

Sensibilidad de *Conyza bonariensis* y *Conyza sumatrensis* a glifosato en distintos estadios de crecimiento

Conyza sumatrensis and Conyza bonariensis sensitivity to glyphosate in different growth stages

Conyza bonariensis e Conyza sumatrensis: sensibilidade ao glifosato em diferentes estádios de crescimento

Valeria Gianelli; Nicolas Scaramuzza; Patricia Diez de Ulzurrun; Francisco Bedmar.

INTA. EEA BAcarce
 gianelli.valeria@inta.gov.ar

Resumen

Conyza sumatrensis y *Conyza bonariensis* son dos de las malezas más problemáticas en Argentina. En el sudeste bonaerense no existe información referida a la sensibilidad a glifosato de estas especies. Los objetivos de este trabajo fueron: a) determinar diferencias en sensibilidad a glifosato de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*, b) evaluar el efecto del estadio de crecimiento de plantas de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* sobre la eficacia de glifosato, y c) determinar la dosis letal media de glifosato para ambas especies. Se realizó un ensayo con plantas en estadio de roseta y elongación del tallo. En cada estadio se aplicaron dosis crecientes del herbicida glifosato (0, 0.5, 1, 2, 4, 8 y 12 L ha⁻¹ de producto formulado equivalente a 0, 180, 360, 720, 1080, 2880 y 4320 gramos de equivalente ácido (e.a) ha⁻¹ (CREDIT 48% sal; 36 g e.a). Se efectuaron evaluaciones visuales de control y se determinó la biomasa aérea. Se construyeron curvas de dosis respuesta ajustadas utilizando un modelo log-logístico y uno lineal plateau. Además, se calculó la dosis requerida para alcanzar el 50% de control (EC₅₀). *C. sumatrensis* mostró menor sensibilidad a glifosato que *C. bonariensis*. A mayor estadio de crecimiento se necesitó una mayor dosis de glifosato para lograr un mismo nivel de control. En estadio de roseta, la EC₅₀ fue de 1.37 y 1.12 L ha⁻¹ para *C. sumatrensis* y *C. bonariensis*, respectivamente. En estado de elongación ambas especies presentaron mayores valores de EC₅₀ (8.04 y 2.44 L ha⁻¹, respectivamente).

Palabras clave: rama negra-control de malezas - curvas dosis respuesta

Summary

Conyza sumatrensis and Conyza bonariensis are two of the most problematic weeds in Argentina. In the southeast of Buenos Aires there is no information regarding the sensitivity of *Conyza* species to glyphosate. The objectives of this work were: a) to determine differences in sensitivity of *C. bonariensis* and *C. sumatrensis* to glyphosate, b) to evaluate the effect of the growth stage of *C. bonariensis* and *C. sumatrensis* plants on glyphosate efficacy, and c) to determine the median lethal glyphosate dose for both species. An experiment was conducted with plants at the rosette and stem elongation stages. Increasing doses of glyphosate (0, 0.5, 1, 2, 4, 8 and 12 L ha⁻¹ of formulated product corresponding to 0, 180, 360, 720, 1080, 2880 y 4320 g acid equivalent ha⁻¹) (CREDIT 48% salt; 36g acid equivalent) were applied at each stage. Control was assessed visually, and aboveground biomass was determined. Dose-response curves were adjusted using the log-logistic and linear plateau models and the glyphosate dose required for 50% weed control (EC₅₀) was calculated. *C. sumatrensis* was less sensitive to glyphosate than *C. bonariensis*. Later growth stages required a higher dose of glyphosate to achieve the same level of control. The EC₅₀ values were 1.37 and 1.12 L ha⁻¹ for *C. sumatrensis* and *C. bonariensis* respectively, in rosette stage, while in the stem elongation stage both species had high EC₅₀ values (8.04 and 2.44 L ha⁻¹, respectively).

Keywords: hairy fleabane- weed control - dose-response curves

Resumo

Conyza sumatrensis e Conyza bonariensis são duas das plantas daninhas mais problemáticas da Argentina. No sudeste de Buenos Aires não há informações sobre a sensibilidade ao glifosato dessas espécies. Os objetivos deste trabalho foram: a) determinar diferenças na sensibilidade ao glifosato de *C. bonariensis* e *C. sumatrensis*, b) avaliar o efeito do estágio de crescimento de plantas de *C. bonariensis* e *C. sumatrensis* sobre a eficácia do glifosato, e c) determinar a dose letal média de glifosato para ambas as espécies. Realizou-se um ensaio com plantas em roseta e alongamento do caule. Em cada etapa, foram aplicadas doses crescentes de herbicida glifosato (0, 0,5, 1, 2, 4, 8 e 12 L ha⁻¹ de produto formulado equivalente a 0, 180, 360, 720, 1080, 2880 e 4320 gramas de equivalente ácido) (e.a.) ha⁻¹ (CREDIT 48% salt, 36 g.e.a). Foram realizadas avaliações visuais de controle e foi determinada a biomassa aérea. As curvas dose-resposta ajustadas foram construídas usando um modelo log-logístico e um modelo linear de platô. Além disso, foi calculada a dose necessária para atingir 50% de controle (EC₅₀). *C. sumatrensis* apresentou menor sensibilidade ao glifosato que *C. bonariensis*. Um estágio mais elevado de crescimento exigiu uma dose maior de glifosato para atingir o mesmo nível de controle. Na fase de roseta, a EC₅₀ foi de 1,37 e 1,12 L ha⁻¹ para *C. sumatrensis* e *C. bonariensis*, respectivamente. No estado de alongamento, ambas as espécies apresentaram maiores valores de EC₅₀ (8,04 e 2,44 L ha⁻¹, respectivamente).

Palavras-chave: avoadinha peluda/erva pau - controle de plantas daninhas - curvas dose-resposta

Introducción

Las malezas representan uno de los obstáculos más importantes en los sistemas de producción de cultivos extensivos modernos. Esto se debe principalmente a que las malezas pueden generar importantes pérdidas de rendimiento del cultivo debido a la competencia por la luz, el agua y los nutrientes. Para disminuir las pérdidas de rendimiento de cultivo causadas por las malezas, una de las prácticas más difundidas en la actualidad es la utilización de herbicidas, entre ellos el glifosato (CASAFE, 2015).

El glifosato, químicamente es un ácido débil y comercialmente se formula como sal, encontrándose entre las más comunes las formas isopropilamina, amónica o potásica (Allieri & Papa, 2008). Este herbicida es un inhibidor específico de la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS) (Vencill *et al.*, 2012). La inhibición de la actividad de la EPSPS interrumpe la vía de shikimato e inhibe la producción de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano) los cuales son precursores de importantes metabolitos secundarios como lignina, flavonoides, alcaloides, ácidos benzoicos y fitohormonas, causando la muerte de la planta (Gressel, 2002; Perez Jones *et al.*, 2007).

El glifosato es uno de los herbicidas sistémicos más utilizados a nivel mundial. En Argentina el uso creciente de glifosato se dio a posteriori de la introducción de los cultivos tolerantes a glifosato, como es el caso del maíz, la soja y el algodón, después de mediados de los 90'. Además, glifosato se utiliza frecuentemente en barbechos de cultivos en siembra directa (INTA, 2013). En el año 2012, en Argentina, se comercializaron 196.7 millones de kilogramos de glifosato, valor que comprende el 80% del mercado total de herbicidas para ese año y el 62% del mercado de plaguicidas (CASAFE, 2015).

El género *Conyza*, de origen sudamericano, pertenece a la familia de las Asteráceas, también llamadas Compuestas y comprende aproximadamente 60 especies, (Sansom *et al.*, 2013). En Argentina se han encontrado más de 20 especies del género *Conyza*, siendo *Conyza sumatrensis* (RETZ) E. Walker, y *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, conocidas vulgarmente como "rama negra", dos de las más difundidas en el área sudeste de la provincia de Buenos Aires y perjudiciales para la producción de cultivos (Leguizamón, 2011; Diez de Ulzurrun *et al.*, 2015).

Conyza bonariensis es una maleza herbácea, de porte erecto, de hasta 1 m de altura. Presenta tallos únicos o poco ramificados con hojas verde-azuladas, muy pubescentes. Los capítulos (más de 20 por ramificación) se agrupan en inflorescencias corimbiformes (Flora Argentina, 2017). Por su parte, las plantas de *C. sumatrensis*, pueden alcanzar 1.5 a 2 m de altura. Los tallos se ramifican en el ápice y presentan hojas subglabras color verde amarillentas. Los capítulos, más de 50 por eje, se agrupan en inflorescencias paniculiformes (piramidales) (Flora Argentina, 2017; Leguizamón, 2011).

Según estudios realizados por Diez de Ulzurrun *et al.* (2015) en el Sudeste Bonaerense, se identificaron cinco especies de "rama negra": *C. blakei* (Cabrerá), *C. bonariensis*, *C. laevigata* (Rich.) Pruski, *C. lorentzii* (Griseb) y *C. sumatrensis*. En dicho estudio, *C. sumatrensis* fue la única especie que estuvo presente en todos los ambientes, seguido por *C. bonariensis* que estuvo en cuatro de los ocho ambientes bajo estudio. El mencionado estudio también mostró que *C. bonariensis* fue la especie con mayor producción de semillas por capítulo (178,5 semillas/capítulo), seguida por *C. sumatrensis* (105,7 semillas/capítulo), *C. blakei* (73,8 semillas/capítulo) y *C. lorentzii* (46,9 semillas/capítulo) (Diez de Ulzurrun *et al.*, 2015). Como se ve, son especies muy prolíficas. El número de capítulos por planta y la producción

total de semillas suelen ser proporcionales a la altura del tallo (Shields *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2007). En el caso de *C. bonariensis*, las plantas producen entre 85.074 a 375.561 semillas (Wu *et al.*, 2007; Green, 2010), mientras que para *C. sumatrensis* se han reportado valores entre 60.000 (Hao *et al.*, 2009) y 368.000 semillas por planta (Metzler, 2014).

Diversos estudios realizados en las provincias de Entre Ríos y La Pampa demostraron dos periodos de emergencia, principios del otoño y principios de primavera (Metzler *et al.*, 2013; Montoya, 2013). Mientras que en un estudio de flujo de emergencia realizado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires se determinó que la emergencia de *C. sumatrensis* se concentraba durante el otoño (60%), observándose un segundo pico de emergencia (20%) en primavera (Gianelli *et al.*, 2017).

La interferencia de dicha especie en el cultivo de soja se manifiesta afectando el rendimiento y los componentes que lo definen (Número de granos vaina⁻¹, y peso de granos). Asimismo, puede provocar disminuciones en la calidad del producto y/o aumentos del costo de cosecha, asociado al aumento en el porcentaje de materias extrañas y la humedad de cosecha (Gazziero *et al.*, 2010). En Argentina, las pérdidas de rendimiento asociado a la interferencia de esta maleza, oscilan entre el 80% con densidades equivalentes a 40-60 plantas m² y superiores al 90% con densidades de la maleza mayores a 60 plantas m² (Bedmar *et al.*, 2014).

Rama negra puede ser efectivamente controlada con diferentes herbicidas tales como glifosato (glicinas), 2,4-D, fluroxipir, dicamba, picloram (hormonales), atrazina, prometrina y metribuzin (triazinas), metsulfuron, clorimuron, diclosulam (inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS)). En muchos casos se utilizan en mezclas para mejorar la eficiencia de control (Nisensohn *et al.*, 2011; Ustarroz & Rainero, 2012; Puricelli *et al.*, 2015). La combinación de glifosato con herbicidas que inhiben la ALS proveen controles más eficientes y mayores períodos de residualidad respecto a las mezclas con herbicidas hormonales, triazinas, entre otros (Paula *et al.*, 2011; Ustarroz *et al.*, 2011; Metzler *et al.*, 2013; Gianelli *et al.*, 2015).

El control químico de *Conyza* es especialmente ineficiente cuando la maleza se encuentra en estadios avanzados de crecimiento (Steckel, 2005; Faccini *et al.*, 2008; Metzler *et al.*, 2011). Plantas de *Conyza* en estado vegetativo (roseta) han sido más eficazmente controladas que aquellas plantas en estado de crecimiento más avanzados y próximos a estados reproductivos (Ustarroz *et al.*, 2010; Montoya *et al.*, 2011; Gianelli *et al.*, 2015). Investigaciones previas demostraron que la sensibilidad de "rama negra" a glifosato está condicionada no solo al tamaño de las plantas, sino también por la dosis de herbicida utilizada, el momento de aplicación y la especie considerada (Nisensohn *et al.*, 2011; Puricelli *et al.*, 2015).

Papa *et al.* (2010) determinaron que rosetas de *C. bonariensis* de entre 3 y 8 cm de diámetro fueron satisfactoriamente controladas con 3 L ha⁻¹ de glifosato en invierno. Sin embargo, la misma dosis de glifosato en primavera sobre plantas de 15 a 20 cm de altura no afectó en forma significativa a la maleza. El punto de inflexión para esta caída se estima en los 15 cm de altura. La mayor acumulación de biomasa en raíces a medida que se incrementa el tamaño de la planta podría otorgar mayor energía de reserva para el rebrote de la planta y así, mayor capacidad de sobreponerse al control químico. Metzler *et al.* (2013) evaluaron el control de *C. sumatrensis* y *C. bonariensis* en distinto estado de desarrollo en plantas provenientes de lotes con diferente historia de uso de

glifosato (con y sin aplicación de glifosato), y reportaron que en estado de roseta, *C. bonariensis* resultaba más fácil de controlar que *C. sumatrensis*. González-Torrvalva *et al.* (2010) determinaron que la dosis de glifosato requerida para inhibir el 50% del crecimiento (GR_{50}) en el estado de elongación era siete veces superior a la requerida en el estado de plántula y que, con tallos mayores a 15 cm de altura, el valor se incrementaba cinco veces más. González-Torrvalva *et al.* (2010) también demostraron que la sensibilidad a glifosato de *C. sumatrensis* fue mayor a la de *C. bonariensis* y esta mayor a la de *C. canadensis* (L.) Cronquist. De lo expuesto, surge que el control de ambas especies no resulta satisfactorio cuando las plantas de *Conyza* poseen un tamaño mayor al de roseta (Faccini & Puricelli, 2007).

A nivel mundial, han sido reportados 19 biotipos de *C. bonariensis* resistentes a herbicidas de diversos modos de acción (glifosato, paraquat, atrazina, clorsulfuron, simazina y clorimuron). También fueron reportados 11 biotipos de *C. sumatrensis* resistentes a los

herbicidas paraquat, diquat, glifosato y clorimuron (Heap, 2017). De acuerdo a la misma fuente, en Argentina, solo *C. bonariensis* ha sido reportada resistente a glifosato. En Argentina, ambas especies de *Conyza* fueron consideradas inicialmente como tolerantes a glifosato. Sin embargo, la Red en Conocimiento de Malezas Resistentes (AAPRESID, 2015) confirma actualmente la resistencia a glifosato de estas dos especies en Entre Ríos.

Este hecho, sumado a los antecedentes de resistencia a glifosato de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*, en el mundo (Vila-Aiub *et al.*, 2008), motivan la realización de estudios que permitan evaluar la sensibilidad a glifosato en poblaciones de *Conyza* sp. pertenecientes al sudeste Bonaerense. Los objetivos de este trabajo fueron: a) determinar diferencias en sensibilidad a glifosato de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*, b) evaluar el efecto del estadio de crecimiento de plantas de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* sobre la eficacia de glifosato, y c) determinar la dosis letal media de glifosato para ambas especies.

Materiales y métodos

Información general

Un ensayo en macetas se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del INTA (37° 45' S; 58° 18' W; 130 m.s.n.m) durante 2015 y 2016.

El 17 de julio de 2015 se realizó la siembra al voleo, de semillas de dos especies de *Conyza* (*C. sumatrensis* y *C. bonariensis*) en macetas de polietileno negro de 1 L de capacidad. La semilla utilizada fue recolectada en febrero-marzo de 2015 en un lote de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Balcarce. Al momento de la recolección, el lote había permanecido en barbecho y sin aplicación previa de glifosato durante el año 2014, con antecesor trigo en la campaña 2013-2014.

En las macetas se utilizó una mezcla de suelo y perlita en una proporción de 4 a 1. El suelo fue extraído del mismo sitio en el cual fueron recolectadas las semillas y correspondió a un Argiudol típico con 4,5 % de materia orgánica y pH 6. Luego de la germinación de las semillas, se realizaron raleos periódicos hasta lograr una densidad de dos plantas por maceta. Las mismas se mantuvieron en invernáculo en las primeras etapas de desarrollo, hasta que se establecieron las plántulas, y luego se trasladaron al exterior del mismo. Las plantas fueron regadas periódicamente para mantenerlas en óptimas condiciones de humedad.

Tratamientos y evaluaciones

Las plantas de cada una de las dos especies de *Conyza* crecieron hasta dos estadios de desarrollo (roseta y elongación del tallo), después del cual fueron tratadas con dosis crecientes de glifosato (sal isopropilamina del N-fosfometil glicina, Credit CS 48%, 36% ea) según se detalla en la Tabla 2. Previamente a la aplicación de los tratamientos, se midió el diámetro y la altura de las plantas para cada estadio (Tabla 1).

Tabla 1: Tamaño promedio de plantas de *Conyza sumatrensis* y *Conyza bonariensis* en estado de roseta y en elongación del tallo previo a la aplicación de los tratamientos.

	Especie	Altura (cm)	Diámetro de la roseta (cm)
Primer estadio	<i>Conyza sumatrensis</i>	1,84	4,71
	<i>Conyza bonariensis</i>	2,88	7,63
Segundo estadio	<i>Conyza sumatrensis</i>	7,17	8,86
	<i>Conyza bonariensis</i>	11,23	10,2

Se utilizó una mochila experimental de presión constante (40 lb/pulg²), a base de CO₂, con una barra de aspersión provista de pastillas Teejet 11001 que arrojó un volumen de 127 L ha⁻¹. Al momento de la aplicación de los tratamientos se determinaron las condiciones meteorológicas (Tabla 3).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cinco repeticiones para cada dosis. Para evaluar la efectividad de los tratamientos con glifosato se realizaron evaluaciones visuales del porcentaje de control respecto al testigo a los 12, 20 y 35 días después de la aplicación (DDA) (Tabla 4), en los que 0 % significó ausencia de control y 100% control total o muerte de la planta.

Al finalizar las evaluaciones visuales, se procedió a cortar las plantas al ras del suelo, para determinar su peso fresco.

Condiciones meteorológicas

En las Figuras 1 y 2 se presentan las temperaturas máximas, mínimas y medias del aire, registradas durante el período de realización del ensayo.

Análisis estadísticos

Los valores de control visual a los 35 DDA para cada especie y en cada estadio de crecimiento se utilizaron para construir curvas de dosis respuesta. Para ello se emplearon dos modelos: log-logístico y lineal plateau debido al ajuste satisfactorio de los datos en cada modelo (Motulsky & Christopoulos, 2003)

Tabla 2: Tratamientos con diferentes dosis de glifosato evaluados sobre dos poblaciones de *Conyza sumatrensis* y *Conyza bonariensis*.

Tratamientos	Dosis (g equivalente ácido ha ⁻¹)	Dosis Formulada (Lha ⁻¹)
0x	0	0
1/4x	180	0,5
1/2 x	360	1
1x	720	2
2x	1080	4
4x	2880	8
6x	4320	12

Tabla 3: Condiciones meteorológicas al momento de la aplicación de los tratamientos.

	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Viento (Km h ⁻¹)	Humedad (%)
Primer estadio	04/11/2015	9:00	19	1,4	26,3
Segundo estadio	16/11/2015	10:00	25,3	7,3	54,4

Tabla 4: Fechas de evaluación para el porcentaje de control de *Conyza sumatrensis* y *Conyza bonariensis* en el primer (roseta) y segundo (elongación del tallo) estadio de aplicación de las diferentes dosis del herbicida glifosato

Días desde la aplicación	Fecha	
	Primer estadio	Segundo estadio
12	16/11/2015	30/11/2015
20	25/11/2015	11/12/2015
35	11/12/2015	18/12/2015

El modelo log logístico de Seefeld *et al.*, (1995), se caracteriza por la expresión matemática:

$$Y = C + \frac{D - C}{1 + (\frac{x}{EC50})^b}$$

donde Y es la respuesta al herbicida (porcentaje de control), C y D se corresponden con el límite inferior (control a bajas dosis) y superior (control a muy alta dosis de herbicida), b es la pendiente de la curva, x es la dosis aplicada del herbicida y EC50 la dosis del herbicida requerida para alcanzar un 50% de control (porcentaje de control visual comparado al testigo sin tratar).

Por su parte la expresión matemática correspondiente al modelo lineal plateau fue la siguiente:

$$Y = a + bx$$

donde Y es la respuesta al herbicida (porcentaje de control); a es el porcentaje de control correspondiente al testigo sin aplicación y b la pendiente (cambio de la media de control por aumentar en una unidad la dosis de herbicida aplicado).

En base a las ecuaciones obtenidas se estimó para cada especie y estadio de crecimiento la dosis requerida para alcanzar el 50% de control (EC₅₀). Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para determinar el efecto de interacción para el porcentaje de control de *C. sumatrensis* y *C. bonariensis* a los 12, 20 y 35 días desde la aplicación (DDA) en los dos estadios de crecimiento.

Para cada fecha de evaluación, se realizaron comparaciones del porcentaje de control de cada especie entre estadios de

Resultados y Discusión

Control visual de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* con glifosato

En la Tabla 5 presentan los resultados de porcentaje de control visual de *C. sumatrensis* y *C. bonariensis* en dos estadios de aplicación a 12, 20 y 35 DDA. Se detectó interacción entre las especies, los estadios de aplicación y las dosis de glifosato (p<0.05).

En líneas generales puede destacarse que en las tres fechas de evaluación a mayor dosis de glifosato se observó mayor control visual en ambas especies en los dos estadios de crecimiento. *C. bonariensis* resultó más sensible que *C. sumatrensis* independientemente del estado de crecimiento y la dosis. Asimismo, a

Figura 1: Temperatura máxima (max), mínima (min) y media (med) del aire desde la aplicación hasta la finalización del ensayo en el primer estadio de aplicación.

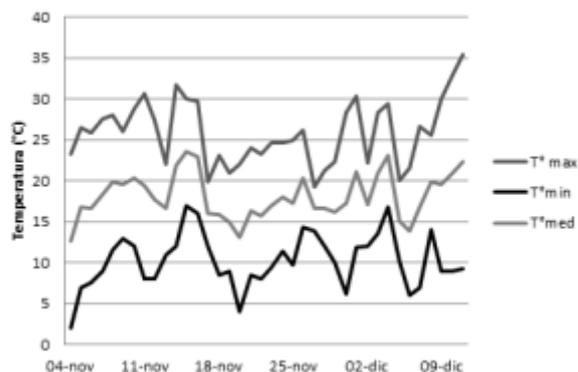
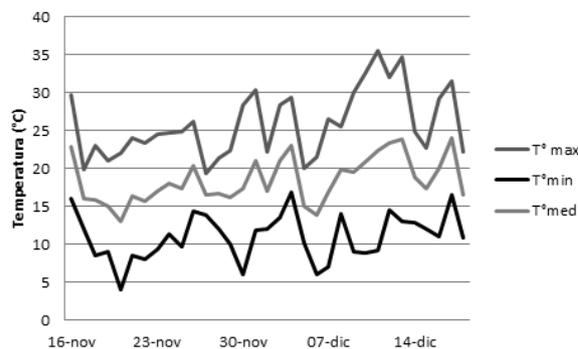


Figura 2: Temperatura máxima (max), mínima (min) y media (med) del aire desde la aplicación hasta la finalización del ensayo en el segundo estadio de aplicación.



aplicación y entre especies dentro de cada estadio de aplicación. Con los valores obtenidos de biomasa a los 35 DDA se realizó un análisis de la varianza y comparaciones entre los dos estadios de aplicación y entre especies dentro de cada estadio de aplicación.

Los datos se analizaron mediante el programa estadístico SAS University (2017) y las comparaciones se efectuaron utilizando el test de "t" (p<0,05).

mayor estadio de crecimiento se necesitó una mayor dosis de glifosato para lograr un mismo nivel de control.

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Metzler *et al.* (2013). Dichos autores evaluaron el control de ambas especies en distinto estado de desarrollo, utilizando semillas provenientes de lotes con antecedentes de uso de glifosato y otras provenientes de lotes sin antecedentes de uso de glifosato. En estado vegetativo el control fue superior para *C. bonariensis* sin aplicación previa y menor para aquellas con aplicación previa de glifosato. Para *C. sumatrensis* el control fue muy bajo en ambas situaciones. No obstante, en contraposición a estos resul-

Tabla 5: Porcentaje de control visual respecto al testigo (sin tratar) a los 12 días después de la aplicación de glifosato en plantas de *Conyza sumatrensis* y *Conyza bonariensis* en dos estadios de crecimiento: roseta y elongación del tallo.

	Dosis (L ha ⁻¹)	Estadio 1		Estadio 2	
		<i>C. sumatrensis</i>	<i>C. bonariensis</i>	<i>C. sumatrensis</i>	<i>C. bonariensis</i>
12 días después de la aplicación	0	0 A b	0 A b	0 A b	0 A f
	0,5	4 A b	2 A b	0 B b	24 A e
	1	34 A a	19 A b	1 B b	39 A cd
	2	42 A a	67 B a	2,4 B b	40 A c
	4	45 A a	72 A a	1 B b	61 A bc
	8	47 B a	81 A a	10 B b	78 A ab
	12	40 B a	82 A a	45 B a	88 a
20 días después de la aplicación	0	0 A c	0 A c	0 A c	0 A d
	0,5	5 A c	6 A c	0 B c	39 A c
	1	52 Ab	14 B c	11 B bc	57 A bc
	2	56 A b	64 A b	17 B bc	62 A b
	4	60 A a	84 A ab	20 B abc	98 A a
	8	63 A b	83 A ab	30 B ab	98 A a
	12	60 A b	91 A a	54 B a	97 A a
35 días después de la aplicación	0	0 A d	0 A c	0 A c	0 A c
	0,5	20 A c	12 A c	24 B c	59 A b
	1	55 A b	40 A b	26 B b	62 A b
	2	62 A b	81 A a	25 B b	65 A b
	4	65 B ab	89 A a	28 B b	97 A a
	8	83 A a	88 A a	50 B a	99 A a
	12	84 A a	89 A a	58 B a	100 A a

*Dentro de cada especie letras iguales minúsculas indican diferencias no significativas ($P > 0.05$) para el % de control entre diferentes dosis de Glifosato.

*Dentro de cada dosis, letras iguales mayúsculas indican diferencias no significativas en el control entre especies ($P > 0.05$)

tados, Nisensohn *et al.* (2011) registraron menor sensibilidad en *C. bonariensis* respecto a *C. sumatrensis*.

De forma similar, Puricelli *et al.* (2015) y Travlos y Chachalis, (2010) compararon el control con glifosato de biotipos susceptibles y tolerantes de *C. bonariensis* en tres estados de desarrollo, confirmando mayores controles en los biotipos susceptibles y aumentó de aumento de dosis en función del tamaño de las plantas.

En el segundo estadio de crecimiento con todas las dosis de glifosato evaluadas, se obtuvieron controles significativamente superiores para *C. bonariensis* respecto de *C. sumatrensis*, presentando valores de control cercanos al 90% a partir de la dosis de 4 L ha⁻¹. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Metzler *et al.* (2013) quienes para *C. bonariensis* en estado reproductivo alcanzaron un buen control con altas dosis (8 L ha⁻¹), valor que excede las dosis de uso recomendadas y afectarían la sustentabilidad de los sistemas de producción.

En el presente trabajo, en el caso de *C. sumatrensis* también se requirió una dosis de 8 L ha⁻¹ de glifosato para lograr controles superiores al 80% en estadio de roseta, mientras que luego de ese estadio, no se alcanzaron controles superiores al 60% con ninguna de las dosis evaluadas. Por su parte para *C. bonariensis*, no se observaron diferencias significativas en el control en ambos estadios, alcanzando similares porcentajes de control, excepto con la dosis de 0.5 L ha⁻¹.

Biomasa aérea de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* a los 35 DDA

En estado de roseta, no se observaron diferencias significativas en el peso fresco de biomasa aérea entre especies (Figura 3). Sin embargo, se observa una marcada reducción en la biomasa de las plantas tratadas con glifosato respecto al testigo sin tratar (Figura 3). Por otra parte, las plantas de *C. bonariensis* en estado de elongación del tallo mostraron, mayor sensibilidad al glifosato que aquellas de *C. sumatrensis*. Estas diferencias son principalmente significativas a partir de una dosis de 2 L ha⁻¹ de glifosato (Figura 4).

Conyza sumatrensis presentó una biomasa significativamente superior en el segundo estadio de aplicación respecto al primer estadio (Figura 5), en concordancia con los bajos valores de control registrado para esta especie en estado de desarrollo avanzado. En *C. bonariensis* no se determinaron diferencias significativas en el peso fresco entre los dos estadios de aplicación (Figura 6).

Curvas de Dosis Respuesta

Con los valores de control obtenidos a los 35 DDA, se realizaron curvas Dosis-Respuesta para cada especie y en ambos estadios de aplicación (Figuras 7 a 10). A tal fin, se evaluaron dos modelos, obteniendo un mejor ajuste de los datos para *C. bonariensis* con el modelo log-logístico y para *C. sumatrensis* con el modelo lineal plateau.

Figura 3: Peso fresco promedio de plantas en estado de roseta de *Conyza bonariensis* y *Conyza sumatrensis* a los 35 DDA.

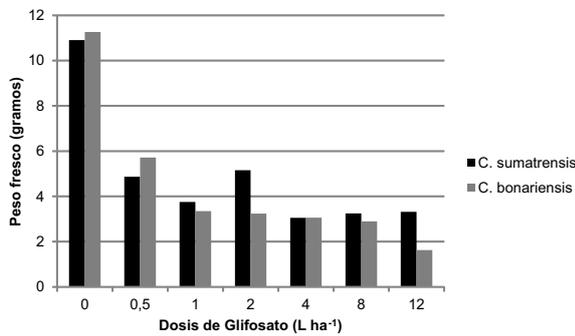


Figura 4: Peso fresco promedio de plantas en estado de elongación de *Conyza bonariensis* y *Conyza sumatrensis* a los 35 DDA. Para cada estadio letras iguales indican diferencias no significativas dentro de cada dosis ($p > 0.05$).

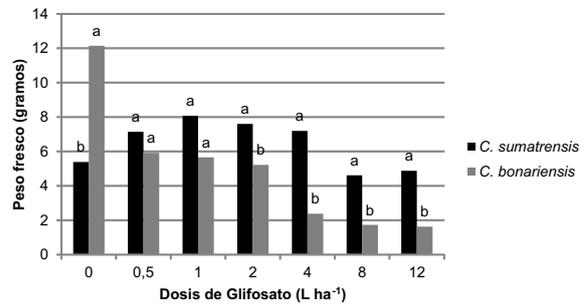


Figura 5: Peso fresco *Conyza sumatrensis* a los 35 DDA en los 2 estadios de aplicación. Para cada estadio letras iguales indican diferencias no significativas ($p > 0.05$).

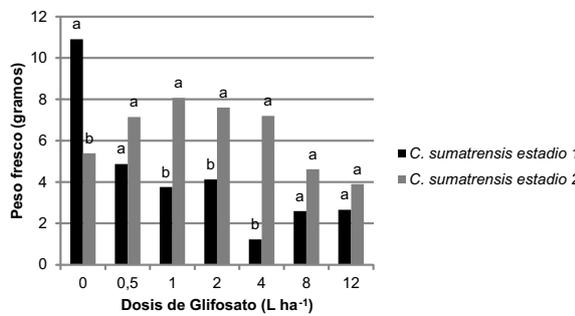


Figura 6: Peso fresco *Conyza bonariensis* a los 35 DDA en los 2 estadios de aplicación.

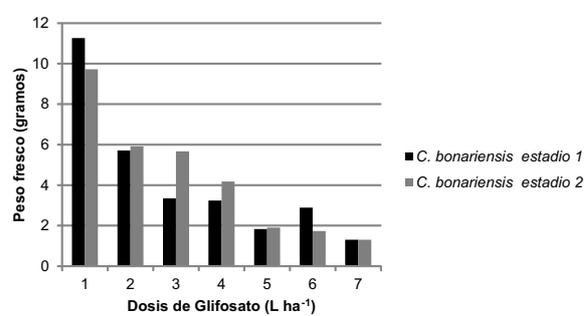


Figura 7: Control visual a los 35 DDA de *Conyza sumatrensis* en estado de roseta tratada con diferentes dosis de glifosato. Curva dosis respuesta: $y = 6.6 + 31.6 * 2.26$. $R^2 = 0.6$. ($p < 0.0001$). EC50: 1.37.

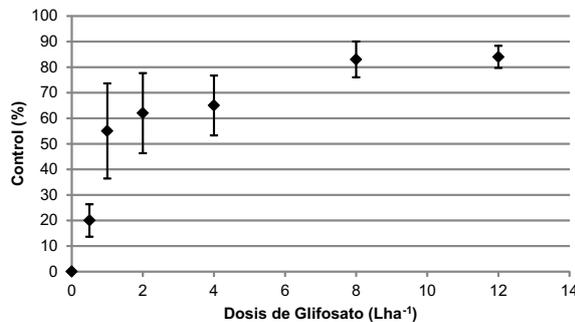


Figura 8: Control visual a los 35 DDA de *Conyza bonariensis* en estado de roseta tratada con diferentes dosis de glifosato. Curva dosis respuesta: $y = 88.7 + (88.7 - 8.68) / (1 + (dosis/1.12)^3.9)$. $R^2 = 0.85$. ($p < 0.0001$). EC50: 1.12.

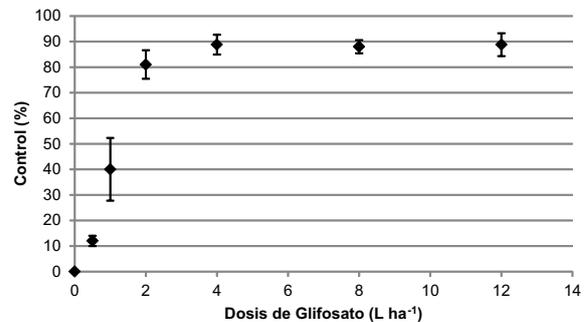


Figura 9: Control visual a los 35 DDA de *Conyza sumatrensis* en estado de elongación del tallo tratada con diferentes dosis de glifosato. Curva dosis respuesta: $y = 13.8 + 4.5 * 9.76$. $R^2 = 0.6$. ($p < 0.0001$). EC50: 8.04.

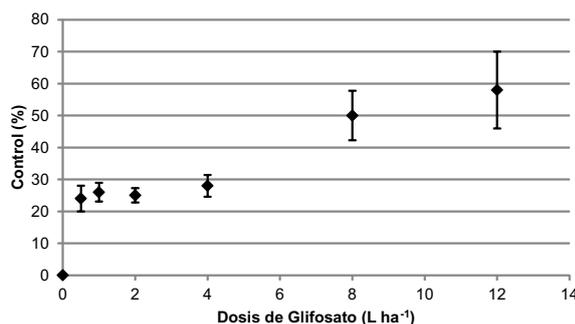
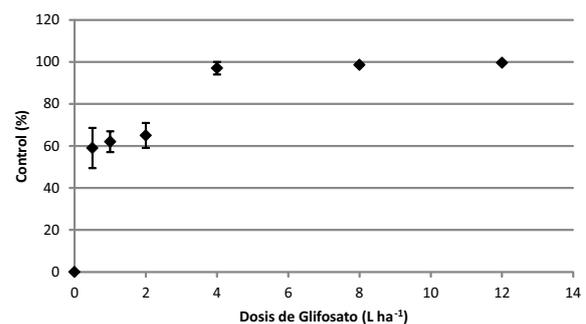


Figura 10: Control visual a los 35 DDA de *Conyza bonariensis* en estado de elongación del tallo tratada con diferentes dosis de glifosato. Curva dosis respuesta: $y = 99.3 + (99.3 - 53.7) / (1 + (dosis/2.44)^5.4)$. $R^2 = 0.91$. ($p < 0.0001$). EC50: 2.44.



En estado de roseta, la dosis estimada requerida para alcanzar el 50% de control fue de 1,4 y 1,1 L ha⁻¹ de glifosato para *C. sumatrensis* y *C. bonariensis*, respectivamente (Figuras 7 y 8). Por el contrario, plantas en estado de elongación del tallo mostraron mayores valores de EC₅₀. En este estadio, la dosis requerida para alcanzar el 50% de control en *C. sumatrensis* fue de 8,0 L ha⁻¹, mientras que *C. bonariensis* requirió 2,4 L ha⁻¹ para alcanzar el mismo control (Figuras 9 y 10).

Estos resultados son coincidentes con resultados de otros estudios que indican que el estado vegetativo (roseta) es el momento óptimo para un control satisfactorio de estas especies (Ustarroz & Cerutti 2015; Gianelli *et al.*, 2015; Puricelli *et al.*, 2015; Cerutti, 2016; Kahl, 2016).

Los valores de EC₅₀ obtenidos en este trabajo para *C. sumatrensis* en el primer estadio de aplicación (roseta) fueron similares a los estimados por Nisensohn *et al.*, (2011) quienes alcanzaron valores de 1.02 L ha⁻¹. No obstante en el segundo estadio de aplicación (elongación del tallo), los valores registrados en dicho estudio fueron muy inferiores (2.25 L ha⁻¹) a los alcanzados en este trabajo (8.04 L ha⁻¹). Por su parte para *C. bonariensis* en ambos estadios de aplicación se obtuvieron valores de EC₅₀ (2.2 y 5.2 L ha⁻¹) superiores a los reportados en este trabajo. Por su parte, González-Torralva *et al.*, (2010) obtuvieron valores de EC₅₀ de 2.9 y 15.7 g ia ha⁻¹ (6.4 y 34 L ha⁻¹) para *C. sumatrensis* y *C. bonariensis* respectivamente en estado de roseta.

En este contexto, la menor sensibilidad mostrada por *C. sumatrensis* respecto a *C. bonariensis* indicaría la presencia de un biotipo en vías de desarrollar resistencia, lo cual provocó un impacto negativo, manifestado por los escasos controles obtenidos a las dosis de uso recomendadas de glifosato.

En otro sentido, se ha determinado que la sensibilidad de las malezas a un herbicida particular puede decrecer y/o incremen-

tarse con aumentos en la temperatura antes y después de la aplicación de los herbicidas, atribuyendo este efecto a la diferente absorción, retención y translocación de los herbicidas (Hammer-ton, 1967).

En este aspecto, Kleinman *et al.* (2015) determinaron que el efecto del glifosato sobre biotipos resistentes y susceptibles de *C. bonariensis* y *C. canadensis* se encontraba estrechamente relacionado a las condiciones de crecimiento de las plantas, mostrando que la sensibilidad al herbicida se incrementaba linealmente con el incremento de la temperatura. Dichos autores determinaron que la EC₅₀ se reducía 6 a 8 veces a bajas temperaturas (16/10 °C), respecto a altas temperaturas (34/ 28°C).

Por lo expuesto, las diversas temperaturas en que se realizaron los ensayos podrían explicar las diferencias en sensibilidad obtenidas en este experimento, respecto de estudios previos (González-Torralva *et al.*, 2010; Nisensohn *et al.*, 2011).

En el presente trabajo, la temperatura media registrada en ambos periodos de aplicación no superó los 25 °C durante todo el desarrollo del experimento (Figuras 1 y 2), lo cual podría haber influido en la mayor eficacia de control de *C. bonariensis* respecto a estudios previos en los cuales las temperaturas fueron superiores.

Los resultados demuestran que las especies de *Conyza* difieren en su respuesta al herbicida glifosato. Bajo las condiciones en que se realizó este experimento, *C. sumatrensis* presentó menor sensibilidad al herbicida que *C. bonariensis*. En líneas generales, ambas especies mostraron diferencias en la respuesta a glifosato entre estados de crecimiento mostrando que en estados avanzados de crecimiento, decrece su control. Por lo tanto, para llevar a cabo un correcto manejo de esta maleza, resulta necesario realizar un adecuado monitoreo de los lotes que permita identificar la/s especie/s presentes y programar el control químico en estadios de crecimiento iniciales (roseta).

Conclusiones

- a) *C. sumatrensis* mostró menor sensibilidad a glifosato que *C. bonariensis*.
 b) A mayor estadio de crecimiento se necesitó una mayor dosis de glifosato para lograr un mismo nivel de control.

- c) En estadio de roseta, la EC₅₀ fue de 1.37 y 1.12 L ha⁻¹ para *C. sumatrensis* y *C. bonariensis*, respectivamente. En estado de elongación ambas especies presentaron mayores valores de EC₅₀ (8.04 y 2.44 L ha⁻¹, respectivamente).

Bibliografía

1. AAPRESID (2015) Red en Conocimiento de Malezas Resistentes. *Conyza sumatrensis* y *Conyza bonariensis* (Rama negra). www.aapresid.org.ar. Acceso: 02 de septiembre de 2017.
2. ALLIERI L, PAPA JC (2008) Efecto de la dureza del agua sobre la eficacia de distintas formulaciones de glifosato. *Revista Para Mejorar la Producción*, 39:90-91.
3. BEDMAR F, DIEZ DE ULZURRUN P, GIANELLI V, LEADEN MI, PANAGGIO N (2014) Competencia de rama negra en soja. *Visión Rural*, 103:8-11.
4. CASAFE (2015) Informe Mercado Fitosanitario Final 2015 Kleffmann group. ed. <http://www.casafe.org/pdf/estadisticas/Informe%20Mercado%20Fitosanitario%202012.pdf> Acceso: 5 de marzo de 2017.
5. CERUTTI D (2016) Dinámica de emergencia de *Conyza Bonariensis* (L.) cronquist y su control con herbicidas residuales. Tesis de especialista en producción de cultivos extensivos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. 15p.
6. DIEZ DE ULZURRUN P, GARAVANO ME, GIANELLI V, ISPIZÚA V, BEDMAR F (2015) Rama negra: conociendo al enemigo. *Visión Rural*, 110:21-25.
7. FACCINI D, PURICELLI E (2007) Efficacy of herbicide dose and plant growth stage on weeds present in fallow ground. *Agriscientia*, 24(1):29-35.
8. FACCINI D, NISENSOHN L, PURICELLI E, TUESCA D, ALLIERI L (2008) Malezas frecuentes en los agroecosistemas de la región sojera núcleo. Parte I. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR y Dow AgroSciences. pp. 42-43.
9. FLORA ARGENTINA (2017) Plantas vasculares de la República Argentina. www.floraargentina.edu.ar. Acceso: 08 de junio de 2017.
10. GAZZIERO DLP, ADEGAS FS, VOLLE E, VARGAS L, KARAM D, MATALLO MB, CERDEIRA AL, FORNAROLI DA, OSIPE R, SPENGLER AN, ZOIA L (2010) Interferencia da Buva em áreas cultivadas com soja. 27º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Ribeirao Preto. Sao Paulo. Brasil.

11. GIANELLI V, BEDMAR F, PANAGGIO H, LEADEN MI (2015) Eficacia de control de *Conyza sumatrensis* (Retz) en dos estados de desarrollo. 22ºI Congreso Latinoamericano de Malezas y I Congreso Argentino de Malezas ASACIM. Buenos Aires, Argentina. P. 146.
 12. GIANELLI V, BEDMAR F, DIEZ DE ULZURRUN P, PANAGGIO H (2017) Dinámica de emergencia y competencia intraespecífica en *Conyza sumatrensis*. *Agrociencia Uruguay*. 21(1):69-77.
 13. GONZÁLEZ-TORRALVA F, CRUZ-HIPOLITO H, BASTIDA F, MÜLLEDER N, SMEDA RJ, DE PRADO R (2010) Differential susceptibility to glyphosate among the *Conyza* weed species in Spain. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(7): 4361-4366.
 14. GONZÁLEZ-TORRALVA F, RÍOS-GÓMEZ J, CRUZ-HIPOLITO HE, DE PRADO R (2012) Response of *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* and *Conyza sumatrensis* to glufosinate. *Communications in Plant Sciences*, 2(1):1-4.
 15. GREEN TD (2010) The ecology of fleabane (*Conyza spp.*). Tesis doctoral. University of New England, Armidale. Australia 183 p.
 16. GRESSEL J (2002) Molecular biology of weed control. CRC Press. Taylor and Francis, London. p. 520.
 17. HAMMERTON JL (1967) Environmental factors and susceptibility to herbicides. *Weeds* 15:330-336.
 18. HAO J, QIANG S, LIU Q, CAO F (2009) Reproductive traits associated with invasiveness in *Conyza sumatrensis*. *Journal of Systematics and Evolution*, 47(3):245-254.
 19. HEAP I (2017) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. <http://weedsociology.org/> Acceso: 03 de Julio de 2017.
 20. INTA (2013) Evolución del mercado de herbicidas en Argentina. <http://inta.gob.ar/noticias/economia-y-desarrollo-agroindustrial-boletin-1-2--evolucion-del-mercado-de-herbicidas-en-argentina> Acceso: 10 de junio de 2017.
 21. KAHL M (2016) Efecto de la calidad de aplicación. Control de *Conyza sumatrensis* en dos estados de desarrollo. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Nacional de La Plata. La Plata. Buenos Aires. Argentina. p. 214.
 22. KLEINMAN Z, BEN-AMI G, RUBIN B (2015) From sensitivity to resistance – factors affecting the response of *Conyza* spp. to glyphosate. *Pest Management Science*, 72(9):1681-1688.
 23. LEGUIZAMÓN S (2011) Rama negra, *Conyza bonariensis* (L. Cronquist). Bases para su manejo y control en sistemas de producción. AAPresid. REM. I:1-20.
 24. METZLER M, PAPA JC, PELTZER HF (2011) Eficacia del control de *Conyza spp* con herbicidas residuales en postemergencia del cultivo de soja. *Revista Para Mejorar la Producción. Cultivos estivales*. 46:109-112.
 25. METZLER M, PURICELLI E, PELTZER HF (2011) Control de *Conyza spp.* (Rama negra) en barbecho de soja con glifosato en mezcla con herbicidas residuales y de contacto. Acta del 5º Congreso de la Soja del Mercosur. 1º Foro de la Soja Asia-Marcosur. Rosario. Argentina. p. 138-140.
 26. METZLER M, PURICELLI E, PAPA JC (2013) Manejo y control de rama negra. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-ramanegra-manejo_y_control.pdf. Acceso: 12 de junio de 2017.
 27. METZLER M. (2014) Manejo Integrado de Malezas. Actualidades Técnicas Argentina. Bayer CropScience. Newsletter N° 22, 20 p.
 28. MONTOYA JC, ZELAYA MJ, PORFIRI C (2011) Residues of Atrazine, Glyphosate, AMPA and Imazapyr in groundwater of a semiarid agricultural area of Argentina. 3º Workshop Latinoamericano sobre residuos de pesticidas, alimentos y medio ambiente. Montevideo, Uruguay. p 170.
 29. MONTOYA JC (2013) Manejo de rama negra. Sitio Argentino de Producción Animal. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/162-rama_negra.pdf Acceso: 18 de abril 2017.
 30. MOTULSKY HJ, CHRISTOPOULOS A (2003) Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression. A practical guide to curve fitting. GraphPad Software Inc., San Diego CA. p 351.
 31. NISENSOHN L, TUESCA D, PAPA JC (2011) Diferencias en la susceptibilidad al glifosato en plantas de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Conyza sumatrensis* (Retz) con distinto grado de desarrollo. *Mercosojá Rosario, Argentina*. p 105-108.
 32. PAPA JC, TUESCA D, NISENSOHN L (2010) Control tardío de rama negra (*Conyza bonariensis*) sobre individuos sobrevivientes a un tratamiento previo con glifosato. Para mejorar la producción. 45:81-84.
 33. PAULA JM, VARGAS L, AGOSTINETTO D, NOHATTO MA (2011) Manejo de *Conyza bonariensis* resistente al herbicida glyphosate. *Planta Daninha*. 29(1):217-227.
 34. PEREZ-JONES A, PARK KW, POLGE N, COLQUHOUN J, MALLORY-SMITH CA (2007) Investigating the mechanisms of glyphosate resistance in *Lolium multiflorum*. *Planta*, 226(2):395-404.
 35. PURICELLI E, FACCINI D, METZLER M, TORRES P (2015) Differential Susceptibility of *Conyza bonariensis* Biotypes to Glyphosate and ALS-Inhibiting Herbicides in Argentina. *Agricultural Sciences*, 6(01): 22-30.
 36. SANSOM M, SABORIDO A, DUBOIS M (2013) Control of *Conyza spp.* with Glyphosate – A Review of the Situation in Europe. *Plant Protect. Sci.* 49(1): 44-53.
 37. SAS® UNIVERSITY EDITION (2017) Software libre Version 3.6. https://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html. Acceso: 5 de octubre 2017.
 38. SEEFELDT SS, JENSEN JE, FUERST P (1995) Log-Logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*. 9(2):218-227.
- SHIELDS**
39. EJ, DAUER JT, VANGESSEL MJ, NEUMANN G (2006) Horseweed (*Conyza canadensis*) seed collected in the planetary boundary layer. *Weed Science*. 54(6):1063-1067.
 40. STECKEL LE (2005) Horseweed. University of Tennessee fact sheet, W106. Tennessee Agricultural Statistics Service. <http://www.nass.usda.gov/tn/web2004bltn.pdf>. Acceso: 29 de mayo de 2017.
 41. TRAVLOS IS, CHACHALIS D (2010) Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) is reported in Greece. *Weed Technology*. 24(4):569-573.

42. **USTARROZ D, PURICELLI EC, RAINERO HP, BELLON D** (2010) Control de rama negra *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. con glifosato en distintos estados de desarrollo de la maleza. Revista Agromensajes. 30:12-14.
43. **USTARROZ D, MAZZINI PH, RAINERO HP** (2011) Control químico de *Cynodon hirsutus* "gramilla mansa". INTA Cartilla digital manfredi. EEA Manfredi. Córdoba. Argentina. p. 7.
44. **USTARROZ D, RAINERO HP** (2012) Control de *Conyza bonariensis* "rama negra" durante el barbecho. INTA, EEA Manfredi. Argentina. Cartilla digital Manfredi N° 2. p. 5.
45. **USTARROZ D, CERUTTI D** (2015) Control de *Conyza bonariensis* (L.). cronquist. durante el período de barbecho con herbicidas residuales. 22° Congreso de ALAM I Congreso de la ASACIM. 2015. Buenos Aires. Argentina. 4 p.
46. **VENCILL WK, NICHOLS RL, WEBSTER TM, SOTERES JK, MALLORY-SMITH C, BURGOS NR, MC CLELLAND MR** (2012) Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. Weed Science. 60(1):2-30.
47. **VILA-AIUB MM, VIDAL RA, BALBI MC, GUNDEL PE, TRUCCO F, GHERSA C** (2008). Glyphosate-resistant weeds of South American cropping systems: an overview. Pest Management Science, 64(4):366-371.
48. **WU H, WALKER S, ROLLIN M, TAN D, ROBINSON G, WERTH J** (2007) Germination, persistence, and emergence of flax leaf fleabane (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). Weed Biology and Management, 7(3):192-199.