás y otras gramíneas resistentes

En cuanto a gramíneas actualmente el principal problema lo representa el raigrás porque hay biotipos con resistencia múltiple a glifosato y ALS, glifosato y ACCasa y otros a glifosato, ALS y ACCasa.

En las Tablas 3 se presentan algunas opciones de manejo que pueden ser utilizadas durante el barbecho en presiembra de los cultivos y algunas alternativas de productos con residualidad en el suelo para prevenir las emergencias durante los primeros estadios del cultivo.

En la tabla 4 se dan alternativas para tratamientos postemergentes los cuales deben ser seleccionados en función de la maleza objetivo a controlar, el tipo de resistencia que se presenta y la selectividad del cultivo al que se le efectuará el tratamiento.

Productos	Modo de Acción	Momento	Objetivo
Cletodim	ACCasa	Barbecho	Poner en cero el lote (10 DAS)
Haloxifop	ACCasa	Barbecho	Poner en cero el lote (15 DAS)
Carfentrazone	PPO	Barbecho	Poner en cero el lote (Quemador)
Saflufenacil	PPO	Barbecho	Poner en cero el lote (Quemador)
Paraquat	PSI	Barbecho	Poner en cero el lote (Desecante)
Flumioxazin	PPO	Barbecho	Emergencias/ Residual
Pyroxasulfone	VLCFA	Barbecho	Emergencias/ Residual
Oxifluorfen	PPO	Barbecho	Emergencias/Residual

Productos	Modo de Acción	Cultivo	Malezas
Clordinafop	ACCasa	Trigo	Avena negra y Raigrás
Fenoxaprop	ACCasa	Trigo y Cebada	Avena negra
Diclofop Metil	ACCasa	Trigo y Cebada	Avena negra y Raigrás
Pinoxaden	ACCasa	Trigo y Cebada	Avena negra y Raigrás
Pyroxsulán + ..	ALS	Trigo	Avena negra, Raigrás y Latifol.
Iodosulfuron + ..	ALS	Trigo y Cebada	Avena negra, Raigrás y Latifol.
Flucarbazone	ALS	Trigo	Avena y Raigrás



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

Igual que en el caso de los herbicidas para el manejo de crucíferas resistentes, aquí también se deja expresamente recomendado seguir las indicaciones de dosis y uso sugeridas en los marbetes y/o las indicadas en la Guía de productos Fitosanitarios (8), prestar especial atención con las mezclas de productos, respetar los momentos de aplicación y los períodos mínimos de seguridad entre las aplicaciones y siembra de los lotes, a fin de evitar problemas de fitotoxicidad sobre los cultivos.

## Bibliografía Consultada:

<sup>1</sup>Weed Science Society of America . Herbicide Resistance. On line: <http://wssa.net/wssa/weed/resistance/>. [Consulta: 03-04-2018].

<sup>2</sup> REM (Red de conocimiento en malezas resistentes). Conceptos básicos de resistencia a herbicidas. On line: <http://www.aapresid.org.ar/rem/conceptos-basicos-de-resistencia-a-herbicidas/>. [Consulta: 03-06-2017].

<sup>3</sup> Fischer, A.J. 2013. Resistencia a herbicidas: mecanismos y mitigación. University of California. On line: [http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2013/02/REMSD12\\_002.pdf](http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2013/02/REMSD12_002.pdf). [Consulta: 20-02-2018].

<sup>4</sup> Fischer A. J. La resistencia a herbicidas es una complejidad que puede manejarse En Amalia Ríos (Ed). Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Montevideo. Uruguay. 2013. On line: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2551/1/18429080413103109.pdf>.

<sup>5</sup> Resistencia a herbicidas. Vila-Aiub M. M y Fischer A. En: Fernández O., Leguizamón E. y Acciaresi H. (Ed.). Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y manejo. Cap. XVII. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Buenos Aires. Argentina, 2014.

<sup>7</sup> REM (Red de conocimiento en malezas resistentes). 2016. Alertas. On line: <http://www.aapresid.org.ar/rem/alertas/>. [Consulta: 03-06-2018].

<sup>8</sup> Cámara de Sanidad Vegetal y Fertilizantes de la República Argentina, CASAFE. Guía de Productos Fitosanitarios Edición 2017-2019.