



Jason Keith Norsworthy
 (DREX)-Director Experiment Station
 Crop, Soil and Environmental Sciences
 jnorswor@uark.edu
 University of Arkansas

Entrevistador: Julio Scursoni
Traducción: Sebastián Sabaté

CONCEPTOS GENERALES

En la Argentina, a pesar de que se enfatiza el manejo sustentable de los recursos durante la formación del profesional universitario, observamos que el problema de malezas en los cultivos está principalmente focalizado en el control, esencialmente en la aplicación de herbicidas, en contraste con la idea del manejo integrado (integración de prácticas químicas y no químicas). ¿Cuál es la situación en los Estados Unidos y cuáles son las principales causas que lo explican?

El manejo de malezas en los Estados Unidos continúa siendo altamente dependiente de los herbicidas. Hay algunos productores que se han involucrado fuertemente en el uso de estrategias de manejo integradas, pero otros no. La utilización de cultivos de cobertura está aumentando, aunque en la mayoría de las regiones de EE.UU. todavía no es una práctica común. La resistencia a herbicidas va a continuar evolucionando a una velocidad alarmante, ya sea hasta que agotemos las opciones de herbicidas efectivos, o hasta que los productores reconozcan el valor y la necesidad de integrar otras estrategias de manejo de malezas en los sistemas de producción. Los bajos precios de los "commodities" desafían la habilidad de los productores para probar formas alternativas de control de malezas.

¿Quién toma la decisión respecto de cuál herbicida debe ser aplicado y como debe usarse (dosis, momento de aplicación, etc.)? ¿Los productores, los asesores o los vendedores de insumos?

Esto difiere de acuerdo a las explotaciones y regiones en los EE.UU. En ciertas áreas, los servicios de Extensión juegan un rol muy importante en la recomen-

"GENERAL CONCEPTS"

"In Argentina, despite the fact that the sustainable management of resources is emphasized in university professional training, we observe that weed problem in crops is mainly focused in control, essentially the application of herbicides, in contrast with the idea of integrated management (integration of chemical and non chemical practices). How is the situation in the United States and what are the main causes explaining it?"

"Weed management in the U.S. continues to be highly dependent on herbicides. There are some growers that have highly embraced the use of integrated weed management strategies whereas others do not. Cover crop use in soybean is increasing although it is still not a common practice in most regions of the U.S. Herbicide resistance will continue to evolve at an alarming rate until we exhaust our effective herbicide options or growers realize the value and need for integrating other weed management strategies into their current production systems. Low commodity prices challenge the ability of growers to try alternative means of weed control."

"Who takes the decision regarding which herbicide should be applied and how to use it (rate, application timing, etc.)? Farmers, consultants or commercial advisors?"

"This differs by farm and region of the U.S. In some areas, the Extension service plays a major role in recommending herbicides for control of specific weeds on a farm. Consultants are heavily relied upon in some areas."

"Is there any mechanism available to control and monitor herbicide use? or each farmer chooses what

dación de herbicidas para el control de malezas específicas. En otras, se apoyan fuertemente en los asesores.

¿Existe algún mecanismo disponible para controlar y monitorear el uso de herbicidas? ¿O cada productor elige lo que considera la opción más conveniente? Por ejemplo, ¿hay algún programa para supervisar la aplicación continua de herbicidas con el mismo sitio de acción?

No estoy al tanto de que exista un “programa” que monitoree o reporte el uso continuo de un mismo sitio de acción.

Asumiendo que la definición de modo de acción herbicida (Duke & Dayan 2011) no incluye explícitamente al sitio de acción (mecanismo bioquímico y fisiológico por el cual una fitotoxina ejerce su actividad biológica), ¿Sería más correcto clasificar a los herbicidas por el sitio de acción? ¿o expresarlo directamente en el modo de acción?

Sí, los herbicidas se deberían clasificar por sitio de acción en vez de por modo de acción. La mayoría de los marbetes en los EE.UU. incluyen ahora el número correspondiente al sitio de acción del herbicida. Esto intenta ayudar a formar a los productores al respecto. Sin embargo, el sitio de acción de un herbicida no aporta nada a la mitigación del riesgo de resistencia metabólica.

PRÁCTICAS DE MANEJO

¿Cuán posible es disponer de herbicidas con nuevos sitios de acción en los próximos años?

Basado en reportes recientes, habrá un nuevo herbicida de FMC para soja y otro para arroz en los próximos 4 a 6 años. Ambos se consideran un nuevo y particular sitio de acción. Con los nuevos activos, *Amaranthus palmeri* y *A. tuberculatus* serían las malezas foco en soja, mientras que en arroz se cree que se apuntará a *Echinochloa crus-galli*. Estas

Los herbicidas se deberían clasificar por sitio de acción en vez de por modo de acción.

he considers the most convenient option? For example, is there a program to supervise the continuous application of herbicides with the same site of action?”

“I am not aware of a “program” that monitors or reports the continuous use of the same site of action.”

“Assuming that the definition of herbicide mode of action (Duke & Dayan 2011) does not explicitly include the site of action (The biochemical and physiological mechanism by which a phytotoxin exerts its biological activity), wouldn't it be more correct to classify herbicides by site of action? or express it directly in the mode of action?”

Yes, herbicides should be classified by site of action rather than mode of action. Most herbicide labels in the U.S. now include the herbicide site of action number on the label. This is an attempt to help educate growers. The herbicide site of action does nothing to mitigate the risk for metabolic resistance.

“MANAGEMENT PRACTICES”

“How likely is to get herbicides with new sites of action available in the coming years?”



son las malezas más problemáticas a nivel global, principalmente debido a la resistencia a un amplio rango de sitios de acción.

¿Estás pensando en cinmethylin (BASF) e isoflex (FMC)?

No estoy familiarizado con los nuevos activos de BASF.

¿Cuál es su opinión respecto de las tecnologías transgénicas que incluyen resistencia a herbicidas auxínicos tales como 2,4-D y dicamba?

Estas son herramientas de corto plazo que ayudan a enfrentar nuestros problemas actuales de resistencia en *Amaranthus palmeri* y *A. tuberculatus*, pero no parece que se puedan mantener efectivas por un largo periodo, basado en la incipiente ocurrencia de resistencia y al hecho de que estudios realizados por mi equipo demuestran que la resistencia puede desarrollarse en tan solo tres años. Ya se observan fallas frecuentes de dicamba en el control de *A. palmeri* en ciertas zonas de los EE.UU. Sería esperable que malezas resistentes a dicamba también presenten resistencia a 2,4-D, y viceversa, de acuerdo con la población resistente a dicamba / 2,4-D encontrada en Kansas el año pasado.

¿Qué piensa de los nuevos siste-

“Based on recent reports in the popular press, FMC will be a new herbicide in soybean and a new one in rice in the next 4 to 6 years. Both of these herbicides are believed to be new and unique sites of action. In soybean, Palmer amaranth and waterhemp are hopefully target weeds, whereas in rice, barnyardgrass is believed to be targeted with the new chemistry. These weeds are some of the most troublesome in crops globally, largely in part to resistance to a wide array of herbicide sites of action.”

Are you thinking on cinmethylin (BASF) and isoflex (FMC)?

I am not familiar with any new chemistry from BASF.

What is your opinion regarding the transgenic technologies that include resistance to auxinic herbicides such as 24D and Dicamba?

“These are short-term tools that help address our current herbicide resistance issues in Palmer amaranth and waterhemp, but are not likely to remain effective for a long period based on the beginning occurrences of resistance and fact that research from my program demonstrated that resistance could evolve in a short as three years. Frequent failure of dicamba on Palmer amaranth is already being observed in some parts

mas robóticos para el control de malezas? ¿Pueden reemplazar a la tecnología de herbicidas tradicional?

No he realizado investigaciones en esta área, pero considero que es fuertemente prometedora, más aún en cultivos intensivos de alto valor. Puedo ver el uso de robótica para arrancar malezas emergidas, pero todavía necesitaríamos de un herbicida residual para minimizar la densidad de las cohortes subsiguientes. Por ende, diría que “parcialmente” podrían reemplazar la tecnología existente de herbicidas o que podrían “suplementar” la tecnología tradicional de herbicidas.

Es nuestro país, el 98% de los cultivos extensivos se realizan bajo sistemas sin labranza, lo cual implica la aplicación de herbicidas durante el barbecho. A fin de reducir la cantidad de herbicidas aplicados, ha crecido el interés por los cultivos de cobertura en los últimos años. ¿Cuál es su opinión respecto de las ventajas y desventajas de los cultivos de cobertura?

Considero que los cultivos de cobertura (CC) están siendo subutilizados actualmente en la producción de soja y algodón en EE.UU. Mientras se continúe enfatizando en la “sustentabilidad” y la conservación de suelos, es posible que haya una mayor adopción de los CC en los próximos años. Hay muchas ventajas

of the U.S. I would expect it likely that weeds resistant to dicamba would also have resistance to 2,4-D based and vice versa based on the dicamba/2,4-D-resistant Palmer amaranth population found in Kansas last year.”

“What do you think about the new robotic weed control systems? Can they replace traditional herbicide technology?”

“I have not conducted research in this area, but I do believe it is extremely promising, especially in high value vegetable crops. I could see use of robotics to remove emerged weeds, but a residual herbicide may still be needed to minimize the density of later emerging cohorts. Therefore, I would say “partially” in replacing traditional herbicide technology or it would “supplement” traditional herbicide technology.”

“In our country, 98% of extensive crops are carried out in no till sowing system, which implies the application of herbicides during fallow. In order to reduce the amount of herbicides applied, the interest in cover crops has grown in recent years. What is your opinion regarding both advantages and disadvantages of cover crops?”

“I believe cover crops are currently underutilized in U.S. soybean and cotton production. As emphasis on “sustainability” and conservation of soil continues,

de los CC que van más allá de los beneficios en el manejo de malezas: conservación de la humedad y mejora de la eficiencia de riego, reducción de la erosión eólica o hídrica, reducción de la abrasión provocada por la arena arrastrada por el viento, entre otras. Algunas de las dificultades con los CC son la capacidad de sembrar y establecer un CC en un otoño húmedo debido a las limitaciones en la cosecha del cultivo principal, reducidos periodos de crecimiento en las zonas del norte de EE.UU. y el potencial incremento de plagas. En conjunto, mi opinión es que las ventajas de los CC (centeno en mi zona) superan las desventajas de los mismos.

Dos especies diferentes del género Amaranthus (A. palmeri y A. hybridus) son actualmente las malezas resistentes más representativas en los sistemas de producción de maíz y soja en la Argentina. ¿Qué prácticas considera Ud. esenciales para minimizar la presencia e incidencia de estas especies?

Idealmente, se debería aplicar un umbral de tolerancia cero. Estas dos malezas deberían ser removidas de los lotes y los bordes, más allá del costo. Dentro del lote, en los sitios donde la abundancia de estas poblaciones sea alta, los productores deberían procurar limpiarlos antes del momento de la siembra, ya sea utilizando el laboreo o un quemado efectivo con herbicidas que incluyan un residual de alta eficacia. Es necesaria cierta superposición de residuales hasta que se forme el canopeo del cultivo. Hay otras tácticas como los cultivos de cobertura, la reducción del espaciamiento entre hileras, la siembra temprana, etc., que también mejorarán el manejo de estas malezas. El manejo del banco de semillas debe ser un foco principal si se busca lograr el éxito a largo plazo. Otra táctica es la destrucción de semillas de malezas en el momento de la cosecha, cuando un gran número de semillas permanecen retenidas en las plantas. Actualmente, hay dispositivos de destrucción de semillas

it is likely there will be greater adoption of cover crops in the coming years. There are numerous advantages of cover crops that go beyond the weed management benefits: moisture conservation and increase irrigation efficiency, reduced wind and water erosion, and reduced wind-blown sand abrasion to small crops, among others. Some issues with cover crops are the ability to plant and establish a cover crop in a wet fall because of harvest constraints with the cash crop, shortened growing season in the more northern regions of the U.S. and potential increase in insect pests. Overall, it is my opinion that advantages of cover crops (cereal rye in my region) out way the disadvantages.”

“Two different species of Amaranthus genus (A. palmeri, A. hybridus) are currently the most representative resistant weeds in maize and soybean production systems in Argentina. What practices do you consider essential to minimize the presence and incidence of these species?”

“Ideally, a zero tolerance threshold should be practiced. These two weeds should be removed from the field and edges of the field, regardless of the cost. Where populations are high within a field, growers must start clean at planting through use of tillage or an effective burndown herbicide that includes a highly efficacious residual. Residual need to be overlapped until a crop canopy is formed. There are other tactics such as cover crops, narrow-row spacing, earlier planting, etc. that will also improve management of these weeds. Seedbank management must be a major focus if long-term success is going to be realized. Another tactic may include weed seed destruction at harvest, if seed are retained on plants at high numbers. There are currently weed seed destruction devices being constructed in Australia and Canada that are available to growers. Another promising at harvest weed seed management tactic is chaff lining, which



de malezas construidos en Australia y Canadá, que están disponibles para los productores. Otra estrategia prometedor para el manejo de semillas de malezas en la cosecha es la acumulación e hilerado del rastreo; fue efectiva en algunos cultivos de Australia, pero no ha sido estudiada ampliamente en los EE.UU.

Con respecto al manejo de especies del género *Amaranthus* basado en herbicidas, generalmente se recomienda metribuzin como componente del programa de manejo en preemergencia, debido a que no se ha documentado resistencia a este herbicida en *Amaranthus palmeri* o *A. tuberculatus*. Metolachlor, acetochlor y pyroxasulfone son otros herbicidas residuales adicionales que se utilizan, pero la resistencia a metolachlor ha sido documentada recientemente para estas dos especies. Esta resistencia no se encuentra aparentemente muy extendida en la actualidad. Las opciones post-emergentes efectivas incluyen al glufosinato, 2,4-D, y dicamba, pero estos herbicidas son específicos para eventos disponibles en soja. Los herbicidas PPO como fomesafen eran ampliamente utilizados para el control de *Amaranthus palmeri* hace 5 a 6 años, pero es común la resistencia a este u otros herbicidas similares en algunas áreas del sur de EE.UU.

¿Qué importancia le asigna a la aplicación de mezclas de tanque como una práctica para disminuir la evolución de resistencia?

Estoy muy seguro en que la mezcla de herbicidas (con dos sitios de acción efectivos) es una estrategia sólida para mitigar la evolución de resistencias de sitio de acción. Sin embargo, la resistencia metabólica se está volviendo cada vez más común y el uso de mezclas de tanque quizás no sea una manera efectiva de abordar este tipo de resistencia. La investigación en los años que vienen necesita focalizarse en las maneras para minimizar el riesgo de resistencia metabólica.

¿Considera que la aplicación de



has proven effective in some Australian crops but has not been widely tested in the U.S.

In regards to herbicide programs for *Amaranthus* species, metribuzin is often recommended as a component of a preemergence weed control program because no resistance to this herbicide has been documented in Palmer amaranth or waterhemp. Metolachlor, acetochlor, and pyroxasulfone are additional residual herbicides that are used, but again resistance to metolachlor has recently been documented in both Palmer amaranth and waterhemp. The extent of the resistance is not likely wide spread today. Effective postemergence options include glufosinate, 2,4-D, and dicamba, but these herbicides are specific to traits that can be utilized in soybean. PPO herbicides like fomesafen were widely used

herbicidas residuales puede presentar un riesgo de evolución de resistencia por dosis subletales a medida que el herbicida se degrada en el suelo? ¿Es esencial entonces el complementar los herbicidas residuales con herbicidas post-emergentes?

Si, los herbicidas residuales seleccionan tanto resistencias de sitio de acción como metabólicas. Todavía creo que todos los campos necesitan ser tratados con herbicidas residuales a la siembra, aun cuando un cultivo de cobertura se haya establecido, y los herbicidas post-emergentes y otras tácticas pueden utilizarse para controlar las pocas malezas que se escapan al herbicida residual. Las malezas a las que no se les permite producir semilla no tienen posibilidad de evolucionar resistencia a un herbicida.

RESISTENCIA A HERBICIDAS

En años recientes, se registraron en Argentina casos de baja sensibilidad a herbicidas graminicidas (fops y dims) por parte de Sorgo de Alepo. Sin embargo, estos casos reportados para haloxifopmetil son más frecuentes que para cletodim. Asumiendo que ambos herbicidas tienen el mismo sitio de acción, ¿cómo explica este resultado diferencial?

Los herbicidas fop y dim se unen de manera levemente diferente al sitio de acción. Por ende, una mutación que confiere resistencia a los fops puede no conferir resistencia a los dims. A menudo observo esto entre las malezas de los EE.UU. En los EE.UU. el *Sorghum halepense* es resistente a los fops y tiene un extremadamente bajo nivel de resistencia a los dims. Bayer CropScience y yo colaboramos en un proyecto referido a este tipo de resistencia hace 6 a 7 años atrás.

¿Qué piensa de la metabolización de haloxifop y cletodim?

for Palmer amaranth control 5 to 6 years ago, but resistance to this and similar herbicides is common in some areas of the southern U.S.”

“What importance do you assign to the application of herbicides in mixture as a practice to decrease the evolution of resistance?”

“I am extremely confident that herbicide mixtures (two effective sites of action) are a sound strategy to mitigate the evolution of target-site resistance. However, metabolic resistance is becoming increasingly common and the use of mixtures may not be an effective means to address this type of resistance. Research in the coming years needs to focus on ways to minimize risk of metabolic resistance.”

“Do you consider that the application of residual herbicides can represent a risk of resistance evolution by sub lethal rate as the herbicide degrades in the soil? Is it essential then to complement the residual herbicides with post-emergent herbicides?”

“Yes, residual herbicides select for both target-site and metabolic resistance. I still believe all fields need to be treated with a residual herbicide at planting, even when a cover crop is planted, and post-emergence herbicides and other tactics can be used to control the few weeds that escape a residual herbicide. Weeds that are never allowed to produce seed have no chance of evolving resistance to an herbicide.”

HERBICIDE RESISTANCE

“In recent years, cases of lower sensitivity to grass herbicides (Fops and Dims) were recorded in Argentina in Sorghum halepense. However, the cases reported to haloxifop methyl are more frequent than to cletodim. Assuming that both herbicides have the same site of action, how do you explain this different result?”

La metabolización de estos herbicidas es posible, pero creo que la mayoría de la resistencia que tenemos en EE.UU. en el caso de *Sorghum halepense* es de sitio de acción.

¿Qué programa de herbicidas y cultivos puede recomendar cuando se encuentra resistencia a glifosato y ACCasa en sorgo de Alepo en un mismo campo?

Basado en mi investigación, aplicaciones secuenciales de glufosinato de amonio son altamente efectivas para controlar *Sorghum halepense*. Los eventos de resistencia a glufosinato de amonio están disponibles de manera comercial para híbridos de maíz y variedades de algodón y soja.

Respecto a la importancia del metabolismo de los herbicidas como una causa de resistencia, ¿considera que es conveniente clasificar los herbicidas de acuerdo a su vía metabólica? ¿Debería ser esa información técnica provista por las compañías?

Si, es preciso que esta información sea provista y, como indiqué previamente, es necesario que haya un mejor entendimiento de las vías para disminuir el riesgo de resistencia metabólica.

Con respecto a los inhibidores VLCFA (K3), ¿hay diferencias en los patrones de inhibición de diferentes elongasas entre metolachloro, pyroxasulfone, acetochlor, dimetnamida?

Por lo que he visto, la mayoría de la resistencia es metabólica y la resistencia a un inhibidor de la VLCFA no implica resistencia a todos ellos. En Arkansas, nosotros tenemos resistencia metabólica a metolachloro en *Amaranthus palmeri*, mientras que el herbicida pyroxasulfone todavía es efectivo. Estudios sobre resistencia de *Allopecurus myosuroides* en el Reino Unido también muestran resultados similares respecto de las diferencias entre los

“The fops and dims bind slightly different to the target site. Hence, a mutation that confers resistance to the fops may not confer resistance to the dims. I commonly see this in weeds within the U.S. Similarly, in the U.S., *Sorghum halepense* is resistant to the fops and has extremely low-level resistance to the dims. Bayer Crop Science and I collaborated on a project 6 to 7 year ago involving this type of resistance.”

What do you think about metabolism of haloxifop and cletodim?

“Metabolism of these herbicides is possible, but I believe most of the resistance we have in the U.S. is target site in *Sorghum halepense*.”

“What herbicide program and crop you can recommend when there is Johnsongrass Glyphosate and ACCasa inhibitors resistance on the same field?”

“Based on my research, sequential applications of glufosinate are highly effective in controlling *Sorghum halepense*. Glufosinate-resistance traits are available in commercial corn hybrids and cotton and soybean cultivars.”

“Regarding the importance of herbicide metabolism as a cause of resistance, do you consider it convenient to classify herbicides according to their metabolic pathway? Should such technical information be provided by companies?”

Yes, this needs to be provided and as stated earlier, there needs to be a better understanding of ways to lower risk for metabolic resistance.

“Regarding the VLFA inhibitors (K3), are there differences in the inhibition pattern of different elongases between metolachlor, pyroxasulfone, acetochlor, dimethenamid?”

“From what I have seen, most of the resistance is metabolic and resistance to

herbicidas VLCFA.

OK, ¿pero piensa que todos (metolachloro, pyroxasulfone, acetochlor, dimetnamida) tiene estrictamente el mismo sitio de acción?

Metolachloro, acetochlor y dimetnamida deben tener sitios de enlace similares. El pyroxasulfone puede ser levemente diferente. Sin embargo, la resistencia metabólica no tiene relación alguna con el sitio de enlace.

Considerando los inhibidores de ALS, ACCasa y EPSPs, ¿cuáles son los mecanismos de resistencia más relevantes? ¿Considera que el valor del Índice de Resistencia (IR) es un indicador del mecanismo?

La importancia del mecanismo es aparentemente función del cultivo y de los herbicidas registrados para el mismo. Por ejemplo, en maíz, la resistencia a ACCasa no es tan importante como quizás lo sea en soja o en un cultivo donde un evento con resistencia a ACCasa se haya comercializado.

El nivel de resistencia es un indicador del mecanismo de resistencia, pero no podemos decir ciertamente cual es el mecanismo basándonos solo en el nivel de resistencia.

¿Cuáles son los mecanismos más importantes para cada grupo (ALS, ACCasa, glifosato), sitio activo, no sitio activo, o metabolismo?

ALS: sitio de acción; ACCasa: sitio de acción; glifosato: no sitio activo.

¿Hay generalmente mayor IR en la resistencia de sitio activo que en la de no sitio activo?

Si, generalmente, pero no siempre.

Considerando las dosis subletales (menores a las recomendadas) de los herbicidas ¿qué importancia le asigna a esta práctica en la evolución de biotipos resistentes a herbicidas?

one VLCFA inhibitor does not mean resistance to all. In Arkansas, we currently have metabolic resistance to metolachlor in Palmer amaranth, whereas pyroxasulfone still remains effective. Research on blackgrass resistance in the U.K. also shows similar results on differences among VLCFA herbicides.”

“OK, but do you think all of them (metolachlor, pyroxasulfone, acetochlor, dimethenamid) have strictly the same site of action?”

“Metolachlor, acetochlor and dimethenamid should have similar binding sites. Pyroxasulfone may be slightly different. However, metabolic resistance has nothing to do with the binding site.”

“Considering the inhibitors of ALS, ACCase and EPSPs, what are the most relevant resistance mechanisms? Do you think the value of IR is an indicator of the mechanism?”

“The importance of the mechanism is likely a function of the crop and what herbicide registered for use in that crop. For instance, in maize (corn), ACCase resistance is not as important as it would be in soybean or a crop where an ACCase resistance trait has been commercialized.

The level of resistance is an indicator of the resistance mechanism, but one cannot say for certain what the mechanism is solely on the level of resistance.”

“What are the most important mechanisms for each group (ALS, ACCase, Gly? (target Site, not site, metabolism?)”

“ALS: target site; ACCase: target site; Glyphosate: non-target site”

“Is generally higher IR in target site resistance than in no target site?”

“Yes, generally but not always.”

“Considering the sublethal rates (lower than the recommended) of herbicides, what importance do you assign to this practice in the



La mezcla de herbicidas (con dos sitios de acción efectivos) es una estrategia sólida para mitigar la evolución de resistencias de sitio de acción. Sin embargo, la resistencia metabólica se está volviendo cada vez más común y el uso de mezclas de tanque quizás no sea una manera efectiva de abordar este tipo de resistencia.

El futuro del uso eficaz de herbicidas en los cultivos en los próximos 20 a 30 años dependerá fuertemente de nuestro entendimiento de la resistencia metabólica. Como he señalado en diferentes publicaciones, hay numerosas formas de aplicar dosis subletales a las malezas, y la exposición a dosis subletales ocurre en casi todos los lotes donde se aplican herbicidas.

Con respecto a la química y la fisiología, en las décadas venideras se invertirá más tiempo en estas áreas que en cualquier otra área del estudio de la resistencia a herbicidas.

¿Está esto referido al mecanismo de resistencia metabólica?

Si, esto es en parte debido al mecanismo de resistencia metabólica, y también incluye el diseño de herbicidas que no sean desactivados por los mismos P450 y GSTs que comúnmente degradan los herbicidas que aplicamos hoy. «

evolution of herbicide resistant biotypes?”

“The future of effective herbicide use in crops over the next 20 to 30 years will be highly dependent upon our understanding of metabolic resistance. As I have outlined in several papers, there are numerous ways for sublethal rates to be applied to weeds and sublethal exposure commonly occurs in almost any field where herbicides are applied.

In regards to chemistry and physiology, more time will be spent in this area than any other area of herbicide resistance research for the next several decades.”

Is this regarding the mechanism of metabolic resistance?

“Yes, this is partly regarding the mechanism of metabolic resistance and also involves designing herbicides that are not broken down by the same P450 and GSTs that commonly degrade the herbicides we apply today.” «

EL CAMPO EN SU MEJOR VERSIÓN

SpeedAgro
The Greener Standard