

Uso de Roundup en variedades de COLZA

Por: Rafael De Prado*, Guido Plaza** y Jacques Gasquez***

INTRODUCCIÓN

El manejo de malas hierbas en el cultivo de la colza de invierno en Francia está controlado globalmente merced a una gama limitada de productos de amplio espectro, aplicados principalmente en presembrado y/o preemergencia. El control en postemergencia, a excepción de las gramíneas, a veces no es fácil y las soluciones a menudo son costosas. El coste del manejo de malas hierbas en la colza varía desde 350 a 600 FF ha⁻¹ y pueden alcanzar hasta los 1000 FF ha⁻¹ en situaciones especialmente problemáticas. Estos gastos representan alrededor de una tercera parte de los gastos operacionales del cultivo.

El uso de cultivos tolerantes a glifosato es un avance técnico importante puesto que permite realizar los tratamientos a la carta, según el nivel de infestación y el tipo de especies existentes en cada situación y momento. Además, Roundup al ser rápidamente degradado y no ser persistente en el suelo (desde varios días a varias semanas) no ejerce efectos negativos sobre el siguiente cultivo (Roberts, 1998). Esta materia activa sólo actúa sobre la flora desarrollada en el momento del tratamiento y no controla las infestaciones posteriores, lo que en ciertos casos (variedades de colza que crecen poco, grandes distancias entre líneas y/o plantas) podría plantear algún problema de reinfestación. En este sentido se hace imprescindible un seguimiento de



las parcelas para determinar la fecha de las aplicaciones y vigilar las eventuales reinfestaciones.

El uso de glifosato en cultivos de colza tolerante muestra una eficacia adecuada sobre la mayoría de las malas hierbas adventicias. Los mejores resultados, obtenidos en Francia durante los años 1996 a 1999, han sido obtenidos cuando los tratamientos han sido repetidos dos veces (otoño y finales de invierno). Cuando se ha realizado sólo un tratamiento, el de otoño ha resultado ser el más eficaz. Con respecto al coste, el uso de un sistema de control con un herbicida de amplio espectro produce una ganancia para el agricultor que oscila entre 50 a 400 FF/ha⁻¹ comparado con el coste de los programas más utilizados actualmente. Las citadas ganancias no tienen en cuenta ni el coste adicional de las semillas de

las variedades tolerantes y de la tecnología, ni el coste inherente en la gestión de los rebrotes.

La selección de biotipos resistentes a herbicidas viene determinada por el uso de herbicidas con el mismo modo de acción y sin rotación de cultivos que permita diferentes sistemas de control. Por ello es muy importante realizar estudios con cultivos tolerantes a herbicidas usando para el manejo de las malas hierbas mezclas de estos herbicidas con aquellos que clásicamente han venido utilizando los agricultores. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el efecto de la aplicación de Roundup (glifosato), Colzor (tebutame+clomazone), Eloge (haloxifop-etil) y las mezclas de Roundup+Colzor y Roundup+Eloge, sobre plantas de dos variedades de colza una resistente y una sensible a Roundup, y plantas de una especie de mala hierba

* Profesor de la Universidad de Córdoba

** Profesor de la Universidad Nacional de Colombia

*** Director del laboratoire d'Agronomie. INRA. Dijon



gramínea (*Alopecurus myosuroides*) y plantas de una especie mala hierba dicotiledónea (*Polygonum lapathifolium*), especies reportadas con resistencia a herbicidas en diferentes cultivos en Francia (De Prado et al., 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Herbicidas

Se han realizado cinco tipos de tratamientos: 1.- tratamiento con Colzor inmediatamente después de la siembra; 2.- tratamiento con Colzor inmediatamente después de la siembra y Roundup en post-emergencia; 3.- tratamiento de post-emergencia con Roundup solamente; 4.- tratamiento de post-emergencia con Elogé; y, 5.- tratamiento de post-emergencia de Elogé y Roundup en mezcla. Las características y dosis de ensayo están especificadas en la Tabla 1.

Material vegetal

Se han utilizado dos cultivares de colza de invierno (*Brassica napus* L. oleífera Metzg.) uno tolerante y otro sensible a Roundup. Se sembraron 100 semillas/bandeja (una por cada culti-

var) las cuales fueron regadas por inmersión mediante otra bandeja que contenía agua y permitía capacidad de campo permanente.

La eficacia de control de estos 5 tratamientos se han realizado sobre una gramínea (*Alopecurus myosuroides*) y una dicotiledónea (*Polygonum lapathifolium*) que presentan un grave problema de manejo en los cultivos de colza franceses.

Aplicación de Herbicidas

Las semillas de las diferentes especies ensayadas una vez sembradas se trasladaron a un invernadero (INRA-Dijon, Francia) donde se mantuvieron durante todo el periodo de ensayo. Los ensayos se realizaron durante el verano (Julio y Agosto) de 2000, con temperaturas medias de 27°C día / 18°C noche. Todos los tratamientos se realizaron con un sistema automático, el cual pulverizaba un volumen de aplicación de 500 L por ha (De Prado et al., 2000a). Los ensayos de post-emergencia se realizaron

cuando las plantas de cultivo y las malas hierbas tenían de 2 a 3 hojas verdaderas (15 días después de la siembra). Las plantas de cultivo (20 plantas/ensayo) fueron recolectadas y pesadas a diferentes tiempos (0, 7, 14 y 21 días) después del tratamiento de

post-emergencia y 15 días después del de preemergencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Preemergencia

Ambos cultivares de colza tolerantes y sensibles a glifosato mostraron síntomas de inhibición de la síntesis de clorofila debido a la acción de clomazone. Estos síntomas fueron alarmantes durante los primeros días de crecimiento, posteriormente las plantas empiezan a recuperarse y las hojas nuevas no presentaban signos de fitotoxicidad. Sin embargo, las plantas presentaron una reducción de su masa foliar con respecto al control de 17 y 12 % para la colza sensible y resistente al final del ensayo, respectivamente (Fig. 1 y 2).

El tratamiento de preemergencia con Colzor mostro un control excelente sobre ambas especies de malas hierbas, sin embargo a partir de las 4 semanas de tratamiento nuevas semillas empezaron a germinar y crecer debido a la pérdida de persistencia del herbicida. La desaparición de los efectos fitotóxicos de Colzor sobre las plantas de colza y la nueva germinación de ambas especies de malas hierbas nos hace

Tabla 1: Herbicidas utilizados en colza, características, materias activas, dosis y modo de empleo.

| Herbicida | Materia Activa | Dosis | Modo de Acción | Modo de Empleo y síntomas |
|-----------|------------------------------------|--------------------------|---|---|
| Colzor | Tebutame (1) - Clomazone (2) | 6 litro ha ⁻¹ | (1) Inhibe la germinación. (2) Inhibe la síntesis de clorofilas y la formación de carotenoides. | Se aplica en pre emergencia. Su eficacia es máxima cuando se aplica inmediatamente después de la siembra. En suelos arenosos reducir la dosis a 5 l ha ⁻¹ . Se observa un blanqueamiento de las hojas que desaparece con el tiempo y no tiene efecto final sobre el rendimiento. |
| Roundup | Glifosato | 2 Kg ha ⁻¹ | Inhibe la acción de la 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa, responsable de la biosíntesis de amino ácidos aromáticos | Herbicida no selectivo, sistémico que se absorbe por el follaje y transloca a través de la planta vía floema. Su uso incluye sistemas de mínimo y no laboreo, aplicaciones no selectivas en pre emergencia, aplicaciones selectivas en franjas, tratamientos pre cosecha y aplicaciones en cultivos tolerantes y genéticamente modificados. |
| Elogé | Haloxifopetil | 0.5 l ha ⁻¹ | Inhibe la acción de la Acetil coenzima A, responsable de la biosíntesis de ácidos grasos. | Se debe aplicar solo en otoño, cuando las gramíneas tienen de 2 a 3 hojas. |

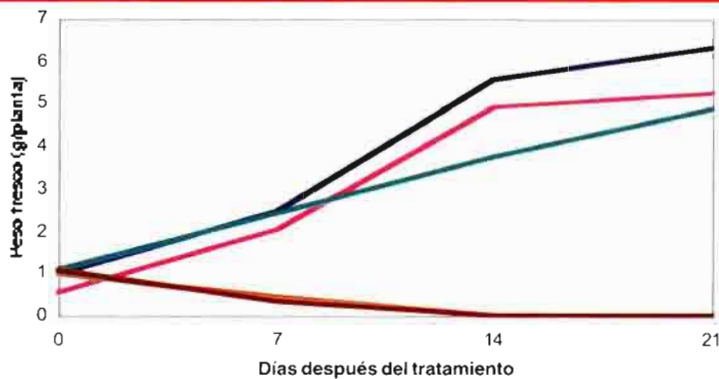


Figura 1: Respuesta de colza sensible a la aplicación de herbicidas. Control (—); Colzor(—); Colzor+Roundup (—); Roundup (—); Eloge (—); Eloge+Roundup (—).

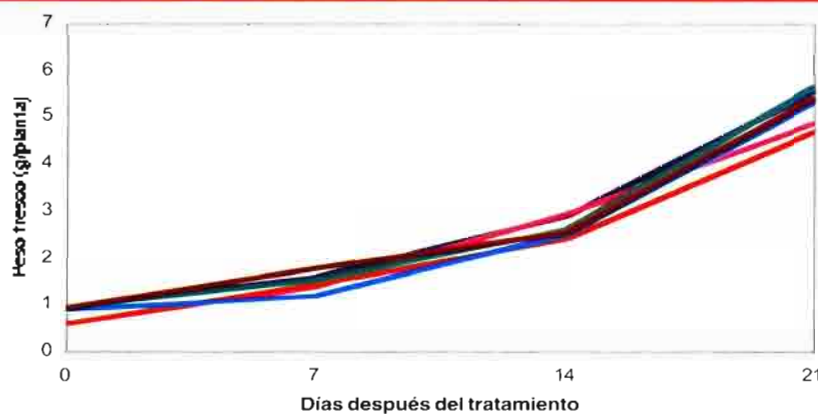


Figura 2: Respuesta de colza tolerante a la aplicación de herbicidas. Control (—); Colzor(—); Colzor+Roundup (—); Roundup (—); Eloge (—); Eloge+Roundup (—).

pensar que el cultivo es sensible al herbicida y que la pérdida de la toxicidad no es debido a ningún proceso bioquímico de dextrosificación (De Prado et al., 2000b).

Pre y postemergencia

Plantas de colza tolerantes y sensibles a glifosato que habían sido tratadas en preemergencia temprana con Colzor fueron posteriormente tratadas en postemergencia con glifosato a la dosis de campo recomendada (Tabla 1). La variedad sensible empezó a mostrar síntomas de fitotoxicidad (pérdida de turgencia) lentamente a partir del cuarto día y al séptimo se cuantificó una pérdida de peso fresco por planta del 50 % sobre el control no tratado (Fig. 1), posteriormente las plantas murieron. Sin embargo, la variedad tolerante no presentaba mayores síntomas que aquellos encontrados anteriormente por la acción de Colzor, y la reducción de 16 % encontrada en el último ensayo (21 días después del trata-

miento) no era significativamente diferente a la de Colzor (Fig.2).

El control de la mezcla de Colzor y posteriormente Roundup no fue necesario debido a que el tratamiento de preemergencia mostraba aun una gran eficacia. Sin embargo, pasadas las primeras cuatro semanas del tratamiento de Colzor nuevas semillas empezaron a germinar y un tratamiento de Roundup mostró una eficacia total (Fig. 3 y 4).

Postemergencia

El tratamiento de Roundup sobre ambas variedades de colza tuvo un comportamiento similar al anterior de Colzor y posteriormente glifosato, muerte final de la variedad sensible de colza, mientras que la variedad tolerante no mostró ningún síntoma negativo en su crecimiento, Aunque algunas quemaduras aparecieron en las hojas tratadas estas desaparecieron en las nuevas hojas y ninguna incidencia

tuvieron sobre el crecimiento de las plantas (Fig. 1 y 2).

El control de Roundup sobre *A. myosuroides* y *P. lapathifolium* fue total, siendo más rápida la fitotoxicidad en la dicotiledonea que en la gramínea ensayada.

El tratamiento en postemergencia del gramínico Eloge (haloxifop-etil) no presentó toxicidad aparente sobre ninguna de las dos variedades de colza ensayadas (Fig. 1 y 2). Los cultivos de hoja ancha presentan una mutación en la proteína de enlace (ACCasa) con los gramínicos, de forma que hay una pérdida de afinidad entre la proteína y los herbicidas inhibidores de esta, lo que ha sido puesto de manifiesto para plantas como el guisante (Sasaki et al., 1993) y en el garbanzo por nuestro grupo de investigación (Gimenez-Espinoza et al., 1999).

El tratamiento de Eloge sobre la dicotiledonea (*P. lapathifolium*) no influyó sobre el crecimiento, presentando una cinética similar al control (Fig. 4). Esta falta de control viene basada también en la falta de afinidad entre las malas hierbas de hoja ancha y los gramínicos. Sin embargo, el control de haloxifop sobre *A. myosuroides* fue total durante el periodo completo del ensayo (Fig. 3).

La variedad de colza tolerante a glifosato mostró una tolerancia a la mezcla de Eloge y Roundup similar a la de estos herbicidas independientemente (Fig. 2), mientras que la variedad sensible presentó un índice de mortalidad total e igual al obtenido por glifosato solo (Fig. 1).

El control de la mezcla (Eloge y Roundup) fue total en ambas especies (Fig. 3 y 4). Los valores de reducción de la masa foliar de *A. myosuroides* no mostraron efecto sinérgico de la mezcla de herbicidas. El efecto de glifosato si quedó patente en el buen control de *P. lapathifolium* (Fig. 4).

Desde un punto de vista estricto de control, no parecería necesario el uso de colza tolerante a glifosato como único fin. Sin embargo, existen varios factores que si podrían aconsejar su uso en determinadas circunstancias en rotación con otros cultivos o en rotación con otras variedades resistentes a otros herbicidas como podrían ser glufosinato y bromoxinil existentes hoy día en el mercado. En Francia desde 1978 existe



un gran número de biotipos resistentes a herbicidas, seleccionados por el uso continuado del mismo herbicida durante varios años (De Prado et al., 1997; Gasquez et al., 1998). En muchos casos, estos biotipos tienen resistencia cruzada y múltiple que los hacen sumamente difíciles de manejar con los herbicidas clásicos (De Prado y Menéndez, 1997). En este caso la colza tolerante a Roundup sería un método eficaz de control de *A. myosuroides* resistente a los gramínicos o de *P. lapathifolium* resistente a las triazinas. La mezcla de herbicidas aunque no se presenta a priori necesaria, si debe ser considerada en casos de inversión y/o sospecha de selección de biotipos resistentes a glifosato.

AGRADECIMIENTOS

Todos los ensayos de este trabajo fueron realizados en los invernaderos y laboratorios del INRA de Dijon, Francia. El Prof. De Prado quiere agradecer al MEC la concesión de la beca PR2000-0090 sin la cual no hubiera sido posible la ejecución de este proyecto.

REFERENCIAS

De Prado, R. y Menéndez, J. 1997. Cross-resistance and herbicide metabolism in *Alopecurus myosuroides* Huds. En "Regulation of Enzymatic Systems Detoxifying Xenobiotics in Plant" (K.K. Hatzios, ed.), pp. 351-366. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

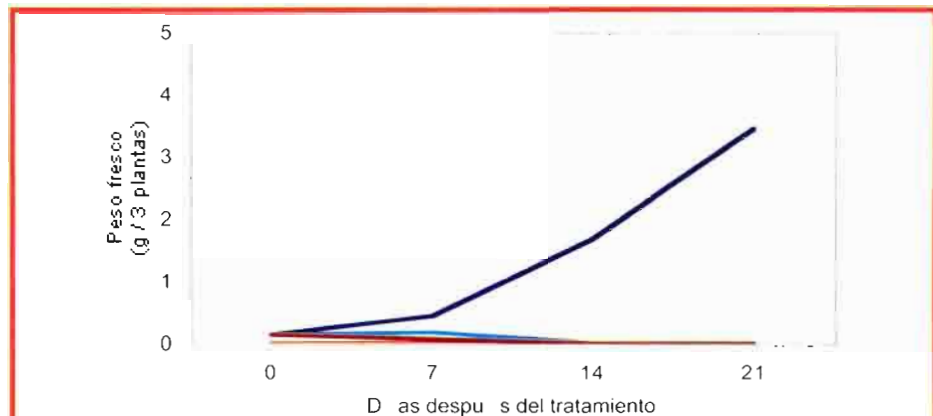


Figura 3: Respuesta de *Alopecurus myosuroides* a la aplicación de herbicidas. Control (---); Colzor (---); Colzor+Roundup (---); Roundup (---); Eloge (---); Eloge+Roundup (---).

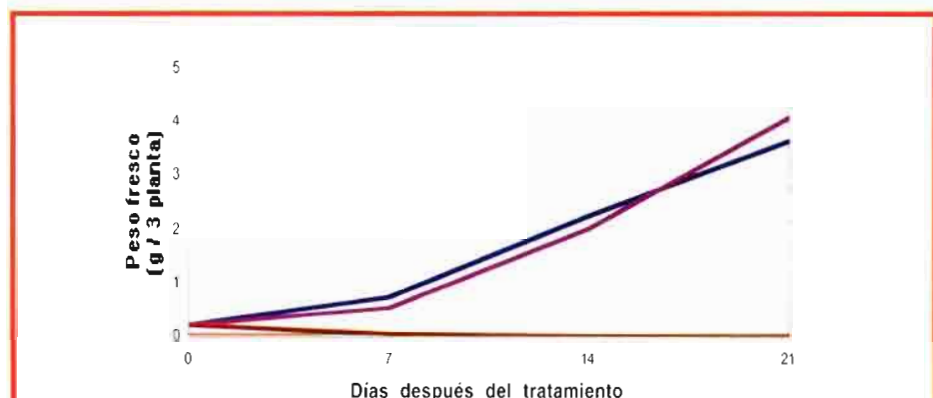


Figura 4: Respuesta de *Polygonum lapathifolium* a la aplicación de herbicidas. Control (---); Colzor (---); Colzor+Roundup (---); Roundup (---); Eloge (---); Eloge+Roundup (---).



De Prado, R. Lopez-Martinez, N. y Gimenez-Espinosa, R. 1997. Herbicide-resistant weeds in Europe: Agricultural, physiological, and biochemical aspects. En "Weed and Crop Resistance to Herbicides" (R. De Prado, J. Jorin y L. Garcia-Torres), pp. 17-27. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

De Prado, R. González-Gutiérrez, J. Menéndez, J. Gasquez, J. Gronwald, J.W. y Gimenez-Espinosa, R. 2000a. Resistance to acetyl CoA carboxylase-inhibiting herbicides in *Lolium multiflorum*. *Weed Sci.*, 48: 311-318.

De Prado, R. Lopez-Martinez, N. y González-Gutiérrez, J. 2000b. Identification of two mechanisms of atrazine resistance in *Setaria faberi* and *Setaria viridis* biotypes. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 67: 114-124.

Gasquez, J. De Prado, R. y Zanin, G. 1998. Résistance aux herbicides dans les zones méditerranéennes en Espagne, France et Italie. 6th Mediterranean Symposium EWRS. 165-172.

Gimenez-Espinosa, R. Plaisance, K. L. Plank, D.W. Gronwald, J.W. y De Prado, R. Propaquizafop absorption, translocation, metabolism, and effect on acetyl-CoA carboxylase isoforms in chickpea. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 65: 140-150.

Roberts, T. 1998. Herbicides and Plant Growth Regulators. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. UK.

Sasaki, Y. Hakamada, K. Suama, Y. Nagano, I. Furusama, I. Y. Matsumo, R. 1993. Chloroplast-encoded protein as a subunit of acetyl-CoA carboxylase in pea plant. *J. Biol. Chem.*, 268: 25118-25205.