

Evaluación de diferentes estrategias de uso de herbicidas para contribuir al
manejo sustentable de malezas

*Trabajo final presentado para optar al título de
Especialista en Cultivos de Granos*

Miguel Ángel Santangelo
Ingeniero Agrónomo - UNNOBA - 2014

Lugar de trabajo: Pergamino



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires



TUTOR/ES

Tutor

Maria Luz Zapiola

Ingeniera en Producción Agropecuaria (Universidad Católica Argentina)
Master of Science (Oregon State University)
Philosophy Doctor (Oregon State University)

JURADO DE TRABAJO FINAL

Jurado

Acciaresi Horacio Abel

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de La Plata)
Dr. (MSci) en Ciencias Naturales (Universidad Nacional de La Plata)

Jurado

Scursoni Julio Alejandro

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)
Dr. (MSci) en Ciencias Agropecuarias (Universidad de Buenos Aires)

Fecha de defensa del Trabajo Final: 11 de febrero de 2021

Introducción y antecedentes

Las malezas son una de las adversidades que afectan la producción de los cultivos. Satorre y de La Fuente (2016) definen como maleza a aquel genotipo, población o especie vegetal que por su distribución o abundancia interfiere en tiempo y espacio con las actividades humanas, generando efectos negativos en forma directa o indirecta. Dependiendo de la especie, la densidad de plantas presentes y el cultivo, las pérdidas de rendimiento causadas por las malezas pueden superar el 50% (Ponsa y Picapietra 2015 a y b). Con el objetivo de alcanzar rendimientos elevados, mantener la calidad de la producción y la sustentabilidad del sistema productivo es necesario establecer un apropiado sistema de manejo de malezas.

Los herbicidas sintéticos (por ejemplo 2,4-D y MCPA) fueron desarrollados durante la segunda guerra mundial y comercializados por primera vez en 1944 (HRAC Argentina, 2015). Estos herbicidas facilitaron el control de malezas por las décadas siguientes, donde algunas especies fueron controladas eficazmente y otras lograron evolucionar, adaptarse y sobrevivir a estas aplicaciones. En la década del 60, en la región pampeana argentina, las malezas más frecuentes eran *Amaranthus* sp. L., *Chenopodium album* L., *Echinochloa* sp. P. Beauv., *Datura ferox* auct non L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (León y Suero, 1962).

En el año 1974 comenzó a comercializarse el glifosato, el cual se caracteriza por ser un herbicida de barbecho, de amplio espectro, sin residualidad y altamente eficaz para el control de malezas (Duke y Powles, 2008). En las décadas siguientes, llegaron al mercado nuevos herbicidas que actúan sobre diferentes sitios de acción. En búsqueda de eficacia de control, el productor agropecuario incorporó estos herbicidas, los utilizó y combinó en su estrategia de manejo de malezas. El sistema de siembra predominante era bajo labranza convencional, donde la remoción del suelo contribuía al control mecánico de malezas.

En 1996, se empezaron a comercializar en Argentina las primeras variedades de soja transgénica tolerante a glifosato (RG). Años más tarde, se incluyó la tecnología RG en cultivos de algodón y maíz. Esta tecnología se caracteriza por permitir la aplicación de glifosato, no solo durante el barbecho, sino también en postemergencia del cultivo. En pocos años, la soja RG alcanzó alrededor del 99% del área sembrada y el maíz RG, en tan solo dos años de estar en el mercado, ocupó el 70% del área sembrada con este cultivo (Brookes y Barfoot, 2016; Trigo, 2016). Los cultivos RG se complementaron muy bien con el sistema de siembra directa, que estaba en desarrollo, pero el control mecánico de malezas fue saliendo de la ecuación del manejo de malezas.

Con la implementación de estas nuevas tecnologías, el manejo de malezas dejó de ser una tecnología de procesos, sustentada en el conocimiento de su dinámica poblacional, para pasar a ser una tecnología basada en insumos. Se reemplazó el concepto de manejo de malezas por el de control de las mismas (Puricelli y Tuesca, 1997). Con el objetivo de eliminar la competencia, el control de malezas se realizó con la utilización de herbicidas fuera de un marco ecológico, sin considerar la relación tiempo-espacio en la que se produce el enmalezamiento (Guglielmini et al. 2003). Este era un enfoque muy frecuente en 2013, año en que se realizó la planificación de este trabajo.

Como consecuencia del sistema utilizado, el espectro de malezas sufrió severos cambios y proliferaron malezas resistentes y tolerantes. Metzler et al. (2013), indicaron que la aplicación sucesiva y constante de herbicidas, sumado a la falta de consideración de las características de las malezas y el ambiente, además de no erradicar la problemática, trajo aparejado otros problemas más complejos, como el establecimiento y la proliferación de malezas tolerantes y resistentes.

Según la Weed Science Society of America (2020), la resistencia a los herbicidas es la habilidad heredable de una planta de sobrevivir y reproducirse luego de la aplicación de una dosis de herbicida que normalmente sería letal para su especie de forma silvestre. Por otro lado, define a la tolerancia como la habilidad heredada de una especie para sobrevivir y reproducirse después de un tratamiento con un herbicida, al cual sobrevive de forma natural.

Año tras año la situación de malezas fue complejizándose en las diferentes regiones. Si bien en 1995, se había confirmado en Argentina la resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS en poblaciones de *Amaranthus hybridus* L. (Nisensohn y Tiesca, 2001), estas poblaciones resistentes no generaron grandes inconvenientes debido a la aparición del sistema RG. En 2005, también en Argentina, se confirmó la resistencia de poblaciones de *Sorghum halepense* a glifosato (Papa et al. 2008). A diferencia del caso de *A. hybridus*, este evento marcó un hito a partir del cual comenzaron a identificarse nuevas resistencias a distintos herbicidas y en otras especies de manera más frecuente.

En 2018, Acciaresi y colaboradores realizaron un relevamiento de malezas tolerantes y resistentes en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. El estudio indicó que en época primavera-estival *Conyza* sp. (L.) Cronquist se encontraba en el 100% de los lotes censados, *Echinochloa colona* (L.) Link, en el 98% y *Amaranthus hybridus* en el 87% de los mismos (Acciaresi et al. 2018). Con menor frecuencia se registraban biotipos de *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Sorghum halepense* y *Zea mays* L., como maleza del cultivo de soja.

La rápida difusión de especies tolerantes y poblaciones resistentes dificulta, y en algunos casos limita, la producción de cultivos extensivos, impactando directa o indirectamente en los rendimientos alcanzados y en la calidad de la producción. Actualmente, la inversión necesaria para controlar malezas de manera eficaz es sustancialmente superior a la requerida durante los primeros años de la implementación del sistema RG. Según Palau et al. (2018), el costo de producción de base para un cultivo de soja en la región núcleo es de U\$S 143/ha. En casos donde haya malezas resistentes es necesario invertir de manera adicional un promedio de U\$S 66/ha, representando un incremento del 46% en el costo de producción.

En 2013, la permanente aparición de nuevas resistencias y la propagación de especies tolerantes puso en evidencia dos cuestiones importantes: por un lado, la necesidad de incluir en el sistema de manejo a otros herbicidas adicionales y, por otro, la falta de práctica o conocimiento de cómo manejar esta problemática. La simplificación en el control de malezas llevó a que se perdiera el enfoque más sistémico de identificación de malezas en estadios tempranos, el conocimiento de los distintos herbicidas disponibles,

sus espectros de control y los momentos óptimos de aplicación, así como el arte de combinarlos eficientemente.

Según Fischer (2013), el manejo de la resistencia es una tarea a largo plazo que implica mantener un registro de las técnicas de control que se han empleado como base para la acción futura. Fischer (2013), Scursoni y Vila Aiub (2016) sugieren la utilización y el alternado de herbicidas que actúen sobre diferentes sitios de acción para reducir la presión de selección de biotipos resistentes. La investigación y la correcta implementación de sistemas de manejo de malezas permiten conservar a los herbicidas como herramientas útiles en el futuro. La implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA), combinando métodos químicos, mecánicos, culturales y biotecnológicos, es clave para un manejo de malezas eficaz y sustentable.

Frente a este escenario, entidades públicas y privadas trabajan en la búsqueda de estrategias adecuadas para el manejo de malezas. Cuando más diverso y holístico sea el enfoque del sistema de manejo de malezas, mayores serán las probabilidades de éxito.

Objetivo general

Evaluar, a nivel regional, la eficacia de diferentes estrategias de combinaciones de herbicidas aplicados en otoño y en presiembrado del cultivo de soja para contribuir al manejo sustentable de malezas en distintas localidades del norte de la provincia de Buenos Aires, sudeste de Córdoba y sur de Santa Fe.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el espectro de malezas presentes en las localidades incluidas en el estudio.
2. Evaluar si el agregado de herbicidas residuales en otoño incrementa la eficacia de control de malezas durante el periodo de barbecho.
3. Evaluar si el agregado de herbicidas residuales en presiembrado de soja incrementa la eficacia de control de malezas durante el cultivo.
4. Evaluar si el agregado de herbicidas residuales en otoño incrementa la eficacia de control de malezas de los tratamientos de presiembrado de soja.
5. Evaluar el impacto de los tratamientos sobre el rendimiento del cultivo de soja.
6. Analizar el potencial de los tratamientos más eficaces de este ensayo en cuanto a su contribución a la prevención y manejo de la resistencia.

Materiales y métodos

Durante la campaña 2013-2014 se llevó a cabo un ensayo a campo en 47 localidades distribuidas en el norte de la provincia de Buenos Aires, sudeste de Córdoba y sur de Santa Fe (Figura 1). Cada experimento fue llevado adelante por lo que era, en ese

momento, el equipo de Desarrollo Tecnológico de Monsanto Argentina S.A. (hoy Bayer CropScience) y los Centros de Servicio vinculados. Cada localidad se consideró como una repetición.

Las localidades de la provincia de Buenos Aires fueron: 25 de mayo, 9 de julio, Alberti, Bolivar, Bragado, Capitán Sarmiento, Carmen de Areco, Chacabuco, Chivilcoy (x2), General Arenales, General Pinto, General Viamonte, General Villegas, Gironde, Junín (x4), Lincoln, Lobos, Navarro, Pehuajó, Pergamino (x2), Rojas, Salto, San Antonio de Areco y San Nicolás.

En la provincia de Córdoba, los experimentos se realizaron en Cavanagh, General Roca (x3) y Marcos Juárez (x2) y en la provincia de Santa Fé, en Armstrong, Departamento de Castellanos (x2), Departamento de Constitución (x3), Departamento de General López (x4), Murphy y Venado Tuerto.



Figura 1. Mapa de las localidades donde se realizaron los experimentos.

Todas las localidades están ubicadas en la pampa húmeda argentina. La mayor parte de las localidades presentan suelos del orden Molisol, aunque también existen algunos alfisoles al sur de la región (Figuras 16, 17 y 18 del anexo).

Los lotes donde se llevó a cabo el experimento tuvieron maíz como cultivo antecesor y luego se sembraron con soja. La variedad de soja utilizada fue la elegida por el productor para ese lote y momento de siembra. Todos los lotes estaban manejados bajo el sistema de siembra directa.

Diseño del ensayo y tratamientos

Momentos de aplicación:

En postcosecha de maíz se realizó la aplicación de otoño (BQL) y en presiembra del cultivo de soja se realizó la aplicación de primavera (BQC). En postemergencia del cultivo de soja (POE) se realizó una aplicación final para todo el ensayo (Figura 2).



Figura 2. Diagrama de aplicaciones en postcosecha de maíz (BQL), presiembra de soja (BQC) y postemergencia del cultivo (POE).

Herbicidas utilizados:

Los productos y tratamientos utilizados en este estudio fueron seleccionados dentro de los más eficaces de ensayos realizados en las campañas previas por instituciones públicas y privadas. Los herbicidas seleccionados fueron: glifosato, 2,4-D, dicamba, metsulfurón, atrazina, diclosulam, flumioxazin y acetoclor. El detalle de las formulaciones utilizadas y su clasificación según grupos de la WSSA y el Herbicide Resistance Action Comitee (HRAC) se encuentran en el anexo (Tabla 4). El posicionamiento y dosis evaluado de cada producto es puramente experimental y no necesariamente tiene registro para ese uso.

Diseño experimental:

Se utilizó un diseño en parcelas divididas. El factor principal fue la aplicación de otoño (BQL) posterior a la cosecha del cultivo de maíz, con 3 tratamientos distribuidos al azar (Tabla 1). El factor secundario fue la aplicación en presiembra de soja (BQC) con 4 tratamientos distribuidos al azar (Tabla 2).

Tabla 1. Tratamientos de otoño, aplicados después de la cosecha del cultivo de maíz (BQL).

Código	Tratamiento
GLI+2,4-D	glifosato (54%) 2 l/ha + 2,4-D (48%) 0,6 l/ha
GLI+DIC+ATR	glifosato (54%) 2 l/ha + dicamba (57,71%) 0,56 l/ha + atrazina (90%) 1 kg/ha
GLI+DIC+MET	glifosato (54%) 2 l/ha + dicamba (57,71%) 0,56 l/ha + metsulfuron (60%) 5 gr/ha

Tabla 2. Tratamientos aplicados en presiembr de soja (BQC).

Código	Tratamiento
GLI	glifosato (54%) 2 l/ha
GLI+ACE	glifosato (54%) 2 l/ha + acetoclor (90%) 2 l/ha
GLI+ACE+DICL	glifosato (54%) 2 l/ha + acetoclor (90%) 2 l/ha + diclosulam (84%) 30 gr/ha
GLI+ACE+FLU	glifosato (54%) 2 l/ha + acetoclor (90%) 2 l/ha + flumioxazin (48%) 0,15 l/ha

Los tratamientos de BQC se aplicaron de manera transversal a los tratamientos de BQL (Figura 3) resultando en 12 tratamientos combinados. La distribución de tratamientos fue replicada en todas las localidades. En la tabla 3 se detallan los tratamientos combinados de BQL y BQC.

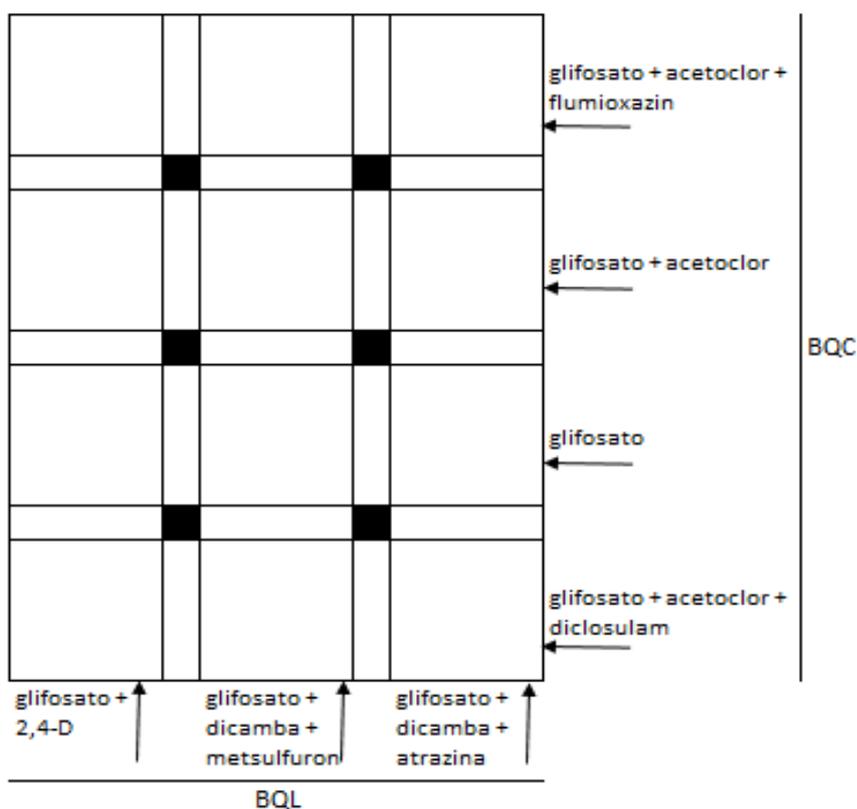


Figura 3. Distribución de tratamientos. Factor principal, aplicación de otoño posterior a la cosecha del cultivo de maíz (BQL) = 3 tratamientos, con borduras de 1 metro de ancho. Factor secundario, aplicación en presiembr de soja (BQC)= 4 tratamientos con bordura de 1 metro de ancho. El ancho de tratamiento correspondió al ancho del botallón del equipo pulverizador utilizado.

Tabla 3. Tratamientos combinados de aplicación en otoño, posterior a la cosecha del cultivo de maíz, (BQL) y en presiembra de soja (BQC).

Combinación N°	Aplicación BQL	Aplicación BQC
1	GLI+2,4-D	GLI
2	GLI+2,4-D	GLI+ACE
3	GLI+2,4-D	GLI+ACE+DICL
4	GLI+2,4-D	GLI+ACE+FLU
5	GLI+DIC+ATR	GLI
6	GLI+DIC+ATR	GLI+ACE
7	GLI+DIC+ATR	GLI+ACE+DICL
8	GLI+DIC+ATR	GLI+ACE+FLU
9	GLI+DIC+MET	GLI
10	GLI+DIC+MET	GLI+ACE
11	GLI+DIC+MET	GLI+ACE+DICL
12	GLI+DIC+MET	GLI+ACE+FLU

En postemergencia del cultivo de soja, se realizó una aplicación de 1,6 kg/ha de glifosato (sal monoamónica 680 gr/l) + 0,6 l/ha de cletodím (24%) en todas las parcelas de todas las localidades.

Método de aplicación de los tratamientos

La aplicación se realizó con pulverizadoras comerciales. El ancho de cada tratamiento se limitó a un ancho de botalón y borduras de 1 metro, consideradas como testigo apareado sin aplicación. El largo de cada tratamiento de BQL correspondió a un total igual a 4 anchos de botalón más 4 metros. Esto último estuvo asociado a los tratamientos de presiembra que se aplicarían más tarde.

Metodología de evaluación

Las variables cuantificadas fueron:

- 1) Malezas predominantes. Metodología: antes de la aplicación de otoño se identificó las 3 especies de malezas predominantes en cada lote. Se determinó la frecuencia de malezas predominantes (cantidad de localidades donde esa especie estaba entre las 3 predominantes/total de localidades evaluadas).

- 2) Control (% de control) de gramíneas y de latifoliadas emergidas al momento de la aplicación. Metodología: esta evaluación se realizó a los 30 días después de la aplicación (dda) de BQL (30 dda BQL), y a los 15 y 45 dda de BQC (15 y 45 dda BQC, respectivamente). En cada momento y dentro de cada tratamiento se seleccionaron al azar tres puntos de observación, cada uno de 1 m². En cada punto de observación se realizó una comparación visual entre lo observado en el tratamiento y el testigo apareado sin aplicación. La unidad utilizada es el porcentaje de control.
- 3) Nuevas emergencias (NE) de gramíneas y de latifoliadas. Metodología: se evaluó a los 30 y 120 dda BQL y 45 dda BQC. Dentro de cada tratamiento, se arrojó al azar en tres lugares un aro de 1/4 m². Se realizó el recuento de plántulas emergidas después de la aplicación. Se expresa en número de plántulas emergidas de gramíneas y de latifoliadas después del tratamiento por m² (pl/m²).
- 4) Rendimiento (Rto) del cultivo de soja. Metodología: en madurez de cosecha, en cada tratamiento se tomaron 3 muestras al azar, cortando todas las plantas de 2 surcos x 5 m de largo. Cada muestra se trilló en cosechadora estática. Se expresa en quintales/ha (qq/ha). La determinación de rendimiento se realizó en 10 localidades.

Análisis estadístico

El programa estadístico seleccionado para el análisis fue Infostat (Di Rienzo et al., 2018). El método fue modelos mixtos y se utilizó el test de separación de medias de Tukey con un 95% de significancia para establecer diferencias entre tratamientos. Se consideró a cada localidad como una repetición y a los muestreos dentro de cada tratamiento como observaciones.

Resultados y discusión

Frecuencia de malezas.

Al inicio del experimento, en el conjunto de las localidades, las especies que más frecuentemente predominaban fueron: *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, *Stellaria media* (L.) Vill. y *Lamium amplexicaule* L. Con menor frecuencia se encontró: *Bowlesia incana* Ruiz & Pav., *Cyperus rotundus* L., *Urtica urens* L., *Lolium perenne* L. y *Lolium multiflorum* (Lam.) Husnot (Figura 4).

Acciaresi et al. (2019), reportaron que *Conyza* spp. se encuentra en el 100% de los lotes de la zona núcleo. Es interesante mencionar que, desde el momento en que se realizó este ensayo y el relevamiento citado, pasaron seis años y, sin embargo, la especie predominante no ha cambiado. Actualmente en Argentina, hay poblaciones de *Conyza* spp. resistente a herbicidas inhibidores de EPSPS y de ALS. Por otro lado, se ha expandido el área afectada por *L. multiflorum*, encontrándose poblaciones con resistencias, simples o múltiples, a inhibidores de EPSPS, ALS y ACCasa (AAPRESID-

REM, 2020; Heap, 2020). Posiblemente el hecho de tener poblaciones resistentes a los herbicidas más usados les haya permitido, a ambas especies, establecerse y proliferar, ganándole espacio a otras especies susceptibles. Hoy en día, habría que sumar *Amaranthus* spp. a la lista de malezas predominantes en la región en estudio (Acciaresi et al. 2018).

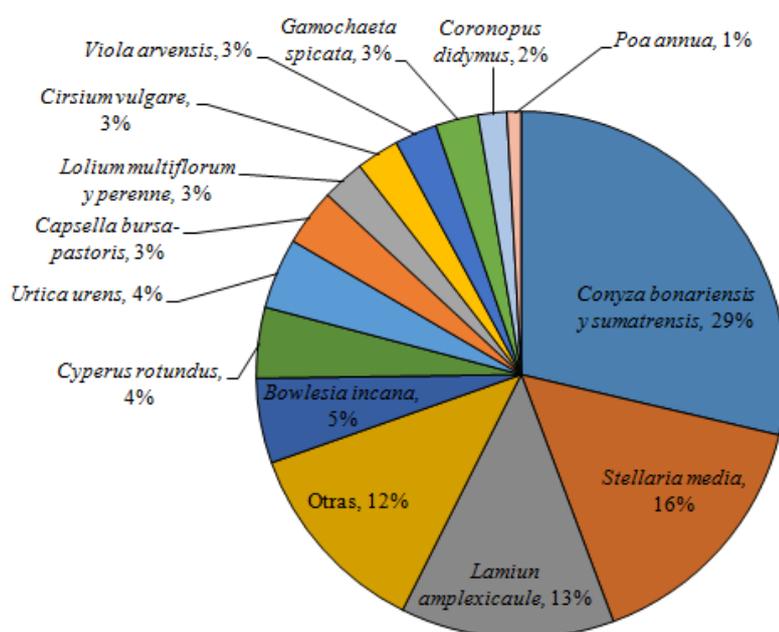


Figura 4. Frecuencia de malezas predominantes (cantidad de localidades donde esa especie está entre las tres predominantes/total de localidades evaluadas).

Control 30 días después de la aplicación de BQL

El control a los 30 días después de la aplicación de otoño fue superior al 90% para todos los tratamientos. Esto se vio tanto en especies gramíneas como latifoliadas, donde la media de control fue 97% y 90%, respectivamente, sin encontrarse diferencias entre los tratamientos (Figura 5). En la imagen 1, correspondiente a Pergamino, se muestra la alta eficacia de control lograda en el tratamiento GLI+2,4-D comparado con un testigo sin aplicación a los 30 dda BQL. Estos resultados confirman lo reportado por Szwark y Berardo (2015), donde tratamientos de GLI+2,4-D, GLI+2,4+ATR y GLI+DIC+MET aplicados en barbecho lograron niveles de control mayores al 80% a los 30 dda.

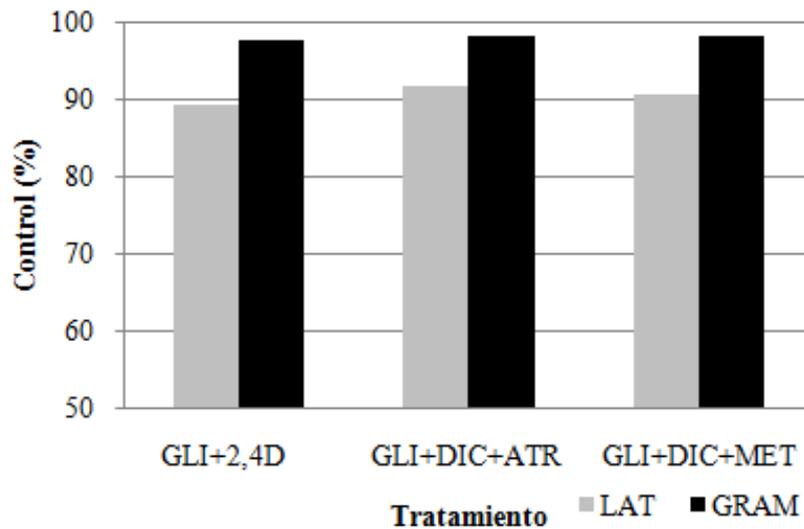


Figura 5. Control (%) comparado con testigo sin aplicación, a los 30 días después de la aplicación de BQL para latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM). LAT, R^2 0,57 p-value 0,0582; GRAM, R^2 0,09 p-value 0,0813.



Imagen 1. Comparación del testigo sin aplicación de herbicida y el tratamiento de otoño GLI+2,4D a los 30 dda BQL en Pergamino.

Nuevas emergencias de malezas a los 30 dda BQL

El tratamiento GLI+2,4-D, sin herbicidas residuales, presentó mayor cantidad de NE de gramíneas y de latifoliadas, que los tratamientos GLI+DIC+ATR y GLI+DIC+MET que incluyeron herbicidas residuales. La presencia de atrazina y metsulfurón en estos tratamientos controló las nuevas emergencias de malezas latifoliadas y gramíneas (Figura 6). Además, algunos investigadores indican que el agregado de dicamba amplía el periodo de control residual de malezas latifoliadas (Wu et al., 2010; Metzler et al., 2013). La estrategia de agregar un herbicida residual al tratamiento de otoño contribuye a reducir el establecimiento de nuevas emergencias de malezas durante el invierno.

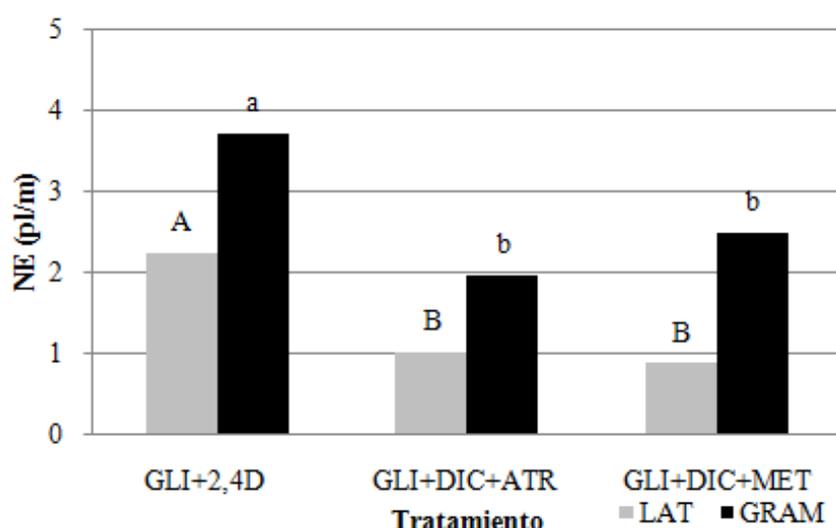


Figura 6. Nuevas emergencias de malezas (pl/m²) a los 30 días después de la aplicación de otoño (BQL) para latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM). LAT R² 0,73 p-value <0,0001. GRAM R² 0,68 p-value 0,0001. Letras diferentes entre barras del mismo color indican diferencias entre tratamientos. Tukey 0,05.

Nuevas emergencias de malezas a los 120 días después de la aplicación de BQL.

Si bien en todos los tratamientos se incrementó la cantidad de NE con respecto a las evaluaciones de los 30 dda, a los 120 dda de BQL, el número de NE de latifoliadas fue menor en los tratamientos GLI+DIC+ATR y GLI+DIC+MET, que incluían herbicidas residuales, que en el tratamiento GLI+2,4-D sin herbicida residual (Figura 7). Además, las plantas presentes en el tratamiento GLI+2,4-D tenían un mayor tamaño que en los otros tratamientos, correspondiendo a una emergencia más temprana durante el barbecho.

Para gramíneas, en cambio, las NE a los 120 dda de BQL fueron mayores en los tratamientos GLI+DIC+ATR y GLI+DIC+MET con respecto al tratamiento GLI+2,4-D. Es posible que la emergencia de malezas de manera temprana (otoño-invernales), observada en el tratamiento sin herbicidas residuales, haya resultado en competencia espacial entre malezas y consecuente disminución de emergencias primaverales. Esto

está de acuerdo con lo sugerido por Kruk (2015) y Kruk et al. (2016), que indican que la emergencia de plantas provoca cambios en el microambiente de las semillas disminuyendo las nuevas emergencias por efecto de propio de la competencia.

En el presente ensayo se confirma lo expresado por Metzler et al. (2013) que reportan que atrazina y metsulfurón son herbicidas eficaces para el control de nuevas emergencias de latifoliadas (en su estudio para *C. bonariensis*). En la localidad de Pergamino, la emergencia de *C. bonariensis* se demoró en el tratamiento GLI+DIC+ATR y en menor medida con el tratamiento GLI+DIC+MET (Imagen 2 y 3).

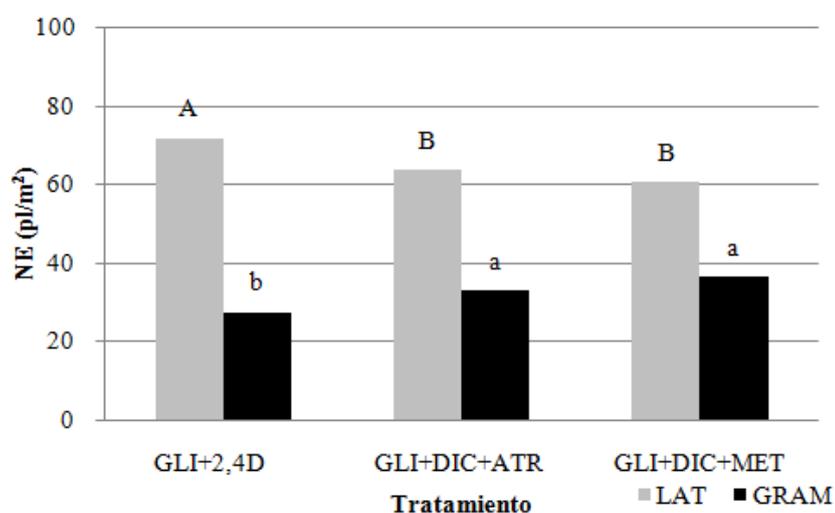


Figura 7. Nuevas emergencias de malezas (pl/m²) a los 120 días después de la aplicación de otoño para latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM). LAT R² 0,59 p-value 0,0002. GRAM R² 0,64 p-value 0,013. Letras diferentes entre barras del mismo color indican diferencias entre tratamientos. Tukey 0,05.

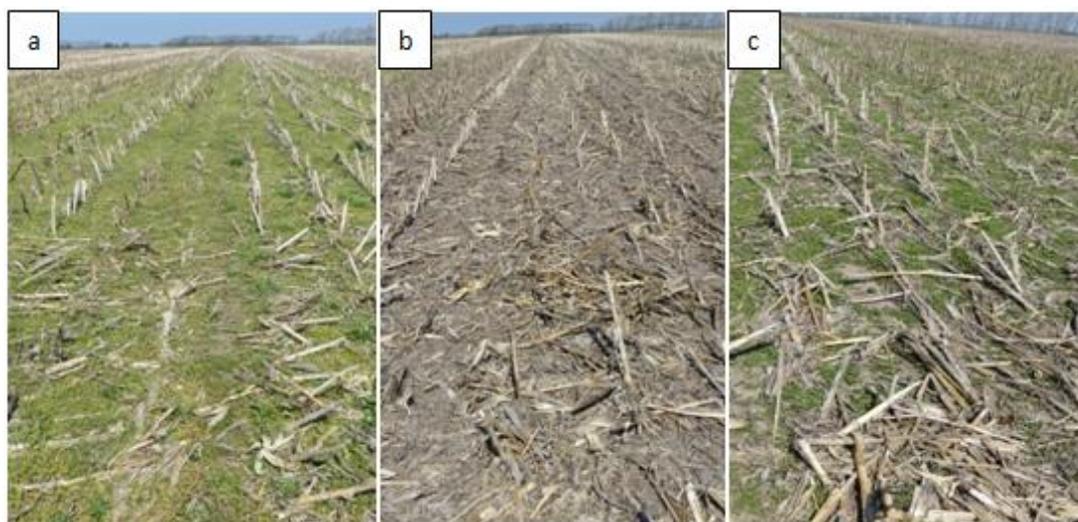


Imagen 2. Comparación de los tratamientos de otoño (BQL) a los 120 días después de la aplicación en Pergamino: a) GLI+2,4-D, b) GLI+DIC+ATR y c) GLI+DIC+MET.



Imagen 3. Comparación de los tratamientos de otoño (BQL) a los 120 días después de la aplicación en Pergamino: a) GLI+2,4-D, b) GLI+DIC+ATR y c) GLI+DIC+MET.

En los análisis posteriores a la aplicación de presiembra no se evidenciaron interacciones entre los tratamientos de BQL y BQC. En consecuencia, para cada variable de evaluación, se detallan los efectos de los tratamientos y no de sus combinaciones.

Control a los 15 días después de la aplicación de BQC

A los 15 dda de los tratamientos de BQC, hubo un mayor control de latifoliadas donde se habían aplicado los tratamientos con herbicidas residuales GLI+DIC+ATR y GLI+DIC+MET en otoño, independientemente del tratamiento de presiembra (Figura 8). Por otro lado, cuando se analizaron los resultados de las aplicaciones de presiembra, los tratamientos GLI+ACE+DICL y GLI+ACE+FLU lograron mayores niveles de control de latifoliadas que los tratamientos GLI+ACE y GLI (Figura 9). Al no existir interacción entre los tratamientos de BQL y BQC se puede inferir que la combinación de los tratamientos de BQL con residuales: GLI+DIC+ATR y GLI+DIC+MET y de BQC con dos herbicidas residuales: GLI+ACE+DICL y GLI+ACE+FLU fueron los más eficaces para controlar latifoliadas. El agregado de al menos un herbicida residual en la aplicación de otoño permitió llegar a la siembra de soja con menor presión de malezas latifoliadas.

No hubo diferencias de control de gramíneas a los 15 dda de los tratamientos de BQC entre los tratamientos de otoño (Figura 8). Para todos los tratamientos de otoño se logró un control de gramíneas mayor al 90%, independientemente del tratamiento aplicado en presiembra. Sin embargo, los tratamientos de presiembra con dos herbicidas residuales, GLI+ACE+DICL y GLI+ACE+FLU, fueron superiores en cuanto a control de gramíneas que los tratamientos GLI+ACE y GLI (Figura 9). Debido al incremento en el control de malezas gramíneas y latifoliadas de GLI+ACE contra GLI, se podría inferir que algún componente de la formulación de acetoclor actúe como potenciador del glifosato incrementando el control postemergente de malezas.

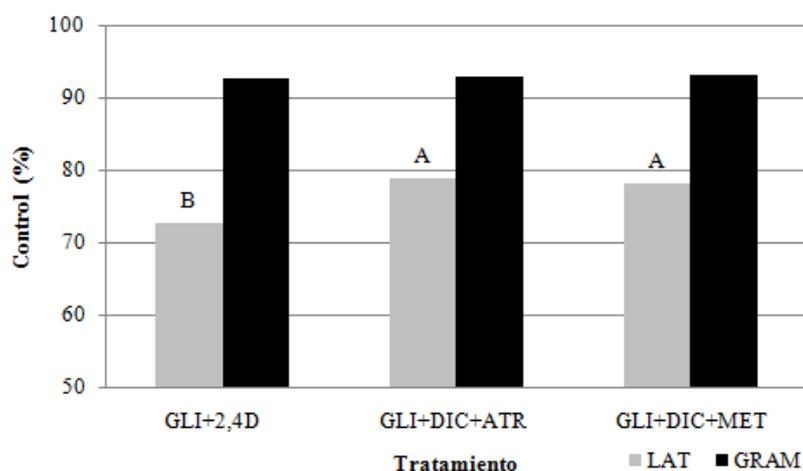


Figura 8. Control (%) a los 15 días después de la aplicación de BQC en los tratamientos de BQL para latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM). LAT R^2 0,67 p-value <0,0001. GRAM R^2 0,83 p-value 0,0855. Letras diferentes entre barras del mismo color indican diferencias entre tratamientos. Tukey 0,05.

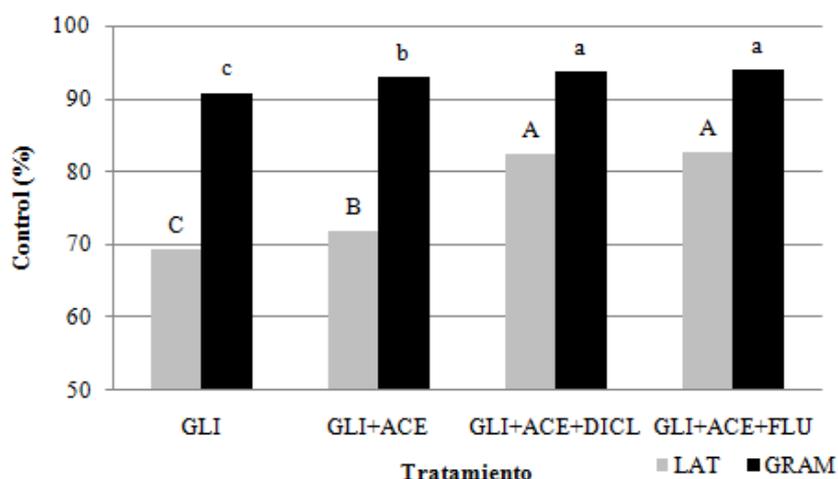


Figura 9. Control (%) a los 15 días después de la aplicación de BQC para latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM). LAT R^2 0,67 p-value <0,0001. GRAM R^2 0,83 p-value <0,0001. Letras diferentes entre barras del mismo color indican diferencias entre tratamientos. Tukey 0,05.

Según Ustarroz et al. (2016), la complementación de herbicidas totales (por ejemplo, glifosato) con otros principios activos tales como hormonales (2,4-D o dicamba) y compuestos de acción residual (metsulfuron, diclosulam o flumioxazin) son excelentes herramientas para incrementar el control de malezas durante el barbecho. Dependiendo de las especies y del estado de las malezas presentes, los resultados pueden ser diversos. Por ejemplo, *Parietaria debilis* es tolerante a los herbicidas hormonales, pero es altamente susceptible a triazinas e inhibidores de PPO. También es susceptible a glifosato, pero sólo en los primeros estadios (Papa y Carrancio, 2005). La eficacia en el manejo de malezas dependerá del conocimiento y diagnóstico previo de cada lote y, entre otros factores, de los herbicidas utilizados para su control.

En el presente ensayo, el uso de al menos un herbicida residual durante el otoño, seguido de una combinación con dos herbicidas residuales en presiembra fue la mejor estrategia para lograr menor presión de malezas durante los primeros estadios del cultivo de soja.

Control 45 días después de la aplicación de BQC

A los 45 dda de la aplicación de BQC, el control de especies latifoliadas fue mayor en las parcelas que habían recibido los tratamientos con herbicidas residuales, GLI+DIC+ATR y GLI+DIC+MET en otoño, independientemente del tratamiento aplicado en presiembra (Figura 10). Con respecto a los tratamientos de presiembra, GLI+ACE+DICL logró el mayor control, seguido por GLI+ACE+FLU. Este último fue superior a GLI+ACE, y el tratamiento sin herbicidas residuales, GLI, fue el que logró el menor control (Figura 11).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Metzler et al. (2013) que mencionan a diclosulam como un herbicida eficaz y de poca variabilidad para el control de malezas, especialmente para *Conyza* spp.. Por otro lado, el buen control de latifoliadas obtenido por el tratamiento con flumioxazin lo sugiere como un herbicida alternativo interesante, debido a su sitio de acción diferencial, que brinda diversidad al sistema.

A los 45 dda del tratamiento de BQC, el control de gramíneas fue mayor a 90% sin encontrarse diferencias que puedan asociarse a los tratamientos de otoño (Figura 10). Al evaluar el efecto de los tratamientos de presiembra, al igual que a los 15 dda BQC, todos los tratamientos fueron eficaces y con baja variabilidad en el control de gramíneas. Aunque todos los tratamientos de presiembra lograron niveles de control superiores al 90%, los tres tratamientos con herbicidas residuales, GLI+ACE, GLI+ACE+DICL y GLI+ACE+FLU, fueron superiores a GLI (Figura 11).

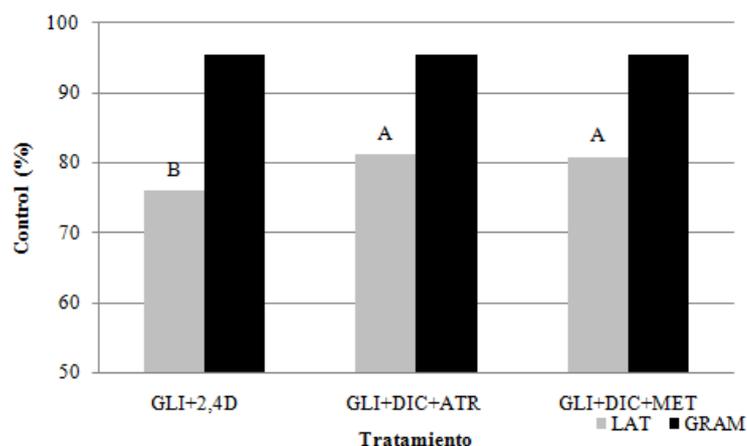


Figura 10. Control (%) de latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM) en función a los tratamientos de otoño (BQL) a los 45 días después de la aplicación de BQC. LAT R^2 0,69 p-value <0,0001. GRAM R^2 0,81 p-value 0,7402. Letras diferentes entre barras del mismo color indican diferencias entre tratamientos. Tukey 0,05.

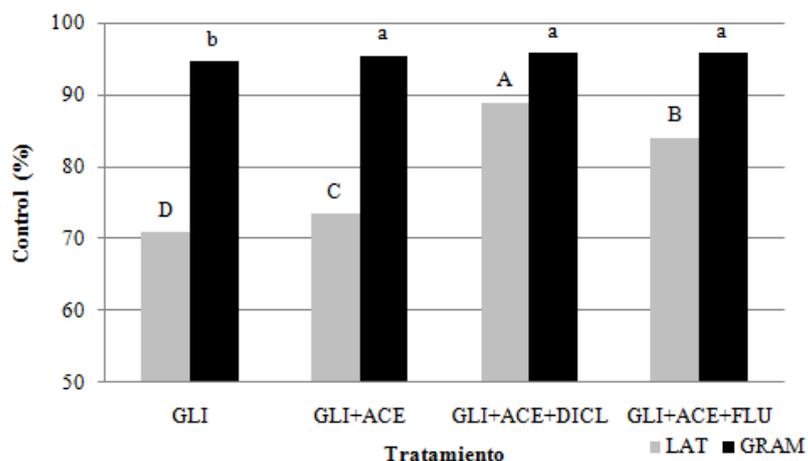


Figura 11. Control (%) de latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM) en función a los tratamientos de presiembra a los 45 días después de la aplicación de BQC. LAT R^2 0,69 p-value <0,0001. GRAM R^2 0,81 p-value <0,0001. Letras diferentes entre barras del mismo color indican diferencias entre tratamientos. Tukey 0,05.

Al no haber interacciones entre los tratamientos de BQL y BQC para el control 45 dda de BQC de gramíneas ni latifoliadas, se puede concluir que la combinación de los tratamientos GLI+2,4-D en otoño y GLI en presiembra, es la menos eficaz para el control de malezas. Sumado a esto, esta sucesión de tratamientos representa un riesgo para el sistema en lo que respecta a selección de individuos resistentes.

Por otro lado, el uso de herbicidas residuales durante el otoño tiene efectos que se ven aún entrado el cultivo, sobre todo para latifoliadas. El agregado de herbicidas residuales, con distinto sitio de acción, en la mezcla de tanque, además de resultar en mayores niveles de control, contribuye al manejo sustentable de malezas por disminuir la probabilidad de selección de malezas resistentes.

Nuevas emergencias de malezas 45 días después de la aplicación de BQC

A los 45 dda de BQC, no hubo diferencias entre los tratamientos de otoño en las NE de malezas (Figura 12). Con respecto a los tratamientos de presiembra, se lograron menos emergencias de latifoliadas con el tratamiento GLI+ACE+DICL y luego GLI+ACE+FLU. El tratamiento que presentó peor control y, por lo tanto, mayor número de NE de latifoliadas fue GLI, el único tratamiento sin herbicida residual (Figura 13). En cuanto a las gramíneas, el tratamiento GLI+ACE fue mejor que GLI para controlar NE de gramíneas, aunque el agregado de otros residuales, como flumioxazin o diclosulam, en las mezclas GLI+ACE+DICL y GLI+ACE+FLU, resultó en un control aún mayor (Figura 13).

Considerando que varias de las malezas presentes durante el verano son gramíneas, y que para varias hay reportadas poblaciones resistentes a uno o varios mecanismos de acción (por ejemplo, a herbicidas inhibidores de EPSPS, ALS o ACCasa), la inclusión de herbicidas que controlan las nuevas emergencias y que tienen mecanismos y sitios de

acción diferenciales es valiosa y suma herramientas para una estrategia de manejo de malezas sustentable.

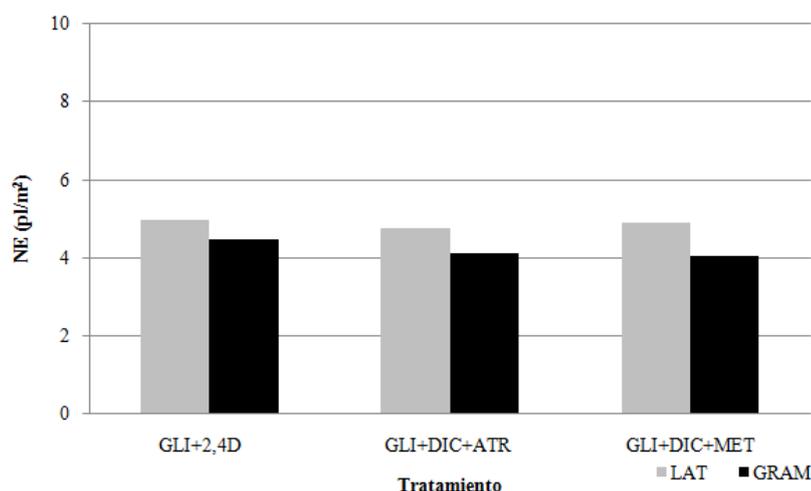


Figura 12. Nuevas emergencias (pl/m²) de malezas latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM) a los 45 días después de la aplicación de BQC en función de los tratamientos de BQL. LAT R² 0,84 p-value 0,1421 GRAM R² 0,55 p-value 0,1845.

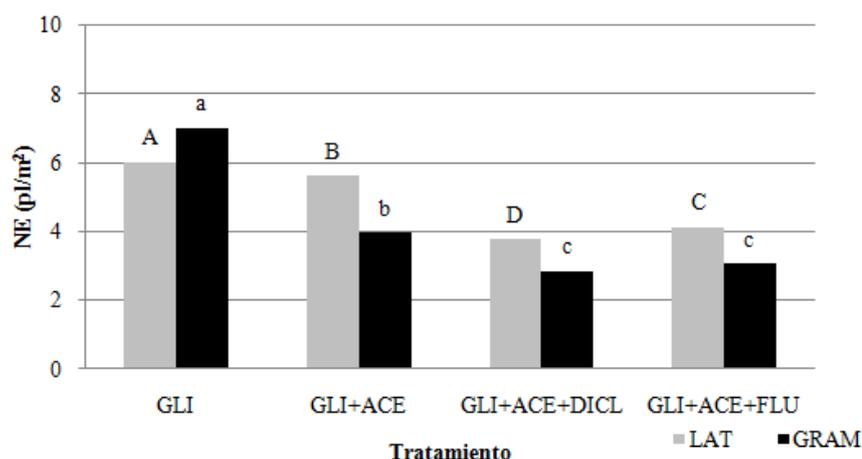


Figura 13. Nuevas emergencias (pl/m²) de malezas latifoliadas (LAT) y gramíneas (GRAM) a los 45 días después de la aplicación de BQC. LAT R² 0,84 p-value <0,0001. GRAM R² 0,55 p-value <0,0001. Letras diferentes entre barras del mismo color indican diferencias entre tratamientos. Tukey 0,05.

En Pergamino, los resultados obtenidos 45 dda de BQC se vieron reflejados en las parcelas a los 60 dda de BQC. En las parcelas que recibieron los tratamientos con residuales GLI+DIC+MET en otoño y GLI+ACE+DICL o GLI+ACE+FLU en presiembra se observó un control eficaz de malezas, mientras que para la combinación sin herbicidas residuales GLI+2,4-D / GLI se observó una mayor presencia de *C. bonariensis* y *Zea mays* voluntario en estados avanzados de desarrollo (Imagen 4). Por otro lado, la combinación GLI+DIC+MET con GLI+ACE+DICL mostró una disminución en el crecimiento del cultivo comparado con las demás combinaciones de

tratamientos. Según Papa y Massaro (2005), la aplicación año tras año de metsulfuron durante el barbecho, o su secuenciación con otros herbicidas inhibidores de ALS, podría causar fitotoxicidad en el cultivo de soja. Aunque no fue objeto de estudio en este trabajo, la reducción de crecimiento del cultivo observada en Pergamino puede haber sido el resultado de la acumulación de herbicidas inhibidores de la ALS (metsulfuron en otoño y diclosulam en presembrado). Adicionalmente, el uso en forma secuencial de dos herbicidas residuales con igual sitio de acción eleva la presión de selección de resistencia en malezas, y por lo tanto no sería recomendable.

Al comparar las combinaciones de GLI+DIC+ATR en BQL con GLI+ACE+DICL, GLI+ACE+FLU o GLI en BQC se observó que, en aquellos que tenían diclosulam o flumioxazin en presembrado, el control de malezas era más eficaz que la combinación con glifosato solo (Imagen 5). La combinación con diclosulam suprimió de manera temprana al maíz voluntario, mientras que en las parcelas el tratamiento con flumioxazin, el control de maíz voluntario se realizó con la aplicación del cletodím en postemergencia del cultivo. En la combinación GLI+DIC+ATR con GLI se observó, a los 60 dda de BQC, además de maíz voluntario, un alto número de plantas de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* en estados avanzados de crecimiento. Por el momento, no se conocen tratamientos químicos eficaces, económicos y sustentables para solucionar esta última problemática. Dentro del cultivo las alternativas químicas y no químicas utilizadas para solucionar un problema grave de malezas se ven limitadas, por eso es importante controlarlas en forma temprana.

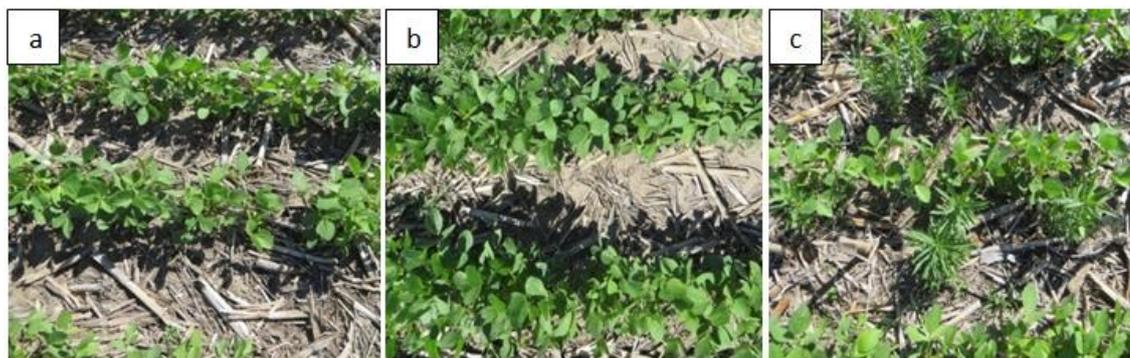


Imagen 4. Estado de las parcelas a los 60 días después de la aplicación de BQC para las combinaciones de tratamientos de otoño y presembrado: a) GLI+DIC+MET/GLI+ACE+DICL, b) GLI+DIC+MET/GLI+ACE+FLU y c) GLI+2,4D/GLI en Pergamino.

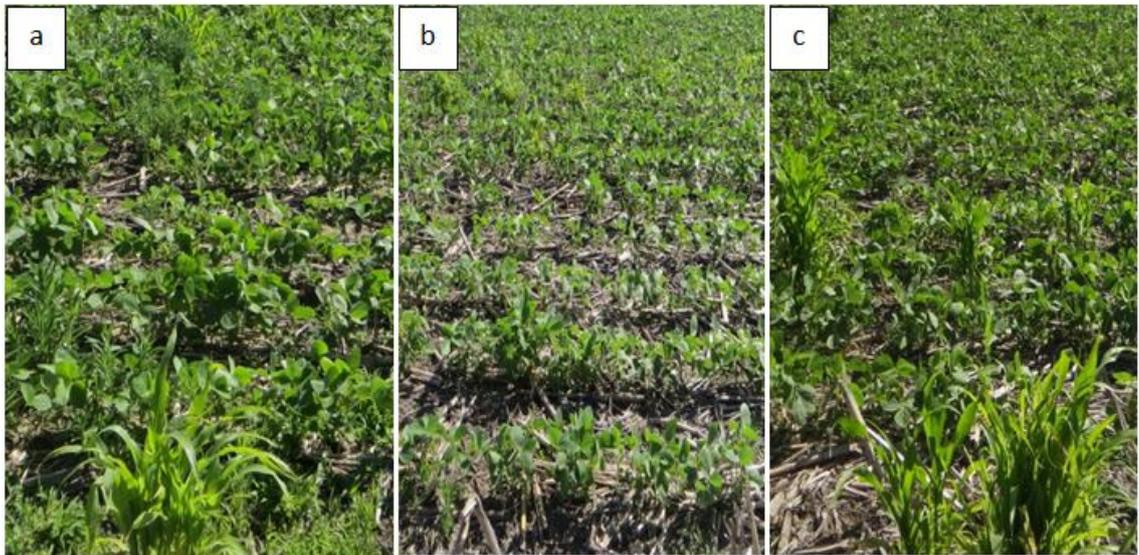


Imagen 5. Estado de las parcelas a los 60 días después de la aplicación de BQC para las combinaciones de tratamientos de otoño (BQL) y presiembra (BQC): a) GLI+DIC+ATR / GLI, b) GLI+DIC+ATR / GLI+ACE+DICL y c) GLI+DIC+ATR / GLI+ACE+FLU en Pergamino.

Rendimiento del cultivo de soja

La cosecha de soja, se realizó solo en 10 localidades (i.e. Armstrong, Junín (x2) Marcos Juárez, Murphy, Pehuajó (x2), Pergamino (x2), San Antonio de Areco). El rendimiento de cada una de las localidades pudo variar por múltiples factores (por ejemplo, las variedades utilizadas, el ambiente predominante (edáfico, climatológico), el manejo de enfermedades y plagas) sobre los cuales no se tuvo control durante el desarrollo del ensayo.

No se encontró interacción entre los tratamientos de BQL y BQC para la variable rendimiento. El rendimiento respondió a los tratamientos otoñales, obteniéndose un mayor rendimiento para los tratamientos con herbicidas residuales, GLI+DIC+ATR y GLI+DIC+MET, que fueron superiores a GLI+2,4-D (Figura 14). Coincidiendo con Satorre y Kruk (2016), en barbecho el agregado de herbicidas residuales a la mezcla de glifosato y un producto hormonal mejoró la eficiencia en el control de malezas generando menor competencia y observándose un mayor rendimiento del cultivo de soja.

No hubo diferencias en rendimiento que puedan atribuirse a los tratamientos de presiembra. A pesar de ello, se observó una tendencia a mayores rendimientos para el tratamiento GLI+ACE+FLU (Figura 15).

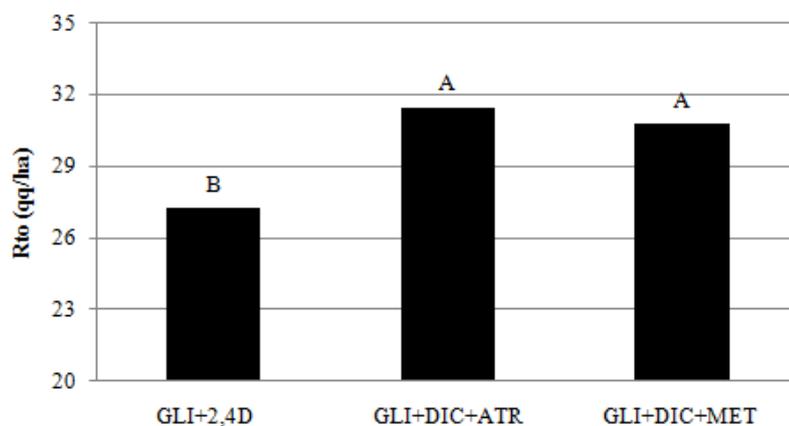


Figura 14. Rendimiento del cultivo de soja (qq/ha) en función a los tratamientos herbicidas aplicados en otoño. R^2 0,57 p-value 0,0024. Letras diferentes indican diferencias. Tukey 0,05.

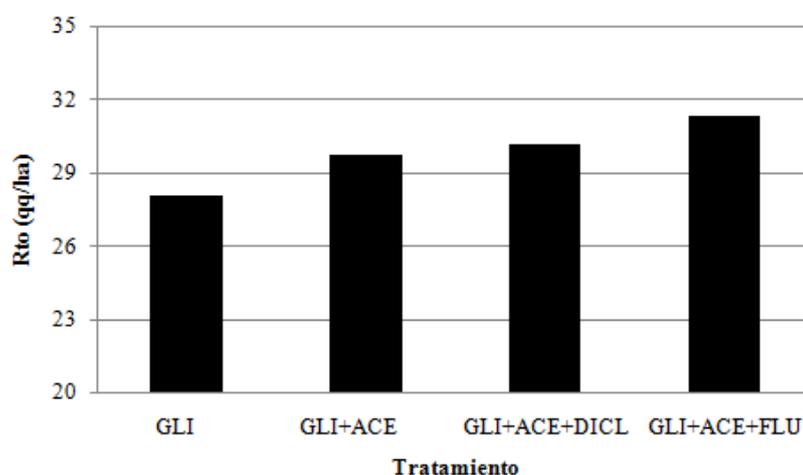


Figura 15. Rendimiento del cultivo de soja (qq/ha) en función a los tratamientos herbicidas aplicados en presiembra. R^2 0,57 p-value 0,1717.

Consecuentemente, si evaluamos el efecto en el rendimiento de las combinaciones de tratamientos de otoño y presiembra para las localidades cosechadas, tuvo mayor impacto sobre el rendimiento lo que se hizo en otoño, que los tratamientos de presiembra. Este punto remarca la importancia de hacer un manejo integrado de malezas. En este estudio se evaluaron distintas opciones de control químico en otoño, pero también se podría pensar en evaluar otras estrategias, como cultivos de cobertura o rotación con cultivos de invierno de renta, para controlar las malezas durante el invierno y contribuir a un manejo sustentable de las mismas.

Por más que no haya habido diferencia en el rendimiento para los diferentes tratamientos de presiembra, se pueden resaltar algunas ventajas de unos tratamientos sobre otros desde el punto de vista de su contribución a la sustentabilidad del sistema de manejo de malezas. Las combinaciones con herbicidas residuales en presiembra lograron controlar mejor las nuevas emergencias de malezas, y esto podría representar

una menor contribución de semillas de malezas al banco de semillas (variable no evaluada en este trabajo).

Desde el punto de vista de manejo de la resistencia a herbicidas, las combinaciones GLI+DIC+ATR en BQL con GLI+ACE+DICL o GLI+ACE+FLU en BQC y GLI+DIC+MET en BQL con GLI+ACE+FLU en BQC, serían las más recomendables por incluir herbicidas con cinco sitios de acción diferentes a lo largo del año. La elección de una combinación u otra deberá basarse en cuales sean las malezas problemas en un sitio en particular y en la historia de manejo de herbicidas, buscando rotar y combinar herbicidas que actúen sobre diferentes sitios de acción en cada año. En ese sentido, la combinación GLI+DIC+MET en BQL con GLI+ACE+DICL en BQC sería menos recomendable por repetir dos herbicidas residuales que actúan sobre el mismo sitio de acción en aplicaciones secuenciales.

De acuerdo a lo establecido por Taberner (2013), no hay ningún método químico que, por sí solo, pueda controlar las malezas de forma continuada y sostenible. En realidad, ningún tipo de método usado por sí solo y repetido en el tiempo conduce a un manejo sostenible de malezas. Al armar un sistema de manejo de malezas eficaz y sostenible, enmarcado en las buenas prácticas agrícolas, es necesario complementar los métodos químicos con otras prácticas no químicas (mecánicas, culturales y biotecnológicas, entre otras). El conocimiento de la biología de la maleza, la forma de cultivar, el monitoreo, el registro del historial, la prevención y la diversificación son la base de un buen programa de manejo.

Conclusiones

En las localidades donde se realizó el ensayo, las malezas que más frecuentemente predominaron fueron *Conyza bonariensis* y *C. sumatrensis* seguidas de *S. media*, *L. amplexicaule*, *Bowlesia incana*, *U. urens*, *C. rotundus* y *L. multiflorum* y *L. perenne*.

Las combinaciones de herbicidas glifosato, hormonal y un residual en otoño fueron las más eficaces para el control de malezas durante el invierno. El agregado de metsulfuron o atrazina en otoño disminuyó el número de nuevas emergencias de malezas durante el barbecho, facilitando el accionar de los tratamientos de presembrado. En presembrado del cultivo de soja, los tratamientos glifosato, acetoclor y flumioxazin o diclosulam fueron los más eficaces para el control de malezas. El agregado de dos herbicidas residuales que actúan sobre distinto sitio de acción incrementó el control de malezas durante las primeras etapas del ciclo del cultivo.

Como no hubo interacción entre los tratamientos de otoño y los de presembrado, las combinaciones de tratamientos que incluyeron un herbicida residual en el otoño con aquellos que incluyeron acetoclor más otro residual (diclosulam o flumioxazin) en presembrado, fueron las más eficaces para el control de malezas. Con respecto al rendimiento, los tratamientos de otoño con herbicidas residuales fueron los que tuvieron mayor rendimiento de soja, no encontrándose diferencias entre los tratamientos de presembrado.

Para la región donde se llevaron adelante estos experimentos, la combinación de un tratamiento que incluya un herbicida residual en otoño con un tratamiento que incluya residuales en presembrado es la estrategia más recomendable cuando se piensa en un sistema de manejo de malezas sustentable, ya que combina eficacia de control, buenos rendimientos y diversidad de herbicidas que actúan en diferentes sitios de acción. La combinación de herbicidas que se elija dependerá de cuál sea la maleza problema, del historial de herbicidas y de la rotación de cultivos del lote. Es importante asegurarse de combinar y rotar los sitios de acción de los herbicidas residuales utilizados durante el año para retrasar la selección de biotipos de malezas resistentes. Un tema pendiente a evaluar es la eficacia de otros métodos, como pueden ser los cultivos de cobertura, para reducir la presión de malezas en presembrado y contribuir a una estrategia sustentable de manejo de malezas.

Bibliografía

- AAPRESID-REM. 2020. Red de manejo de plagas, Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. <https://www.aapresid.org.ar/rem/>. Consultado 14/06/2020
- Acciaresi, H., Lavezzari, D. y Principiano M.A. 2018. Evolución de la distribución de malezas resistentes y tolerantes en el NO de la Provincia de Buenos Aires. Cuarto informe. EEA Pergamino.
- Acciaresi, H., Principiano, M., y Álvarez, D. 2019. Distribución y abundancia de malezas resistentes y tolerantes a herbicidas en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. Séptimo informe. EEA Pergamino.
- Brookes, G. y Barfoot, P. 2016. Environmental impact of genetically modified (GM) crop use. 1996-2014. Impact on pesticide use and carbon emissions. *GM crop & food*, 7: 84-116.
- Duke, S. y Powles, S. 2008. Glyphosate: A once in a century herbicide. *Pest Management Science* 64: 319–325.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2018. InfoStat -versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fischer, A.J. 2013. La resistencia a herbicidas es una complejidad que puede manejarse. Pp. 15-25 en Amalia Ríos (ed) Serie técnica n° 204. Viabilidad de sistemas productivos sustentables. INIA. Uruguay.
- Guglielmini, A., Batlla, D. y Benech Arnold R. (2003). Malezas. Bases para el control y manejo. En: Satorre E., Benech-Arnold R., Slafer G., Otegui M., De La Fuente E., Miralles D. y Savin R.(eds.) Producción de Cultivos de Granos. Bases Funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, p. 581-614.

Heap, I. 2020. The International Herbicide-Resistant Weed Database. www.weedscience.org. Consultado el 14/06/2020

HRAC Argentina. 2015. Malezas y herbicidas. Breve historia de los herbicidas. Comité de Acción de Resistencia a Herbicidas, Argentina. <http://hrac-argentina.org/2015/09/26/malezas-y-herbicidas/>. Consultado el 28/09/2019.

Kruk B. 2015. Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. Revista Agronomía & Ambiente. Rev. Facultad de Agronomía UBA, 35 (2): 179-190.

Kruk B., Benech-Arnold R. y Oreja F. 2016. Dinámica del problema de enmalezamiento. Distintos enfoques y métodos de evaluación. En: Bases y herramientas para el manejo de malezas. (Eds.) E. Satorre, Betina Kruk y Elba de la Fuente. Capítulo 3. Editorial Facultad de Agronomía (pp 71-89).

León, R. y Suero, A. 1962. Las comunidades de malezas en los maizales y su valor indicador. Revista Argentina de Agronomía 29 (1-2): 23-28.

Metzler M., Puricelli E., Papa J. C., Peltzer H. 2013. Manejo y control de rama negra. Informes Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Nisensohn L. y Tuesca D. 2001. Resistencia de *Amaranthus quitensis* H. B. K. a imazetapir y clorimuron-etil. Pesqui. Agropecu. Bras. v. 36, n. 4, p. 601-606.

Palau, H., Senesi, S., Mogni, L., y Ordoñez, I. 2018. Cuantificación de las pérdidas y costos de control por presencia de malezas resistentes en Argentina. En Impacto económico macro y micro de malezas resistentes en el agro argentino. FAUBA-ADAMA, 67pp.

Papa J.C. y Massaro R. 2005. Herbicida metsulfuron metil en barbechos químicos. Información técnica de trigo campaña 2005. Publicación miscelánea n°103. INTA Rafaela.

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.; Tuesca, D.H.; Nisensohn L.A. 2008. El sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) resistente a glifosato en Argentina. En: Seminario Internacional «Viabilidad del Glifosato en Sistemas Productivos Sustentables». Actas p. 49-53. (Serie de Actividades de Difusión. n. 554).

Ponsa J.C. y Picapietra G. 2015 a. Control de rama negra (*Conyza* spp.) en presiembra del cultivo de soja (*Glycine max* L. Merr.) con herbicidas alternativos a los inhibidores de la enzima acetolactatosintasa. XXII Congreso de la ALAM. I Congreso de la ASACIM. 9-10 septiembre de 2015. Buenos Aires.

Ponsa J.C. y Picapietra G. 2015 b. Efecto de dos especies de rama negra (*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Conyza sumatrensis* (Retz.) E. Walker) en el rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max* L. Merr.). XXII Congreso de la ALAM. I Congreso de la ASACIM. 9-10 septiembre de 2015. Buenos Aires.

Puricelli E. y Tuesca D. 1997. Análisis de los cambios en las comunidades de malezas en sistemas de siembra directa y sus factores determinantes. *Revista de la Facultad de Agronomía*. La Plata. 102(1):97-118.

Satorre E. y de la Fuente E. 2016. Las Malezas y la agricultura. En: Bases y herramientas para el manejo de malezas. (Eds.) E. Satorre, B. Kruk y E. de la Fuente. Capítulo 1. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. pp. 9-34.

Satorre E. y Kruk B. 2016. Interacciones cultivo-malezas: competencia. En: Bases y herramientas para el manejo de malezas. (Eds.) E. Satorre, B. Kruk y E. de la Fuente. Capítulo 5. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. pp 141-178.

Scursoni J. y Vila-Aiub M. 2016. Resistencia de las Malezas a los Herbicidas. En: Bases y herramientas para el manejo de malezas. (Eds.) E. Satorre, Betina Kruk y Elba de la Fuente. Capítulo 9. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. pp 245-277.

Szwark D. y Berardo C. 2015. Alternativas para el control químico de malezas en barbecho de soja. INTA EE Reconquista. Syngenta Agro SA. Voces y Ecos n°34. pp50-53.

Taberner A. 2013. Alternativas no químicas para el manejo integrado de malezas resistentes. En: Ríos A. Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. 2013- INIA. Serie Técnica n°204. pp. 35-39.

Trigo E. 2016. Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura de Argentina. Centro Argentino para la información y el Desarrollo de la Biotecnología. ArgenBio. pp 1-44.

Ustarroz D., Bedmar F., Papa J.C. y Satorre E. 2016. Herramientas para el control de malezas. En: Satorre E., Kruk B., De La Fuente E., Bases y herramientas para el control de malezas. Editorial: Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. pp 234-237.

Weed Science Society of America. 2020. <http://wssa.net/wssa/weed/resistance/herbicide-resistance-and-herbicide-tolerance-definitions/> Consultado 14/06/2020.

Wu H., Walker S., Robinson G. and Coombes N. 2010. Control of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* L. Cronq.) in wheat and sorghum. *Weed Technology* 24:102-107

Anexo

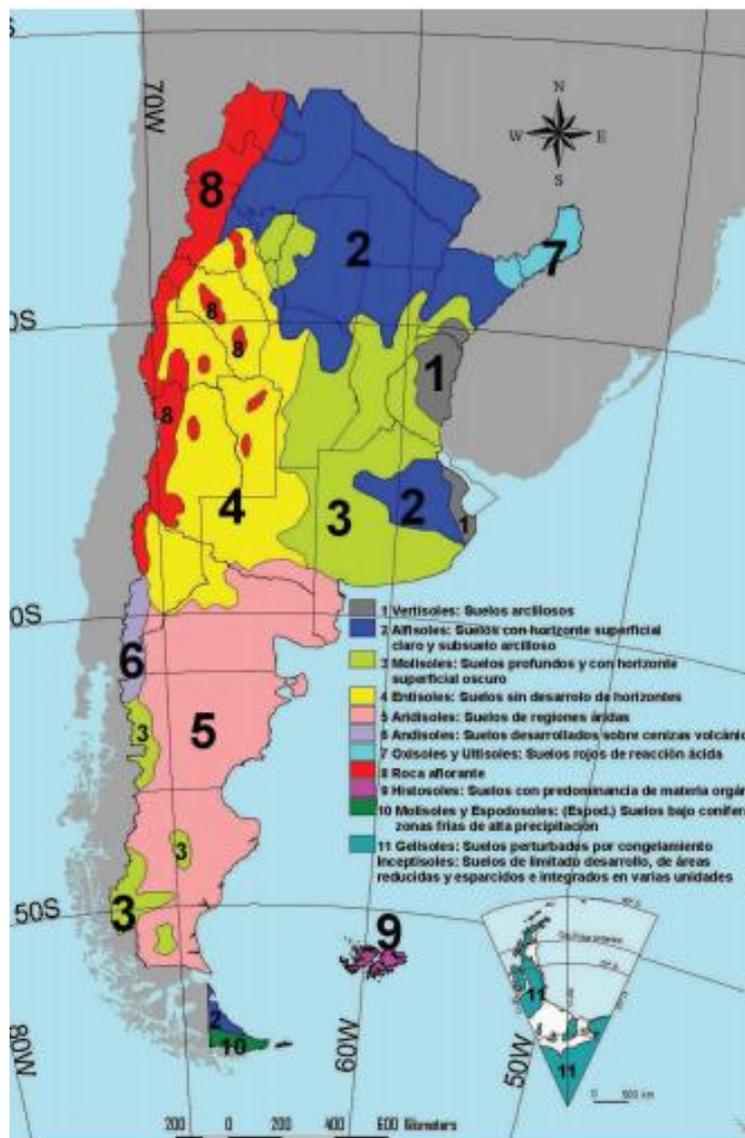


Figura 16. Ordenes de suelo. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-200-suelos.pdf>

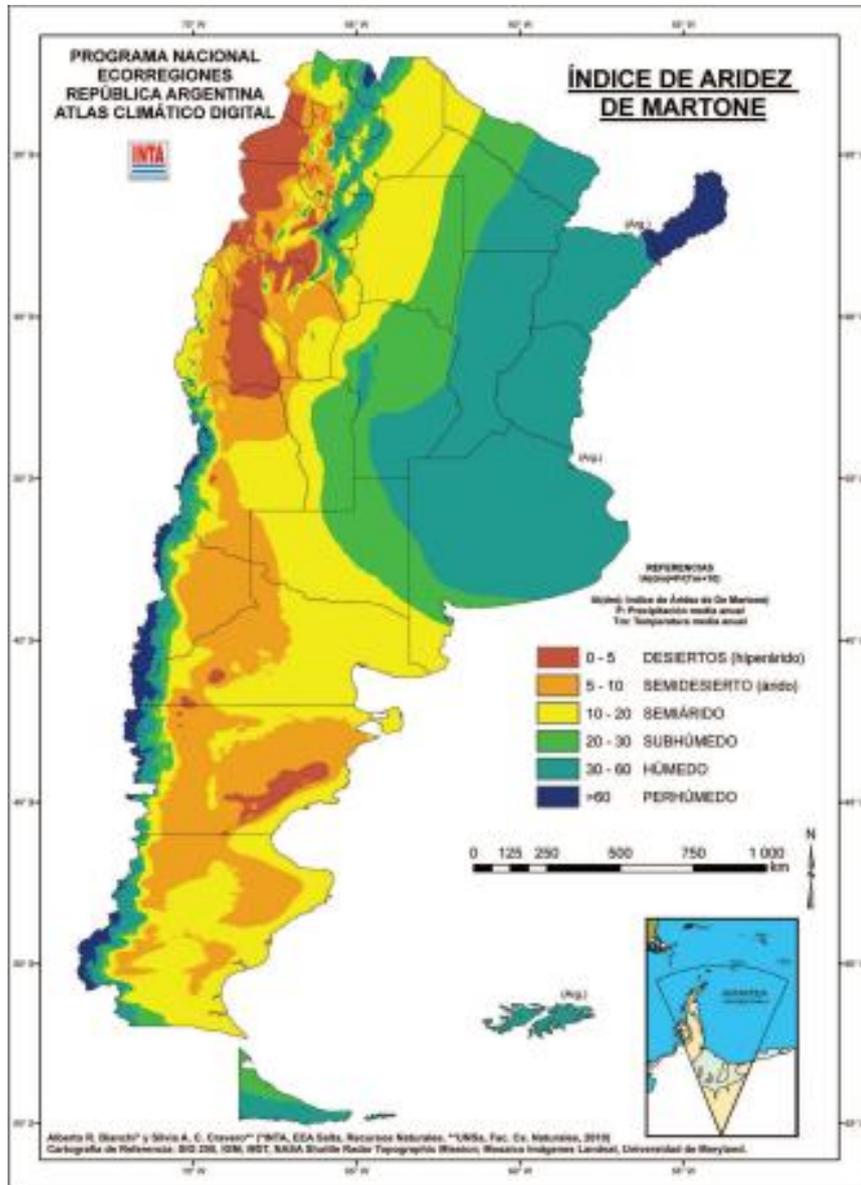


Figura 17. Índice de aridez. <https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-200-suelos.pdf>

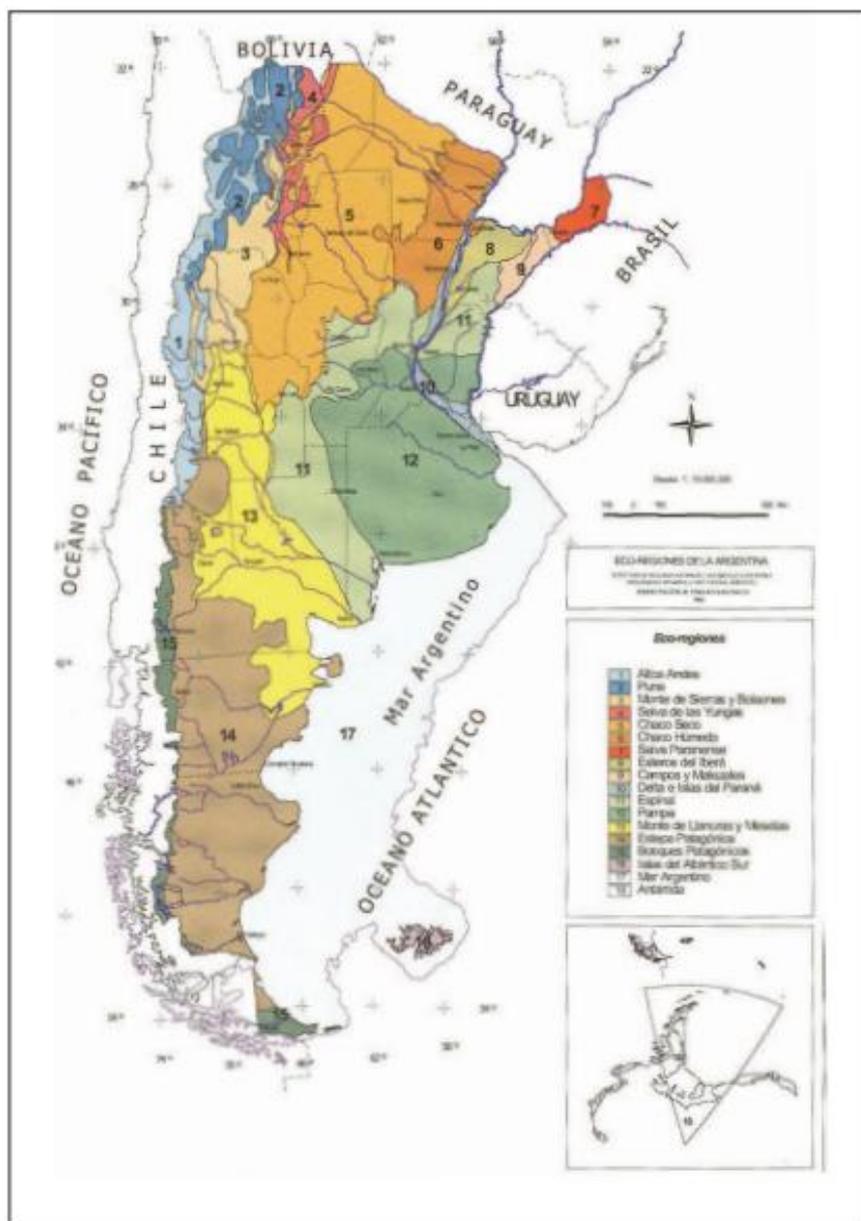


Figura 18. Ecorregiones de la Argentina. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-200-suelos.pdf>

Tabla 4. Características de herbicidas utilizados y grupos de clasificación según la WSSA y la HRAC:

Nombre	Descripción	Clasificación según	
		WSSA	HRAC
glifosato	Inhibidor de la biosíntesis de aminoácidos. Herbicida de amplio espectro, de acción postemergente y sin residualidad. Registrado para barbecho y postemergencia de cultivos tolerantes. Formulación utilizada: sal potásica 540 gr equivalente ácido/L.	9	G
2,4-D sal amina	Regulador de crecimiento (hormonal). Controla malezas latifoliadas de manera postemergente. Registro en barbecho y postemergencia de cultivos de gramíneas. Formulación utilizada: sal amina 48%.	4	O
dicamba	Regulador de crecimiento (hormonal). De efecto postemergente. Registro en barbecho o en postemergencia de cultivos gramíneas. Formulación utilizada: sal dimetilamina 57,71%.	4	O
metsulfuron methyl	Inhibidor de la biosíntesis de aminoácidos. Utilizado como residual para el control de nuevas emergencias de malezas latifoliadas. Registro para barbecho o postemergente de gramíneas invernales. Formulación utilizada: metsulfurón 60%	2	B
atrazina	Inhibidor de la fotosíntesis. Controla nuevas emergencias de malezas latifoliadas. Registrado en pre siembra, preemergencia y postemergencia de maíz y sorgo. Formulación utilizada: atrazina 90%	5	C1
diclosulam	Inhibidor de biosíntesis de aminoácidos. Es un herbicida de acción sistémica y residual tanto gramínica como latifolicida. Registro en pre siembra de soja. Formulación utilizada: diclosulam 84%	2	B

Tabla 4 (continuación). Características de herbicidas utilizados y grupos de clasificación según la WSSA y la HRAC:

Nombre	Descripción	Clasificación según	
		WSSA	HRAC
flumioxazin	Inhibidor de la síntesis de clorofila. Controla malezas emergidas y su máxima efectividad como residual para latifoliadas y algunas gramíneas. Registro para presembrado de soja, maíz y sorgo. Formulación utilizada: flumioxazin 48%	14	E
acetoclor	Inhibidor de la división y alargamiento celular. Graminocida residual. Registro para presembrado de soja, maíz y sorgo, aunque para los dos últimos requiere el agregado de protector. Formulación utilizada: acetoclor 90%	15	K3