

## ESTUDIO DE SENSIBILIDAD AL BROMOXINIL DE UN BIOTIPO DE *PAPAVER RHOEAS* L.

Rey-Caballero J.\* , Montull J.M., Taberner A., Torra J.

*Malherbología y Ecología Vegetal, Dpto HBJ, Agrotecnio,  
Universitat de Lleida, Avda.  
Rovira Roure 191, 25198 Lleida, España.*

*\*jordi.rey@hbj.udl.cat*

**Resumen:** *Papaver rhoeas* es la única mala hierba dicotiledónea que presenta resistencia múltiple en España. Se han detectado biotipos resistentes a tribenuron-metil (inhibidor de la acetolactato sintasa) y 2,4-D (auxina sintética). En la zona cerealista del norte de España ha habido problemas en el control de esta mala hierba con mezclas que contenían bromoxinil. En el presente trabajo se ha ensayado, con curvas dosis-respuesta, el efecto de este producto en dos lotes de semillas de un biotipo que no fue controlado en campo por mezclas con bromoxinil en dos años consecutivos. Los lotes B-0313 y B-0314 fueron controlados cuando el bromoxinil se aplicó a la fenología recomendada. Se observó cierto desplazamiento de la curva cuando las plantas de amapola se aplicaron a fenologías más avanzadas.

**Palabras clave:** Amapola, resistencia, fenología, tribenuron-metil y 2,4-D.

**Summary:** *Bromoxynil sensitivity study of a Papaver rhoeas L. biotype.* *Papaver rhoeas* is the unique dicot weed that has multiple resistance in Spain. Resistant biotypes have been detected to tribenuron-methyl (acetolactate synthase inhibitor) and 2,4-D (synthetic auxin). In the cereal area of northern Spain there have been problems to control this weed with mixtures containing bromoxynil. In the present work we have tested the effect of this product in one biotype that was not controlled in the field by herbicide mixtures with bromoxynil. The lots B-0313 and B-0314 were controlled with bromoxynil applied at the recommended phenology. A shift in the curve was observed when corn poppy plants were applied in more advanced phenologies.

**Keywords:** Corn poppy, resistance, phenologies, tribenuron-methyl and 2,4-D.

## **INTRODUCCIÓN**

*Papaver rhoeas* (amapola) es la dicotiledónea más común en los cereales de invierno del sur de Europa (Délye et al., 2011). Su naturaleza competitiva (puede producir unas pérdidas del rendimiento en trigo de hasta un 32%) la hace especialmente nociva en los sistemas cerealistas de NE de España (Torra et al., 2010). Como consecuencia de la sistemática aplicación de herbicidas para su control (2,4-D y Sulfonilureas) se han seleccionado biotipos resistentes. En 1992 se detectaron los primeros problemas de control de *P. rhoeas* con 2,4-D, una auxina sintética (Taberner et al., 1992), y en 1998 la presencia de biotipos con resistencia múltiple a 2,4-D y tribenurón-metil, inhibidor de la ALS (Claude et al., 1998). Recientemente, en el norte de España se ha detectado algunos fallos en control de amapola con mezclas que contienen bromoxinil. Los objetivos del presente trabajo fueron 1) estudiar el efecto del bromoxinil en diferentes fenologías de aquellos biotipos problemáticos 2) caracterizar la resistencia a tribenuron-metil y a 2,4-D.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se recolectaron semillas de una finca comercial localizada en Burgos, donde durante dos años consecutivos una mezcla que contenía bromoxinil había fallado en el control de amapola en post-emergencia. En los experimentos de dosis respuesta, junto a las semillas del primer y segundo año (lotes B-0313 y B-0314 receptivamente), se emplearon dos estándares sensibles, BR-S13 (Burgos) y HR-S13 (Herbiseed). Inicialmente se trasplantaron un total de cinco plántulas por maceta (8 x 8 x 8 cm), y cuando las plantas alcanzaron la fenología apropiada se redujo a tres plantas por maceta. Las aplicaciones de bromoxinil se realizaron en dos fenologías diferentes, 5-6 cm, momento de aplicación recomendado en campo, (1-F) y 10 cm de roseta (2-F) (Figura 1). El tribenuron-metil y el 2,4-D únicamente se aplicaron en la 1-F.

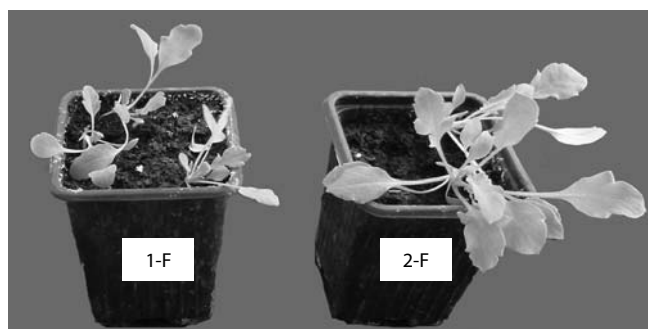


Figura 1. Primera fenología, recomendado en campo (1-F) y segunda fenología (2-F) de intervención.

El bromoxinil, tribenuron-metil y 2,4-D se aplicaron a las dosis indicadas en la Tabla 1.

**Tabla 1. Herbicida, producto comercial (dosis de campo recomendada) y dosis empleadas para los biotipos resistentes (R) y sensibles (S) de amapola.**

Herbicida	Producto	Dosis empleadas (g i.a ha <sup>-1</sup> )	
bromoxinil	Buctril (1.65 L ha <sup>-1</sup> )	R	792, 396, 198, 99, 49.5 y 0
		S	396, 198, 99, 49.5, 24.7 y 0
tribenuron-metil	Granstar 50 SX (37.5 g ha <sup>-1</sup> )	R	1200, 600, 150, 75, 37.5, 18.7, 9.3, 4.6 y 0
		S	18.7, 9.3, 4.6, 2.3, 1.1, 0.5, 0.25 y 0
2,4-D	Esteron 60 (1 L ha <sup>-1</sup> )	R	4800, 1200, 600, 300, 150, 75 y 0
		S	600, 300, 150, 75, 37.5, 18.7, 9.3 y 0

Un total de ocho repeticiones fueron empleadas para cada una de estas dosis. Cuatro semanas después de las aplicaciones se evaluó el peso seco (48 h a 65°C) de cada una de las macetas. Los datos de este experimento fueron analizados con modelos de regresiones no lineales (Knezevic et al., 2007). La dosis de herbicida que causa el 50% de la reducción del peso seco (RD<sub>50</sub>) se calculó gracias a la curva Log-logistic de cuatro parámetros (1). A partir de la RD<sub>50</sub> se calcularon los factores de resistencia para cada uno de los biotipos y productos.

$$y = c + \frac{(d - c)}{1 + \text{EXP}[b(\log(x) - \log(\text{RC}_{50}))]} \quad (1)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El lote B-0313 mostró una fuerte resistencia a tribenuron-metil obteniendo una RD<sub>50</sub> de 61.27 ± 12 g i.a ha<sup>-1</sup> y un factor de resistencia (FR)

de 778. Kaloumenos et al. (2009) también detectó FR semejantes en biotipos griegos de *P. rhoeas* resistentes a tribenuron-metil. Además, este mismo autor identificó diferentes substituciones de la Pro<sup>197</sup> responsables de esta resistencia. Los resultados obtenidos para el 2,4-D confirmaron la resistencia múltiple. La RD<sub>50</sub> obtenida para este producto fue de 1238.4 ± 436.2 g i.a ha<sup>-1</sup> y el FR de 18. La resistencia múltiple de amapola también ha sido descrita en Italia (Heap, 2015). Puesto que las semillas del lote B-0314 se recolectaron en la misma finca el año siguiente, es de esperar que la respuesta a estos herbicidas sea de la misma naturaleza que la observada en el caso de B-0313.

La curvas establecidas para los lotes B-0313 y B0314, cuando fueron tratados con bromoxinil en la primera fenología, no detectaron ninguna respuesta diferencial entre estos y los estándares sensibles (Figura 2). Los FR fueron de 1 y de 1.3 para B-0313 y B0314 respectivamente (Tabla 2). Sin embargo, resulta interesante destacar que mientras la supervivencia a 198 g i.a ha<sup>-1</sup> fue del 0% en los biotipos sensibles, en los lotes B-0313 y B0314 se detectaron supervivencias del 11 y del 6%, respectivamente. Cuando se analizaron los datos de la segunda fenología, se observó cierto desplazamiento de la curva en ambos biotipos. Este desplazamiento fue más acusado en el caso del lote del segundo año, B0314 (Figura 2). Algunos de los individuos recolectados en Burgos fueron capaces de sobrevivir a la dosis máxima de registro (396 g i.a ha<sup>-1</sup>), y la supervivencia a 198 g i.a ha<sup>-1</sup> fue del 14 y del 23% para los lotes B-0313 y B0314, respectivamente. La RD<sub>50</sub> obtenida por los estándares sensibles no varió de forma importante entre fenologías. Si analizamos la RD<sub>50</sub> calculada en la curva que resulta de fusionar ambos biotipos sensibles (S), corroboramos esta idea. La RD<sub>50</sub> en la primera fenología fue de 58.2 ± 2.7 g i.a ha<sup>-1</sup> mientras que en la segunda fenología se registró un valor de 51.5 ± 4.7 g i.a ha<sup>-1</sup>. No ocurrió lo mismo en el caso de los lotes del biotipo recolectado en Burgos. Para el lote B-0313 la RD<sub>50</sub> pasó de 59.3 ± 3.1 a 97.2 ± 11.1 g i.a ha<sup>-1</sup> mientras que para B-0314 se pasó de 76.5 ± 3.9 a 113.8 ± 9.5 g i.a ha<sup>-1</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2. Efecto del bromoxinil en diferentes biotipos de *Papaver rhoeas* tratados en dos fenologías diferentes (media±ET).**

Biotipo	RD <sub>50</sub> (g i.a ha <sup>-1</sup> )		Pendiente		Factor de resistencia	
	1-F	2-F	1-F	2-F	1-F	2-F
<b>B-0313</b>	59.3 (±3.1)	97.2 (±11.1)	-4.65 (±0.9)	-2.03 (±0.4)	1	1.8
<b>B-0314</b>	76.5 (±3.9)	113.8 (±9.5)	-3.10 (±0.4)	-2.90 (±0.9)	1.3	2.2
<b>HR-S13</b>	56.7 (±2.7)	46.5 (±6.3)	-4.42 (±1.1)	-1.73 (±0.3)	--	--
<b>BR-S13</b>	59.4 (±5.1)	55.9 (±8.3)	-2.22 (±0.3)	-1.65 (±0.3)	--	--
<b>S*</b>	58.2 (±2.7)	51.5 (±4.7)	-2.58 (±0.2)	-1.70 (±0.2)	1	1

\*Los valores de S se obtienen de ajustar una única curva para los dos biotipos sensibles (HR-S13 y BR-S13).

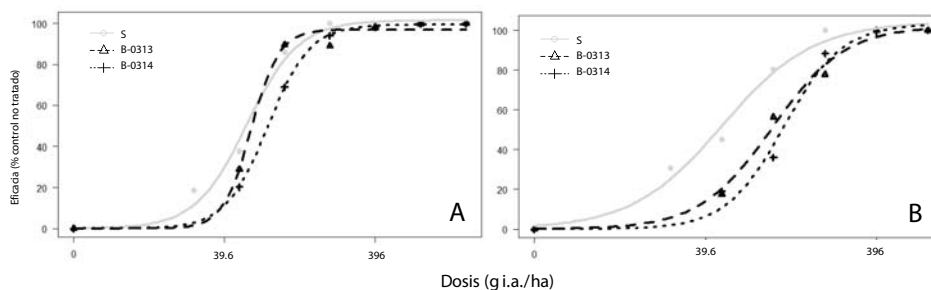


Figura 2. Curvas dosis-respuesta ajustadas para los lotes B-0313 y B-0314 de un biotipo de Burgos y S (datos de BR-S13 y HR-S13) tratados con bromoxinil en la primera fenología (A) y segunda fenología (B).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo no nos permiten afirmar que la falta de control en campo del bromoxinil es consecuencia de la aparición de una resistencia. La dosis máxima de registro del bromoxinil controla los lotes B-0313 y B-0314, cuando este se aplica a la fenología adecuada. Se ha observado que la sensibilidad de estos mismos lotes decrece cuando la fenología avanza, mientras que este fenómeno no ocurre en los dos estándares sensibles ensayados. Por lo tanto, se recomienda tratar en estadios precoces de la amapola y no retrasar las aplicaciones cuando se usan mezclas herbicidas que contengan bromoxinil. Puesto que la resistencia debe de ser un carácter heredable, resulta necesario obtener una F1 originaria de aquellas plantas que sobrevivieron a la aplicación de bromoxinil y realizar posteriormente experimentos de dosis-respuesta de esta F1. Actualmente se están cruzando los parentales a fin de poder realizar estos experimentos a lo largo del próximo otoño para confirmar si estamos ante un nuevo caso de evolución de resistencia.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha realizado dentro del programa de becas predoctorales AGAUR (Generalitat de Catalunya). Además, agradezco la ayuda prestada por parte de Eva Edo y Laia Mateu en la propagación y preparación del material vegetal empleado en estos experimentos.

## BIBLIOGRAFÍA

CLAUDE JP, GABARD J, DE PRADO R & TABERNER A (1998) An ALS-resistant population of *Papaver rhoeas* in Spain. *Compte Rendu XVII*

Conference COLUMA, Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes, ANPP, pp. 141-147. Montpellier, France.

DÉLYE C, PERNIN F & SCARABEL L (2011) Evolution and diversity of the mechanisms endowing resistance to herbicides inhibiting acetolactate-synthase (ALS) in corn poppy (*Papaver rhoeas* L.). *Plant Science* 180, 333-342.

HEAP I (2015) International Survey of Herbicide Resistant Weeds. <http://www.weedscience.org/in.asp>. Accessed April 01, 2015.

KALOUMENOS NS, DORDAS CA, DIAMANTIDIS GC & ELEFTHEROHORINOS IG (2009) Multiple Pro 197 substitutions in the acetolactate synthase of corn poppy (*Papaver rhoeas*) confer resistance to tribenuron. *Weed Science* 57, 362-368.

KNEZEVIC SZ, STREIBIG JC & RITZ C (2007) Utilizing R software package for dose-response studies: The concept and data analysis. *Weed Technology* 21, 840-848.

TABERNER A, ESTRUCH F & SANMARTI X (1992) Balance de 50 años de control de malas hierbas. Punto de vista del agricultor/aplicador. In: Proceedings of the 3rd Spanish Weed Science Congress. Spanish Weed Science Society. pp. 43-48. Lleida, Spain.

TORRA J, CIRUJEDA A, TABERNER A & RECASENS J (2010) Evaluation of herbicides to manage herbicide-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in winter cereals. *Crop Protection* 29, 731-736.