

3 B.3 - ABSORCIÓN Y TRANSLOCACIÓN DE GLIFOSATO EN BIOTIPOS DE *PARTHENIUM HYSTEROPHORUS*

J. Rosario¹, C. L. Fuentes², H. Cruz-Hipolito³, R. De Prado³

¹Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. España.

E-mail: Jesusrosario_1@yahoo.com

²Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

³Universidad de Córdoba, España.

Resumen: Las aplicaciones de glifosato durante más de 15 años en huertos de frutales en Colombia, ha causado el desarrollo de resistencia en *Parthenium hysterophorus* L. La absorción y translocación son procesos básicos que afectan a la actividad herbicida. En este trabajo se estudia la absorción y translocación de glifosato y su relación con la resistencia diagnosticada en *P. hysterophorus*. Plantas de los biotipos “La Rioja” (resistente) y “La Isla” (sensible) fueron tratadas con una solución marcada de ¹⁴C glifosato (0,464 μCi/mL), aplicando 10 μL/planta. La radioactividad fue medida 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas después de la aplicación herbicida. Se calculó la penetración total, migración total, migración a otros tejidos foliares y a las raíces. Se utilizó un diseño completo al azar y los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS[™]. En ambos biotipos la penetración de ¹⁴C-glifosato fue similar 72 hda, 44.9% el resistente y 48.4% el sensible, mientras que la migración resultó diferente, resistente 21.0% y sensible 26.9%. La migración de ¹⁴C -glifosato 24 hda desde la hoja tratada hacia otros tejidos foliares en el biotipo resistente “La Rioja” fue dos veces mayor que en el biotipo sensible “La Isla”. La migración temprana del herbicida explica mejor la resistencia en *P. hysterophorus*, que la penetración y migración total.

Palabras clave: resistencia, herbicida, maleza.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, las aplicaciones de glifosato en huertos de frutales durante más de 15 años, han causado el desarrollo de resistencia en *Parthenium hysterophorus*, L. (Rosario & Fuentes, 2005). Esta maleza nativa de América Tropical (Kissmann & Groth, 1992), puede reducir la producción agrícola en un 40% y la forrajera en un 90%, (Kohli & Rani, 1994) . El glifosato con efecto en la EPSP sintasa (Caseley, 1996) es un herbicida de penetración foliar lenta, transportado principalmente por el simplasto, y en menor cantidad vía apoplasto. La absorción y translocación modificadas constituyen un mecanismo que puede explicar la resistencia a herbicida (Feng *et al*, 2004).

La absorción de glifosato en biotipos sensible y resistente de *L. rigidum* resultó estadísticamente similar, por lo cual este mecanismo no explicó la resistencia en dicha

especie (Wakelin et al., 2004; Feng et al., 1999). Por el contrario, la translocación de glifosato estuvo asociada con la resistencia en plantas de biotipos sensible y resistente de *Conyza canadensis* (Feng et al., 2004). Hallazgo similar reportaron Wakelin et al., 2004, en biotipos de *L. rigidum*. Esta investigación tuvo como objetivo estudiar los procesos de absorción y translocación de glifosato, para explicar su posible relación con la evolución de resistencia en dos poblaciones de *P. hysterophorus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, con los biotipos La Rioja (resistente) y La Isla (sensible) de *Partenium hysterophorus*, L. (Rosario & Fuentes, 2005). 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, dejándolas en invernadero a $24 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ / $18^{\circ} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ día/noche, con luz solar suplementada ($350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y humedad relativa de 65 a 70%. Fue aplicada una solución marcada [Round-up 48 SLTM (sal isopropilamina de N-fosfonometil glicina, igual a 360 g e. a. de glifosato L⁻¹) + CarrierTM (ácidos carboxílicos insaturados y glicéridos saturados a 862 g L⁻¹) + ¹⁴C-glifosato (0.1 mCi/mL, 95% de pureza, Sigma, Francia)] cuando las plantas tenían 7-8 hojas, utilizando una microjeringa de 25 μL (Hamilton MicroliterTM), y a cada una se le aplicó en la última hoja una radioactividad de 0,0046 $\mu\text{Ci/planta}$. La absorción y translocación fue estudiada 3, 6, 12, 24, 48 y 72 hda, bajo un arreglo factorial y distribución de tratamientos completamente al azar, con cuatro repeticiones. Cada planta se dividió en a) hoja tratada (HT), b) otros tejidos foliares (OTF) y c) raíces, realizando la combustión a 900°C en un oxidador biológico (Biological Oxidizer 0X600, R.J. Harvey Instruments Corporation, USA). La actividad del ¹⁴CO₂ en HT OTF, y raíces fue leída en dpm con el contador de centelleo (Beckman LS 6500 USA). Esta se utilizó para el cálculo en porcentaje de la penetración total, migración total, migración a otros órganos aéreos no tratados, migración a las raíces y del glifosato remanente en HT. Los datos

RESULTADOS Y DISCUSION

La penetración total de ¹⁴C-glifosato fue similar entre los biotipos de *P. hysterophorus*, R (44,9%) y S (48,4%), ver Tabla 1. Feng et al., 1999, reporta resultados similares en *L. rigidum*. En el biotipo R la penetración de ¹⁴C-glifosato fue similar y lenta durante las primeras 12 hda. No obstante, la penetración fue más rápida y gradual en el biotipo S hasta 48 hda (Fig. 1).

El porcentaje de ¹⁴C-glifosato transportado fue diferente entre los biotipos de *P. hysterophorus*, R (21,0%) y S (27,0%), ver Tabla 1. Feng et al., 1999, en biotipos R y S de *Lolium rigidum*, reporta resultados diferentes. El ¹⁴C-glifosato en la H.T. 72 hda fue similar en R (76,5%) y S (73,0%). En el biotipo R la migración hacia el O.T.F. 24 hda fue dos veces mayor (17,6%) que en el sensible (8,7%). La translocación a las raíces 3 hda fue mayor en S (7,7%) que en R (4,1%), ver Tabla 1. Resultados similares encontraron Feng et

al., 2004, en biotipos S y R de *Conyza canadensis*. Wakelin et al., 2004, estudiando biotipos de *L. rigidum*, también asociaron la resistencia a alteraciones en el transporte de glifosato.

Tabla 1. Absorción y translocación de ^{14}C -glifosato en dos biotipos de *P. hysterophorus*.

| Tiempo | P. total | | M. total | | M. a O.T.F. | | M. a raíces | |
|--------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | R | S | R | S | R | S | R | S |
| 3 | 17,75 ^{abc} | 10,25 ^a | 8,8 ^a | 13,0 ^{abc} | 4,3 ^a | 9,0 ^{abcd} | 4,0 ^a | 7,8 ^b |
| 6 | 17,0 ^{abc} | 17,0 ^{abc} | 10,5 ^{ab} | 10,5 ^{ab} | 7,5 ^{abc} | 6,0 ^{ab} | 5,5 ^{ab} | 4,8 ^{ab} |
| 12 | 15,5 ^{abc} | 24,3 ^{bcd} | 16,8 ^{cd} | 10,8 ^{ab} | 10,3 ^{abcd} | 7,5 ^{abc} | 5,8 ^{ab} | 4,0 ^a |
| 24 | 34,5 ^{ef} | 31,0 ^{cde} | 15,3 ^{bcd} | 12,8 ^{abc} | 17,5 ^{bcde} | 8,3 ^{abcd} | 4,5 ^a | 3,5 ^a |
| 48 | 40,0 ^{ef} | 48,0 ^f | 31,8 ^g | 24,5 ^{ef} | 26,8 ^e | 21,0 ^{de} | 4,0 ^a | 3,3 ^a |
| 72 | 45,0 ^{ef} | 48,0 ^f | 21,0 ^{de} | 27,0 ^{fg} | 19,0 ^{cde} | 23,8 ^e | 4,5 ^a | 3,0 ^a |

Tratamientos seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales, con 95% de confianza, según Duncan; OTF.: otros tejidos foliares no tratados; P: penetración; M: migración; R: resistente y S: sensible.

CONCLUSIONES

La penetración similar de ^{14}C -glifosato en los biotipos S y R no explica la evolución de resistencia en *P. hysterophorus*, L. En cambio, el movimiento y distribución del glifosato desde la hoja tratada hacia otros tejidos aéreos no tratados de la planta explica mejor la resistencia a glifosato en el biotipo “La Rioja” de *P. hysterophorus*, L.

AGRADECIMIENTO

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.

BIBLIOGRAFIA

- CASELEY, JC. (1996). Herbicidas. In: Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Estudio FAO Produccion y Proteccion Vegetal-120. R. Labrada; J.C. Caseley y C. Parker (eds.). Roma.
- FENG, PC; TRAN, M; CHIU, T; DOUGLAS, SR, HECK, G & JACOB, CA. (2004). Investigations into glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*): retention, uptake, translocation, and metabolism. *Weed Science* 52:498-505.
- FENG, PC; PRATLEY, JE & BOHN, JA. (1999). Resistance to glyphosate in *Lolium rigidum*: Uptake, translocation, and metabolism. *Weed Science* 47:412-415.
- KISSMANN, KG & GROTH, D. (1992). Plantas Infestantes e Nocivas. Tomo II, 1^a ed. BASF Brasileira S.A. Sao Paulo, Brasil.
- KHOLI, RK & RANI, D. (1994). *Parthenium hysterophorus*- A review. Research Bulletin of the Panjab University. Volume 44, parts I-IV Science. ISBN 0555-7681, pass I. Chandigarh, India.

- ROSARIO, J.M.; FUENTES, C.L. (2005). Resistencia de *Parthenium hysterophorus*, L al herbicida glifosato: un nuevo caso de resistencia a herbicidas en Colombia. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- WAKELIN, AM; LORRAINE-COLWILL, DF & PRESTON, C. (2004). Glyphosate resistance in four different populations of *Lolium rigidum* is associated with reduced translocation of glyphosate to meristematic zones. European Weed Research Society. Weed Research 44:453-459.

Summary: Foliar uptake and translocation of glyphosate in biotypes of *Parthenium hysterophorus*. Glyphosate applications over 15 years in fruit orchards in Colombia, have evolved resistance in *Parthenium hysterophorus* L. This response could be generated by herbicides absorption and translocation disorders. An assay was carried out in order to study the absorption and translocation of glyphosate and to determine their relationship to resistance diagnosed in *P. hysterophorus*. 10 μ L of a radio labeled solution with ^{14}C -glyphosate (0,464 μ Ci/mL) was applied on biotype "La Rioja" resistant seedlings with 7-8 leaves and of the susceptible one "La Isla", depositing with a microsyringe 10 drops per leaf on each plant. The activity was measured at 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours after application of the herbicide (H.A.A.). The treatments were distributed in a complete random design. Total penetration, total migration, and migration to other foliar tissues (O.F.T.) and to the roots were calculated. The corresponding statistic analyses were made with the SASTM package. In both biotypes, the absorption of ^{14}C -glyphosate was similar at 72 H.A.A., i.e. 44.9% in the resistant biotype and 48.4% in the susceptible one. However, total migration was different, 21.0% in "La Rioja" resistant and, 26.9% in the susceptible biotype "La Isla". The migration of ^{14}C -glyphosate 24 H.A.A. from the leaf treated to the O.F.T. in the resistant biotype "La Rioja" was two-fold greater than in the susceptible biotype "La Isla". The early migration of the herbicide towards the O.F.T. explains the resistance in *P. hysterophorus* better than the penetration and total migration.

Key words: Absorption, resistance, herbicide, weed.