

Resistencia a glifosato en biotipos de *Chloris polydactyla* (L.) SW. recolectados en Brasil

Henrique Plácido¹, Fidel González-Torralva², Arthur Martins³, Alfredo Paiola³, Julio Menéndez⁴ y Rafael De Prado²

El herbicida glifosato es ampliamente utilizado en el control de malas hierbas, debido a su eficiencia y bajo costo. Sin embargo, su utilización indiscriminada está aumentando la presión de selección de factores naturales y heredables en plantas, generando así biotipos resistentes. Con el objetivo de caracterizar el nivel de resistencia a glifosato en la especie *Chloris polydactyla* (L.) SW., se realizaron ensayos dosis-respuesta *in vivo* utilizando un biotipo sensible (S) colectado en Palotina-PR y otro resistente (R) colectado en Matão-SP, en cultivo de soja y en huerto de cítricos, respectivamente, con un amplio historial en el uso de glifosato. Los resultados obtenidos en el ensayo dosis-respuesta generaron factores de resistencia [FR = ED₅₀ (R)/ED₅₀ (S)] de 2.39 para plantas en menor estadio vegetativo y 2.12 en plantas con mayor estadio vegetativo. Estos resultados confirmaron la resistencia a glifosato de la especie *C. polydactyla* colectada en el huerto de cítricos, en el que se observó la influencia del estadio vegetativo.

Palabras clave: dosis-respuesta, ED₅₀, FR, glifosato.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos de la agricultura han permitido aumentar la productividad, sin embargo, se entiende que estos aumentos en productividad podrían ser superiores en los cultivos. Hay factores como la interferencia competitiva de malas hierbas que contribuyen a disminuir la productividad (Teixeira *et al.* 2000). Se reportan pérdidas de un 20 hasta un 30% de pérdidas debida, principalmente, a la competencia directa por nutrientes minerales, luz, agua y/o espacio (Pitelli 1987).

Para disminuir los efectos de interferencia de malezas, el método más eficaz es el uso de herbicidas, existiendo actualmente un registro de aproximadamente 200 ingredientes activos, con varios mecanismos de acción, siendo el más utilizado el herbicida glifosato, debido a su bajo costo y alta eficacia (Preston y Wakelin 2008).

El mecanismo de acción de este herbicida consiste en la inhibición de la síntesis de aminoácidos aromáticos, principalmente fenilalanina, tirosina

y triptófano, los cuales son compuestos que intervienen en la formación de proteínas. Específicamente, el glifosato ejerce su acción inhibiendo la enzima 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfato sintasa (EPSPS) que es la enzima clave dentro de la ruta del ácido shiquímico. Esta enzima cataliza la reacción entre shiquimato 3-fosfato (S3P) y fosfoenolpiruvato (PEP) para formar 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfato y fósforo inorgánico (Pi) (Jaworski 1972, Steinruecken y Amrhein 1980, Geiger y Fuchs 2002).

El manejo indiscriminado del glifosato, utilizado en sucesivas aplicaciones en el mismo cultivo, genera una alta presión de selección que origina biotipos resistentes por una capacidad natural heredable (WSSA 1998). En Brasil, hay 22 especies registradas como resistentes a herbicidas, entre éstas 5 son resistentes a glifosato (Heap 2013).

Se han detectado casos de dificultad en el control de la especie *Chloris polydactyla* (L.) Sw., que es favorecida por la creciente diseminación

¹UFPR- Palotina, BR. placido.agronomia@gmail.com.

²Química Agrícola y Edafología, Universidad de Córdoba, Córdoba, ES.

³Produção Vegetal, Esalq, USP. BR.

⁴Universidad de Huelva, Huelva, ES.

de la misma. La planta *C. polydactyla*, también conocida como "Capim-Branco", es nativa del continente americano con una amplia distribución geográfica, que se extiende desde América del Norte hasta Argentina. Posee ciclo fotosintético del tipo C-4 y puede propagarse por semillas y/o rizomas (Kissmann 1997). En Brasil, es encontrada principalmente en los márgenes de las carreteras, huertos y pastizales, con aumento de su presencia en cultivos perennes, llegando hasta áreas en Paraná (Lorenzi 2000). Brighenti *et al.* (2007) observó la necesidad de usar una dosis doble para controlar plantas en estadios vegetativos más avanzados.

Entendiendo la importancia que tiene esta especie, este estudio tiene como objetivo determinar los niveles de resistencia al herbicida glifosato en dos biotipos de *C. polydactyla* proveniente de las ciudades Palotina y Matão, en Brasil, mediante ensayos dosis-repuesta *in vivo* considerando la influencia del estadio vegetativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de *C. polydactyla* resistente y sensible a glifosato fueron recolectadas en Palotina (PR) y Matão (SP), en cultivos de soja y huerto de cítricos, teniendo en este último sospecha de resistencia. Para las evaluaciones, las semillas de ambos biotipos fueron sembradas en pequeñas bandejas con turba de plantación y mantenidas en condiciones controladas. Las plántulas fueron trasplantadas a macetas individuales y colocadas en condiciones controladas a 28/18 °C (día/noche) con 16 h de fotoperiodo y 80% de humedad relativa.

Los tratamientos con glifosato se realizaron cuando las plantas alcanzaron en dos estadios vegetativos 3-4 hojas y 5-7 hojas, respectivamente, en la máquina de tratamientos de laboratorio equipada con boquillas de abanico plano (Tee Jet 8002) a una presión de salida de 200 KPa. Las dosis utilizadas abarcaron desde 0 hasta 1400 g ae ha⁻¹ con un volumen de aplicación de 200 L ha⁻¹.

La dosis de herbicida que reduce el crecimiento de la planta en un 50% (ED₅₀) se determinó

para cada especie de acuerdo a Menendez *et al.* (2006). Los datos fueron evaluados y ajustados a un modelo de regresión no lineal:

$$Y = c + \{(d - c)/[1 + (x/g)^b]\}$$

Donde Y es el peso fresco expresado como porcentaje respecto a las plantas no tratadas, c y d son coeficientes que pertenecen a las asíntotas inferior y superior, respectivamente, b representa la pendiente de la curva, g la dosis de herbicida en el punto de inflexión medio entre las asíntotas superior e inferior representando la ED₅₀ y x (variable independiente) es la dosis del herbicida. El análisis de regresión se realizó con el programa SigmaPlot 10.0, Ruiz y Santaella *et al.* (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se obtuvo una reducción de la biomasa en el biotipo sensible con una dosis mucho más baja que en el biotipo resistente, en orden de 2.39 (FR), obtenido a partir de los valores de ED₅₀(R) = 399.2 g ae ha⁻¹ y ED₅₀(S) = 166.9 g ae ha⁻¹ (Figura 1)

La influencia del estadio vegetativo en la resistencia también fue observada, ya que en plantas en mayor estado vegetativo se obtuvo valores de ED₅₀ de 493.1 y 231.8 g ae ha⁻¹, para biotipo resistente y biotipo sensible, respectivamente, (Figura 2). Sin embargo, la diferencia entre ambos biotipos fue menor, bajando el FR a 2.12; de acuerdo con lo observado por Brighenti *et al.*, (2007), en el que una mayor tolerancia natural ocurre a mayor estadio vegetativo.

CONCLUSIONES

El uso indiscriminado del herbicida glifosato ha producido biotipos resistentes en campos de cítricos. Los resultados obtenidos en este trabajo confirman la resistencia de *C. polydactyla* a molécula de glifosato. Como se ha observado, el estadio vegetativo es un factor a tener en cuenta a la hora de controlar esta especie. Una temprana reacción por parte del agricultor facilitaría el control de esta especie en los cultivos, e incluso de los biotipos susceptibles, que como fue observado, un aumento en el estadio requiere dosis mayores de herbicida.

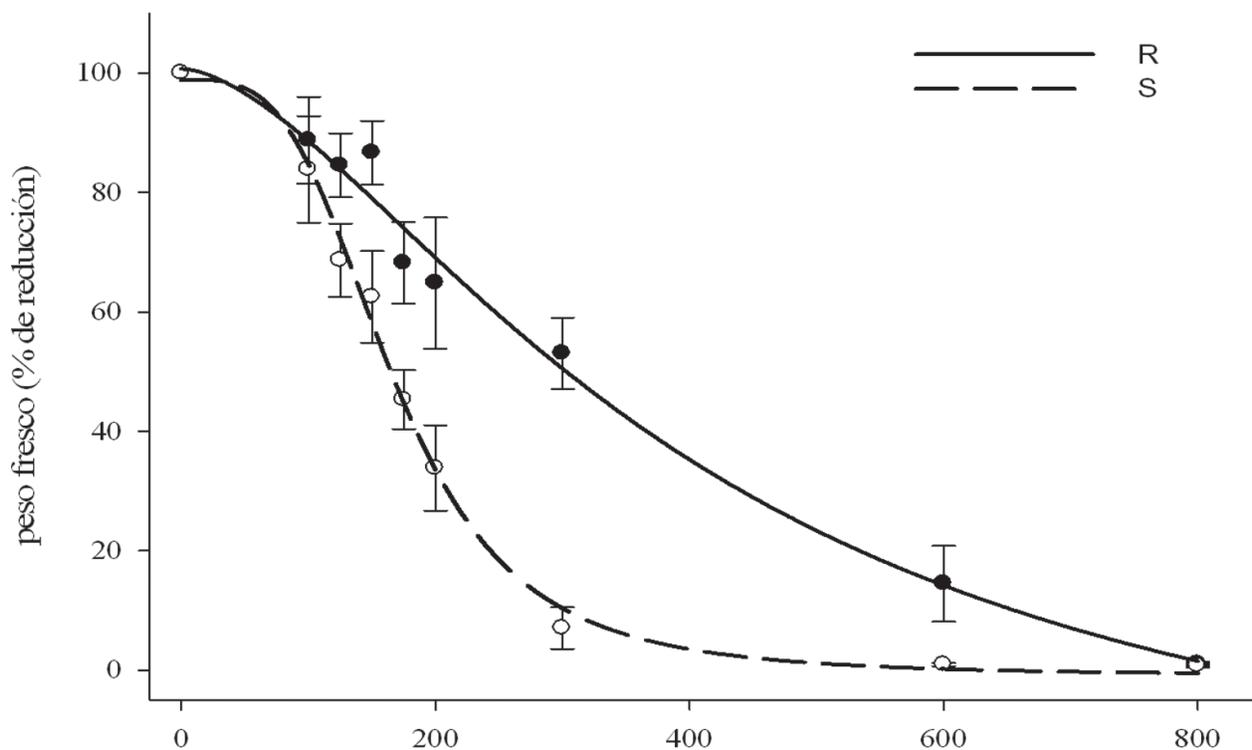


Figura 1. Curva dosis-repuesta primer estadio vegetativo.

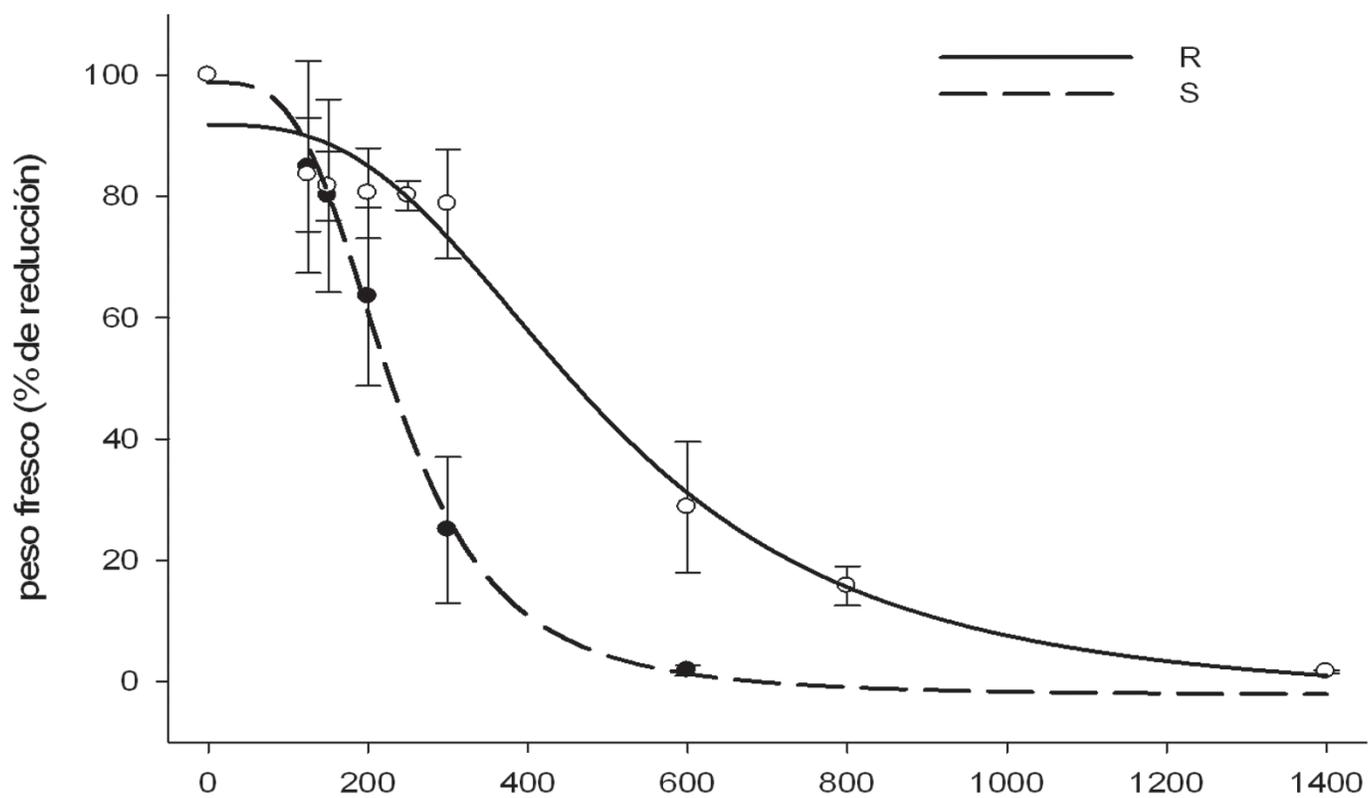


Figura 2. Curva dosis-repuestas segundo estadio vegetativo.

LITERATURA CITADA

- Brighenti, A. 2007. *Chloris polydactyla* (L.) Sw., a perennial Poaceae weed: Emergence, seed production, and its management in Brazil. *Weed Biology and Management* 7: 84-88.
- Heap, I. 2013. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. (En línea). Revisado el 30 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.weedscience.org>.
- Jaworski, E. 1972. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 20: 1195-1198.
- Kissmann, K. 1997. Plantas infestantes e nocivas. 2.ed. BASF. São Paulo, BR. 825 p.
- Lorenzi, H. 2000. Manual de identificação de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 5.ed. Nova Odessa: Plantarum. 339 p.
- Menendez, J.; Bastida, F.; De Prado, R. 2006. Resistance to chlortoluron in a downy brome (*Bromus tectorum*) biotype. *Weed Science* 54: 237-245.
- Pitelli, R. 1987. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técn. IPEF* 4: 1-24.
- Preston, C.; Wakelin, A. 2008. Resistance to glyphosate from altered herbicide translocation patterns. *Pest Management Science* 64: 372-376.
- Ruiz & Santaella, J.; Heredia, A.; De Prado, R. 2006. Basis of selectivity of cyhalofop-butyl in *Oryza sativa* L. *Planta* 223: 191-199.
- Teixeira, I. 2000. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. *Ciência Agrotecnologia* 24: 399-408.
- WSSA (Weed Science Society of America, US). 1998. Technology Notes. *Weed Technology* 2: 789-790.