

Eficacia de diferentes fitosanitarios para el control de *Gomphrena perennis* L. (Amaranthaceae)

Carbone, A.V.^{1,2}; Hernández, M.P.^{2,3}; Scardino, M.⁴

¹INFIVE-CONICET. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Diagonal 113 y 61. CP. 1900. La Plata. ²Departamento Ciencias Biológicas, Área Botánica. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. ³División Plantas Vasculares. Museo de Ciencias Naturales. UNLP. ⁴Tesista de grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. acarbone413@gmail.com

Citar como: Carbone et al. (2021) Eficacia de diferentes fitosanitarios para el control de *Gomphrenaperennis* L. (Amaranthaceae). *Malezas* 5, 18-30.



RESUMEN

Gomphrena perennis L. “flor de papel” es una maleza tolerante a glifosato, presente en amplias zonas productivas de la Argentina. Dada la complejidad de su control, en este trabajo se evaluó la respuesta a la aplicación de diferentes tratamientos químicos en materiales provenientes de lotes productivos de Marcos Juárez (Córdoba). Las semillas fueron sembradas y cultivadas en el invernadero del INFIVE-CONICET, y cuando las plantas alcanzaron 2 hojas expandidas se aplicaron las siguientes combinaciones de herbicidas, tensioactivos y coadyuvantes: testigo; glifosato + 2,4-D amina + clorimuron; glifosato + 2,4-D amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo; glifosato + 2,4-D amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo + 11 sulfato de amonio; glifosato + 2,4-D amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo + 21 sulfato de amonio; glifosato + 2,4-D amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo + 41 sulfato de amonio; glifosato + coadyuvante + tensioactivo; 2,4-D amina + coadyuvante + tensioactivo; clorimuron + coadyuvante + tensioactivo. Se evaluó el Índice de Verdor (IV) a 7 y 16 DDA y supervivencia (%S) y rebrote (%R) a los 60 DDA. El control más eficaz de la maleza a 16 y 60 DDA se logró con la aplicación conjunta de herbicidas con diferentes modos de acción + tensioactivo + coadyuvante + sulfato de amonio. La aplicación de glifosato y clorimuron en forma individual no resultó efectiva dado que las plantas manifestaron rebrotes de yemas basales ubicadas en su órgano subterráneo, que se comporta como un mecanismo de supervivencia y reserva.

Palabras clave: glifosato, rebrote, tolerancia, xilopodio.

SUMMARY

Gomphrena perennis L. “globe amaranth” is a glyphosate-tolerant weed, present in large productive areas of Argentina. Given the complexity of its control, in this work the response to the application of herbicides, different chemical control treatments on materials from productive lots in Marcos Juárez (Córdoba) was evaluated. The seeds were sown and cultivated in the IN-

FIVE-CONICET greenhouse, and when the plants reached 2 expanded leaves, the following combinations of herbicides, surfactants and adjuvants were applied: control; glyphosate + 2,4-D amine + chlorimuron; glyphosate + 2,4-D amine + chlorimuron + adjuvant + surfactant; glyphosate + 2,4-D amine + chlorimuron + adjuvant + surfactant + 11 ammonium sulfate; glyphosate + 2,4-D amine + chlorimuron + adjuvant + surfactant + 21 ammonium sulfate; glyphosate + 2,4-D amine + chlorimuron + adjuvant + surfactant + 41 ammonium sulfate; glyphosate + adjuvant + surfactant; 2,4-D amine + adjuvant + surfactant; chlorimuron + adjuvant + surfactant. The Green Index (IV) at 7 and 16 DAA and survival (%S) and regrowth (%R) at 60 DAA were evaluated. The most effective weed control at 16 and 60 DAA was achieved with the joint application of herbicides with different modes of action + surfactant + adjuvant + ammonium sulfate. The application of glyphosate and chlorimuron individually was not effective since the plants showed regrowth of basal buds located in their underground organ, which behaves as a survival and reserve mechanism.

Key words: glyphosate, regrowth, tolerance, xylopodium.

INTRODUCCIÓN

Gomphrena perennis L. “flor de papel”, es una especie perteneciente a la familia *Amaranthaceae*. Constituye una maleza que ha incrementado su abundancia en distintas regiones productivas de la República Argentina (Rainero, 2008). Era observada habitualmente en sitios sin disturbar, lo que facilitó su adaptación en lugares donde se implementan sistemas de siembra directa. Esta especie posee hábito perenne, porte erguido y hojas pubescentes. Sus órganos subterráneos son un sistema radical reservante y un xilopodio con yemas de origen adventicio capaces de rebrotar (Burkart, 1987; Carbone, 2015; Acosta *et al.*, 2018).

La distribución geográfica comprende Sudamérica, fundamentalmente Paraguay, Brasil y Argentina, encontrándose desde el norte hasta la región pampeana (Zuloaga *et al.*, 2008). Se manifiesta como una ma-

leza de abundancia secundaria en cultivos perennes, montes frutales, siendo frecuente en rastrojos, al borde de caminos y terrenos modificados, prefiriendo suelos no muy húmedos (Marzocca *et al.*, 1976).

G. perennis vegeta durante primavera, verano y parte del otoño pudiendo generar serios inconvenientes al final del período de barbecho y dificultar la siembra de cultivos estivales. Las plantas no controladas durante el cultivo de verano poseen tallos leñosos en su base y alcanzan una altura de aproximadamente un metro lo que dificulta las tareas de cosecha. Tiene su foco en el norte de la provincia de Córdoba, donde se han registrado pérdidas de rendimiento que llegan al 50%, en manchones de cultivo de soja también en Santiago del Estero, Chaco y el NOA (Rainero, 2008). En Santiago del Estero, produce pérdidas considerables debido a las tareas adicionales que hay que realizar, como la aplicación aérea de herbicidas desecantes, tanto para la implantación como para la cosecha de soja. En amplias zonas productivas de la provincia de Santiago del Estero, la aplicación de glifosato sólo o en mezclas resultó ineficiente para controlar poblaciones de *G. perennis* (Pagani, 2009, com. personal). Esta respuesta puede deberse a la tolerancia a herbicidas o capacidad natural de una especie de sobrevivir y reproducirse a la acción del herbicida.

La tolerancia a herbicidas se puede deber a numerosos factores, como el tamaño y las características morfológicas, el momento de controlar, las prácticas de manejo im-

plementadas, los cambios ecológicos, las condiciones ambientales y el intercambio genético entre especies emparentadas (Wu *et al.*, 2001).

Dentro de las características morfológicas, la superficie foliar condiciona el mojado y la penetración de los herbicidas aplicados por vía aérea (Mc Worther, 1980). También se puede mencionar la cutícula (ceras epicuticulares, cutina y pectina), el ángulo de inserción y la posición de las hojas, el número de estomas, tricomas y glándulas (Schreiber *et al.*, 1996; Schreiber *et al.*, 2001). La capa cuticular ha sido propuesta como la principal barrera a la penetración del herbicida (Bukovac, 1976; Hess, 1985; Hull *et al.*, 1982; Cruz Hipólito *et al.*, 2011). Por esta razón resulta importante el conocimiento de las características de la superficie y anatomía de las hojas para contribuir a la comprensión de los mecanismos de absorción y penetración del herbicida en la planta. Carbone (2015) informó que las hojas de *G. perennis* presentan depósito de ceras epicuticulares en ambas superficies foliares con abundante presencia de tricomas asociados a teicodes, quienes constituyen una barrera importante a tener en cuenta al momento de realizar el control químico de esta especie.

Asimismo, es importante señalar que la tolerancia a glifosato en algunas malezas, se dificulta cuando las plantas tienen un avanzado crecimiento (Faccini & Puricelli, 2007), siendo notable cuando las plantas son adultas. Contrariamente a ello, resultan sensibles al glifosato, aplicado solo o en mezcla con otros productos, en estadio de plántula (Rainero, 2008). En este sentido, se pudo observar en un ensayo realizado en el Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE-CONICET), que las plantas de *G. perennis* que se encontraban en estado reproductivo (con botón floral diferenciado), eran más tolerantes que las plantas jóvenes, incluso a dosis que superaban ampliamente a la recomendada para esta maleza (Carbone, datos no publicados).

Para mejorar la absorción y penetración de los herbicidas asperjados al follaje, frecuentemente se añade al caldo de aplicación, productos que mejoren la absorción y la actividad de los mismos (Wanamarta & Penner,

Para lograr el control eficaz de plantas de *G. perennis* es necesario recurrir a la aplicación de una combinación de herbicidas que posean diferentes modos de acción, en mezcla con tensioactivos, coadyuvantes y sulfato de amonio

EL CAMPO EN SU MEJOR VERSIÓN

SpeedAgro
The Greener Standard



1989; Santier & Chamel, 1992). Los herbicidas son aplicados en un vehículo “carrier” que ayuda a su distribución sobre la superficie de las plantas, siendo el agua el más utilizado. La calidad del agua, en cuanto a su dureza, o contenido de cationes, como Ca y Mg, es uno de los factores determinantes de la efectividad del proceso de aplicación. Por dicha razón, en este trabajo se incorporó un fertilizante foliar formulado en base a sulfato de amonio, que ejerce un efecto secuestrante de cationes, acomplejándose fuertemente con Ca y Mg presentes en el agua de pulverización, evitando que el herbicida sea parcialmente inactivado o precipitado. La acción acomplejante continúa aún dentro de los tejidos vegetales permitiendo mejorar la performance del herbicida.

Fue evaluada la eficacia de herbicidas con diferentes modos de acción como el clorimuron, que pertenece al grupo de los inhibidores de ALS, utilizado para controlar malezas de hoja ancha en post-emergencia, el glifosato, que es un herbicida total sistémico que inhibe la acción de la enzima EPSPS y el 2,4-D que está dentro del grupo de los hormonales que controla malezas de hoja ancha (Casafe, 2007). El coadyuvante catiónico utilizado fue Lemur, formulado en base a aminas grasas etoxiladas (80%) con el agregado de isopropanol, quien mejora

la absorción de los herbicidas, modificando el balance hidro-lipofílico de la superficie foliar induciendo la apertura estomática y favoreciendo la penetración del producto. El tensioactivo aplicado fue Supernova, formulado a base de alcohol graso etoxilado (48%) y heptametiltrisiloxano (emulsionante siliconado), quien actúa como humectante y adherente en combinación con los fitosanitarios, logrando disminuir la tensión superficial, mejorando el mojado y la uniformidad de la distribución de las gotas, optimizando la cobertura, y la performance del fitosanitario.

Dadas las características que presentan las hojas de *G. perennis*, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de sulfato de amonio, coadyuvantes y tensioactivos, aplicados conjuntamente con mezclas de herbicidas de diferente modo de acción, para determinar la eficacia de control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas utilizadas para la realización del ensayo fueron recolectadas de plantas adultas de *G. perennis* que escaparon a controles de glifosato en el ciclo productivo 2017/2018 en lotes de la zona de influencia del INTA Marcos Juárez, provincia de

Córdoba, Argentina. Los frutos maduros se dejaron secar en condiciones de laboratorio y fueron posteriormente trillados para la obtención de las semillas.

El ensayo fue realizado en las instalaciones del INFIVE – CONICET (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata). Las semillas se sembraron en bandejas rellenas con tierra y vermiculita (50:50) y se colocaron en invernadero en condiciones semi-controladas de humedad, temperatura e irradiancia. Las mismas se regaron de manera periódica a demanda, para mantener el suelo a capacidad de campo. Luego de la emergencia, las plántulas obtenidas fueron transplantadas a macetas de 250 cm³ rellenas con tierra negra y perlita (50:50) dejando una planta por maceta. Una vez que alcanzaron el desarrollo de dos hojas completamente expandidas, se efectuaron las siguientes aplicaciones, resultando los tratamientos (T) que se mencionan a continuación:

T1: testigo (agua); **T2:** glifosato + 2,4-D amina + clorimuron; **T3:** glifosato + 2,4-D amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo; **T4:** glifosato + 2,4-D amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo + 11 sulfato de amonio; **T5:** glifosato + 2,4-D

amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo + 2l sulfato de amonio; **T6:** glifosato + 2,4-D amina + clorimuron + coadyuvante + tensioactivo + 4l sulfato de amonio; **T7:** glifosato + coadyuvante + tensioactivo; **T8:** 2,4-D amina + coadyuvante + tensioactivo; **T9:** clorimuron + coadyuvante + tensioactivo.

La dosis utilizada fue el equivalente a 2 l ha⁻¹ de glifosato Premium (1080 g.e. ácido); 500 cm³ ha⁻¹ 2,4-D amina; 40g ha⁻¹ de clorimuron 25%; 100cm³ 100 l de caldo del tensioactivo Supernova (Nova S.A); 500 cm³ 100 l de caldo del coadyuvante catiónico Lemur (Nova S.A). Sulfato de amonio marca Complex (Buffon S.A): dosis equivalentes a 1, 2 y 4 l cada 100 l de caldo de aplicación.

Las aplicaciones se realizaron con una mochila manual de presión constante Giber EM-16, con un caudal de 500 cm³ min⁻¹. La pastilla que se utilizó fue del tipo abanico plano, cumpliéndose con las normas correspondientes de seguridad para manipulación y aplicación de fitosanitarios.

Todas las plantas fueron colocadas en invernadero bajo condiciones semicontroladas y no limitantes, de irradiancia, temperatura y



humedad. Se efectuaron las siguientes observaciones periódicas:

1-Índice de verdor (IV): se estimó mediante un equipo Minolta SPAD502, que permite realizar determinaciones no destructivas, y registrar indirectamente la evolución del contenido de clorofila a través del tiempo. El registro se realizó a los 2 y 15 días después de la aplicación (DDA).

2- Síntomas de fitotoxicidad: se realizó un registro visual y fotográfico a los 7 y 16 DDA utilizando la escala sugerida por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974). La misma considera seis rangos porcentuales que se identifican con las siguientes denominaciones: pobre 0 a 40 % de control, regular 41 a 60 %, suficiente 61 a 70 %, bueno 71 a 80 %, muy bueno 81 a 90 % y excelente 91 a 100 %.

3- Supervivencia (%S): a los 7, 16 y 60 DDA se determinó el % de las plantas sobrevivientes.

4- Determinación de la acumulación de materia seca (AMS): A 60 DDA se descalzaron las plantas supervivientes, separó la parte aérea de la subterránea, y se colocó el material en estufa a 72°C para determinar su peso seco.

Cada tratamiento tuvo 15 repeticiones, considerando cada maceta una repetición, y re-

Cuadro 1. Índice de Verdor (IV) en plantas de *G. perennis* "flor de papel" procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 7 y 16 DDA. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.

Tratamientos	Índice de Verdor: IV (unidades Spad)	
	7 DDA	16 DDA
T1	26,38 a	27,52 d
T2	26,13 a	10,87 a
T3	24,00 a	12,47 ab
T4	24,10 a	12,67 ab
T5	23,50 a	5,80 a
T6	24,93 a	11,50 a
T7	26,20 a	10,40 a
T8	27,00 a	16,37 bc
T9	26,00 a	16,85 bc

sultando 135 macetas en su totalidad a evaluar. Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA y se realizó la prueba de diferencias mínimas significativas de Tukey ($p \leq 0.05$) mediante el uso del software Estadística 7.0.

Un ejemplar del tratamiento control queda depositado en el herbario de la Facultad de Agronomía, UNLP: *Gomphrena perennis* L., Scardino, M.; Carbone, A.V. y Hernández M.P. 1 (LPAG).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se observó una disminución del IV a 16 DDA en todos los tratamientos donde se aplicó glifosato en combinación con 2,4-D más clorimuron (T2), cuando se añadió a la mencionada mezcla el coadyuvante y el tensioactivo (T3), y cuando a las combinaciones se les incorporó diferentes dosis de sulfato de amonio (SO_4NH_4). En todos los casos la reducción del contenido de clorofila, medida indirectamente a través del IV, registró disminución estadísticamente significativa respecto al control (T1) (Cuadro 1). Faccini y Puricelli (2010) señalaron que la presencia de amonio en el caldo, incrementa la absorción y velocidad de translocación de los herbicidas, optimizando la aplicación. Carbone (2015) informó que plantas de *G. perennis* provenientes de Marcos Juárez manifestaron síntomas leves de fitotoxicidad 7 DDA de glifosato.

La aplicación de clorimuron conjuntamente con el tensioactivo y el coadyuvante catiónico (T9) y el herbicida hormonal 2,4-D (T8), provocaron una disminución del IV a los 16 DDA, con registros que se diferencian estadísticamente del control pero que son mayores respecto a los tratamientos donde se aplicó glifosato (Cuadro 1). Esto indica que cuando el clorimuron es aplicado solo, no resulta eficaz para reducir el IV y, por ende, no tendría efectos sobre la tasa fotosintética. Los herbicidas hormonales ejercen su acción produciendo deformaciones de los tejidos causados por concentraciones endógenas elevadas de auxinas que conducen a un desequilibrio en la homeostasis y en las interacciones con otras hormonas (Grossmann, 2003). El primer síntoma visible es la



Tecnología japonesa líder
para el campo argentino.

En Summit Agro impulsamos una nueva forma de concebir la protección de cultivos. Con productos innovadores, que respeten al medio ambiente y a las personas y que ofrezcan alta efectividad para lograr soluciones definitivas.

Summit Agro. Tecnología japonesa líder. Hoy más líder que nunca.

Be Green
Tecnología 

curvatura que se produce en los tejidos foliares puesta de manifiesto por la deformación de los ápices, con el consecuente aumento de hormonas que inducen la senescencia. Estas respuestas producen daño al aparato fotosintético y las membranas celulares que conducen a la muerte de las plantas susceptibles por el efecto fitotóxico del herbicida (Grossmann, 2003). En el presente trabajo no fueron observados efectos severos sobre el IV, salvo la presencia de epinastia o retorcimiento de las láminas foliares, y pequeñas zonas con manchas cloróticas (Figura 1). En síntesis, la aplicación de clorimuron y 2,4-D de manera individual, presentaron los mayores registros de IV a los 16 DDA, respecto a los otros tratamientos evaluados

(Cuadro 1).

La aplicación de las diferentes combinaciones de herbicidas, coadyuvantes y tensioactivos condujo a diversas respuestas de fitotoxicidad en los materiales evaluados (Figura 1). A los 7 DDA la mayor sensibilidad fue detectada en las plántulas de *G. perennis*, pertenecientes a los T3, T4, T5 y T6 (Cuadro 2). Los síntomas observados fueron la presencia de numerosas hojas totalmente senescentes, epinastia en las hojas superiores y manchas blanquecinas que posiblemente se asocien al lugar del impacto de los fitosanitarios. Las plantas correspondientes a T4 y T6 manifestaron actividad en las yemas axilares, producto del daño de la



Gomphrena perennis - Planta adulta



Planta Gomphrena adulta con escala

yema terminal y la consecuente ruptura de la dominancia apical (Figura 1). El resto de los tratamientos evaluados no manifestaron severos daños de fitotoxicidad salvo la presencia de hojas con sectores localizados cloróticos y aspecto normal.

Los síntomas fitotóxicos se fueron acentuando a los 16 DDA con la aparición de plantas muertas en T2, T3, T4, T5 y T6 (Cuadro 2). Las plantas que sobrevivieron presentaron actividad en las yemas axilares, dejando en evidencia que la aplicación en mezcla de glifosato, 2,4-D más clorimuron resultaron ser combinaciones eficaces para el control de *G. perennis*. Cuando el glifosato fue aplicado de manera individual, en mezcla con el coadyuvante catiónico y el tensioactivo (T7), la supervivencia se mantuvo en un 100% (Cuadro 2). T8 mostró un 80 % S, con notables síntomas de epinastia, producto del desbalance hormonal ocasionado por el 2,4-D. La aplicación de T9 manifestó un 87,5% S, con pobre control poblacional (Cuadro 2, Figura 2).

Hasta los 16 DDA, los resultados indicaron que las aplicaciones combinadas de herbicidas con diferentes modos de acción, resultaron eficaces para controlar las plantas de *G. perennis*. El agregado de SO_4NH_4 en las dosis más elevadas, (T5 y T6), produjeron disminución del IV respecto a T4, donde fue adicionado solamente 1 litro de este producto (Cuadro 1).

A los 60 DDA se efectuó el recuento de plantas sobrevivientes (%S) observando 100% S en el tratamiento control y 0 % S en T2, T3, T4, T5, T6 y T8. Los síntomas observados fueron acentuándose con el paso del tiempo no registrándose plantas vivas. La aplicación de T7 tuvo un control regular sobre *G. perennis* manifestando un 87,5% de plantas con rebrotes basales y axilares (Cuadro 2). El T9 tuvo un muy buen control poblacional, sin embargo, las plantas sobrevivientes manifestaron un 62,5% de rebrotes (Cuadro 2), comportándose de manera similar a las plantas control. Los síntomas de fitotoxicidad observados como necrosis de hojas

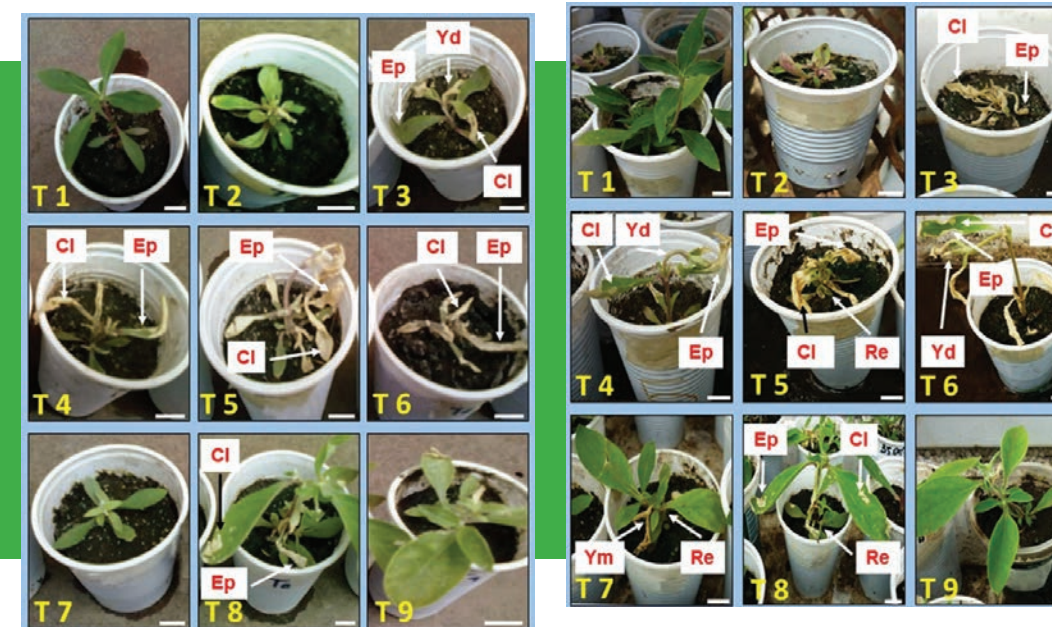


Figura 1. Síntomas de fitotoxicidad a los 7 DDA de los diferentes tratamientos de *Gomphrena perennis* "flor de papel" proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Leyendas: Cl: Clorosis; Ep: Epinastia; Yd: Yema apical dañada. Escalas: = 1cm.

Figura 2. Síntomas de fitotoxicidad a los 16 DDA de los diferentes tratamientos de *Gomphrena perennis* "flor de papel" proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Leyendas: Cl: Clorosis; Ep: Epinastia; Re: Rebrote de yema axilar; Yd: Yema apical dañada; Ym: Yema apical muerta. Escalas: = 1cm.

y posterior abscisión, no siempre llevaron al control del vegetal, dado que *G. perennis* tiene la capacidad de rebrotar y formar nuevas ramificaciones aéreas gracias a la actividad de las yemas adventicias presentes en el xilopodio (Cuadro 2). Estos resultados observados coinciden con lo informado por Carbone (2015), quien señaló la ruptura de la dominancia apical en plantas de *G. perennis* provenientes de Marcos Juárez a las cuales se les aplicó la DR, el doble y cuádruple de glifosato. Esta respuesta produjo la actividad de yemas basales ubicadas en el xilopodio causando rebrote y crecimiento de nuevas ramificaciones aéreas. En el presente trabajo también se observó dicho comportamiento, habiendo realizado las aplicaciones de fitosanitarios en plantas más pequeñas. Carbone (2015) informó que estas modificaciones en el patrón de crecimiento serían causadas por la alteración ejercida en el modelo del traslado de fotoasimilados, cambiando los destinos hacia los órganos subterráneos, fundamentalmente. Los resultados obtenidos señalan que el tratamiento con glifosato (T7), no produjo un eficaz control de las plantas de *G. perennis* que, si bien tuvieron reducciones del IV a 16 DDA, manifestaron un 100%S (Cuadros 1 y 2). Las respuestas observadas podrían deberse a la conjunción de numerosos factores, como las características foliares que presenta la especie con las barreras mecánicas que imponen a la penetración y normal absorción del glifosato, como asimismo, a la alteración en el patrón de distribución de fotoasimilados ya mencionada, que prioriza los destinos hacia el xilopodio.

Cuando el glifosato se combina y aplica con otros herbicidas de diferentes modos de ac-

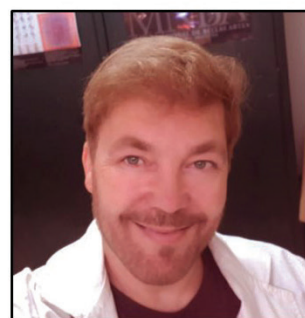
ción, como en T2, el control resultó eficaz a los 16 DDA siendo excelente a los 60 DPA (Cuadro 2). Cuando a la mezcla de los tres herbicidas se le adicionó tensioactivo más un coadyuvante catiónico, como en T3, los resultados fueron igualmente eficaces. Si sumado a las mezclas anteriores se incorporó SO_4NH_4 (T4, T5 y T6), los resultados manifestaron muy buen control a 16 DDA, siendo excelentes a los 60 DDA no observando rebrotes en ningún caso (Cuadro 2).

Los resultados obtenidos indican que para lograr un efectivo control de *G. perennis* es necesario realizar la aplicación de mezclas de diferentes herbicidas y el agregado de tensioactivo y coadyuvante, en el caso que el agua que se vaya a utilizar posea un pH elevado y dificulte la normal disolución de los productos y su correcta absorción.

La acumulación de materia seca, tanto aérea como radical mostró los mayores registros en T7 que se corresponde a la aplicación de glifosato más el tensioactivo y el coadyuvante catiónico (Cuadro 3), mostrando diferencias estadísticamente significativas con el resto de los tratamientos evaluados. El T1 también mostró elevados valores de MSA y MSR, diferenciándose del resto de los tratamientos. La aplicación de clorimuron más el tensioactivo y el coadyuvante, T9, manifestó un registro elevado de MSA y, sobre todo, de MSR, que explicaría la capacidad de rebrote observada en las plantas sobrevivientes correspondiente a este tratamiento (Cuadro 2 y 3). Por su parte, la MSA en T2, T3, T4, T5, T6 y T8 mostró los menores registros, e incluso, en T2, T3 y T6 no hubo formación del órgano subterráneo (Cuadro 3).



Alejandra Victoria Carbone



Marcelo Paulo Hernández



Maximiliano Scardino

Cuadro 2. Supervivencia y rebrote en *G. perennis* “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 7, 16 y 60 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.

Tratamiento	Supervivencia (%S)			Rebotes (%R)
	7DDA	16DDA	60 DDA	
T1	100 a	100 a	100 a	62,5 b
T2	100 a	37,5 c	0 d	0 c
T3	50 c	12,5 d	0 d	0 c
T4	80 ab	12,5 d	0 d	0 c
T5	87,5 ab	12,5 d	0 d	0 c
T6	80 ab	12,5 d	0 d	0 c
T7	100 a	100 a	37,5 b	87,5 a
T8	90 ab	80 ab	0 d	0 c
T9	90 ab	87,5 ab	12,5 c	62,5 b

Cuadro 3. Materia seca aérea (MSA) y Materia seca radical (MSR) en plantas de *G. perennis* “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 60 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.

Tratamiento	Materia Seca (g)	
	MSA	MSR
T1	0,561 b	0,144 b
T2	0,063 d	0 d
T3	0,063 d	0 d
T4	0,024 d	0,008 c
T5	0,015 d	0,007 c
T6	0,019 d	0 d
T7	0,693 a	0,323 a
T8	0,027 d	0,008 c
T9	0,352 c	0,031 c

Estos resultados concuerdan con lo informado por Carbone (2015) quien observó niveles de fitotoxicidad acentuados con dosis de glifosato que duplican y cuadruplican la recomendada según marbete. *G. perennis* tiene habilidad para tolerar elevadas dosis de glifosato, quienes producen daños severos en hojas, con necrosis y posterior senescencia y abscisión, las plantas manifiestan la capacidad de poner en actividad yemas adventicias presentes en el xilopodio (Carbone, 2015). Este órgano se comporta como una estructura de supervivencia y acumulación de reservas, que ante situaciones desfavorables garantiza la supervivencia de la especie a través del rebrote de sus yemas adventi-

cias. Esto fue también documentado para otras especies vegetales, que poseen estructuras subterráneas con yemas adventicias y acumulación de reservas, como en la especie invasora *Baccharis notoserigila* (Carbone *et al.*, 2019). Playuk (2016) informó que *G. perennis* presenta un sistema radical profundo formado por numerosas raíces tuberosas, el cual está unido en su parte superior a la estructura conocida como xilopodio, quien presenta crecimiento secundario inusual, en donde se observan bandas de floema y xilema secundario, incluidos en un tejido de tipo parenquimatoso reservante. Los xilopodios se caracterizan por su complejidad estructural, consistencia rígida y capacidad gemífera (Rachid, 1974), pudiendo ser de origen caulinar y/o radical, y constituyendo órganos con suficientes reservas que permiten a las plantas sobrevivir a condiciones adversas. Generan nuevos rebrotes cuando las partes aéreas son dañadas por el fuego o se pierden durante la fase de latencia de las plantas (Tertuliano & Figueiredo-Ribeiro, 1993; Asega & Carvalho, 2004; Carbone *et al.*, 2019). Las sustancias de reserva encontradas fueron fructanos, que se asocian con la tolerancia a la sequía y bajas temperaturas (Vijn & Smeekens, 1999), pudiendo actuar como reguladores osmóticos (Figueiredo-Ribeiro *et al.*, 1986). Esto constituye un carácter de importancia ecológica para la supervivencia de estas especies expuestas a situaciones desfavorables.

Dado que *G. perennis* tiene la capacidad de perpetuarse a través de la acumulación de reservas en su xilopodio, es de suponer

que los tratamientos más efectivos para el eficaz control serían aquellos que reducen sustancialmente la formación de dicho órgano. En este sentido, T2, T3 y T6 fueron los más eficaces en combatir la formación del xilopodio, implicando la aplicación combinada de glifosato, 2,4-D y clorimuron, que constituyen herbicidas con distinto modo de acción, e incluso, el agregado de tensioactivo y coadyuvante catiónico, y, como en T6, que a los productos antes mencionados se incorporó SO_4NH_4 .

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo señalan que para lograr el control eficaz de plantas de *G. perennis* es necesario recurrir

a la aplicación de una combinación de herbicidas que posean diferentes modos de acción, en mezcla con tensioactivos, coadyuvantes y sulfato de amonio que aseguren la correcta absorción y traslado de los mismos, y que posean cierta residualidad para poder ejercer su efecto sobre el órgano subterráneo frenando su formación y acumulación de reservas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la lectura crítica del manuscrito y las sugerencias efectuadas por la Dra. Ing. Agr. Ana M. Arambarri y el Dr. Ing. Agr. Marcos E. Yannicari. «

Bibliografía

- ACOSTA J, CARBONE A & PERRETA M (2018). *Gomphrena perennis* L. En: Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo III. 1ra Ed. Bahía Blanca: Ediuns.
- ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS: ALAM (1974). Resumen del panel sobre métodos para la evaluación de ensayos en control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. II Congreso de ALAM, Cali, Colombia. Pp. 6-12.
- ASEGA A & CARVALHO M (2004). Fructan metabolising enzymes in rhizophores of *Vernonia herbacea* upon excision of aerial organs. *Plant Physiol. Biochem.* 42, 313-319.
- BUKOVAC M (1976). Herbicide entry into plants. In: *Herbicides: Physiology, Biochemistry, Ecology*. Vol. I (ed. By Audus L.J.). Academic Press, New York. Pp. 335-364.
- BURKART A (1987). Flora Ilustrada de Entre Ríos. Tomo III, Argentina. Colección Científica de INTA, Buenos Aires.
- CARBONE A (2015). Caracterización morfo-anatómica de dos poblaciones de *Gomphrena perennis* L. y su posible relación con la sensibilidad al herbicida glifosato. Tesis Magister Científica. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/48707>
- CARBONE A, FERNANDEZ F, HERNANDEZ M & ARAMBARRI A (2019). Morphoanatomy, histochemistry and crystals of the underground system of *Baccharis notoserigila* (Asteraceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54 (4), 519-532. DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/18512372.v54.n4.24930>.
- CASAFE (Cámara de la Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes de la República Argentina) (2007). Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina, Edición 2007. Tomo 1: Generalidades - Herbicidas - Fertilizantes.
- CRUZ-HIPOLITO H, OSUNA M, DOMINGUEZ-VALENZUELA J, ESPINOZA N & DE PRADO R (2011). Glyphosate tolerance by *Crotalaria ternatea* and *Neonotonia wightii* plants involves differential absorption and translocation of the herbicide. *Plant Soil* 10, 1104-1108.
- FACCINI D & PURICELLI E (2007). Eficacia de herbicidas según las dosis y el estado de crecimiento de malezas presentes en un suelo en barbecho. *Agriscientia* 24, 29-35.
- FACCINI D & PURICELLI E (2010). Efecto de la dureza del agua y del sulfato de amonio sobre la eficacia de herbicidas de barbecho químico en *Carduus acanthoides* y *Coryza bonariensis*. *Revista Investigaciones Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Ciencias Agronómicas*. Pp. 13-16.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO R, DIETRICH S, CHU E et al. (1986). Reserve carbohydrates in underground organs of native Brazilian plants. *Rev. Bras. Bot.* 9, 159-166.
- GROSSMANN K (2003). Mediation of herbicide effects by hormone interactions. *J Plant Growth Regul.* 22, 109-122.

- HESS E (1985). Herbicide absorption and translocation and their relationship to plant tolerances and susceptibility. In: *Weed Physiology*, Vol. II (ed. by Duke S.). CRC Press, Boca Raton, FL. 191-214.
- HULL H, DAVIS D & STOLZENBERG G (1982). Actions of adjuvant on plant surface. In: *Adjuvant for Herbicide* (Ed. by Hodgson R.). Weed Science Society of America, Lawrence, K.S. Pp. 26-67.
- MARZOCCA A, MARSICO O & DEL PUERTO O (1976). Manual de malezas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 564 pp.
- MC WHORTER C (1980). The physiological effects of adjuvants on plants. In: *Weed Physiology: Herbicide Physiology*. Vol. II (ed. by Duke S.O.) CRC Press, Boca Raton, FL. 141-158.
- PLAYUK J (2016). Estudio morfo-anatómico de *Gomphrena perennis*, maleza tolerante al glifosato. Tesis de grado Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Disponible: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/57485/Documento_completo.pdf-PDFA1b.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- RACHID M (1974). Transpiração e sistemas subterráneos da vegetação de verao dos campos Cerrados de Emas. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, 80 (botânica) 5, 5-140.
- RAINERO H (2008). Problemática del manejo de malezas en sistemas productivos actuales. *Boletín de Divulgación Técnica* Nro. 3. INTA-EEA Manfredi. Argentina. 4pp.
- SANTIER S & CHAMEL A (1992). Penetration of glyphosate and diuron into and through isolated plant cuticles. *Weed Res.* 32, 337-347.
- SCHREIBER L, KIRSCH T & RIEDERER M (1996). Transport properties of cuticular waxes of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst: Estimation of size selectivity and tortuosity from diffusion coefficients of aliphatic molecules. *Planta* 198, 104-109.
- SCHREIBER L, SKRABS M, HARTMANN K, et al (2001). Effect of humidity on cuticular water permeability of isolated cuticular membranes and leaf disks. *Planta* 214, 274-282.
- TERTULIANO M & FIGUEIREDO-RIBEIRO R (1993). Distribution of fructose polymers in herbaceous species of Asteraceae from the cerrado. *New Phytol.* 123, 741-749.
- VIJN I & SMEEKENS S (1999). Fructan: more than a reserve carbohydrate? *Plant Physiol.* 120, 351-359.
- WANAMARTA G & PENNER D (1989). Foliar absorption of herbicides. *Weed Sci.* 4, 215-231.
- WU H, PRATLEY J, LEMERLE D & HAIG T (2001). Allelopathy in wheat (*Triticum aestivum*). *Ann. Appl. Biol.* 139, 1-9.
- ZULOAGA F, MORRONE F & BELGRANO M (eds.) (2008). Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107, 3 Vol., 3486 pp.



SUMITOMO CHEMICAL

CONSTRUYENDO EL FUTURO DEL AGRO



Más de 100 años de tradición y tecnología para alcanzar el desarrollo de un campo eficiente y sustentable.

Conocé más



agro.ar.sumitomochemical.com