

# Resistencia de *Parthenium hysterophorus* L. al glifosato: un nuevo biotipo resistente a herbicida en Colombia

Jesús Rosario<sup>1</sup>, Cilia Fuentes<sup>2</sup> y Rafael De Prado<sup>3</sup>

*Parthenium hysterophorus* L. es una maleza anual de América Tropical, invasiva y de difícil control en diversos cultivos. En huertos frutales de Colombia, ha sido controlada durante más de 15 años con el herbicida glifosato, reportándose ineficacia en el control y sospecha de resistencia desde el año 2004. La resistencia a herbicidas es un fenómeno biológico natural heredable, cuya detección oportuna provee información útil para el manejo de malezas en la producción agrícola. Con el propósito de conocer la respuesta a glifosato y confirmar la resistencia de *P. hysterophorus*, se utilizaron semillas de los biotipos “La Rioja” considerada resistente y “La Isla” sensible. Se obtuvieron plántulas con seis hojas y fue realizado un experimento en condiciones de invernadero. Se evaluaron las dosis 0.0, 0.09, 0.72, 1.44, 2.16, 4.32, 6.48 y 8.64 kg ha<sup>-1</sup> de glifosato (equivalente ácido= e.a.). Se utilizó un arreglo factorial de un diseño completamente al azar y cuatro repeticiones por tratamiento. Fue evaluado el peso fresco (PF) de la parte aérea y los datos se sometieron a análisis de regresión no lineal log-logistic con SAS<sup>TM</sup>. Fueron estimadas las dosis de glifosato efectiva para disminuir al 50% el peso fresco de las plantas tratadas (ED<sub>50</sub>) y se calculó el factor de resistencia (ED<sub>50</sub> R/ED<sub>50</sub> S). El biotipo La Rioja necesitó dosis 3.8 veces mayor que La Isla, para reducir en 50% el PF. De acuerdo a los resultados de este estudio, se confirma, por primera vez, la evolución de resistencia a glifosato en *P. hysterophorus* L.

**Palabras clave:** Escoba amarga, quinino, dosis-respuesta, ED<sub>50</sub>.

## INTRODUCCIÓN

La resistencia a herbicidas es un fenómeno evolutivo que permite al biotipo de maleza resistente ser expuesto a la dosis normal de un herbicida sin sufrir alteraciones en el crecimiento y desarrollo (García y Fernández-Quintanilla 1989, LeBaron y Gressel 1982). Este fenómeno biológico es favorecido por la aplicación intensiva de herbicidas con el mismo ingrediente activo o con igual sitio de acción (Tharayil-Santhakumar 2004, Preston 1999).

A nivel mundial, de 400 biotipos de malezas resistentes a herbicidas en 217 especies (129 dicotiledoneas y 88 monocotiledoneas), 24 especies con 168 biotipos resistentes a glifosato (N-fosfonometil glicina), en los Estados Unidos de América se reportan 100, en México 1, en Canadá 3, en Brasil 6, en Argentina 8, en Chile 4, en Colombia 3 y en Paraguay 1, Heap (2013).

El Glifosato (N-fosfonometil glicina) es un herbicida post emergente, no selectivo, altamente

sistémico y de amplio uso para el control de malezas en el mundo. No es bien metabolizado en las plantas (Monquero 2003) y de acción lenta, con síntomas fitotóxicos visibles en planta sensible 10 a 20 días posterior a la aplicación (Singh y Shaner 1998). Inhibe la ruta del shiquimato, uniéndose a la enolpiruvil shiquimato fosfato sintasa (EPSP), que cataliza las reacciones de síntesis de aminoácidos aromáticos que intervienen en la formación de proteínas esenciales en la planta (Hartzler 2003).

Después del lanzamiento comercial de glifosato en el año 1974, la probabilidad de evolución de resistencia a este ingrediente activo fue considerada muy baja, debido al metabolismo, modo de acción, estructura química y a la ausencia de residualidad en el suelo (Bradshaw *et al.* 1997). Sin embargo, en el año 2002 se reportan resistencias de *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Lolium rigidum* (Gaud) y *Conyza canadensis* (L.) Cron-

<sup>1</sup> Investigador en malezas. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia.

<sup>3</sup> Universidad de Córdoba, España.

quist en Malasia, Australia y Estados Unidos de América, respectivamente (Lorraine-Cowill *et al.* 2003).

La respuesta de resistencia a glifosato es un fenómeno biológico, científicamente reportado en varias especies de malas hierbas. En *Lolium rigidum*, el biotipo 118a seleccionado con dosis bajas resultó 9 a 10 veces más resistente a glifosato que los biotipos susceptibles  $S_{92}$  y  $S_{14}$  (Pratley *et al.* 1999). En *Lolium multiflorum* Lam, también, se encontró que las poblaciones San Bernardo y Olivares fueron dos y cuatro veces más resistentes a glifosato que la población Tama, susceptible, observándose que el peso fresco disminuyó con el incremento de la dosis (Pérez y Kogan 2002).

*P. hysterothorus* L. (marihuana macho, escoba amarga o quinino) es originaria de América Tropical. Es una mala hierba invasiva, nociva y de difícil control, prolifera en praderas, huertos de frutales y diversos cultivos en países tropicales (Kholi y Rani 1994, Kissmann y Groth 1992, Labrada 1990, Mahadevappa y Kumar 2001).

En Colombia, *P. Hysterothorus* fue introducida para forraje en el año 1956. Para el año 1976, invadía importantes zonas agrícolas y áreas no cultivadas en el Valle del Cauca, así como fincas cafeteras ubicadas en el municipio de El Darien (Cayón y De La Cruz 1980). En la Unión, Valle del Cauca, compete en huertos frutales, en los cuales ha sido controlada con glifosato por más de quince años. Para el año 2004, fueron reportadas deficiencias de control, sospechándose evolución de resistencia.

La detección de resistencia a glifosato en poblaciones de *P. hysterothorus* y el desarrollo de investigaciones de verificación de la eficacia de este herbicida en campo, puede proveer información técnica útil para reorientar y mejorar el manejo de esta especie, así como para ejecutar actividades de transferencia de tecnología que hagan más sostenible el manejo de maleza y la producción de frutales en las zonas de estudio. Esta investigación tuvo como objetivo confirmar la sospecha de resistencia a la aplicación de glifosato en *P. hysterothorus* L.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación fue realizada en las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, con dos biotipos de *Partenium hysterothorus*, L., “La Rioja” (con sospecha de ser resistente) y “La Isla” (sensible o normal). Las semillas fueron germinadas en bandejas de 5.1 litros con turba y arena 3:1, y se trasplantaron cuatro plántulas por maceta de 0.924 litro, manteniéndolas en invernadero a 24.0/18.0°C día/noche, con luz solar suplementada ( $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) y humedad relativa de 65 a 70%.

Las plantas fueron tratadas en estado de 6 hojas con Round-up 48 SL (sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina) a las dosis 0.0; 0.09; 0.72; 1.44; 2.16; 4.32; 6.48 y 8.64  $\text{kg ha}^{-1}$  de glifosato (i.a.), en una cámara experimental equipada con boquilla XR Teejet 8001VS, y calibrada a 230 l  $\text{ha}^{-1}$ . Se utilizó un arreglo factorial y distribución de tratamientos completamente al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluó el peso fresco expresado en gramos, a partir de plantas cortadas a nivel de su base; los datos se expresaron en porcentaje respecto al testigo y se calcularon las  $ED_{50}$  y el factor de resistencia, obtenido al relacionar la  $ED_{50}$  del biotipo La Rioja con la del biotipo La Isla ( $ED_{50} R/ED_{50} S$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En invernadero, para el porcentaje de peso fresco se observaron diferencias estadísticas significativas entre los biotipos “La Isla” sensible (S) y “La Rioja” resistente (R) a diferentes dosis de glifosato, Figura 1. Los valores calculados de las  $ED_{50}$  fueron 0.05  $\text{kg ha}^{-1}$  de glifosato (e.a.) y 0.19  $\text{kg ha}^{-1}$  de glifosato (e.a.) para S y R, respectivamente. El biotipo R necesitó una dosis 3.8 veces mayor que el S, para reducir el peso fresco al 50%. Pratley *et al.* (1999), trabajando con biotipos seleccionados de *Lolium rigidum* encontraron niveles de resistencia a glifosato mayores a los encontrados en esta investigación.

El biotipo La Isla sufre mayor inhibición en la producción de materia fresca y su curva empieza a estabilizarse a dosis más pequeñas que La Rioja, Figura 1. Resultados similares son publicados

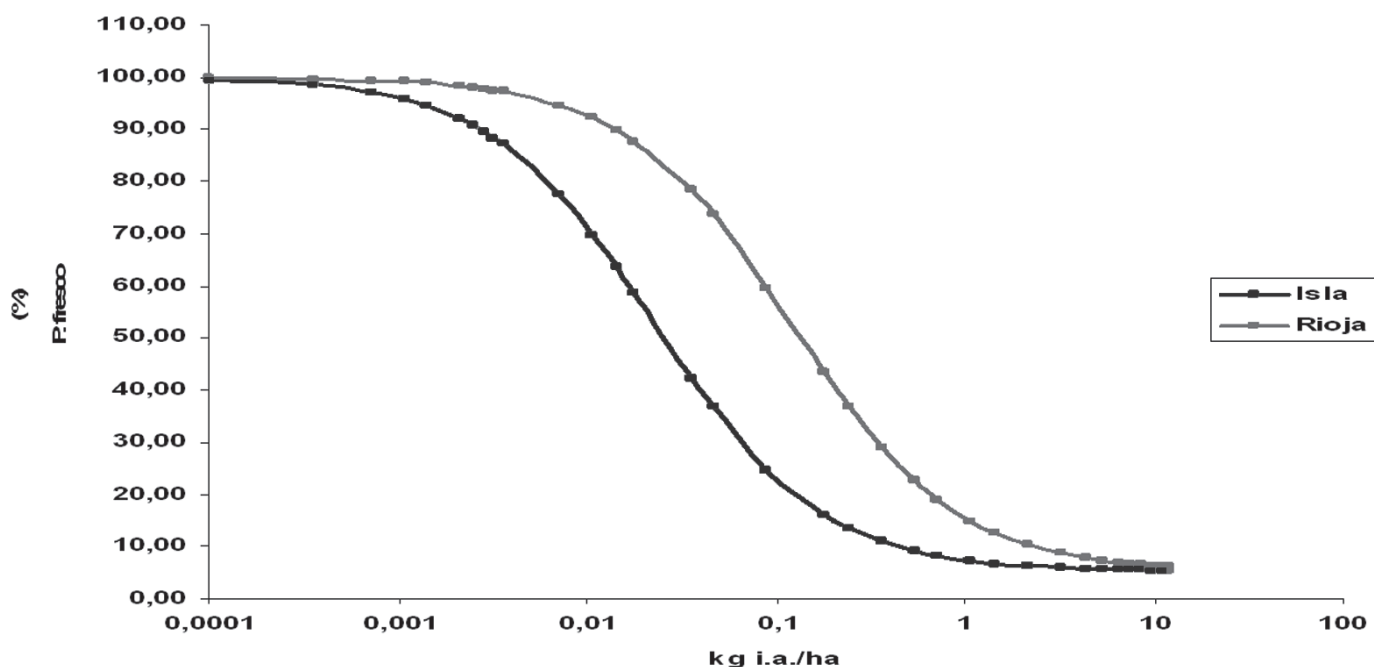


Figura 1. Efecto de dosis crecientes de glifosato en el porcentaje de peso fresco de los biotipos “La Isla” y “La Rioja” de *P. hysterophorus*.

$$Ry = 12.1 + \frac{(100 - 12.1)}{1 + (x/0.19)^{0.83}}; ED_{50} = 0.19 \text{ kg ha}^{-1} \text{ e.a. de glifosato (Li:0.13 y Ls:0.24)}$$

$$Sy = 8.4 + \frac{(100 - 8.4)}{1 + (x/0.054)^{0.97}}; ED_{50} = 0.054 \text{ kg ha}^{-1} \text{ e.a. de glifosato (Li:0.0298 y Ls:0.08)}$$

por Pérez y Kogan (2002), quienes encontraron que las poblaciones San Bernardo (R) y Olivares (R) de *Lolium multiflorum*, necesitaron dosis 2 a 4 veces mayores que la Tama (S), respectivamente, para reducir el peso fresco en 50%, observando que el peso disminuye con el incremento de la dosis de glifosato.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos el biotipo La Rioja de *P. hysterophorus* ha desarrollado resistencia al glifosato, diagnosticándose y confirmando por primera vez un caso de resistencia a glifosato en *P. hysterophorus*.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Colombia, a Empresas Grajales, S.A., y a Monsanto de Colombia, el apoyo recibido para la realización del presente estudio.

## LITERATURA CITADA

- Bradshaw, L.; Padgett, S.; Kimball, L.; Wells, B. 1997. Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technology* 11: 189-198.
- Cayón, G.; De La Cruz, R. 1980. La Invasora (*Parthenium hysterophorus*, L.) y su control. *Revista Comalfi* 3:49-65.
- García, L.; Fernández-Quintanilla, C. 1989. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. MAPA. Servicio de Extensión Agraria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES. 348 p.
- Hartzler, B. 2003. Glyphosate Resistance Updates. ISU weed Science Glyphosate resistance in Australia. Iowa State University. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.weeds.iastate.edu/>.
- Heap, I. 2013. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. (En línea). Revisado el 10 de abril del 2013. Disponible en: [www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)
- Kissmann, K.; Groth, D. 1992. Plantas Infestantes e Nocivas. Tomo II, 1 ed. BASF Brasileira S.A. Sao Paulo, BR.
- Khali, R.; Rani, D. 1994. *Parthenium hysterophorus*- A review. *Research Bulletin of the Panjab University*. Volume 44, parts I-IV Science. Chandigarh, IN.
- Labrada, R. 1990. *Parthenium hysterophorus* L. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: [http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium\\_a&w22.htm](http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium_a&w22.htm)
- LeBaron, H.; Gressel, J. 1982. Herbicide Resistance in Plants. Homer M. Lebaron and Jonathan Gressel (eds.). Wiley Interscience publication. John Wiley & sons, Inc. 432 p.

- Lorraine-Colwill, D.; Powles, S.; Hawkes, T.; Hollinshead, P.; Warner, S.; Preston, C. 2003. Investigating into the mechanism of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 74:62-72.
- Mahadevappa, M.; Das, T.; Kumar, A. 2001. *Parthenium*: A Curse for Natural Herbs. At National Research Seminar on Herbal Conservation, Cultivation, Marketing and Utilization with special emphasis on Chhattisgarh, "The Herbal State". Srishti Herbal Academy and Research Institute & Chhattisgarh State Minor Forest Produce Trading & Dev. Co-op. Fed. Ltd. Raipur India. 13-14 December, 2001. (En línea). Revisado el 23 de septiembre del 2013. Disponible en: [http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium\\_a&w11.htm](http://www.iprng.org/IPRNG-parthenium_a&w11.htm)
- Monquero, P. 2003. Dinamica populacional e mecanismos de tolerancia de especies de plantas danhinas ao herbicida Glyphosate. Tese de Doutor em Agronomia. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de Sao Paulo. Piracicaba, BR.
- Pérez, A.; Kogan, M. 2003. Glyphosate resistant *Lolium multiflorum* in Chilean Orchards. *Weed Research* 43:12-19.
- Pratley, J.; Urwin, N.; Stanton, R.; Baines, P.; Broster, J.; Cullis, K.; Schater, D.; Bohn, J.; Krueger, R. 1999. Resistance to glyphosate in *Lolium rigidum*. *Bioevaluation. Weed Science* 47:405-411.
- Preston, C. 1999. Glyphosate Resistance in Weed Species. "A good weed" Newsletters. Weed Society of New South Wales Inc ISSN 1325-3689. (En línea). Revisado el 23 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://nb.au.com/nswweedsoc/August99/glyphosate.htm>
- Singh, B.; Shaner, D. 1998. Rapid determination of glyphosate injury to plants and identification of glyphosate resistant plants. *Weed Technology* 12:527-530.
- Tharayil-Santhakumar, N. 2004. Mechanism of Herbicides Resistance in Weeds. Plant & Soil Sciences University of Massachusetts Amherst, MA. (En línea). Revisado el 22 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www.weedscience.com>