

3 C.29 - EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GLIFOSATO SOBRE LA FORMA DE CRECIMIENTO DE *VERONICA PERSICA* Y *ARIETARIA DEBILIS*

I. Dellaferrera¹, R. De Prado², A. Vegetti¹ & M. Perreta¹

¹Morfología Vegetal, FCA – UNL, Esperanza, Argentina. idellaferrera@fca.unl.edu.ar

²Departamento de Química Agrícola, UCO. 14071. Córdoba, España. qe1pramr@uco.es

Resumen: Existe escasa información a nivel individuo de las características arquitecturales y de crecimiento que podrían estar asociadas a estrategias de escape a la aplicación de glifosato. En este trabajo se analiza la forma de crecimiento y secuencia de desarrollo de *Veronica persica* y *Parietaria debilis*, consideradas malezas tolerantes a glifosato en Argentina, a fin de determinar el efecto que la aplicación de dicho herbicida tiene sobre el desarrollo y la producción de semilla. Ambas malezas son de ciclo anual y poseen una zona reproductiva amplia y una zona más restringida donde se forman ramas estructurales que amplifica la zona de producción de semilla. *V. persica* no presentó tolerancia a glifosato aún en estadios avanzados de desarrollo, ni a dosis bajas, mostrando como primer síntoma la caída de flores. Los síntomas que aparecen previos a la muerte de la planta se encontraban en la región que no tuvo contacto directo con el herbicida. *P. debilis* toleró una aplicación de 720 g e.a. ha⁻¹ con un estadio de 12 hojas. El 70 % de los ejemplares tratados continúa el crecimiento desarrollando menos ramas y reduciendo la zona reproductiva. Los síntomas se observaron sólo en la región de la planta donde el herbicida fue depositado. La producción de semillas fue afectada aunque el número producido sigue siendo elevado, lo que favorece la perpetuación de los genotipos tolerantes.

Palabras clave: malezas, tolerancia, morfología, síntomas, ramificación

INTRODUCCIÓN

Los herbicidas ejercen una fuerte presión de selección sobre el agrosistema (VITTA *et al.*, 2000; LEGUIZAMÓN & FERRARI, 2005). Si este ambiente, generado por el uso repetido del mismo herbicida, persiste y/o se reitera en el tiempo, se producirá una reducción significativa en la frecuencia de los genotipos susceptibles y un incremento de los tolerantes y/o de los resistentes (PAPA & CARRANCIO, 2005). Esto último ha determinado que muchas de las especies tolerantes a glifosato, presentes en comunidades de bordes o relictos abandonados de los agroecosistemas, hayan iniciado su invasión hacia el cultivo transformándose en malezas problema (VITTA *et al.*, 2000; RODRÍGUEZ, 2004; LEGUIZAMÓN & FERRARI, 2005).

Una planta que sobrevive a la acción de un herbicida modifica su comportamiento debido principalmente a la acción ejercida por el herbicida sobre los meristemas (MEUSEL *et al.* 1977), modificando su respuesta fisiológica y redirigiendo el crecimiento a meristemas remanentes (MALPASSI, 2004), esto último se verá reflejado en la estructura de la planta (BARTHÉLÉMY, 2000). Por otro lado, el estado de desarrollo en el que se encuentra la planta cuando se aplica el herbicida es fundamental para su efectividad (RODRÍGUEZ, 2004). En general, es menor la acción del glifosato en plantas perennes en avanzado estado de desarrollo (GARCÍA TORRES & FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1989).

Veronica persica Poir. y *Parietaria debilis* G. Forst. se encuentran citadas como malezas de difícil control en campos dedicados a soja en siembra directa con aplicaciones intensivas de glifosato (VITA *et al.*, 2004; PURICELLI & TUESCA, 2005; PURICELLI & PAPA, 2006; ARREGUI *et al.*, 2006; DELLAFERRERA *et al.*, 2007; FACCINI & PURICELLI, 2007). De estas especies se dispone de escasa información a nivel individuo sobre las modificaciones en su comportamiento ante la aplicación de glifosato.

El objetivo en este trabajo es determinar para *V. persica* y *P. debilis* la modificación de su forma de crecimiento, secuencia de desarrollo y capacidad de producir semillas bajo el efecto de la aplicación de glifosato analizando la potencialidad, a nivel individuo, para seguir comportándose como maleza luego de tolerar la aplicación de un herbicida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron recolectadas semillas de *V. persica* y *P. debilis* de poblaciones en Esperanza, Santa Fe, Argentina (31° 26' S and 60° 56' W). Las semillas de ambas especies fueron sembradas en macetas que contenían suelo limoso (Argiudol Típico serie Esperanza; pH 5,8 y 2% materia orgánica). El cultivo se condujo en sala de crecimiento con temperaturas de 26:16 (+/-1) °C (día:noche) y un fotoperíodo de 14h, las macetas se regaron a diario manteniéndose a capacidad de campo.

Se aplicó sal isopropanilamina de glifosato (48% p/v) (Estrella, Ciagro) con un aplicador a presión constante en un volumen de agua correspondiente a 200 l.ha⁻¹. Se definieron 2 tratamientos en *P. debilis* 720 y 1800 g e.a.ha⁻¹ con 12 hojas desarrolladas (P12-720 y P12-1800 respectivamente), y 4 tratamientos en *V. persica* 360, 720 y 1800 g.e.a.ha⁻¹ con 8 hojas desarrolladas y 360 g e.a.ha⁻¹ con 16 hojas desarrolladas (V8-360, V8-720, V8-1800 y V16-360 respectivamente), de cada especie se mantuvieron plantas sin tratar las cuales fueron plantas testigo (Pt y Vt). El diseño fue en bloques completamente aleatorizado con 20 repeticiones por grupo.

Para todos los tratamientos diariamente se registraron los síntomas post aplicación dividiendo a la planta en porción tratada (parte superior efectivamente mojada por el herbicida, hojas mayores de 5 mm long en los últimos 5 nudos) y porción sin tratar (parte inferior no alcanzada directamente por el herbicida, entrenudos uno al tres) hasta senescencia total o hasta 102 días en las que continuó el crecimiento. Se compararon los tiempos en aparición de síntomas en las dos regiones y se utilizó el test de Duncan para evaluar diferencias en el tiempo de aparición de los síntomas. Al final del ensayo las plantas sobrevivientes de P12-720 y Pt fueron diseccionadas y se midieron: número máximo de nudos del eje principal, número máximo de nudos en ramas primarias, orden máximo de ramificación basal. Además se estimó la producción de semillas. Se utilizó el test de t para evaluar diferencias debido al tratamiento.

RESULTADOS

Efecto de la dosis de glifosato y edad de la planta en la velocidad de aparición de síntomas en *Veronica persica*

Las plantas con 8 hojas al momento de la aplicación se encontraban al estado vegetativo y presentaban desarrolladas las ramas basales de primer orden (cotiledonares, del nudo 1 y dos sobre el eje principal) y habían iniciado la formación de ramas profílicas de segundo orden. Los síntomas se inician en la porción tratada como manchas necróticas en las láminas foliares seguidas de porciones de tejido necrosados en la porción no tratadas. En las plantas con 16 hojas la caída de flores es el primer síntoma.

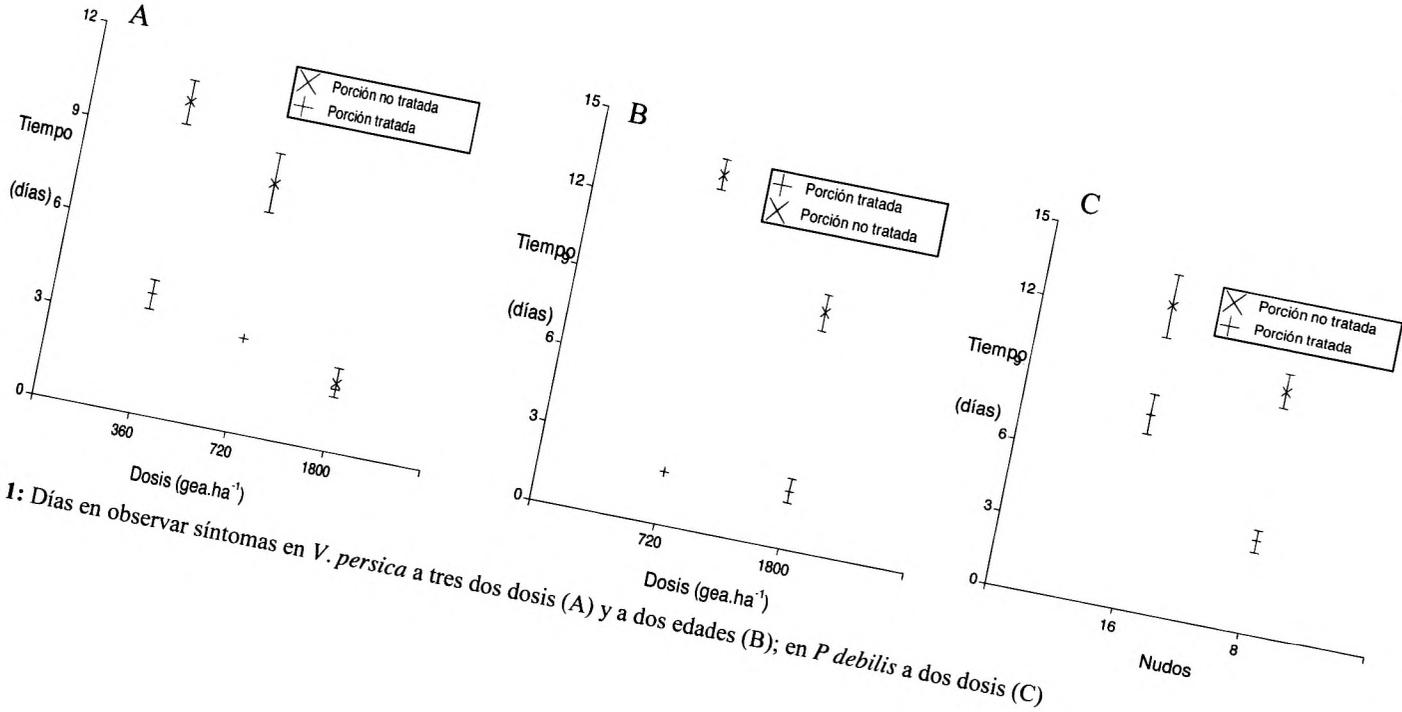


Figura 1: Días en observar síntomas en *V. persica* a tres dos dosis (A) y a dos edades (B); en *P. debilis* a dos dosis (C)

Existen diferencias significativas entre el tiempo en que aparecen los síntomas en la porción tratada y en la porción no tratada en las dosis de 360 y 720 g e.a.ha⁻¹, en la dosis más alta los síntomas se producen de forma simultánea en toda la planta (Figura 1A). Mientras que a distintos tamaños de planta existe diferencia significativa a favor de la planta más grande en el tiempo entre aparición de síntomas (Figura 1B). Al final del ensayo en ninguno de los tratamientos hubo plantas sobrevivientes.

Efecto de la dosis de glifosato en la velocidad de aparición de síntomas en *Parietaria debilis*

Estas plantas se encontraban iniciando la fase reproductiva con el desarrollo de los primeros primordios florales en la zona profilar de las ramas ubicadas en el tercer nudo sobre el eje principal; además del desarrollo de ramas plagiótropas de hasta tercer orden (originadas en los primeros tres nudos del eje principal). Los síntomas se desarrollan desde la porción tratada manifestándose como clorosis en las porciones apicales primero o pequeñas manchas necróticas después, hasta necrosis en la porción no tratada. No existen diferencias debido a la dosis en el tiempo de aparición de síntomas de clorosis en la porción tratada; si, en el tiempo en el que aparecen síntomas en la porción no tratada (Figura 1C). Sólo el tratamiento P12-720 mostró individuos que toleraron la aplicación, estas plantas tolerantes, sólo mostraron síntomas en la porción tratada

Variaciones estructurales observadas entre “plantas tratadas tolerantes” y “plantas no tratadas” de *Parietaria debilis* a los 102 días de emergencia

La fracción del grupo P12-720 tolerante exhibe menor número de nudos sobre los ejes y una menor supervivencia de yemas que producirán ramas largas, respecto a Pt (Cuadro 1). La estimación de producción de semillas es menor debido a la reducción de las estructuras reproductivas.

Cuadro 1: Variaciones entre fracción P12-720 (tolerante) y Pt.

	Plantas no tratadas	Plantas tratadas tolerantes
Número máximo de nudos del eje principal	27	21*
Número máximo de nudos en ramas primarias	30	24*
Orden máximo de ramificación basal	6	3*
Estimación de producción de semillas	2800 – 3500	1900 – 2300*

Los números seguidos de asterisco difieren significativamente según test-*t* $\alpha=0,01$

DISCUSIÓN

Las especies estudiadas muestran una tendencia a aumentar su proporción en siembra directa con aplicación de glifosato; con un aumento de la densidad en plantas.m⁻² de *P. debilis* altamente significativo (PAPA & PURICELLI, 2003; PURICELLI & TUESCA, 2005). La capacidad de *P. debilis* para producir semillas luego de la aplicación de glifosato puede explicar el aumento en la proporción de individuos, particularmente los descendientes de plantas tolerantes. Sin embargo, esta no es una explicación válida para *V. persica* ya que la aplicación de glifosato en este caso impide el desarrollo de nuevas estructuras, y provoca la pérdida de las flores en formación; su permanencia en los sistemas podría estar asociada al rápido desarrollo de la especie.

Los síntomas característicos descritos para plantas tratadas con glifosato, como ser clorosis, necrosis en las hojas y presencia de color rojizo en el follaje (TUESCA & NISENSOHN, 2004) fueron observados en las dos especies para todas las dosis analizadas. Además se produjo detención total del crecimiento y marchitamiento de la planta en la mayoría de los tratamientos, sólo se observó la

supervivencia, en las condiciones del ensayo, en plantas de *P. debilis* tratadas con 720 g e.a. ha⁻¹, cuando se encontraban en un estado de 12 hojas; las que además nunca detuvieron la elongación de sus entrenudos, lo que muestra tolerancia al herbicida en la dosis utilizada.

CONCLUSION

V. persica no toleró la aplicación de glifosato mostrando sólo un retraso de los síntomas al reducir la dosis o al aumentar la edad la planta al momento de aplicación.

P. debilis toleró una aplicación de 720 g e.a.ha⁻¹, las plantas tolerantes muestran síntomas solo en la porción tratada mostrando diferencias en el número de nudos en los ejes y en la cantidad de ramas, manteniendo una alta capacidad para producir semillas aunque en número significativamente menor respecto al testigo.

BIBLIOGRAFÍA

- ARREGUI, M.; SCOTTA, R.; SANCHEZ, D. (2006). Improved weed control with broadleaved herbicides in glyphosate-tolerant soybean (*Glycine max*). *Crop Protection* 25: 653–656.
- BARTHÉLÉMY, D. (2000). Análisis, Modelización y Simulación Informática de la Arquitectura de las Plantas: Aplicaciones Agronómicas y Paisajistas. (45-77 Pp.). En: *Ciudades Arboladas para el siglo XXI*. Ponencias del IV Congreso Isa Europeo y V Español De Arboricultura. Ed. La Pobra Llarga. Valencia.
- DELLAFERRERA, I.; AMSLER, A.; GUARISE, N. (2007). *Relevamiento de malezas en cultivos de soja en sistema de siembra directa con glifosato del departamento San Justo* (provincia de Santa Fe) FAVE – Sección Agrarias 5-6: 15-26.
- FACCINI, D.; PURICELLI, E. (2007). Efficacy of herbicide dose and plant growth stage on weeds present in fallow ground. *AGRISCIENTIA XXIV* 1: 29-35.
- GARCÍA TORRES, L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1989). *Fundamentos sobre las malas hierbas y herbicidas*. Coedición Ministerios de Agricultura, pesca y alimentación Servicio de extensión agraria y Ediciones Mundi-Prensa. España. 348 pp.
- LEGUIZAMÓN, E. FERRARI, G. (2005). Relevamiento de las comunidades de malezas en sistemas de producción de soja bajo siembra directa. Soja en siembra directa. *Rev. Técnica AAPRESID*, septiembre: 124-127.
- MALPASSI, R. (2004). Efecto de la aplicación de herbicidas sobre la morfología y anatomía de *Eleusine indica* (L.) Gaertner y *Portulaca oleracea* L. *Tesis Doctoral*. Universidad Nacional de Río Cuarto. 133 pp.
- MEUSEL, M.; JÄGER, E. ; MÖRCHEN, G. (1977). The study of growth-forms of higher plants in relation to application of biocide. *Vegetation Sci. and Environmental Protection*: 71-76.
- PAPA, J.; CARRANCIO, L. (2005). Experiencias de control de ocucha (*Parietaria debilis*). INTA EEA Oliveros. Para mejorar la producción 30: 153 -154.
- PAPA, J. ; PURICELLI, E. (2003). Control de *Parietaria debilis* con distintas dosis de herbicidas postemergentes. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias IV*. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev4/4.htm>. Acceso 19 Septiembre 2007
- PURICELLI, E.; PAPA, J. (2006). Growth of *Parietaria debilis* in fallow and in undisturbed areas. *Weed Research* 46: 129–137.
- PURICELLI, E.; TUESCA, D. (2005). Weed density and diversity under glyphosate-resistant crop sequences. *Crop Protection* 24: 533–542.

- RODRIGUEZ, N. 2004. Malezas nuevas? o viejas que se adaptan a los nuevos sistemas. Malezas con grado de tolerancia al glifosato. *Bol. n° 1, INTA- EEA Manfredi*. 12: 1–5.
- TUESCA, D.; NISENSOHN, L. (2004). Inhibidores de las síntesis de aminoácidos (51- 58 p). En: VITTA, J. (ed) *Herbicidas: Características y fundamentos de su actividad*. UNR Editora. Rosario.
- VITTA, J.; TUESCA, D.; PURICELLI, E.; NISENSOHN, L.; FACCINI, D.; FERRARI, G. (2000). *Consideraciones acerca del manejo de malezas en cultivos de soja resistentes a glifosato*. UNR Editora. Rosario. 15 pp.

Summary: Effects of glyphosate on *Veronica persica* and *Parietaria debilis* growth form. There is little information at level of plant, about the growth form and architectural features which allows identifying potential strategies to avoid glyphosate applications effects. This study analyzes growth form and development sequence of *V. persica* and *P. debilis*, glyphosate-tolerant weeds of Argentina, in order to determine the effect of herbicide application on the subsequent development. Both species are annuals and have a large reproductive zone and a more restricted one where structural branches developed amplifying the production of seeds. *V. persica* did not showed tolerance, even at low doses of the herbicide, showing as the first symptom the fall of flowers. The symptoms previous to death are showed in an area where the plant had no direct contact with the herbicide. *P. debilis*, with 12 leaves, tolerated an application of 720 g a.e ha⁻¹ of glyphosate. The 70% of treated plants continue the growth, developing fewer branches and reducing the reproductive zone. The symptoms were observed only in the region of the plant where the herbicide was deposited. Seed production was affected although the number remains high, which ensures the maintenance tolerant genotypes.

Key words: weeds, tolerance, morphology, symptoms, ramification