



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Santa Fe
Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros

LOS PROBLEMAS ACTUALES DE MALEZAS EN LA REGIÓN SOJERA
NUCLEO ARGENTINA: ORIGEN Y ALTERNATIVAS DE MANEJO

Juan C. Papa. Protección Vegetal. Manejo de Malezas EEA Oliveros del INTA
Daniel Tuesca. Cátedra de Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario. UNR

El Contexto

Desde los albores de la agricultura, el hombre percibió la importancia de la interferencia causada por las malezas sobre los cultivos e invirtió cuantiosos recursos y energía en un esfuerzo denodado para combatirlas.

En las últimas décadas el enfoque alternativo más utilizado para solucionar el problema de las malezas consistió en el uso de herbicidas. Su alta eficacia condujo a la idea de la erradicación de malezas, continuamente renovada por el desarrollo frecuente de nuevos herbicidas y repetidamente frustrada como consecuencia de la compleja realidad del problema. Es así que la difusión masiva de los cultivares de soja tolerantes a glifosato (RR) se sustentó, principalmente, en la factibilidad de controlar malezas fácilmente y a un costo relativamente bajo.

A pesar de la continua generación y sustitución de diversos herbicidas en las últimas dos décadas, no fue posible erradicar a las malezas sino que por el contrario, se seleccionaron genotipos tolerantes y/o resistentes a los principios activos más utilizados.

El desarrollo y uso de los herbicidas fuera de un marco ecológico, quedó circunscrito a un enfoque de corto plazo que considera sólo la eliminación de la competencia, sin tener en cuenta la verdadera escala espacio-temporal en la que se produce el proceso de enmalezamiento (Guglielmini *et al.*, 2003). El empleo de herbicidas se limita entonces a la aplicación rutinaria de un agroquímico, sin considerar aspectos de la biología de las malezas ni su integración en programas de manejo que incluyan otras técnicas de control. Así la importancia de las malezas en la región, parece responder a la consolidación de un modelo productivo basado en escasas (o nulas) rotaciones y en una alta dependencia de un número reducido de herbicidas (Vitta *et al.*, 1999).

La elección de estrategias de reducción o de erradicación de malezas en lugar de optar por estrategias de prevención y contención, se vio favorecida no sólo por factores tecnológicos como la eficacia de los principios activos y la tecnología de aplicación, sino también por factores económicos y socio-culturales como la disminución de los costos relativos, la escala productiva y los actores involucrados en el proceso de producción (Papa *et al.*, 2008). Por otra parte, los cambios en los modelos productivos, como respuesta a las distintas realidades sociales, culturales, económicas, política y tecnológicas, determinan variaciones en las tácticas y estrategias empleadas para el manejo de las malezas y las adaptaciones de las comunidades de malezas a los nuevos

modelos obliga a una permanente reformulación de las tecnologías de control: siembra directa, rotaciones agrícolas, cultivos tolerantes a herbicidas, etc. (Vitta *et al.* 2004).

La Evolución de los Problemas de Malezas y su Manejo

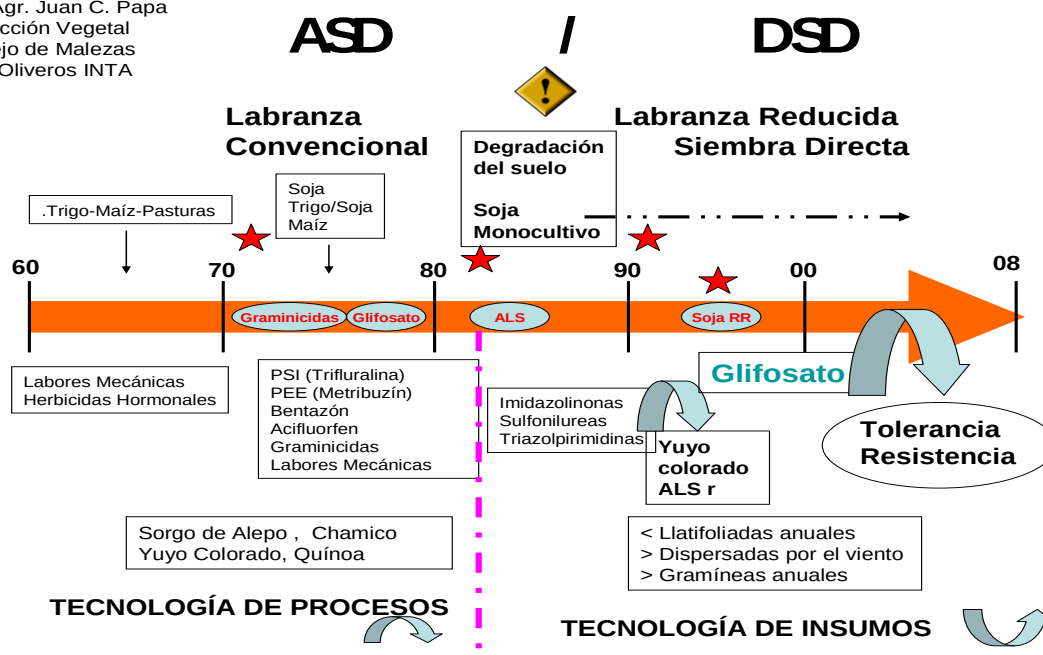
Resulta interesante analizar la línea de tiempo, referida al manejo de malezas, entre el período inmediato previo a la adopción del cultivo de soja y el presente.

En la década del 1960, en lo que actualmente es nuestro núcleo sojero, las producciones predominantes eran trigo, maíz y pasturas con una incidencia relativamente alta de la ganadería; el control de malezas se realizaba empleando unos pocos herbicidas hormonales y labranzas, las que jugaban un rol fundamental en el proceso productivo. En la década del 70, a los cultivos anteriores se les comienza a sumar la soja y se fortalecen las secuencias trigo/soja, soja-trigo/soja o soja-trigo/soja-maíz; con el impulso del peso económico del nuevo cultivo, se introdujeron en el mercado algunos herbicidas selectivos para soja, tales como el metribuzin y a la trifluralina con acción residual o el bentazón, acifluorfen, fluoroglicofen, fomesafen, lactofenm latifolicidas selectivos postemergentes de contacto o el diclofop metil, graminicida postemergente sistémico. En el año 1976 se comienza a comercializar en Argentina el glifosato con la marca comercial de Round Up. Los tratamientos herbicidas de postemergencia se complementaban con escardas posteriores; en ese período se destacaban como malezas problema, entre otras, el yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), la quínoa (*Chenopodium album*), el chamico (*Datura ferox*), el cebollín o coquito (*Cyperus rotundus*) y el sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*), su control era una de las etapas del manejo del cultivo de soja más dificultosas, más costosas, altamente dependiente de los conocimientos y los resultados, no siempre permitían satisfacer las expectativas. En la década de 1980 se produjo una verdadera revolución en materia de herbicidas a través del desarrollo de los herbicidas inhibidores de la acetolactato sintasa o simplemente ALS; esta familia de herbicidas que incluye a las imidazolinonas (imazetapir, imazaquín, imazapir), sulfonilureas (clorimurón-etil, metsulfurón metil, halofulfurón), triazolpirimidinas (diclosulam, cloransulam, flumetsulam) y (pirimidiloxitiobenzoatos pyriithobac-sodium, bispyribac-sodium), caracterizados por poseer alta eficacia, un amplio espectro, adecuada selectividad, poder residual y muy baja toxicidad para animales; si bien no eran económicos, permitieron simplificar significativamente el control de malezas. A partir de la adopción de esta tecnología, se comienza a migrar de un esquema de manejo de malezas basado la aplicación de tecnologías de procesos a uno basado en tecnología de insumos; el abuso de estos herbicidas dio lugar, a comienzo de la década de 1990, a la manifestación del primer caso de resistencia registrado en Argentina que correspondió al yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) resistente a inhibidores de ALS. En esa misma década, consientes de los serios problemas de degradación de suelos como consecuencia del exceso de labranzas, favorecido por relaciones de precios convenientes y por la disponibilidad de herramientas químicas y mecánicas adecuadas y suficientes, comenzaron a afianzarse los métodos conservacionistas, en especial la siembra directa, a la que el cultivo de soja se adaptó muy bien. Se tornó evidente un cambio sustancial en la flora de malezas con un importante incremento en la abundancia relativa de gramíneas y especies con semillas transportadas por el viento y la disminución de latifoliadas (Puricelli y Tuesca, 2005) como por ejemplo el chamico (*Datura ferox*). En 1996 se incorporan al sistema productivo los cultivares de soja tolerantes a glifosato (soja RR) y relacionado con características del herbicida tales como costo relativamente bajo, simplicidad de uso, espectro amplio de control y gran selectividad, la diversidad

de herbicidas utilizados comenzó a reducirse. Esta tecnología, contribuyó a la expansión del cultivo de soja hacia áreas donde en el pasado no era factible, así como a la consolidación del modelo productivo predominante; la presión de selección ejercida por el conjunto de componentes de este modelo favoreció la manifestación de los problemas actuales de malezas caracterizados como **a)** malezas duras o de difícil control o tolerantes a los herbicidas disponibles, en especial a glifosato y **b)** malezas resistentes a herbicidas, en especial a glifosato (Figura 1).

Figura 1: Evolución de los problemas de malezas en el cultivo de soja y su manejo en la región sojera núcleo.

Ing. Agr. Juan C. Papa
Protección Vegetal
Manejo de Malezas
EEA Oliveros INTA



El Modelo Productivo Predominante y los Problemas Actuales de Malezas

En nuestro país durante la campaña 2010/2011 se utilizaron aproximadamente 256 millones de litros de glifosato (equivalente a una formulación L.S. de a sal isopropilamina a una concentración de 360 g.ea l^{-1}); sin embargo la presión de selección hacia especies con cierto grado de tolerancia o aún de resistencia a glifosato no está determinada solamente por la cantidad de glifosato utilizado sino por su patrón de uso y la escasa o nula rotación con otros principios activos así como la falta de integración con métodos de control no químicos.

En general, los agentes responsables de la ejecución del proceso productivo, no tienen una clara idea de los procesos selectivos que dan origen a los problemas actuales de malezas; consideran como “resistente” a cualquier maleza que sobrevive al tratamiento que usualmente realiza, en el estado en el que suelen llegar y con los herbicidas de que disponen o emplean frecuentemente o consiguen con mayor facilidad y frente a fallas en los tratamientos, muy pocos analizan las posibles causas del fracaso.

Esta actitud frente a las malezas, forma parte de un modelo caracterizado por los siguientes factores:

- Ausencia de labranzas (19 mill. has. sin labranza.): malezas adaptadas a condiciones de siembra directa.

- Elevada dependencia del control químico, con predominio del glifosato y uso intenso de muy pocos MO; abuso de herbicidas hormonales e inhibidores de ALS económicos y con alta persistencia: p.e. 2,4D, dicamba, picloram así como clorimurón y metsulfurón. La mayoría de los “nuevos” herbicidas ofrecidos por la industria son inhibidores de ALS.
- Los problemas se tratan de solucionar aplicando exclusivamente herbicidas lo que representa sólo uso de tecnología de insumos.
- Escasez rotaciones con una marcada tendencia al monocultivo de soja (100%RG y Relación Soja /Maíz = 6/1) y escasos cereales de invierno o cultivos de cobertura invernales, con barbechos extremadamente largos entre dos cultivos estivales.
- Monitoreo de malezas ausente o insuficiente durante el barbecho.
- Alta proporción de la superficie agrícola (> 60%) en arrendamiento con contratos de muy corto plazo.
- Ingreso a los lotes e inicio de actividades tardío sobre malezas muy grandes para ser tratadas eficazmente con dosis normales de los herbicidas disponibles
- Sobreestimación de los herbicidas como herramientas
- Subestimación de las malezas como adversidad biótica
- Desconocimiento de las malezas
- Aprendizaje muy lento: se demora demasiado en tomar conciencia y asumir el problema.
- Sensación de autosuficiencia total en el control químico de las malezas (resabio del pasado sencillo y exitoso de la tecnología que combina glifosato/soja RR y se consulta poco y muy tarde al técnico especializado).
- Falta de gestión en manejo de malezas: se trabaja permanentemente sobre la coyuntura, realizando un manejo puramente rutinario basado en la aplicación de “recetas”.
- Priorización de la siembra sobre el control de malezas lo que conduce a la implantación del cultivo sobre malezas vivas sobrevivientes del barbecho previo.
- El horizonte de eventos se limita al lote y a la campaña (escala espacio temporal productiva inconsistente con la de los procesos del enmalezamiento).
- Percepción del sistema productivo como una entidad estática: no se reconoce la naturaleza biológica y dinámica del problema de malezas.
- Modelo pródigo en externalidades que favorecen proliferación de las malezas problemáticas.
- Alta rentabilidad concentrada en el corto plazo.
- Insistencia en solucionar los problemas dentro de los parámetros de este modelo y aplicando los mismos factores que los originaron; esta tendencia se aprecia en los productores pero a ella suele abonar la industria así como algunos técnicos dentro de esta disciplina.
- Escasa voluntad (posibilidad???) de cambio.

El resultado de este modelo es la manifestación de numerosos casos de tolerancia así como de resistencia a glifosato y a otros herbicidas de uso frecuente.

a) Malezas Duras, de Difícil Control o Tolerantes a Herbicidas

En la actualidad, cuando citamos a malezas duras, de difícil control o tolerantes a herbicidas, en gran medida, nos referimos a malezas del barbecho previo, adaptadas al no laboreo y pobremente o no controladas en esa etapa, que prolongan su ciclo en el

cultivo y suman sus efectos negativos a las que emergen con posterioridad a la siembra (Tabla 1).

En un estudio relativamente reciente (Faccini y Puricelli, 2007) analizaron el efecto de distintas dosis de glifosato sobre un gran número de especies presentes en los barbechos de la región pampeana húmeda. Las aplicaciones se realizaron en dos estados fenológicos de la maleza: vegetativo y reproductivo. Los resultados mostraron que de las 31 especies estudiadas, el 58% fue controlado perfectamente con la dosis de uso en ambos estados fenológicos, el 32% mostró un excelente control al estado vegetativo y deficiente al estado reproductivo y sólo un 10% presentó tolerancia al glifosato en ambos estados de desarrollo. Estos datos podrían indicar que muchas de las especies cuyas poblaciones han aumentado en los últimos años y que se mencionan frecuentemente como tolerantes a glifosato no poseen esta característica sino por el contrario existe un error en cuanto a la oportunidad de control u otro factor. Las aplicaciones del herbicida se realizan cuando la mayor parte de la población se encuentra en un estado avanzado de crecimiento y consecuentemente la susceptibilidad al glifosato es menor (Figura 2). Sin embargo aún las especies que demostraron tolerancia al glifosato pueden ser fácilmente controladas con otros principios activos lo que nuevamente pone de manifiesto la importancia de incorporar otros herbicidas en el programa de manejo.

Tabla 1: Algunas de las especies de malezas citadas como tolerantes a glifosato y de difícil control con la tecnología de uso actual

Especie	Nombre común	Familia botánica	Biología
<i>Parietaria debilis</i>	Parietaria, Ocucha	Urticácea	Anual
<i>Petunia axillaris</i>	Petunia, Coroyuyo	Solanácea	Perenne
<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	Verbenácea	Perenne
<i>Verbena bonariensis</i>	Verbena	Verbenácea	Perenne
<i>Hybanthus parviflorus</i>	Violetilla	Violácea	Perenne
<i>Iresine diffusa</i>		Amaranthacea	Perenne
<i>Commelina erecta</i>	Flor de Sta. Lucía	Commelinácea	Perenne
<i>Ipomoea spp.</i>	Bejucos	Convolvulácea	Perenne, algunas anuales
<i>Trifolium repens</i>	Trebol	Leguminosa	Perenne
<i>Oenothera indecora</i>	Flor de la noche	Onagrácea	Anual
<i>Gomphrena perennis</i>	Siempreviva	Amarantácea	Perenne
<i>Viola tricolor</i>	Pensamiento	violácea	Anual

Fuente Tabla 1: Prof. Nora Rodríguez – EEA INTA Manfredi

Figura 2. Situación frecuente donde se observan plantas adultas de *Parietaria debilis* (a) y de *Commelina erectas* (b) en cultivos de soja emergidos.



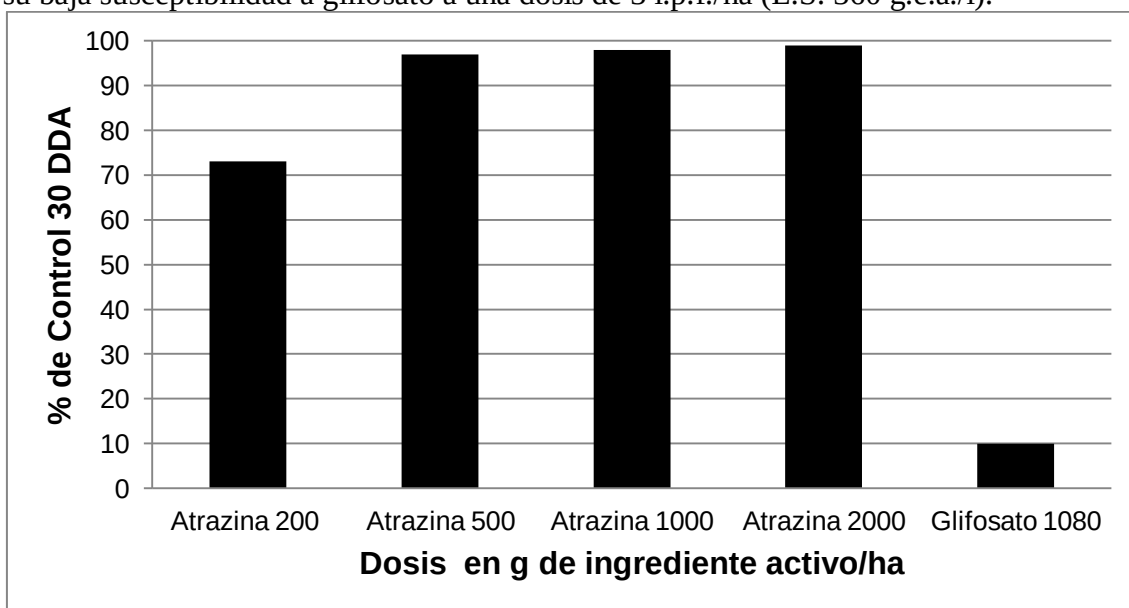
Algunas Malezas con Tolerancia Glifosato y Otros Hericidas

Parietaria debilis (ocucha, yuyito de la pared, yerba fresca, etc.): Es una especie de ciclo otoño-inverno primaveral cuya presencia y abundancia se ha incrementado en los barbechos químicos en lotes con siembra directa. Es sensible a glifosato en los primeros estadios y la susceptibilidad a ese herbicida se reduce a medida que progresa en su ciclo además es tolerante a herbicidas hormonales. Asimismo es intensamente afectada por la competencia de otras especies de malezas o de los cultivos. Si durante la primavera se presentan condiciones de clima húmedo y fresco esta especie puede estar presente en las primeras etapas del cultivo de soja (Figura 3). Es altamente sensible a las triazinas (Figura 4) por lo tanto la inclusión de un herbicida de este grupo (ej. atrazina, metribuzín o prometrina) en el barbecho puede ser una buena opción. La eficacia del glifosato sobre esta maleza mejora significativamente con la adición de algunos coadyuvantes así como con el empleo de formulaciones de alta calidad; también con la adición de algunos herbicidas inhibidores de PPO como flumioxazin, carfentrazone y lactofen (Papa y Carrancio, 2005).

Figura 3: *Parietaria debilis* (Ocuca, yuyo de la pared, yerba fresca).



Figura 4. Grado de control sobre *P. debilis* con distintas dosis de atrazina donde se manifiesta la gran sensibilidad de la maleza a dosis relativamente bajas del herbicida y su baja susceptibilidad a glifosato a una dosis de 3 l.p.f./ha (L.S. 360 g.e.a./l).



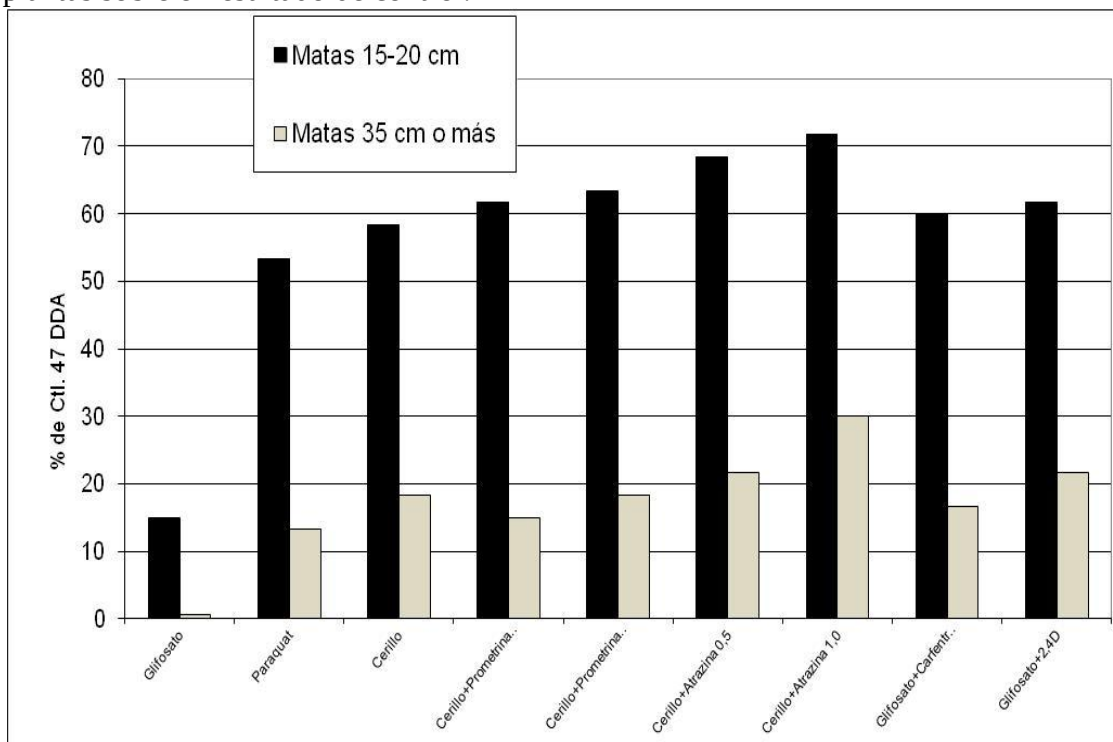
Commelina erecta (Flor de Santa Lucía): Es otra de las especies cuyas poblaciones han aumentado en lotes con siembra directa y que ha manifestado un alto grado de tolerancia a glifosato con un I_{90} de 9 l.p.f./ha (L.S 360 g.e.a./l). Emerge a principios de la primavera, florece en primavera y verano y fructifica en otoño (Figura 5). Es perenne y se propaga tanto por semillas como por rizomas. En general no se dispone, a la fecha, de alternativas químicas prácticas y eficientes para su control durante el cultivo de soja pero sí hay soluciones parciales para el cultivo de maíz como por ejemplo con mesotrione. Previo al cultivo de soja, su control debe encararse necesariamente durante la etapa del barbecho. Una alternativa con la que se han obtenido resultados

experimentales relativamente satisfactorios fue el tratamiento de glifosato en mezcla con 2,4-D. Otra opción es la aplicación de la premezcla comercial de paraquat + diurón o la mezcla de glifosato + carfentrazone o glifosato + flumioxazin con las que se han observado resultados favorables en especial en tratamientos primaverales. En esta especie el tamaño de las plantas en momento de la aplicación del herbicida es de gran importancia. Nisensohn y Tuesca (2001) lograron controles cercanos al 100% sobre plantas de 6 a 9 cm con dosis de 6 l.p.f./ha de glifosato (L.S. 360 g.e.a./l) pero sobre plantas de grandes (35 a 40 cm) esa misma dosis no fue suficiente para lograr un control satisfactorio. En la figura 6 puede apreciarse el resultado de un experimentos realizado en condiciones de campo, donde se evaluaron distintas alternativas de control en un barbecho químico previo al cultivo de soja y se determinó que, independientemente de los tratamientos, las mata de 15 a 20 cm de diámetro fueron significativamente más sensibles a los todos tratamientos evaluados que las matas grandes de 30 a 35 cm de diámetro (Papa y Randazo, 2007)

Figura 5: Cultivo de soja con una alta infestación de *C. erecta* en estado reproductivo



Figura 6. Control de *C. erecta* en porcentaje 47 días después de la aplicación donde se puede apreciar, independientemente del tratamiento, la importancia del tamaño de las plantas sobre el resultado de control.



Los valores seguidos de igual letra, para cada tamaño de maleza, no difieren entre sí según el test de Duncan a un nivel de $P=0,05$. En la totalidad de los tratamientos, las diferencias de control entre tamaños de matas fueron estadísticamente significativas según una prueba de T a un nivel de $P=0,05$.

Viola arvensis (Pensamiento silvestre): Es una especie latifoliada anual o bianual con tallos erectos de 20 a 40 cm de longitud, con hojas alternas, y flores solitarias blancas con el centro amarillo. Los frutos son cápsulas globosas, dehiscentes con alrededor de 60 semillas y entre 35 y 55 frutos por planta. Su ciclo es otoño invierno primaveral y puede estar presente en barbechos previos al cultivo de soja y es citada frecuentemente como una especie de difícil control con las dosis más frecuentes de uso de glifosato (Figura 7). Resultados experimentales mostraron que esta maleza fue eficazmente controlada con dosis estándar de glifosato cuando los tratamientos se realizaron con plantas en estado de roseta pequeña pero no ocurrió así cuando las plantas ramificaron y/o florecieron. Su corto ciclo y las emergencias continuadas tornarían conveniente la complementación del glifosato con herbicidas que aporten residualidad como algunas sulfonilureas y triazolopirimidinas. (Papa y Bruno, 2006). Con plantas de mayor tamaño la adición al glifosato (3,0 l.p.f./ha – LS 360 g.e.a./l) de aceite mineral y sulfato de amonio (1,0 l/100 l y 1,0 kg/100 l respectivamente) mejoró la eficacia respecto al glifosato solo; lo mismo se observó con la adición de algunos herbicidas inhibidores de PPO como flumioxazin o saflufenacil (Papa, datos no publicados).

Figura 7. Ejemplar de *V. arvensis* en floración



Chloris ciliata (Pasto borla): esta es una especie perenne, primavera-estival, cespitosa, erecta de 15 a 50 cm de alto, con numerosos macollos, comprimidos en matas densas; las hojas son lineares con lígulas reducidas a un mechón de pelitos sedosos. Las inflorescencias, sobre cañas floríferas, están formadas por 3 a 6 espigas de 2,5 a 7 cm de longitud en un verticilo apical.

Indudablemente, las gramíneas se han adaptado llamativamente a los sistemas sin labranza y dentro de ellas, algunas especies de clorídeas estarían incrementando su abundancia relativa en lotes agrícolas de la provincia de Santa Fe. Se ha informado de frecuentes fallas de control de malezas de este grupo con glifosato. En este sentido, Puricelli y Faccini (2005) determinaron que *Eustachys retusa* y *Chloris barbata* fueron pobremente controladas con dosis baja o normales de glifosato en estado reproductivo pero fueron altamente susceptibles en estado vegetativo lo que indica que las fallas de control podrían estar asociadas a tratamientos inoportunos. Se ha determinado que una única aplicación de glifosato, independientemente de la dosis, suele ser insuficiente para destruir la totalidad de las yemas de plantas desarrolladas (Figura 8), siendo necesarias aplicaciones secuenciales con dosis normales a partir del inicio de la brotación en primavera y repetidas a cada instancia de rebrote con la finalidad de reducir significativamente el banco de yemas; los graminicidas selectivos postemergentes también fueron eficaces pero no superaron al glifosato (Papa, 2008 a). Las clorídeas no toleran labranzas por lo que en una situación extrema esa puede ser una opción.

Figura 8. Lote con alta infestación de *Ch. ciliata*



Dicliptera tweediana (Ajicillo, justicia, bandera federal): Es una planta herbácea, rizomatosa, perenne, con tallos hexagonales, de 20 cm a 1,0 m de longitud, las hojas son lanceoladas, las flores se disponen en cimas fasciculadas y la corola es de color rojo intenso (Figura 9). Su ciclo es primavera estival y se multiplica sexual o asexualmente. Es capaz de prosperar en una gran diversidad de ambientes. Los datos disponibles permiten considerar a esta especie como sumamente tolerante a glifosato, con valores de I_{50} de 1800 g.ea/ha condición esta medida sobre planta pequeñas y en óptimas condiciones de receptividad, no obstante en ese estado se manifestó sensible a 2,4D a dosis normales de uso (Papa, 2008 b).

Figura 9. Ejemplar de *Dicliptera tweediana* en estado reproductivo



Conyza bonariensis (Rama negra): Es una especie anual que se multiplica por semillas, las cuales germinan principalmente en otoño e invierno, aunque un pequeño porcentaje de las semillas producidas son capaces de germinar en primavera. Su ciclo concluye en primavera-verano. La rama negra es una maleza presente en pasturas, cultivos anuales de invierno, barbechos y cultivos de verano, principalmente soja en sistemas sin labranza (Figura 10). En los últimos años, esta especie se ha presentado en la región pampeana como una maleza importante y de difícil control con la tecnología de uso actual. En la campaña pasada (2008/2009), probablemente favorecida por las condiciones de sequía atípicas, la detección tardía del problema, el empleo de subdosis de herbicida, etc., esta especie fue relativamente abundante y los tratamientos realizados con dosis normales de glifosato a comienzo de primavera, brindaron resultados poco o nada satisfactorios. Trabajos de investigación realizados por investigadores del INTA de Oliveros (Protección Vegetal-Malezas) y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR (Cátedra de Malezas) en estrecha articulación, permitieron detectar que la sensibilidad de rama negra a glifosato estuvo fuertemente condicionada por el tamaño de las plantas. Así individuos relativamente pequeños, en estado de roseta de entre 3 y 8 cm de diámetro fueron satisfactoriamente controladas con dosis normales de glifosato (720 a 1440 g.ea/ha) en tratamientos realizados durante el invierno. Sin embargo esa misma dosis de herbicida aplicada en primavera sobre plantas de rama negra con tallos de 15 a 20 cm de altura no afectó en forma significativa a la maleza la que continuó su ciclo llegando a interferir con cultivos estivales (Figuras 11 y 12). La combinación con herbicidas hormonales (2,4 D o fluroxipir) mejoró el desempeño del glifosato en el corto plazo y la adición de herbicidas residuales (p.e. metusulfurón metil, diclosulma o atrazina) logró lo mismo en un plazo mayor (Tuesca *et al.* 2009). Experiencias recientes sobre plantas de *Conyza*, en estado vegetativo, mostraron que los herbicidas hormonales pueden ser exitosamente sustituidos por inhibidores de PPO tales como carfentrazone, flumioxazin, piraflufen, saflufenacil, oxifluorfen, etc. (Papa *et al.*, 2010)

no obstante estos compuestos exhibieron un pobre desempeño sobre plantas en estado reproductivo (Papa *et al.*, 2010); en este último caso la técnica conocida como “doble golpe” tuvo un desempeño satisfactorio pero debe tenerse en cuenta que éste representa un tratamiento de rescate ya que para ese momento la maleza ya consumió recursos y probablemente ya se reprodujo. Sobre un cultivo de soja implantado, tratamientos con cloransulam en mezcla con glifosato mostraron una eficacia compatible con la supresión del problema y adecuada selectividad.

Esta maleza se caracteriza por ser sumamente agresiva y las pérdidas ocasionadas por su interferencia en soja pueden alcanzar valores del 50% o más (Figura 13), por lo tanto, el manejo adecuado y la oportunidad de los tratamientos es de fundamental importancia. Se debe evitar sembrar sobre malezas vivas, con la idea errónea, de que “luego algo habrá” ya que en estas circunstancias las posibilidades de control químico se restringen significativamente. La rotación de cultivos y la inclusión de gramíneas invernales en la secuencia contribuyen a manejar exitosamente este serio problema.

Figura 10. Ejemplar de *C. bonariensis* en estado de roseta



Foto 11. Ejemplares de *C. bonariensis* en estado reproductivo



Figura 12. Ejemplares de *C. bonariensis* rebrotado luego de un tratamiento fallido



Figura 13. Cultivo de soja con elevada infestación de *C. bonariensis*



Maíz voluntario o guacho (*Zea mays* L.): el maíz voluntario o espontáneo o guacho, tolerante a glifosato, en los últimos años y favorecido por la ausencia de labranzas, se transformó en una auténtica maleza resistente a glifosato, con todas las implicancias que esa categoría conlleva. El maíz voluntario puede tener su origen en cruzamientos espontáneos, pero el más frecuente es la pérdida de granos durante la cosecha y las espigas que caen al suelo, resultantes de plantas quebradas o volcadas; esta última suele ser la situación más compleja de solucionar. Diversos estudios mostraron una correlación positiva entre la adopción de híbridos de maíz resistentes a glifosato y el incremento de casos de maíz espontáneo en cultivos de soja que siguen al maíz en la secuencia, esto indicaría que se está frente a un problema en expansión (Marquardt and Johnson 2008). Si bien, en primera instancia, se pensaba que las plantas de maíz guacho, tenían un efecto meramente cosmético sobre los cultivos, la realidad es que resulta ser altamente competitivo, tanto en cultivos de soja como en maíz, además de dificultar la cosecha y reducir la calidad comercial del producto; Marquardt & Johnson (2008) registraron reducciones significativas en el rendimiento de soja cuando 2 plantas m^{-2} emergieron simultáneamente con el cultivo de soja. La oportunidad de los tratamientos es crítica en la protección de los cultivos (Pedersen, 2008). Afortunadamente el maíz voluntario resistente a glifosato es muy sensible a la mayor parte de los graminicidas selectivos postemergentes inhibidores de ACCasa solos o en mezcla con glifosato (Deen *et al.* 2006). En un experimento efectuado en la EEA Oliveros del INTA (Tabla 2) se midieron pérdidas significativas del orden del 14% a partir de densidades de 1,0 planta de maíz espontáneo cada 2,0 m^2 (Papa, 2012).

Tabla 2: Efecto del maíz voluntario sobre el rendimiento de un cultivo de soja

Densidad de maíz guacho (plantas m ⁻²)	Rendimiento del cultivo de soja (kg ha ⁻¹)	Reducción en el rendimiento (kg ha ⁻¹)	Reducción en el rendimiento (%)
0,0	4423 a	0 d	0 e
0,5	3782 b	641 c	14 d
1,0	3034 c	1389 b	31 c
2,0	2927 c	1496 b	34 bc
4,0	2358 d	2065 a	47 ab
6,0	2030 d	2393 a	54 a

Los valores seguidos de igual letra no difieren entre sí según el test de los Rangos Múltiples de Duncan a un nivel de P=0,05

Las citadas hasta aquí, son sólo algunas de las especies consideradas duras, tolerantes a glifosato o de difícil control que pueden afectar a los cultivos de la región sojera núcleo de Argentina en alguna de sus etapas de ejecución, en realidad, en este sentido, hay una gran diversidad que puede variar con la región e incluye a algunas especies consideradas, al menos en la actualidad, como una auténtica “misión imposible” de controlar con herbicidas tales como *Borreria verticillata* y *Gomphrena perennis* sobre las cuales se está investigando a fin de determinar las alternativas de manejo más apropiadas.

b) Casos de Resistencia a Herbicidas

La resistencia de malezas a herbicidas es una realidad que, a nivel mundial, afecta negativamente la utilidad práctica y económica de numerosos principios activos. Asociado con las características específicas del glifosato, se estimaba una baja probabilidad de que las malezas evolucionaran resistencia a este principio activo glifosato (Jasieniuk, 1995; Bradshaw et al., 1997); no obstante, hoy existen 24 especies con resistencia comprobada (Heap, 2013)

En nuestro país, hasta el año 2005, el único caso de resistencia a un herbicida documentado correspondía a yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) resistente a herbicidas inhibidores de la enzima acetolactato sintasa (ALS) ej. imazetapir, clorimurón etil, flumetsulam (Tuesca y Nisensohn, 2001); en la actualidad se han registrado biotipos de sorgo de Alepo, de raigras anual (*Lolium multiflorum*), raigras perenne (*Lolium perenne*) y capín (*Echinochloa colona*) resistentes a glifosato. Últimamente se detectó una especie de gramón o gramilla mansa *Cynodon hirsutus* resistente a glifosato en la región semiárida de la provincia de Córdoba.

Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) Resistente a Glifosato

El primer caso de sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) resistencia a glifosato se confirmó en el año 2005. Las primeras deficiencias en el control con este herbicida se observaron en las provincias de Salta y Tucumán, sobre cultivos de soja, en el año 2003 e inicialmente fueron atribuidas a errores de aplicación, condiciones ambientales

adversas, plantas poco receptivas y empleo de formulaciones de mala calidad. Experimentos realizados posteriormente corroboraron la resistencia a ese principio activo (De la Vega *et al.*, 2006; Vila-Aiub, *et al.*, 2007). Investigaciones recientes permiten asegurar que el número de biotipos de sorgo de Alepo resistente a glifosato está aumentando y el área de distribución de los mismos incluye la región sojera núcleo.

Resulta interesante considerar un escenario donde el glifosato ya no sea útil para el control de sorgo de Alepo en el cultivo de soja. En esa situación debería recurrirse, por ejemplo, a un graminicida selectivo postemergente como el haloxifop R metil más aceite agrícola y asumiendo la necesidad de realizar al menos 2 tratamientos anuales, uno en primavera previo a la siembra del cultivo y uno en postemergencia, el costo adicional podría alcanzar U\$S 31,2 por hectárea y por año sin considerar los costos de aplicación (Papa *et al.*, 2008).

En la Cátedra de Malezas de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR) y en el INTA de Oliveros se evaluó el comportamiento de biotipos de esta especie provenientes del sur de la Provincia de Santa Fe y del este de la Provincia de Córdoba. En ensayos realizados comparando estos biotipos con otros susceptibles, se determinó un grado relativamente alto de resistencia a glifosato (Figuras 14 y 15). De los resultados obtenidos se puede afirmar que los biotipos analizados en han evolucionado resistencia a glifosato. Las historias de manejo en el mediano y corto plazo de los lotes donde se recolectaron estos biotipos no permiten inferir una fuerte presión de selección como único factor involucrado en la manifestación de este problema. Debería analizarse la posible introducción de genotipos resistentes desde otras regiones (Tuesca *et al.* 2008). Resultados experimentales preliminares indican una reducción en la absorción foliar y en la traslocación de glifosato en planta como mecanismo fisiológico primario que confiere resistencia a glifosato en numerosas poblaciones de sorgo de Alepo (Vila-Aiub *et al.* 2008).

Figura 14: Biomasa (expresada como % del testigo sin aplicación) de biotipos de sorgo de Alepo en respuesta a dosis crecientes de glifosato. (Tuesca y Nisensohn UNR, 2008)

(●) Zavalla (susceptible)

(○) El Trébol (resistente)

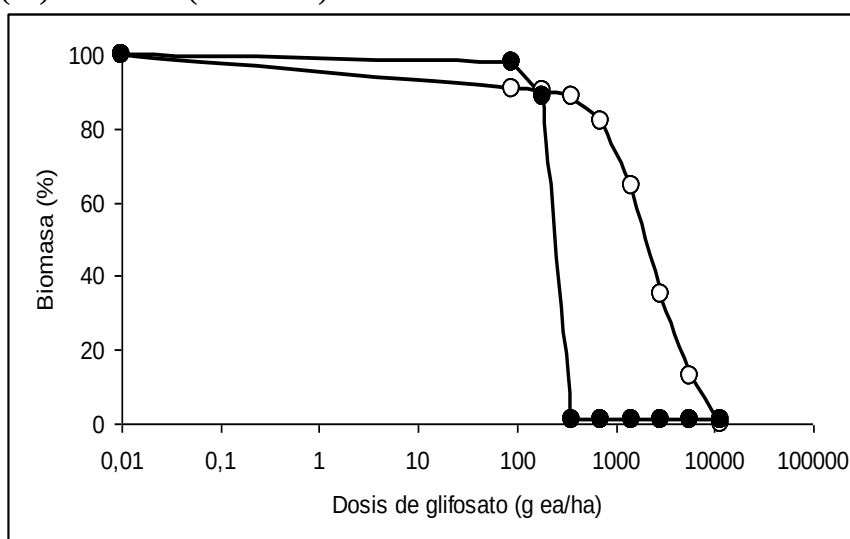
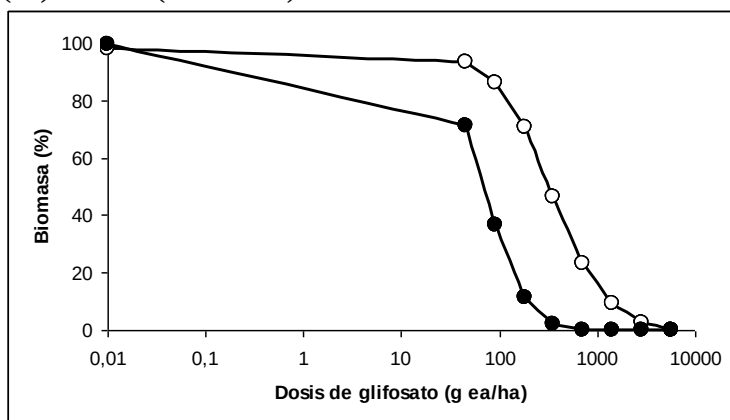


Figura 15: Biomasa (expresada como % del testigo sin aplicación) de biotipos de sorgo de Alepo en respuesta a dosis crecientes de glifosato.

(●) Oliveros (susceptible)

(○) Etruria (resistente)



En un experimento realizado en condiciones de campo sobre el biotipo de Etruria (Provincia de Córdoba) el impacto logrado con dosis normales de uso fue relativamente bajo no obstante tal población fue susceptible a los graminicidas haloxifop R metil y cletodim con modos de acción diferentes al glifosato, los que brindaron controles estadísticamente similares entre sí y respecto a la dosis más elevada de glifosato. Recientemente se han detectado poblaciones de sorgo de Alepo resistentes a glifosato en el nor-este de la provincia de Buenos Aires. El hecho de que los graminicidas se manifiesten eficaces los constituye en herramientas fundamentales y primer línea de ataque para el manejo de este problema, no obstante su uso debe ser prudente y debe combinarse y/o alternarse con herbicidas con otros modos de acción y con métodos de control no químicos a fin de evitar que evolucione resistencia a ellos (Papa *et al.* 2008). Experiencias realizadas en el NOA permitieron verificar la eficacia sobre el sorgo de Alepo resistente a glifosato de otros herbicidas como nicosulfurón, imazetapir, MSMA, etc. (Olea, 2007; Rodríguez, 2007). (Papa y Tuesca, 2008).

Capín o Pasto Colorado (*Echinochloa colona*) Resistente a Glifosato

Echinochloa colona : Si bien tiene valor como forraje de especies domésticas y silvestres, es una importante maleza de numerosos cultivos estivales. En nuestro país es conocida vulgarmente como capín, arroz silvestre, grama pintada o pasto colorado (Figura 16). Las inflorescencias son panojas lineares, erectas, de 2 a 15 cm de longitud con 5 a 15 racimos laterales breves 1-2 cm de longitud de color verdoso o púrpura.

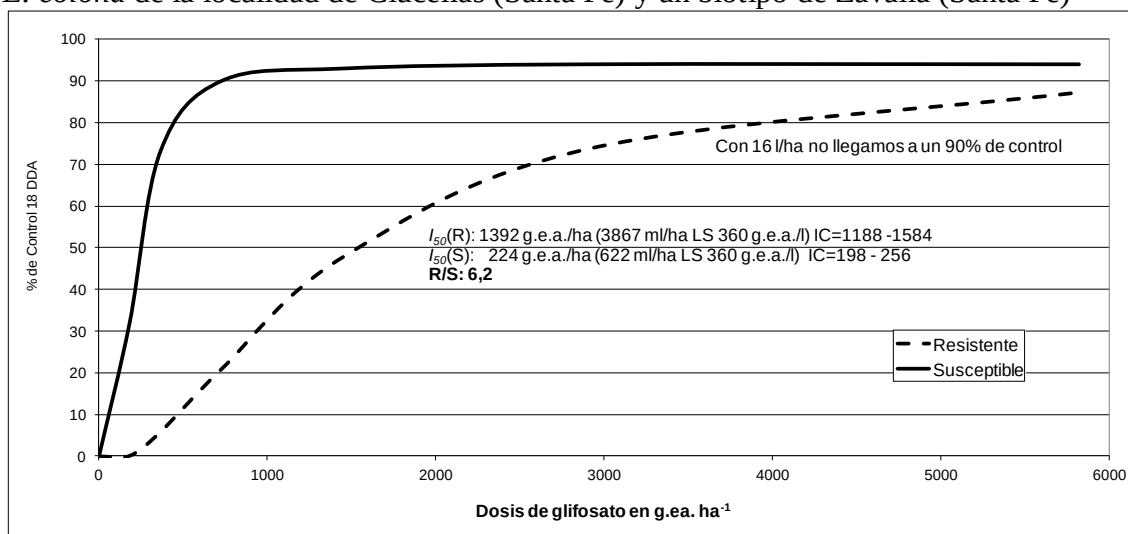
Figura 16. Plantas de *E. colona* en estado vegetativo



En el centro geográfico de la provincia de Santa Fe, a partir de la campaña 2005/2006 se informó sobre algunos casos de poblaciones de capín con baja susceptibilidad a glifosato aplicado en dosis estándar de 720 a 1080 g.e.a./ha (2 a 3 l/ha de glifosato L.S. 360 g.e.a./litro); estos casos, en general, se registraron en lotes con más de 5 años de monocultivo de soja y con glifosato como herbicida principal, no obstante también se detectó este problema en lotes agrícolas con rotación de cultivos. Relevamientos realizados permitieron individualizar alrededor de 10 focos, con un área de dispersión de 950 km² y un área afectada de aproximadamente 90 has. El centro de esta área está ubicado aproximadamente en la intersección de la ruta nacional N° 34 con la ruta provincial N° 19. También se ha informado de casos sospechosos en Armstrong (Santa Fe), Cruz Alta (Córdoba) los que actualmente estamos estudiando, así como casos verificados en las provincias de Santiago del Estero y Tucumán.

Experimentos realizados en el centro de Santa Fe, sobre plantas en condiciones óptimas de receptividad del tratamiento herbicida, permitieron determinar la presencia de poblaciones con valores de I_{50} de entre 612 a 1392 g.ea ha⁻¹. La relación de estos valores con los correspondientes a una curva patrón confeccionada a partir de un biotipo sensible de Zavalla (Tuesca 2009, comunicación personal) permitió estimar un índice de resistencia a glifosato (R/S) que osciló entre 2,7 y 6,2 (Figura 17). Estos valores calificarían a estos biotipos de resistentes a glifosato, considerando que la dosis recomendada para el control total de esta maleza es de 720 a 1080 g.e.a./ha.

Figura 17: Curvas de dosis-respuesta a glifosato de un biotipo de *E. colona* de la localidad de Clucellas (Santa Fe) y un biotipo de Zavalla (Santa Fe)

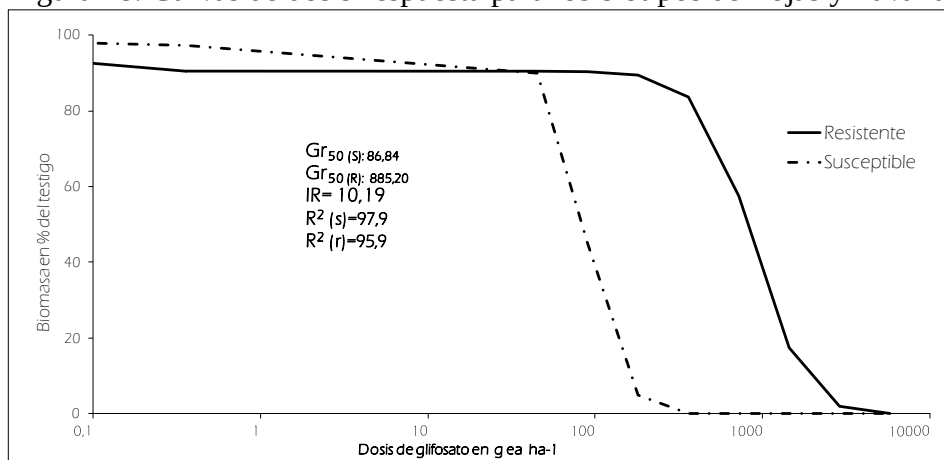


Entre los herbicidas con modo de acción diferente a glifosato, cuyos espectros de acción incluyen a *E. colona* podemos citar a imazetapir, a los graminicidas selectivos postemergentes (haloxifop R metil; quizalofop P tefuril, etc.); al pendimetalin, clomazone, acetoclor, etc.

Raigrás anual (*Lolium multiflorum*) Resistente a Glifosato: el raigrás anual, es una gramínea originaria de Europa, adventicia en América, naturalizada en toda la región pampeana argentina (Marzocca, 1976). Suele interferir con los barbechos así como con cultivos invernales, en especial de cereales. En el SO de Buenos Aires, se ha transformado en una de las principales malezas (Catullo, 1982; Istilart, 1991; Scursoni, 1994).

En las últimas 3 campañas agrícolas, los especialistas en malezas de INTA y universidades, dentro de la región sojera núcleo, recibieron numerosas consultas referidas a la falta de control de plantas de raigrás anual (*L. multiflorum*) tratadas con glifosato a dosis normales de uso, del orden de 720 a 1080 g.ea. ha⁻¹; este hecho, sumado a la detección de biotipos de esa maleza resistentes a glifosato en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Vigna *et al.*, 2008), así como los antecedentes en el mismo sentido en países limítrofes como Chile (Perez y Kogan 2003; Espinoza, *et al.* 2005) y Brasil (Galli *et al.*, 2005) motivaron la realización de diversos trabajos que permitieron corroborar la existencia de este problema en la región sojera núcleo de Argentina midiéndose en un biotipo de Rojas (Pcia. de Buenos Aires) un índice de resistencia del orden de 10,0 (Figura 18) (Papa *et al.* 2012).

Figura 18. Curvas de dosis-respuesta para los biotipos de Rojas y Zavalla



Consideraciones Finales

En los últimos años ha habido una sobrestimación del potencial de la tecnología asociada al uso de glifosato, agravado por el desconocimiento, subutilización o indisponibilidad de otros herbicidas y por la falta de aplicación de otros métodos de control. Se considera que puede prescindirse de información respecto al tipo de especies a controlar, su competitividad, la dinámica de su emergencia, el momento de aplicación y la dosis a utilizar. Esto generó un empleo rutinario de este herbicida aumentado así la presión de selección hacia especies de malezas con alto nivel de tolerancia o aún de resistencia a este principio activo. Estos procesos selectivos obligan la aplicación de sucesivos refinamientos de la tecnología de control de malezas (ej. uso de mezclas de herbicidas, manejo de dosis y momentos de aplicación). Tales refinamientos, en algunos casos, resultan en un grado de complejidad similar al que existía en el período previo a la introducción de la tecnología asociada con el uso intensivo de glifosato (Vitta et. al. 1999). En nuestro país la producción de cultivos extensivos es muy dependiente del control químico de malezas; por ello y debido a las ventajas del glifosato es altamente probable que este principio activo continúe utilizándose en forma masiva. Sería deseable promover su empleo en forma racional teniendo en cuenta los peligros potenciales respecto a la aparición de tolerancia y resistencia prolongando así su uso en el tiempo (Papa y Tuesca 2008).

Existe una idea errónea y generalizada que los problemas de malezas van a ser “mágicamente” resueltos por herbicidas con nuevos modos de acción, superadores del glifosato, que “están a punto de salir al mercado” y que permitirán continuar con el modelo productivo actual predominante. En realidad la revolución en materia de herbicidas ya ocurrió entre las décadas de 1970 y 1980 y la magnitud de esa revolución fue tal que sus efectos aún se perciben a través de la introducción en el mercado de variantes en forma de nuevas formulaciones o mezclas comerciales o incluso de moléculas de reciente introducción pero con modos de acción básicamente similares a los principios activos tradicionales. Los avances que se vislumbran en materia de control de malezas posiblemente provendrán del mejoramiento genético y de la biotecnología así como del desarrollo de métodos no químicos los que, de adoptarse y aplicarse en forma racional, armónica y equilibrada incrementarán la diversidad relativa del agroecosistema y por lo tanto su estabilidad y sustentabilidad contribuyendo así a morigerar la manifestación de los problemas aquí enunciados y esto, sin dudas, favorecerá al sistema productivo agrícola y al cultivo de soja.

BIBLIOGRAFÍA

BEDMAR F., EYHERABIDE J.J. y E. SATORRE. 2000. Bases para manejo del maíz, el girasol y la soja. Capítulo 10. En F. Andrade y V. Sadras (ed.). Prod. Gráficas Sirio. Balcarce, Bs. As., Argentina.

BRADSHAW, L.D.; PADGETTE, S.R.; KIMBALL, S.L. y WELLS, B.H., 1997. Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technology*, 11:189-198.

DE LA VEGA, M.H.; FADDA, D.; ALONSO, A.; ARGANARAZ, M; SÁNCHEZ LORIA, J.Y. y GARCÍA, A., 2006. Curvas dose-resposta em duas populações de *Sorghum halepense* ao herbicida glyphosate no norte Argentino. Resumos do XXV Congresso Brasileiro da Ciencia das plantas Daninhas. Brasília, Brasil. 4 p.

FACCINI, D. y PURICELLI, E., 2007. Efficacy of herbicide, dose and plant stage on weeds present in fallow. *Agriscientia*, XXIV (1): 29-35.

GUGLIELMINI, A.; BATLLA, D. y BENECH ARNOLD, R., 2003. Bases para el control y manejo de malezas. Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía, 581-614. UBA (ed.).

HEAP, I., 2011. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Available: <http://www.weedscience.org/Summary/UspeciesMOA.asp?lstMOAID=12&FmHRACGroup=Go>

JASIENIUK, M., 1995. Constraints on the evolution of glyphosate resistance in weeds. *Resist. Pest. Manag. News* 7:31-32.

NISENSOHN, L. y TUESCA, D., 2001. Especies de Malezas asociadas al nuevo modelo productivo de la región: *Commelina erecta*. *Revista Agromensajes*. Fac Cs. Agrarias, UNR, 5:10-11.

OLEA, I.; VINCIGUERRA, H. y SABATÉ, S., 2007. Sorgo de Alepo resistente a glifosato. Avances para su manejo en el cultivo de soja en el NOA. Disponible en Internet: http://www.eeaoc.org.ar/informes/SARG_avances_sojaNOA.pdf

PAPA, J.C. y CARRANCIO, L. 2005. Experiencias de control de Ocucha (*Parietaria debilis*). Para mejorar la producción. *EEA Oliveros del INTA*. 30:153-157.

PAPA, J.C. y BRUNO, M.E. 2006. Control de Pensamiento Silvestre (*Viola arvensis*) en barbecho químico previo a un cultivo de soja. Soja-Para mejorar la producción. *EEA Oliveros del INTA*. 33:54-57.

PAPA, J.C. y RANDAZO, P. 2007. Flor de Santa Lucía (*Commelina erecta*) en Barbecho . Algunas alternativas para su control. Soja – Para mejorar la producción. *EEA Oliveros del INTA*. 36:79-81.

PAPA, J.C.; TUESCA, D.H. y NISENSOHN L.A. 2008. El sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) resistente a glifosato en Argentina. Actas Seminario Internacional “Viabilidad del Glifosato en Sistemas Productivos Sustentables”. Serie de Actividades de Difusión. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay. 554:49-53.

PAPA, J.C. 2008 (a) Experiencia de control de Pasto Borla (*Chloris ciliata*) en un sistema sin labranza. Soja - Para mejorar la producción. EEA Oliveros del INTA. 39:95-97.

PAPA, J.C. 2008 (b) Determinación de la eficacia de diferentes herbicidas para el control de *Dicliptera tweediana*. Soja-Para mejorar la producción. EEA Oliveros del INTA. 39:92-94.

PAPA, J.C.; TUESCA, D.H. y NISENSOHN L.A. 2008 (c) El sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) resistente a glifosato en Argentina. Actas Seminario Internacional “Viabilidad del Glifosato en Sistemas Productivos Sustentables”. Serie de Actividades de Difusión. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay. 554:49-53

PAPA, J.C.; TUESCA, D. y NISENSOHN L. 2010. Eficacia de herbicidas inhibidores de protoporfirinogen IX oxidasa para el control de rama negra (*Conyza bonariensis*) Soja - Para mejorar la producción. N° 45. Pp. 85-89.

PAPA, J.C.; TUESCA, D.; PONSÁ, J.C. y PICAPIETRA, G. 2012. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Actas p. 227 y versión digital.

PURICELLI, E. y FACCINI, D. 2005. Control de *Eustachys retusa* y *Chloris barbata* con glifosato. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) 78:122-123.

PURICELLI, E. y TUESCA, D. 2005 Riqueza y diversidad de malezas en trigo y barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. Agriscientia, 22:69-78.
RODRÍGUEZ, N. 2002. Malezas con grado de tolerancia a glifosato. (Identificación). http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/docprodveg/malezas/malezas_n.pdf

TUESCA, D. y NISENSOHN, L., 2001. Resistencia de *Amaranthus quitensis* H.B.K. a imazetapir y clorimurón-etil. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 36 (4): 601-606.

TUESCA, D.; NISENSOHN, L. y PAPA, J.C. 2008. Resistencia a Glifosato en Biotipos de Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) de la Región Sojera Núcleo de Argentina. Actas XXVI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Ouro Preto (MG) Brasil.

TUESCA, D.; NISENSOHN L.; PAPA, J.C. y PRIETO, G. 2009. Alerta Rama Negra (*Conyza bonariensis*). Maleza problema en barbechos químicos y en cultivos estivales http://www.inta.gov.ar/actual/alert/09/rama_negra_barbechos.pdf.

TUESCA, D. 2010. Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra de Malezas. Comunicación personal.

VILA-AIUB, M.; BALBI, M.; GUNDEL, P.; GHERSA, C. and POWLES, S., 2007. Evolution of Glyphosate-Resistant Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in Glyphosate-Resistant Soybean. Weed Science, 55:566-571.

VILA-AIUB, M.; BALBI, C.; GUNDEL, P.; QUIN YU and POWLES, S. 2008. Ecophysiological studies on glyphosate resistant *Sorghum halepense* (Johnsongrass) Actas Seminario Internacional “Viabilidad del Glifosato en Sistemas Productivos

Sustentables". Serie de Actividades de Difusión. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay. 554:49-53.

VITTA, J.; FACCINI, D.; NISENSOHN, L.; PURICELLI, E.; TUESCA, D. y LEGUIZAMÓN E., 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina: Situación actual y perspectivas. Cátedra de Malezas-Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.R. Editada por Dow AgroSciences Argentina, S.A. - 47

VITTA, J.; TUESCA, D. and PURICELLI, E. 2004 Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina, Agriculture, Ecosystems & Environments. 103: 621-624.