

**CUANTIFICACIÓN DE SENSIBILIDAD A GLIFOSATO EN CUATRO ESPECIES DE
INTERÉS FORESTAL
Grosso, Paula ¹**

¹Facultad de Ciencias Agrarias-UNL

Director/a: Perreta, Mariel
Codirector/a: Araujo, Jonicelia

Área: Ingeniería

Palabras claves: DERIVA, HERBICIDA, TOLERANCIA

INTRODUCCIÓN

Los herbicidas son la forma de control principal de las malezas en la mayoría de los sistemas de cultivo, y las áreas no objetivo, fuera de los campos de cultivo, son expuestas a herbicidas a través de una variedad de mecanismos, siendo quizás el más común la deriva (de Jong et al. 2008). Ésta frecuentemente alcanza a los árboles adyacentes provocando muerte foliar y reduciendo el crecimiento (Tuffi Santos et al. 2011). En estas áreas vecinas a campos de cultivo, la deriva está en el orden de 1 a 25% de la tasa de aplicación de campo, dependiendo del equipo, las condiciones climáticas, la distancia desde el borde del campo y la altura de la vegetación (Teske et al. 2009). Se han detectado concentraciones bajas y subletales de glifosato depositadas en plantas ubicadas dentro de los 20 m de distancia de los campos tratados (Stransberg et al. 2012).

El efecto de las formulaciones herbicidas en las plantas no objetivo está directamente relacionado con la dosis recibida (Tuffi Santos et al. 2006). El parámetro más utilizado para la comparación entre los ensayos de dosis-respuestas es la dosis letal media (DL₅₀), el cual es el mejor estimador de la sensibilidad de una planta a un herbicida (Streibig 1988).

La mayoría de las plantas son sensibles a la acción del glifosato que actúa bloqueando el ciclo del ácido shikímico al competir por el mismo sitio de acción con la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfat sintasa. La acumulación de ácido shikímico que puede usarse como indicador de la sensibilidad de la especie a la exposición a este herbicida (Velini et al. 2008). La inhibición de la enzima produce así mismo, otros efectos secundarios a nivel de la fotosíntesis. El glifosato también puede generar la modificación de sus características estructurales (Panigo et al. 2016).

La sensibilidad entre especies y genotipos es el punto de partida para la comprensión de los mecanismos implicados en la sensibilidad diferencial de las plantas al glifosato (Tuffi Santos et al. 2006). La identificación de las especies menos afectadas por las aplicaciones de glifosato permitirá conocer las más aptas para cultivar en zonas de uso frecuente de este herbicida.

OBJETIVOS

Evaluar en las especies senna (*Sennaspectabilis* (DC.) H.S.Irwin&Barneby), bauhinia (*Bauhiniavariegata* L.), lapacho rosado (*Handroanthusimpetiginosus* (Mart. ex DC.) Standl) y lapacho amarillo (*Handroanthusalbus*(Cham.) Mattos) su nivel de sensibilidad en estadio de plantación a campo a través de curvas de dosis respuesta.

Determinar si los mayores índices de sensibilidad se corresponden con mayores niveles de inhibición de la ruta del ácido shikímico.

Analizar la estructura de las plantas y evaluar la capacidad de recuperación de los plantines forestales postaplicación de glifosato.

Título del proyecto: Cuantificación de sensibilidad a glifosato en especies forestales de interés económico, social y ambiental

Instrumento: ASaCTel – Investigación Orientada

Año de la convocatoria: 2017

Organismo financiador: Agencia Santaferina de Ciencia, Tecnología e Innovación

Director/a: Perreta, Mariel

MATERIALES Y MÉTODOS

Los plantines de las diferentes especies que se utilizaron fueron producidos en parte por el grupo de trabajo y el resto adquiridos de productores locales. Se trabajó con 60 plantines por especie. Para determinar la sensibilidad de las distintas especies se aplicaron dosis crecientes de glifosato (0; 38,8; 77,5; 155; 310; 620; 1240; 2480; 4960; 9920; 19840; 39680 g ia ha⁻¹) en estadio de plantación a campo. Todas las aplicaciones se realizaron con una cámara de asperjado de laboratorio equipada con pastillas de abanico plano teejet 8001, calibradas para asperjar 200 L ha⁻¹ a una presión de 275 kPa.

Por plantín se determinó la supervivencia a los 30 días post aplicación, a través de una escala simple que indicaba si el ejemplar se encontraba vivo, parcialmente vivo o muerto. Los datos fueron ajustados a un modelo logístico representado por la función de 4 parámetros. A partir de la misma se determinó para cada especie la dosis de herbicida que inhibe el crecimiento en un 50% respecto a su control sin tratar (ED50%). Así mismo sobre cada uno de los ejemplares utilizados en los ensayos de dosis-respuesta, a los 30 se determinó: sintomatología, número de entrenudos, cantidad, posición y características de las ramificaciones. Con esta información se analizó el patrón estructural, los efectos producidos por el herbicida y la respuesta post aplicación.

Por otro lado, individuos de todas las especies fueron asperjados con una solución de glifosato a la dosis de campo (1240 g ia ha⁻¹), por lo que se trabajó con dos niveles: control (dosis 0) y aplicado. De cada ejemplar se cosecharon hojas para la extracción de ácido shikímico a las 48, 72, 96 y 168 horas luego de la aplicación. Los tejidos foliares (50 mg de peso fresco) fueron homogeneizados y congelados a -40°C, posteriormente se siguió el protocolo descrito por (Shing y Shaner 1998). La acumulación de ácido shikímico fue medida ópticamente a 380 nm usando un espectrofotómetro Biotraza 722. Las curvas estándar fueron determinadas usando plantas sin tratar y soluciones de concentración conocida de ácido shikímico. Los resultados fueron expresados como la diferencia de ácido shikímico entre planta tratada y planta no tratada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación entre la dosis de un herbicida y el impacto que produce sobre la planta es de fundamental importancia para la comprensión de la eficacia y el efecto que producen sobre las mismas. Sin embargo, el efecto de las formulaciones herbicidas en las plantas no objetivo está directamente relacionado con la cantidad del principio activo que llega a las mismas, que está asociado a las dosis usadas en el control de malezas (Tuffi Santos et al. 2006).

En función de los ensayos de dosis respuesta se observa que el comportamiento de las diferentes especies muestra variaciones que corresponden a diferencias en cuanto a la sensibilidad al glifosato que presentan (Fig. 1).

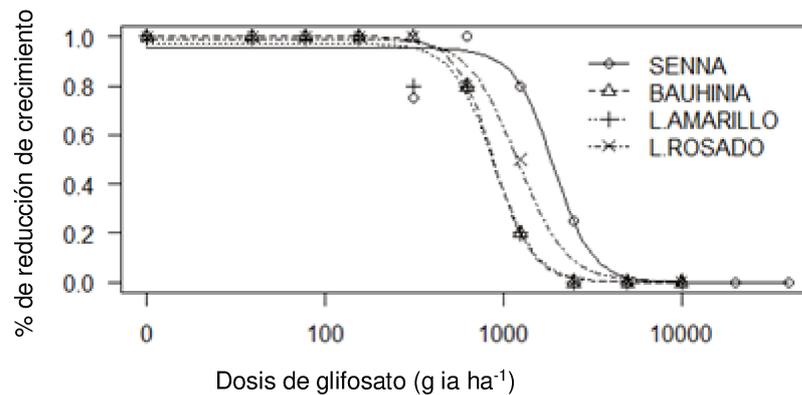


Figura 1: Curvas de dosis respuesta correspondientes a senna (*Sennaspectabilis*), bauhinia (*Bauhiniavariegata*), rosado (*Handroanthusimpetiginosus*) y amarillo (*Handroanthusalbus*). La supervivencia a los 30 días postaplicación está expresada como porcentaje del control. Cada punto es la media de tres experimentos.

La cantidad de ejemplares que mueren de las cuatro especies aumenta a medida que se incrementa la dosis de herbicida. Sin embargo, la DL₅₀ es un mejor estimador de la sensibilidad de una planta a un herbicida en experimentos de dosis respuesta (Streibig 1988). Para los plantines estudiados la dosis letal 50 (ED₅₀) mostró diferencias entre las especies, siendo la que requiere mayores dosis senna. Mientras que las especies bauhinia y lapacho amarillo, son las que requieren dosis más bajas para alcanzar la ED₅₀, por lo que estas especies serían las más sensibles de las estudiadas. Si tomamos en cuenta que la dosis correspondiente a la DL₅₀ en bauhinia y lapacho amarillo principalmente, son inferiores a la dosis recomendada de uso a campo para aplicaciones en malezas (1240 g ia ha⁻¹) y que a campo suelen utilizarse dosis mayores a la recomendada, es factible que ejemplares recién implantados sufran los efectos negativos de la deriva. Por otro lado, los factores de tolerancia calculados indican que senna requiere el doble de dosis, al compararla con las demás especies para producir el mismo efecto.

Con respecto a la acumulación de ácido shikímico, se observó que existe acumulación en las 4 especies estudiadas pero los valores encontrados en hoja son menores a 1 mgsk/g. Por lo tanto, los mismos no son significativos, no produciendo la inhibición de la enzima. Esta información resulta de interés para la selección de especies para diferentes tipos de forestaciones debido a que comparativamente, las especies con baja acumulación de ácido shikímico requieren mayores dosis de glifosato para provocar daño (Feng et al. 2004).

La arquitectura de una planta es el resultado del funcionamiento de sus meristemas, quedando determinada por el número, tamaño y disposición relativa de sus ejes vegetativos aéreos y subterráneos (Hallé y Oldeman 1970). Es al mismo tiempo la expresión de un equilibrio entre el programa de desarrollo endógeno y las acciones ejercidas por el ambiente (Barthélémy 2000). Durante la investigación registraron todas las sintomatologías descritas para glifosato, sin embargo, su frecuencia y cantidad varió en función de la especie y de la dosis recibida. Así mismo se observó una respuesta de brotación en ejemplares tratados.

CONCLUSIONES

Para todas fue posible, a través de ensayos de dosis-respuesta, analizar su sensibilidad y evaluar su comportamiento estructural postaplicación. Las cuatro mostraron sensibilidad diferencial a glifosato en estadio de plantación a campo, siendo las más sensibles bauhinia y lapacho amarillo, a pesar de mostrar baja sensibilidad confirmada por acumulación de ácido shinkímico. La sintomatología y respuestas estructurales observadas, por otro lado generarán modificaciones en la expresión del patrón normal de desarrollo de las especies que pueden impactar sobre la utilidad y el manejo posterior de la forestación.

BIBLIOGRAFÍA

- Barthélémy D. 2000. Análisis, Modelización y Simulación Informática de la Arquitectura de las Plantas: Aplicaciones Agronómicas y Paisajistas. In Ciudades Arboladas para el siglo XXI. Ponencias del IV Congreso Ilsa Europeo y V Español De Arboricultura. La Poble Llarga. Valencia, España. Pp. 45–77
- De Jong FMW, de Snoo GR, van de Zande JC. 2008. Estimated nationwide effects of pesticide spray drift on terrestrial habitats in The Netherlands. *J. Environ. Manag.* 86: 721-730
- Feng PCC, Tran M, Chiu T, Douglas Sammons R, Heck GR, Cajacob CA. 2004. Investigations into glyphosate-resistant horseweed (*Coryza canadensis*): retention, uptake, translocation, and metabolism. *Weed Science* 52(4): 498–505.
- Hallé F, Oldeman RA. 1970. Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Masson. Paris. 198 pp.
- Panigo E, Alesso A, Dellaferrera IM, Olivella J, Perreta M. 2016. MorphoArchitecture traits that allow the regeneration of *Eustachys retusa* (Lag.) Kunth (*Poaceae*) in systems with intensive glyphosate application. *Planta Daninha* 34 (4): 709-719
- Strandberg B, Mathiassen SK, Bruus M, Kjær C, Damgaard C, Andersen HV, Bossi R, Løfstrøm P, Larsen SE, Bak J, Kudsk P. 2012. Effects of herbicides on non- target plants: How do effects in standard plant test relate to effects in natural habitats? *Pesticide Research* no. 137. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, Denmark. Disponible en: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2012/06/978-87-92779-53-3.pdf>
- Singh B, Shaner D. 1998. Rapid Determination of Glyphosate Injury to Plants and Identification of Glyphosate-Resistant Plants. *Weed Technology* 12: 527-530.
- Streibig JC. 1988. Herbicide bioassay. *Weed Research* 28(6): 479–484.
- Teske ME, Miller PCH, Thistle HW, Birchfield NB. 2009. Initial development and validation OF a mechanistic spray drift model for ground boom sprayers. *Trans. ASABE Am. Soc. Agric. Biol. Eng.* 52: 1089-1097.
- Tuffi Santos LD, Meira R, Santos I, Ferreira F, Sant'anna- Santos B, Ferreira L. 2006. Morphological responses of different eucalypt clones submitted to glyphosate drift. *Environ. Exp. Bot.* 59: 11–20.
- Tuffi Santos LD, Graça RN, Alfenas AC, Ferreira FA, Melo ACD, Machado MS. 2011. Glyphosate reduces urediniospore development and Puccinia psidii disease severity on *Eucalyptus grandis*. *Pest Management Science*, 67: 876-880.