



■ Nota de Tapa

# Malezas: el desafío de la supervivencia

Entrevista a Aaron Hager y Patrick Tranel, especialistas en ciencias y manejo de malezas de la Universidad de Illinois, EE.UU.

**H**a terminado el tiempo en el que, gracias a la tecnología RR, los productores agrícolas podían despreocuparse de las malezas con la ayuda del glifosato. Las especies vegetales que con mayor éxito compiten con los cultivos comerciales que se necesitan como alimentos han ido desarrollando aptitudes que les permiten resistir el embate de los herbicidas y seguir creando mecanismos de defensa que complican seriamente a la agricultura de hoy.

De visita a la Universidad de Illinois

y aprovechando la presencia de Sebastián Sabaté -miembro del staff de Malezas de la EEAOC, que cursa allí actualmente estudios de posgrado en su materia- Avance Agroindustrial fue en busca de lo que, desde su propia experiencia, pudieran decirnos Aaron Hager y Patrick Tranel, integrantes destacados del equipo de Ciencias de las Malezas de dicha universidad. Ambos forman parte además del elenco docente del Colegio de Agricultura de esa universidad estatal y desarrollan tareas en investigación y extensión en colaboración con especialistas del Departamento

de Agricultura del Gobierno de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés).

Mientras a Hager toca interactuar con productores e intermediar ante empresas productoras de insumos para el perfeccionamiento de las técnicas de manejo, Tranel concentra su actividad en los laboratorios, aportando desde la ciencia base como especialista en biología molecular, genética y efectos de los herbicidas en la fisiología de las malezas. Sabaté, por su parte, desarrolla estudios que permitan comprender el patrón hereditario de



Patrick Tranel y Aaron Hager

la resistencia al herbicida 2,4-D en dos poblaciones de “waterhemp” (*Amaranthus tuberculatus*) del medio oeste norteamericano, extrapolable a otras especies del género especialmente problemáticas en nuestro territorio. Su participación como motivador en la charla –de la que a continuación reproducimos los párrafos más significativos- ha resultado fundamental.

### Resistencia como evolución

**P**atrick Tranel (en adelante PT): -Mi tarea es la de un biólogo evolucionista. Lo que buscamos especialmente son respuestas a la aparición de biotipos resistentes a herbicidas, y en el manejo de las malezas, comprender los procesos evolutivos de estas plantas es central. Evolucionan muy rápidamente, además, ya que los herbicidas ejercen una fuerte presión de selección y a las malezas problemáticas eso pareciera caerles muy bien. Las preguntas que nos hacemos entonces son ¿cómo evolucionan?, ¿cómo se vuelven resistentes?

Hacemos muchos cruzamientos, una especie de “mejoramiento” varietal de malezas, se podría decir. Cruzando varios biotipos o poblaciones de malezas estudiamos

la herencia para entender la evolución genética de la resistencia. Luego tratamos de entender lo que resulta en el plano de la biología molecular. ¿Cuáles son las mutaciones? ¿Cuáles son los cambios reales a nivel de ADN que han evolucionado en estas malezas y en estas poblaciones resistentes? Una especie con gran capacidad para evolucionar hacia biotipos resistentes ¿va a transferir esos rasgos a otras especies del género? Son preguntas propias de la ciencia de las malezas, pero también de la hibridación vegetal en general. Los productores quizás no piensan en la resistencia a herbicidas en esos términos, pero eso es lo que realmente es.

Somos todavía muy “herbicida-céntricos”, es cierto. Y si bien estamos probando y tratando de adaptar otros métodos, como el de la cosecha de semillas que se ha comenzado a utilizar en Australia, tratar de mantener la efectividad de los herbicidas de los que disponemos es todavía nuestro mayor desafío, y la comprensión de los procesos genéticos es fundamental.

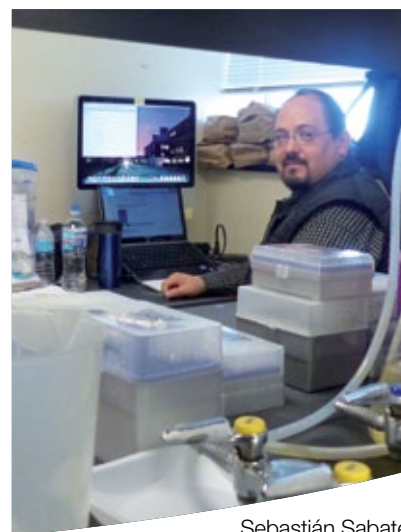
Por eso gran parte de la investigación se focaliza alrededor de la resistencia. Estudios de

campo por un lado, tratando de perfeccionar el control de las especies resistentes existentes, y estudios de laboratorio por el otro, para comprender mejor porqué de esa resistencia y sus mecanismos, y cómo utilizar esa información para predecirla.

### Diagnóstico molecular

PT: -Una de las cosas que logramos recientemente en base a toda la información acumulada sobre los mecanismos de resistencia es desarrollar pruebas de ADN que permiten identificar ocho diferentes mecanismos de resistencia. Son pruebas muy rápidas, útiles para evaluar la resistencia sin tener que esperar a que la planta produzca semillas al final de la campaña para recién llevarla al invernáculo y poder evaluarla. Ahora nos basta con una sola hoja de la planta tomada en el campo y enviada directamente por el productor. Si la hoja se seca no importa, lo mismo podemos sacar una muestra de ADN de ella, y luego evaluarla.

Todavía no contamos con una manera de hacer estos diagnósticos de manera masiva y económica para todas las especies presentes en un campo, porque son numerosas y con diferentes características. Pero lo que sí tenemos es la forma de evaluar las principales resistencias presentes en el “waterhemp”, que en Illinois es la especie principal.



Sebastián Sabaté





Los que valoran especialmente esta tecnología son los representantes de las empresas de agroquímicos y los aplicadores. De esta manera ellos pueden demostrar a sus clientes que deben enfrentar la realidad del problema de resistencia que tienen en su campo y que deben modificar su manejo. Los productores son muy reticentes a abandonar los manejos que están acostumbrados a realizar.

**Aaron Hager (en adelante HG):**

Conocer el problema es sin dudas una parte importante de la información que se necesita. Luego viene decidir qué hacer una vez que se reconoció el problema. En mis años de experiencia he visto estos ciclos repetirse una y otra vez. Usamos un producto por un tiempo; cuando pierde su efectividad cambiamos a algún otro y volvemos a ese proceso una y otra vez. Esto

no es algo demasiado novedoso. Lo que sí es distinto en los últimos tiempos es que las especies de malezas han cambiado. Hace unos quince años debíamos ocuparnos del *cadillo*, y desde entonces no he tenido referencias a esa especie como problema, ya que tenemos muchos herbicidas que pueden controlarlo. Otro ejemplo similar es el de *Abutilon theophrasti* (farolito japonés), por el cual rara vez recibo consultas en la actualidad. Sin embargo ahora nos enfrentamos a los *Amaranthus* y *Ambrosias*, que están muy adaptados a las prácticas agronómicas modernas. Y si bien esos problemas están relacionados con los herbicidas que están siendo usados, también lo están con el modo en que practicamos la agricultura hoy. No producimos hoy en día de la misma manera que lo hacíamos hace 20 años. Si nos fijamos en la superficie plantada

con maíz en nuestro estado, veremos que cada vez se planta más rápidamente y más temprano, gracias a los equipamientos y al sistema "roundup ready", por su simpleza y eficacia. Pero hemos venido poniendo durante tanto tiempo un solo producto en el tanque de la pulverizadora que hoy cuesta hacerse a la idea de que, para enfrentar el problema de los *Amarantos*, con eso ya no alcanza. Una de las cosas que la gente en Argentina debiera llevarse como mensaje de esta conversación es que eso puede pasar; que de hecho, eso va a pasar. Por eso, si no se enfrenta el problema de manera pro-activa y solo se reacciona a la situación inmediata presente, el desafío se volverá aún más difícil. Uno puede no darse cuenta de la pérdida de rendimiento cuando el problema se empieza a instalar en el lote. Pero ciertamente cuando se llega a una situación donde el *Amaranthus* presenta niveles de infestación en los que no hay forma de controlarlo, uno se da cuenta del nivel de pérdida y del aumento en los costos que eso implica.

**Resistencias múltiples**

**A. H.:** En Illinois hemos llegado con *Amaranthus* a una situación crítica. No recuerdo exactamente cuál fue la que se detectó primero, pero hoy tenemos poblaciones que presentan resistencia a cinco diferentes modos de acción. Creo que las documentaron al inicio fueron las resistencias a ALS y a Triazinas, por el hecho de que eran las que se usaban ampliamente en esos tiempos. Eso fue mucho antes de disponer de la tecnología RR.

**P. T.:** Sí, esas resistencias múltiples resultan de una combinación de factores. Las resistencias a ALS y Triazinas fueron las primeras y se volvieron muy generalizadas. La resistencia a ALS sobrepasa el 50 por ciento, así que ahora es más fácil encontrar una planta resistente que una susceptible. Ocurre que esos genes estaban ahí, favorecidos por la polinización cruzada del



## ■ Malezas y biotecnologías

La utilidad de los estudios biotecnológicos, transversales respecto de casi todos los desarrollos innovativos de la agricultura contemporánea y en especial de lo que concierne al mejoramiento varietal y, como en este caso, al estudio de la resistencia a herbicidas en malezas, está sobradamente probada. Se ilustra en cada uno de los ejemplos que utilizamos para fundamentar prácticas recomendables y diferentes líneas de investigación hoy en curso. Nos ha parecido por lo tanto pertinente incluir en el contexto de esta nota una descripción de los estudios de Sebastián Sabaté en la Universidad de Illinois, en vistas a los aportes al área de malezas de la EEAOC que se sumarán a su regreso.

El foco de esta experiencia se centra en entender cuál es el patrón hereditario de la resistencia al herbicida 2,4-D en dos poblaciones de "waterhemp" (*Amaranthus tuberculatus*) del medio oeste norteamericano, extrapolable a otras especies del género. (*Amaranthus palmeri* y *Amaranthus quitensis* son dos de las especies especialmente problemáticas en nuestros territorios)

Conocer esto es fundamental para dilucidar si la característica que otorga la resistencia se debe al cambio en un solo gen o en un grupo de genes. En base a cruza entre individuos resistentes y susceptibles, se pueden evaluar las proporciones mendelianas observadas en diferentes generaciones. Para obtener estas proporciones, primero se debe evaluar la respuesta de las poblaciones a diferentes dosis del herbicida e identificar una discriminante. Luego, una vez realizada una "selección artificial"



con el herbicida, se cuantifican las proporciones de individuos que sobreviven al tratamiento en las diferentes generaciones. Por ejemplo, se evalúa la proporción de sobrevivientes en la F2, es decir la segunda generación luego de una cruce entre un individuo resistente y otro susceptible. Para esta generación, la segunda ley de Mendel indica que los individuos deben segregarse en una proporción de 3:1 en caso que el atributo se herede en base a un único alelo. Además, se evalúan las F1 y las retrocruzas con los diferentes padres para analizar la dominancia de los alelos. Entender esto permite tener una idea de cómo evolucionó la resistencia en cada población y, más importante aún, cómo esa resistencia puede diseminarse en las diferentes poblaciones de la misma especie. Si tenemos un solo alelo dominante que otorga la resistencia, se puede esperar que la resistencia se expanda más fácilmente y de manera rápida. En cambio, si hay dos o más alelos involucrados en ella, o si la

resistencia es de carácter recesivo, su expansión podría ser más lenta en el tiempo. Esta etapa del trabajo está casi finalizada y se cuenta con resultados muy interesantes que marcan diferencias entre las dos poblaciones evaluadas.

Como continuación de este trabajo, se buscará dilucidar cuáles son los mecanismos que otorgan la resistencia al herbicida 2,4-D en estas poblaciones. Esto es un gran desafío ya que existen numerosas vías por las cuales actúan los herbicidas reguladores del crecimiento. Sin embargo, se sospecha que la resistencia puede estar dada principalmente por la metabolización del herbicida en la planta, teniendo en cuenta que para estas poblaciones se han descrito ya numerosas resistencias a otros modos de acción. El principal candidato a otorgar este tipo de respuesta es un cambio a nivel de la enzima P450 monooxigenasa, encargada de la metabolización en las plantas de numerosas sustancias endógenas y exógenas.





“waterhemp” y su gran adaptación a la dispersión de polen y semillas. La semilla puede dispersarse tanto por pájaros como por maquinaria, por lo que los atributos de resistencia se movieron de población a población. Si algunos productores de soja convencional basan fuertemente sus manejos en herbicidas PPO, seleccionan resistencia a estos herbicidas. Y si otros productores de soja RR tienen resistencia a glifosato, este polen se puede mover entre esas dos poblaciones y entonces tendrán ambas resistencias en una misma planta y población, por ejemplo.

La resistencia a PPO fue descrita por primera vez alrededor del año 2000 o 2001, pero prácticamente nadie se preocupó por eso, porque teníamos el glifosato ya entonces. ¿A quién le preocupaba? Solo a algunos productores que producían soja convencional, pero no eran mayoría. Pero cuando la resistencia a glifosato empezó, la primera línea de defensa en soja fue mezclar el glifosato con difenileteres, que son inhibidores de la PPO. Lo que pasó es que la resistencia a PPO se había mantenido latente allí y explotó en ese momento. Si, como dice Sebastián, en Argentina ya se había manifestado resistencia a ALS y quedó enmascarada por el uso de variedades RR, si comienzan a usar masivamente ALS se darán cuenta de que tienen muchas más resistencias a esos herbicidas que las que pensaban.

**A. H.:** Las recomendaciones que caben frente a estas resistencias múltiples se focalizan en la idea de tratar de diversificar lo que se está haciendo en el sistema. Ya sea diversificando el uso de herbicidas o buscando también tácticas alternativas de control. Creo que la principal diferencia entre Illinois y Argentina es que el laboreo es todavía una herramienta muy efectiva para nosotros, pero quizás muy poco practicado ampliamente allí, por el uso tan difundido de la siembra directa.



Entre nosotros, aunque tenemos esa opción, no todos los productores se muestran propensos a hacerlo. Y no estamos hablando de regresar a las prácticas de laboreo de hace 30 años, cuando se movía todo el perfil del suelo, aunque algunos lo hacen buscando enterrar algunas de las semillas del banco de malezas. Lo que sí podemos recomendar es el laboreo entre líneas, y si bien no todos estén muy de acuerdo con hacerlo, cuando nos quedamos sin herramientas químicas es una de las pocas acciones por las que podemos optar.

Desde el punto de vista práctico, siempre que haya una manera química de manejar las poblaciones,

esa será la que se continúe utilizando en primer término. Cuando esas opciones se acaban, la última es el cultivado o el arrancado manual de las plantas. Quizás haga falta más investigación para manejar las semillas de malezas al momento de la cosecha y que sirva como otra alternativa de manejo. Hay que poner todas las opciones sobre la mesa y tratar de que la gente se dé cuenta de que aún la mezcla de herbicidas funcionará solo por un tiempo limitado. No vamos a ver algún sitio de acción novedoso en el corto plazo y no tenemos idea de cuándo esto pueda ocurrir. Debemos hacernos a la idea de que lo que tenemos ahora es lo que vamos a tener; y eso, considerando que todo



# Nuestras raíces: **EL NOA** Nuestro mercado: **EL MUNDO**

**Agregamos valor a la producción del campo argentino generando nuevas energías y productos de calidad internacional garantizada.**



9/14/2015



**VILUCO**  
AGROENERGÍA

[www.vilucosa.com.ar](http://www.vilucosa.com.ar)



**GRUPO LUCCI**  
CRECIENDO RESPONSABLEMENTE

[www.grupolucci.com.ar](http://www.grupolucci.com.ar)



lo que estamos haciendo ahora no nos alcanza para incrementar los rendimientos, simplemente estamos tratando de preservar los de la genética actual. Debemos ser conscientes de que los productores eligen sus variedades en base a su potencial de rendimiento; y ellos, a su vez, tienen que saber que ese rendimiento no se podrá expresar si no se controlan adecuadamente las malezas.

**P. T.:** Es cierto que una de las líneas de soluciones a explorar es la de la obtención mediante el mejoramiento genético de variedades competitivas frente a malezas. Pero también que el rendimiento va a resultar siempre el atributo principal pretendido. Hay ejemplos de variedades de maíz dulce que son mejores o más competitivas que otras. Pero a la hora de elegir cuál vas a sembrar ese no va a ser el principal criterio. La idea que prevalece en el productor es que a las malezas las va a poder controlar como lo han venido haciendo en el pasado. Además, cuando se piensa en competencia dentro del cultivo, la idea es que no compita consigo

mismo, porque se necesitan altas densidades. De modo que es como luchar contra la corriente. Se puede pensar en futuras investigaciones donde se busque aumentar las sustancias aleloquímicas, como por ejemplo el sorgoleon en el sorgo, que tiene aptitudes herbicidas, de modo que si se puede entender cómo funciona y mejorarlo, se podría lograr un cultivo de sorgo que necesite menos herbicidas.

#### **Servicio de determinación de resistencias**

(S. Sabaté sugiere retomar para redondear el tema, dada la importancia que tendría para nosotros el perfeccionamiento de esas determinaciones)

**P.T.:** Al servicio lo brindábamos nosotros y los productores aportaban indirectamente a través de una tasa que pagan a la Asociación de Soja de Illinois cuando venden el grano. Así funcionó por cinco años, pero como se volvió una carga de trabajo que nos superaba, el año pasado fue transferido a la Clínica de Plantas, un servicio que realiza identificación de malezas,

enfermedades y resistencias. Este sí es un servicio que se paga directamente -un arancel de alrededor de 50 dólares por campo- e incluye la determinación en cinco plantas de resistencia a PPO y glifosato. Se hace con muestras enviadas por el mismo productor o, más regularmente, a través del representante de una empresa o un consultor.

En cuanto a si podría funcionar en Argentina, diría que en principio sí. Funciona bien en lugares donde uno tiene una o dos malezas importantes y una o dos resistencias importantes.

Hay que tener en cuenta que desarrollar el test cuesta trabajo y dinero, ya que cada resistencia en cada maleza será diferente. En muchos casos las malezas pueden estar relacionadas y un test puede servir para ambas, como el caso de los Amaranthus. Pero un test para Amaranthus no va a funcionar en Xantium. Y si uno tiene muchas resistencias y muchas malezas, menos.

El test de glifosato es diferente al

de ALS, que es uno de los más complejos porque hay muchas mutaciones diferentes y en ese caso el test molecular también lo es, por lo que quizás se justifique, en esos casos, una evaluación tradicional. De todos modos, hoy se entiende que estos tests son necesarios porque permiten una aproximación a la receta que cada campo necesite.

Cómo funcionará en Argentina dependerá de si se dispone solo de unas cuantas malezas que sean las indicadoras, y de algunas resistencias que sean las más importantes. En ese caso sí sería muy valioso.

### Resistencia en gramíneas

**P. T.:** - Aquí tenemos resistencia muy frecuente a ALS en *Setaria*, que está desde hace muchos años. Principalmente se debe a que la mayoría de los herbicidas para controlar en post emergencia eran ALS. Sospecho que aún debe estar allí, pero en los últimos años el uso de híbridos con resistencia a glifosato quizás la haya enmascarado. Si todavía está allí y si empezamos a perder la eficiencia del glifosato en gramíneas anuales y tratamos por eso de volver a los productos más antiguos, los productores se darán cuenta de que esa no sería la mejor solución.

En realidad, el problema de determinar las resistencias en gramíneas está en el hecho de que en la mayoría de los casos

combinan mutaciones de sitio de acción y resistencias metabólicas para los herbicidas ALS y ACCasa (graminícidas).

En el caso de las resistencias metabólicas, recién estamos empezando a entenderlas, como también los cambios moleculares a nivel de genes, de modo que todavía no estamos en condiciones de diseñar métodos rápidos de ADN para resistencias de ese tipo. Diría que los test rápidos para gramíneas van a constituir un verdadero desafío.

Las resistencias a glifosato también pueden adoptar una variedad de formas; hay diferentes mecanismos que no conocemos todavía a nivel del ADN, de modo que no pueden diseñarse tests para todas ellas.

El mejor escenario para un test de resistencia es el que nos da la resistencia a PPO en "waterhemp", básicamente porque el único tipo de resistencia que se ve a campo es el que evolucionó por mutación y se puede hacer un test de ADN. El problema de los test de ADN, a su vez, radica en lo que llamamos "falsos negativos", ya que si uno busca esa mutación y no está, no es suficiente para decir que no es resistente, ya que puede haber otros mecanismos. Eso ocurre con la resistencia a ALS: cuando uno analiza una sola de las posibles mutaciones, se encontrará con muchos falsos negativos.

Creo que en Argentina podrían desarrollar un test para resistencia a glifosato en *A. Palmeri*, y para resistencia a PPO, que probablemente ocurra. En realidad ya la mayoría del trabajo está desarrollado, solo tendrían que determinar si los mecanismos que los test identifican son los más frecuentemente vistos ahí. Si ese es el caso, esos tests serán viables. Hoy esas metodologías son de libre disponibilidad.

### Manejo

**A.H.:** Si tuviéramos que dar una respuesta acerca de si conviene un químico o manejo integral, diría que estamos tratando de que los productores en Illinois entiendan que estamos trabajando sobre un sistema biológico. Los sistemas biológicos no son nunca estáticos, sino dinámicos y siempre evolucionan, ya sea en malezas, insectos o enfermedades. Cualquier predicción es en principio incierta. Hace años era difícil pensar que "waterhemp" se convertiría en la principal maleza que hoy determina algunas de las principales decisiones. Fue un cambio muy rápido, que podría haber ocurrido en el caso de una enfermedad o con un insecto. Pero lo importante es que la gente entienda que esto está ocurriendo. No es algo que estemos inventando ni queremos asustar a la gente; tampoco se trata de justificar la resistencia, sino que es real. Y lo que podemos hacer como institución es decirle al productor lo

# JDG

## neumáticos



TUCUMÁN: Autopista J. D. Perón y Circunvalación - Tel.: (0381) 4280909  
Av. Néstor Kirchner 2310 (Local 1) - Tel.: (0381) 4830666 - 4362262  
YERBA BUENA: Rubén Darío 99 (Alt. Av. Aconquija 900) - Tel.: (0381) 4258100  
SALTA: Av. Paraguay 2727 - Tel.: (0387) 4270500



AGENTE OFICIAL

**MICHELIN**

**BFGoodrich**







y solo cambiaron cuanto este dejó completamente de funcionar. Ahora el 70 al 80 % de la superficie se cultiva con herbicidas residuales, no porque los productores quieran gastar más dinero, sino porque se vieron forzados a hacerlo.

### Sumar suma

**P. T.:** Creo que hay consenso hoy en la comunidad científica acerca de que la idea de rotar los herbicidas no es una buena estrategia. Sacar un herbicida del tanque y darle un “descanso” no funciona, porque la mayoría de las resistencias no tienen un costo adaptativo para la planta y la resistencia se va a mantener. Si sacamos un herbicida del tanque y lo sustituimos por otro, como un ALS, lo que lograremos es seleccionar más resistencia a ALS. Así que tener ambos herbicidas adentro, por ejemplo el glifosato, puede retrasar un poco la selección de resistencia del otro herbicida que coloquemos. Desde un punto ambiental quizás no suene bien, pero desde un punto de vista del manejo de la resistencia, me gustaría ver dentro de la pulverizadora la mayor variedad de activos que el productor pueda pagar. ■

que sabemos, para que él adopte las decisiones operativas. Y cuanto más temprano, mejor. No siempre la información va a ser aplicada a tiempo, pero lo importante es utilizar la información que se tiene.

### Glifosato como parte del sistema

**A. H.:** El glifosato todavía es eficiente en muchas especies que se siembran en el 90% de la superficie de Illinois, pero quizá eso también esté retrasando el desarrollo de nuevos productos.

En la medida en que se esté pagando por él, el atributo RR será utilizado. La gente piensa más en qué se puede agregar hoy al tanque. Pero con mayor frecuencia veremos que no tenemos otras alternativas para agregar, como pasa con los Amarantus. Y ese es el desafío porque, por ejemplo, en 2008 empezamos a recomendar los herbicidas residuales pero nadie prestó atención a esa recomendación. En la mayoría de los casos la gente continuó utilizando el sistema que ya venían utilizando

## A propósito de los modos de acción mencionados en el texto<sup>1</sup>

Mecanismo	Efecto
(PPO) Inhibición de la enzima protoporfirinógeno oxigenasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápida disecación de todo el tejido verde al contacto con pulverizaciones foliares</li> <li>• Sistémico con acción más lenta cuando ingresa a través de las raíces</li> <li>• Con tendencia al control de malas hierbas de hoja ancha en diversos cultivos, <i>por ejemplo fomesafen</i></li> </ul>
(ALS) Inhibición de la acetolactata sintasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No permite que las plantas fabriquen los aminoácidos leucina, isoleucina, valina, por lo tanto muchas proteínas no se pueden elaborar</li> <li>• El crecimiento se detiene en pocas horas, achaparrando los brotes y las raíces; las hojas se ponen amarillas y mueren en días o semanas</li> <li>• Controla un amplio espectro de malas hierbas en varios cultivos diferentes; en post-emergencia o pre-emergencia, por ejemplo sulfonilureas e imidazolinones</li> </ul>
(HPPD) Inhibición de la biosíntesis de carotenoides, por ejemplo 4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los pigmentos de las hojas no se pueden fabricar o proteger y entonces se degradan</li> <li>• Los brotes se blanquean</li> <li>• Aplicación en pre- y post-emergencia en diferentes malas hierbas y cultivos que se quieren combatir dependiendo del producto, por ejemplo mesotriona, clomazona, norflurazon</li> </ul>

Fuente: <http://paraquat.com/spanish>

<sup>1</sup> Un trabajo completo acerca del modo de acción de todos los herbicidas utilizados puede encontrarse disponible como anexo a la versión digital de este número de Avance Agroindustrial en [www.eeaoc.org.ar/publicaciones](http://www.eeaoc.org.ar/publicaciones)