

Autor: Ing.Agr. Claudio Rubione (investigador independiente)

Director Técnico de “Claudio Rubione”, grupo de trabajo avocado a la investigación y desarrollo de agroquímicos y genética para terceros; divulgación de tecnologías y capacitador.

## **" Un Nuevo Enfoque en el Manejo de Malezas para evitar la ocurrencia de Tolerancia y Resistencia a herbicidas"; Julio, 2014**

Las buenas prácticas agrícolas (BPAs) contemplan ciertos aspectos que la ciencia genera, en los campos de la ecología; ecofisiología; genética; nutrición y protección de adversidades bióticas y abióticas (J.Romagnoli-Loranzati).

Si bien en siembra directa se citan a dos factores que más inciden en la economía del agua del suelo como lo son sin duda la rotación de cultivos y la nutrición de los mismos, no menos importante y complementario a estos lo es el manejo racional de las malezas.

Si bien existen muchos artículos que cuantifican la producción de grano por mm de agua disponible, es cierto que para que ese recurso sea aprovechado eficientemente, las malezas no deben “beber” esa agua que a veces tan difícil es conservar. Estudios realizados en barbechos químicos de otoño hasta primavera indican que con buena presencia de malezas en el sur de Santa Fe, (Capiquí, Ortiga mansa, Verónica y Perejilillo) pueden producir unos 3.000 kg de MS/ha hacia mediados del otoño, con un consumo potencial de agua de en torno a los 150 mm. (Dr. Eduardo S. Leguizamón Investigador CONICET, Cátedra Malezas UNRosario).

Diversos estudios evidencian que la falta de control de malezas reduce significativamente el rendimiento de cultivos, no sólo por la competencia por la radiación, sino por la del agua y recursos del suelo. La siguiente tabla muestra las pérdidas porcentuales de rendimiento por presencia de malezas en el cultivo (datos no publicados de Bedmar y Eyherabide: Bases para el manejo del maíz, soja y girasol, -Andrade y Satorre)

| Cultivo | Pérdida de rendimiento % |          |
|---------|--------------------------|----------|
|         | Rango                    | Promedio |
| Girasol | 4-78                     | 38       |
| Maíz    | 29-97                    | 65       |
| Soja    | 27-100                   | 76       |

Ahora bien, sabemos que “controlar malezas” no es un tema tan fácil y que cuando las herramientas disponibles son escasas, se está forzando al sistema a tomar cartas en el asunto. En cierta medida, aunque este trabajo no sea un planteo de física, haciendo una analogía con un principio de la misma, se cumpliría la tercera ley de Newton: Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: es decir, que siempre que utilizemos una técnica , en este caso el uso indiscriminado y no planificado de un mismo herbicida (mismo modo de

acción), obtendremos una reacción de la naturaleza que nos devolverá a algunas especies con ciertas características que la hacen tolerante o resistente al herbicida y en general a los emparentados químicamente.

Pero para entender un poco más acerca de lo que el medio ambiente propone, es adecuado aclarar qué diferencias hay entre malezas susceptibles; tolerantes y resistentes. Eso es básico para poder comprender por qué nuestro paisaje de campo ha cambiado en los últimos años.

Una maleza *susceptible* a un herbicida es aquella que se ve afectada y puede morir ante la aplicación del mismo. Una *tolerante* es aquella que nunca sufrió daños ni se murió ante un determinado herbicida; mientras que una *resistente*, es aquella que habiendo sido controlada por un herbicida, luego de un tiempo dejó de serlo para lo cual ciertos factores incidieron para que esto ocurra.

Para ello, se destacan como tolerantes al glifosato y a otros herbicidas a la rama negra (*Conyza bonariensis*), como así también el caso de Viola (*Viola arvensis*; *Viola tricolor*); mientras que para las resistentes hay muchos ejemplos tanto en yuyo colorado (*Amaranthus quitensis* y *A. palmieri*) a Imidazolinonas y Sulfonilureas la primera y a glifosato la última, como así también sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) y Rye grass natural (*Lolium multiflorum*) a glifosato entre otras.



Foto 1: Pérdidas de biomasa de maíz por falta de control de sorgo de Alepo. Archivo propio.

Ahora revisemos un poco la historia en nuestro país acerca del manejo de herbicidas en cultivos extensivos. Para simplificar la historia, imaginamos que hubo un escenario anterior a la introducción de la soja RR<sup>®</sup> que comprendía el uso de herbicidas de varias familias químicas, y otro post aparición de la mencionada soja a la cual se le agregó la llegada de maíz RR.

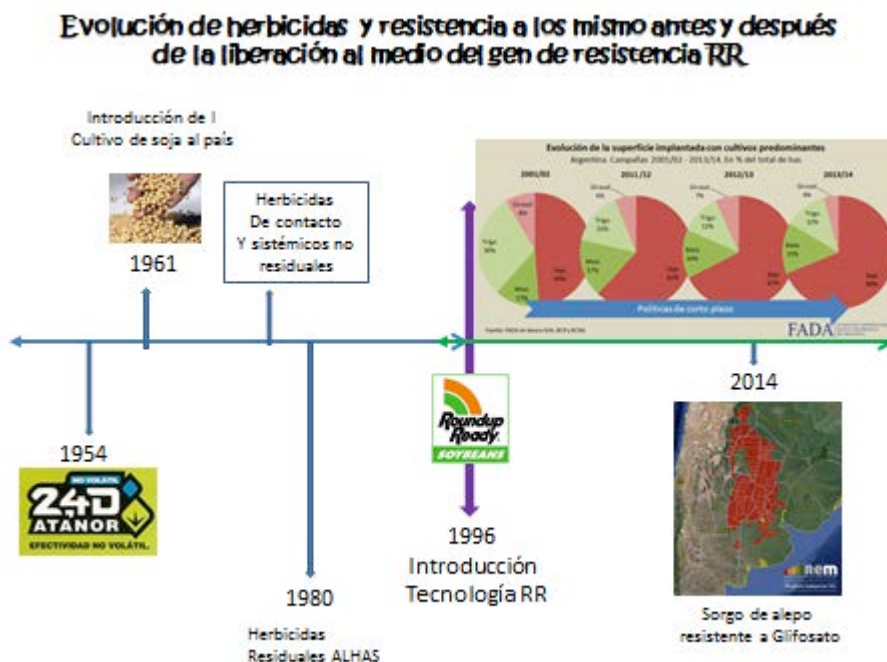


Grafico 1: evolución de herbicidas y casos de resistencia antes y después de la introducción del gen RR<sup>®</sup> en la agricultura argentina. Fuente de elaboración propia, REM (AAPRESID) y FADA.

Durante la primera etapa, con casi una cuarta parte de la soja que hoy se siembra, surgieron primero herbicidas claramente definidos en dos grupos: 1) aquellos para el control de hoja ancha (latifolicidas) y, 2) los complementarios para hojas finas (graminicidas). Dentro de los primeros los hubieron de contacto y luego sistémicos. En ese entonces manejar planteos de soja era muy desafiante porque normalmente con un herbicida solo no se cubría el espectro de control, ni aún en las latifoliadas. De ahí que surgieron los famosos “cócteles” de productos y aditivos, que luego debían complementarse con graminicidas, fundamentalmente para el control de sorgo de Alepo entre otras.

Lo normal era ver el campo con los entresurcos cubiertos de malezas para aplicar el cóctel y esperar a que el cultivo cerrase el entresurco y así diera respiro al productor.

En ese entonces también era común la roturación en lugar de la siembra directa, y se dejaba la última remoción de suelo para el día de siembra, con el objetivo de que el cultivo tuviera igualdad de condiciones de competencia en relación a las malezas. También la trifluralina en soja y girasol, como la atrazina eran los pilares de un buen comienzo. A los pocos años, en los 80 surgió en el mercado una nueva molécula, el Imazaquín (Scepter<sup>®</sup>) que por su modo de acción, selectividad, espectro de control amplio y residualidad, fue partícipe de un

gran crecimiento de superficie destinada a soja en campos adonde las malezas eran muy difíciles de manejar. Este producto, de la familia de las imidazolinonas, derivó en otros parientes, dentro de los cuales se desató el Imazetapir (Pivot H®), que se diferencia del anterior por ser de aplicación en post emergencia temprana de cultivo y malezas vs. el anterior que era para pre siembra o pre emergencia. En otras palabras, el Imazetapir obligó a que todos nos entrenásemos en diferenciar malezas en estado de cotiledón para dirigir la aplicación a ese momento, en lugar de esperar a que todas las malezas estuvieran nacidas y con buen tamaño (Caso aplicable a herbicidas de contacto como Bentazón – Basagran®- Fluoroglicofen- FLEX® entre otros).

El éxito de éstos productos (ALHAS) no tardó en llegar y su efecto generó aún mayor crecimiento de hectáreas de soja a las que se sumaron tecnologías en maíz primero y luego en girasol que por selección de individuos naturalmente tolerantes a las “Imi´s”, se convirtieron en semillas Clearfield®, aptas para ser sembradas con el uso de imidazolinonas específicas para cada caso (OnDuty ®; Clearsol®, etc.)

Pero como mencionamos en la primer parte, la reacción del medio ambiente al uso repetido de estos productos y de sulfonilureas conllevó a la aparición de casos de resistencia en yuyo colorado.



Foto 2: susceptibilidad de *Xanthium* al grupo químico de Sulfonilureas e imidazolinonas.  
Fuente: Archivo American Cyanamid Co.



Foto 3: Tolerancia de Rama negra (*Conyza bonariensis*) a glifosato. Archivo propio 2014.



Foto 4: típico “paisaje de alambrado” invadido por *Conyza*. Archivo propio 2014

La primera conclusión y reflexión que surge es que así como para ejercer BPAs hay que manejar el ambiente, en aquél momento ocurrió lo contrario, ya que se excedió involuntariamente de una tecnología que hubiera permanecido muy vigente de haberla planificado en un esquema de rotaciones que contemplase tanto a cultivos; cultivos de cobertura; pasturas anuales o perennes –en casos de planteos mixtos-; como también a herbicidas con diferente modo de acción\*.(claro está por aquel entonces no se trataba el tema de buenas prácticas agrícolas sino que más bien se estaba iniciando en Siembra Directa como una opción sustentable), Técnicamente, se forzó involuntariamente al sistema, lo que se conoce como “presión de selección”, que no es ni más ni menos que forzar a un ecosistema a que ante la repetición de una tecnología, reaccione seleccionando individuos que genéticamente tenían alelos de resistencia en muy baja frecuencia, pero frecuencia en fin, los cuales fueron “seleccionados” por el herbicida y perpetuaron a la especie en el campo ante repetidas aplicaciones del mismo, en este ejemplo. Esa baja frecuencia de individuos resistentes es visible a campo quizá en el tercer año en que empezaron a propagarse como tales en la medida que se van controlando las susceptibles, ya que una planta resistente, genera descendencia (semillas o rizomas) resistentes. Al principio se ven pocas plantas, y uno razona pensando que quizá la pulverizadora estaba sucia o con agua limpia en la cañería cuando comenzó a trabajar. Luego, al año siguiente se ve una franja, que es producto de la semilla de maleza que diseminó la cosechadora, y el tercer año ya no hay duda de que algo se rompió en el equilibrio del sistema ya que el panorama es generalizado en los lotes con éste tipo de problema. Un factor que ayuda a esparcir el problema a otros campos es sin duda la cosechadora sin limpiar, como también sembradoras y camiones de cereales.

En definitiva, si bien la solución y prevención del problema comenzó a investigarse antes de que ocurriese el primer caso en Argentina (para entonces ya había casos de *Xanthium* – abrojo- en USA y Brasil), llegó antes la solución por el lado de otra compañía, que introdujo el *gen de resistencia a glifosato* en la soja. Esa tecnología, que antes definimos como una línea divisoria de los productos químicos, también fue la que abrió las tranqueras al uso creciente de la siembra directa, ya que se pudo de manera económica manejar las malezas desde el barbecho y luego dentro del cultivo. También contribuyó grandemente en solucionar la resistencia instalada en *Amaranthus quitensis* a Imidazolinonas y sulfonilureas.

Pero, pese a que la comunidad científica en muchos años de investigación clasificó a los herbicidas por su potencial de generar resistencia (International Symposium on weed and crop resistance to herbicides, España, 1995), lo que sucedió con posterioridad fue distinto a lo predicho. Otra vez, se optó por una sola tecnología. En otras palabras, los científicos calificaban como muy riesgosos de generar resistencia a aquellos herbicidas con gran residualidad, gran espectro de control y alto porcentaje de control (caso de Pivot H®; Scepter® y Classic® entre otros); mientras que en la banda opuesta lo estaban aquellos sin residualidad aunque tuvieran un gran espectro de malezas y buena performance de control (glifosato p.ej.). Ya en la década del 90, diversos autores sostenían que la rotación de cultivos y la de diferente modo de acción de herbicidas eran, entre otras, llaves para abrir nuevos caminos hacia una agricultura sustentable y con fines de evitar casos de resistencia y de tolerancia (weed shifting). En el siguiente gráfico, se puede observar la velocidad con que cada grupo químico genera resistencia a distintas especies cuando utilizados reiteradamente a lo largo de los años:

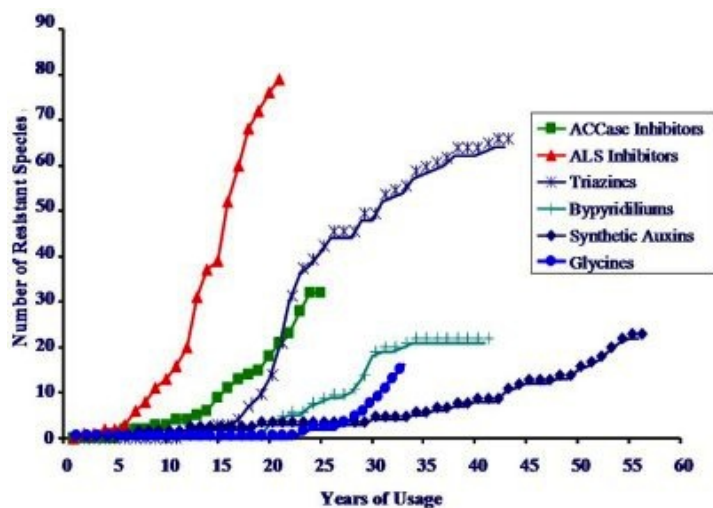


Gráfico N° 2: cantidad de especies que generan resistencia a distintos modos de acción en función del tiempo de reiterado uso. HRAC, web page: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)

Si bien los llamados ALS (Preside ®; Scepter ®; Classic ®), son los que más rápidamente generan resistencia, hay que observar especialmente, que esa familia química estuvo y está desde la década del 80 presente en el mercado; mientras que las “glycinas” (Glifosato) , lo está desde mediados del 90 en soja y maíces RR, y si bien el número de casos es relativamente poco, cobra mucha importancia conocer que las especies involucradas son muy importantes en los cultivos de Argentina, por citar algunas el sorgo de Alepo; gramón; nobón y el rye grass entre otros (Mapa de malezas resistentes: REM, AAPRESID). Dando una mirada global a lo que está ocurriendo los dos siguientes gráficos hablan por si mismos:

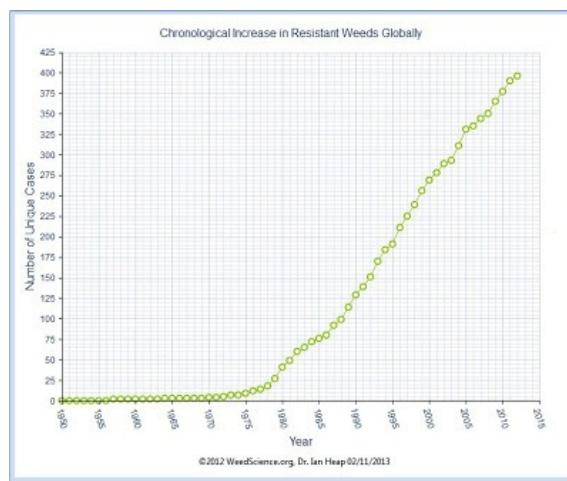


Gráfico N°3: evolución de cantidad de especies resistentes a herbicidas a nivel mundial  
Fuente: Herbicide Resistance Action Committee (web. page). 2013



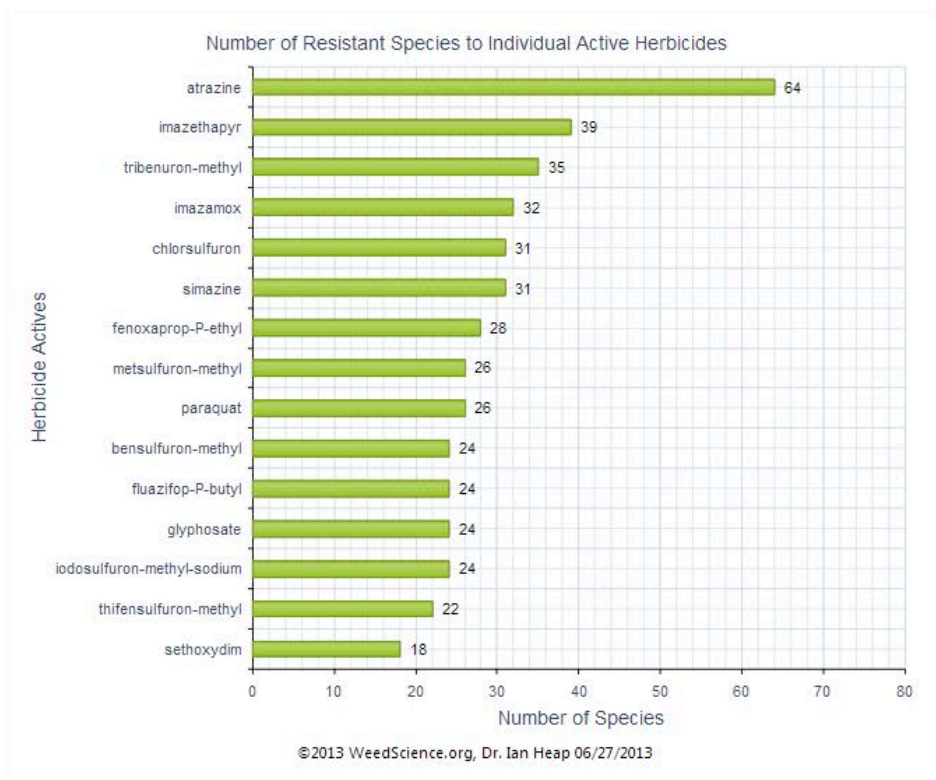


Gráfico N° 4: cantidad de especies resistentes a distintos herbicidas en el mundo. HRAC 2013 [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)

En la actualidad (junio 2014), son **132 los nuevos casos mundialmente declarados** de nuevas tolerancias a herbicidas. En lo que a nuestro país concierne, el HRAC (Herbicide Resistance Action Committee) solamente hay para glifosato ocho especies declaradas (Sorgo de alepo; Rye grass perenne; Gramilla mansa; *Equinocloa*; *Eleusine* y Yuyo colorado) y al menos una (*Amaranthus palmieri*) no declarada en HRAC. Según AAPRESID, REM ha confeccionado una herramienta muy útil en lo que a mapeo de malezas resistentes se refiere. En él existen reportados ocho malezas resistentes a modos de acción diferentes a glifosato (*Amaranthus sp*; *Avena fatua*; *Cynodon hirsutus*; *Echinocloa colona*; *Eleusine indica*; *Lolium sp.*; *Raphanus sativus* y *Sorghum halepense*). Todas estas especies aparecieron desde el 2005.

Es aquí en donde quizá haya que pensar qué pasó, ya que no se pensaba que el glifosato pudiera generar resistencia por los años 90, cuando la soja RR no estaba en los planteos agrícolas del mundo. Si analizamos que en nuestro país, **el régimen de tenencia de las tierras da por mayoría a las mismas en arrendamiento, y suponiendo que los mismos no superan el término de un año**, eso fuerza a que lo único que rote en el campo sea el inquilino, siendo lógico pensar que el mismo opte por el cultivo más rentable que en este caso es la soja. Aunque el lote siga bajo un esquema de siembra directa, voluntaria o involuntariamente se está utilizando glifosato en el barbecho largo, luego en el corto y quizá dos veces en el cultivo. Si ese esquema se repite con los años, y no se deja entrar un trigo con maíz de segunda o ciclos de maíz y soja u otro cultivo según zona como pasturas anuales o perennes y hasta cultivos de cobertura(1), no hay rotación de cultivos ni de

herbicidas, por ende no hay Buenas Prácticas Agrícolas. Se cae en la monocultura e inevitablemente en la presión de selección hacia las malezas.

Este esquema, que ha hecho cambiar el patrón de paisaje de nuestros campos (antes se veía sorgo de Alepo en las orillas de los alambrados, hoy rama negra –foto 4), nos hace pensar que debemos aceptar el cambio y que éste no es ni más ni menos que **un gran desafío**. No sólo hay que concientizarse de los riesgos en que incurrimos al aplicar prácticas simplistas y de corto plazo, sino también que da lugar a pensar si estaremos haciendo bien las cosas a la hora de ceder un campo en alquiler.

Existen numerosos artículos publicados en importantes revistas científicas y presentados en relevantes congresos que avalan el uso racional de ciertas prácticas que evitarían, o en el peor de los casos disminuirían el riesgo de ocurrencia de resistencia o tolerancia, como ser:

- Rotar cultivos
- Rotar modos de acción de herbicidas
- Practicar mezclas de tanque con diferentes modos de acción
- Uso de otras tecnologías transgénicas y no transgénicas combinadas con los herbicidas para los cuales fueron aplicadas.
- Uso racional de labranzas cuando convenga
- Evitar controles “cosméticos” de malezas
- Planificar secuencia de cultivos con herbicidas favoreciendo la no repetición de ambos

Si bien esto es lo más destacable, y tiene validez a nivel global, me atrevo a incluir para el caso particular de Argentina la contemplación de que en los convenios de alquiler **sean pautadas las rotaciones**, tanto de cultivos como de herbicidas de diferente familia química. Otro aspecto a considerar en los contratos es **pautar el costo diferencial de lotes con problemas de resistencia o tolerancia**, ya que hay estudios que indican que el costo de tratamientos con herbicidas para estos casos es sensiblemente superior al de un lote sin problemas. Quizá suene difícil que tanto dueños de campo como inquilinos puedan acordar estas premisas básicas, pero por el bien de nuestros campos, si los períodos de alquiler son tan solo anuales y no plurianuales y no se exigen ciertas prácticas que cuiden nuestro recurso (incluyo aquí la fertilidad y la materia orgánica), estamos dejando nada para nuestros hijos y nietos. Esa bendición que tenemos de disponer de suelos ricos y agua suficiente en varias regiones, la estamos desperdiciando y dejando que malezas tolerantes o resistentes hagan cada vez más compleja la sustentabilidad del sistema.

La **oportunidad** se puede transformar en **propuesta** agregando algunos aspectos a lo técnicamente estudiado y publicado: se trata de que ante un esquema libre de “malezas resistentes o tolerantes”, trabajemos para que no lleguen; y habiéndolos, el desafío es romper el esquema tradicional tanto de manejo como de contratación de campos, con:

- 1) Buenas prácticas de seguimiento de lotes
- 2) Identificación de malezas.
- 3) Planificar los lotes en función de la problemática sin descuidar rentabilidad (rotaciones de cultivos y de herbicidas, uso de genes nuevos insertos en cultivos)

- 4) Reunir voluntades idóneas del ámbito académico; técnico; político; científico y productores afectados para encontrar caminos que impidan, detengan o reviertan el proceso de tolerancia o resistencia.
- 5) Denunciar ante organismos competentes la sospecha de casos de resistencia
- 6) Cuantificar las pérdidas de rendimiento (\$) en casos de baja, mediana o alta resistencia, aparte de la climática o coyuntural.
- 7) Transferir los resultados anteriores al Estado para que se integre a la cooperación con el tema.
- 8) Plantear modelos de contratos de arrendamientos que incluyan el cuidado del recurso suelo y la prevención de casos de resistencia o tolerancia.
- 9) Contemplar costos de alquiler diferenciado en caso de arrendamientos de lotes con problemas de resistencia.
- 10) Registrar y georreferenciar puntualmente los lotes con resistencia a herbicidas, aunando esfuerzos del Estado y de la comunidad agrícola (asociaciones; entidades; técnicos; ingenieros; universidades y productores)
- 11) Capacitar sin generar miedo, sino conciencia del tema.

### Conclusión

Es claro que el uso irracional de cualquier tecnología desemboca en caminos que no siempre son sencillos de sortear. En el caso arriba tratado, es importante remarcar que la oportunidad de crecer en el conocimiento del problema es muy importante desde el punto de vista técnico, pero si a esas herramientas tan valiosas no las acompañamos de otras no estrictamente técnicas como lo son la participación activa del Estado y más cercanamente en el tiempo la formalización de contratos diferenciales de arrendamiento, no saldremos de lo estrictamente académico y desaprovecharemos todo lo bueno que nos da la ciencia, los productores y los colegas que están generando mucha información. Por último destaco que la participación y capacitación en el tema debe involucrar a todos los actores del agro.

Nota: [El uso parcial o total de la información proporcionada no está autorizado](#)

- (1) La Regional Paraná de Aapresid realizó en la pasada campaña un completo ensayo sobre cultivos de cobertura de leguminosas invernales. El ATR de la Regional, Ing. Agr. Daniel Volpe, presentó los resultados obtenidos. La práctica arrojó datos más que alentadores, ya que se logró un importante aporte de materia seca por hectárea (entre 6 y 9000 Kg MS/ha) y una considerable contribución de nitrógeno (entre 145 y 255 kg N/ha), lo que hizo más que rentable la práctica. Y como si esto fuera poco, con el cultivo de cobertura se logró controlar por completo el crecimiento de "rama negra", a diferencia de lo que sucedió en la superficie que quedó sin la presencia de cultivo durante todo el invierno.

\*modo de acción de los herbicidas es la secuencia de eventos que ocurren desde que el mismo entra en contacto con la planta hasta que le provoca algún daño o la muerte (López y Papa, 1989; Pabón, 1990)

\*\* Sitio de acción se refiere al lugar específico dentro de la planta en donde el herbicida la afecta, puede ser un cloroplasto (atrazina); en la síntesis de encimas (inhibidores de AHAS/ALAS: Preside ®, Scepter ®, etc.

### Bibliografía

- AAPRESID – REM 2014 [www.aapresid.org.ar](http://www.aapresid.org.ar)
- David W. Dobb, Terry L. Roberts, De la cantidad a la Calidad: la importancia de los fertilizantes en la alimentación humana, IPNI cono Sur Informaciones agronómicas N° 28 dic 2005.
- De Falcón Faya, L; Papa, J.C. El modo de acción de los herbicidas y su relación con los síntomas de daño. INTA. Febrero 2001
- FADA: Agricultura: entre la sustentabilidad, el Estado y la rentabilidad. Junio 2014
- Fernando García y M.F. Gonzalez Sanjuan. Informaciones agronómicas N° 48, dic 2010, IPNI Cono Sur: Balances de nutrientes en Argentina ¿cómo estamos?¿cómo mejoramos?
- Gressel, J. Molecular biology of weed control. Department of plant Sciences. Weizmann Institute of Science, 2002
- <http://horizonteadigital.com/el-valor-de-la-biologia-de-suelos-y-los-agronegocios-ing-agr-m-sc-santiago-lornzatti/>
- Lorenzatti, Santiago. Maximización de la eficiencia de uso del agua con rotación y manejo nutricional. - Grupo Romagnoli / OKANDU ; Jorge Romagnoli - Grupo Romagnoli; Revista Técnica Especial Agua de Aapresid. 2013
- Morón, Alejandro. Efecto de las rotaciones de cultivos-pasturas sobre la fertilidad de los suelos en ensayos de larga duración del INIA La Estanzuela (1963-2003)
- Retzinger, E.J.; Mallory-Smith, C. Weed Technology, Clasification of Herbicides by Sites of Action for weed resistance management strategies, 1997.
- Shaner, Dale, PhD. The impact of Glyphosate – tolerant crops on the use of other Herbicides and on Resistance Management.
- Shanner, D.L. Studies on mechanisms and genetics of resistance, their contribution to herbicide resistance management. Proc. Brighton Crop Protection Conf, 2:537-545; 1995
- Tuesca, Daniel; Papa, Juan Carlos; y Morichetti Sergio Amaranthus palmeri S. Watson. El desafío de la maleza que debe encontrarnos preparados. INTA 21 agosto, 2013
- [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org) International Survey of Herbicide Resistant Weeds. 2014