

RESPUESTA DE POBLACIONES DE *BROMUS DIANDRUS* DE CASTILLA Y LEÓN A SULFOSULFURON Y GLIFOSATO

Loureiro I., Escorial M.C., Chueca M.C.*

Departamento de Protección Vegetal, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Ctra. La Coruña km 7,5, 28040 Madrid, España.

**chueca@inia.es*

Resumen: Se ha evaluado la respuesta de un total de 87 poblaciones de *Bromus diandrus* (bromo) recogidas en muestreos al azar realizados en campos de cereal de Castilla y León y de una población recogida en el INIA, a los herbicidas glifosato y sulfosulfuron, utilizados durante años para el control de bromo en trigo. Los ensayos se han realizado en invernadero con 3 dosis: control, la dosis de herbicida recomendada en la etiqueta del producto (20 g. m.a. ha⁻¹ para sulfosulfuron y de 800 g. m.a. ha⁻¹ para glifosato) y la mitad de la dosis recomendada, con 5 repeticiones por dosis y 100 semillas por repetición y población. No se encontraron poblaciones resistentes a las dosis recomendadas de ambos herbicidas, pero el 55% de las poblaciones mostraron cierta resistencia a sulfosulfuron y el 14% a glifosato.

Palabras clave: Bromo, BRODI, control químico, resistencia a herbicidas.

Summary: *Response of Bromus diandrus populations from Castilla-León to sulfosulfuron and glyphosate.* The response of 87 *B. diandrus* (ripgut brome) populations collected in cereal fields of Castilla-León and of one population collected in INIA (Madrid), to the herbicides glyphosate and sulfosulfuron, used for brome control in wheat during years, has been evaluated. The bioassays were conducted under greenhouse conditions with three doses: control, the recommended label herbicide dose (20 g m.a. ha⁻¹ for sulfosulfuron and 800 g m.a. ha⁻¹ for glyphosate) and half dose, with 5 replications per dose and 100 seeds per replication and population. Resistant populations were not found when the herbicide label dose was applied, but 55% of the populations showed certain resistance to sulfosulfuron and 14% to glyphosate.

Keywords: Ripgut brome, BRODI, chemical control, herbicide resistance.

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años el nivel de infestación de bromo está aumentando año tras año, detectándose su presencia en un mayor número de campos de cereal y a densidades cada vez más elevadas. El bromo es por tanto una mala hierba problemática, que puede causar pérdidas en los rendimientos de los cultivos de trigo de hasta el 50% (Gill et al., 1987). Este cambio en su importancia aparece fundamentalmente con la adopción de técnicas culturales de mínimo laboreo y siembra directa que favorecen la proliferación de esta especie. Además también pueden influir el frecuente monocultivo de cereal, la reducción en la competencia con el bromo de otras malas hierbas como avenas (*Avena* sp.) o vallicos (*Lolium rigidum* L.) que sí son controladas eficazmente por herbicidas anti-gramíneos selectivos, y el hecho de que es una especie de difícil control con herbicidas, sobre todo en cebada, cultivo que no tiene herbicidas selectivos disponibles.

Al aplicar un herbicida se crean artificialmente condiciones negativas extremas para determinadas comunidades de plantas. Esta selección actúa sobre la variabilidad existente en las poblaciones, que es la que confiere a éstas la capacidad de adaptación necesaria para superar condiciones adversas. Los datos sobre los niveles de variación para la resistencia a herbicidas son necesarios para la predicción del futuro comportamiento de las poblaciones. Es sabido que el desarrollo de una resistencia es un proceso evolutivo y el nivel de variación indica la situación de cada población en relación a la resistencia. En este trabajo se ha estudiado la respuesta a los herbicidas sulfosulfuron y glifosato de 87 poblaciones de *B. diandrus* recogidas en campos de cereal de Castilla y León.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre los años 2012-2014 se recogió semilla madura de 87 poblaciones de *B. diandrus* en muestreos de malas hierbas realizados en campos de cereal de diferentes provincias de Castilla y León. Los muestreos se realizaron recorriendo los campos de las zonas cerealistas de cada provincia y muestreando cada 5 kilómetros las poblaciones de *B. diandrus* presentes. La semilla recogida se sembró en vasos de plástico de 1 L con una mezcla de mantillo: tierra: arena (1: 1: 1) con 100 semillas por vaso y 5 vasos por dosis de tratamiento y herbicida. La germinación de las poblaciones fue superior al 95%. Se realizaron ensayos de respuesta a los herbicidas sulfosulfuron (Leader Plus®, sulfosulfuron 80% p/v, Monsanto) y glifosato (Roundup®, glifosato 36% p/v, Monsanto) en invernadero. Las dosis de sulfosulfuron empleadas fueron de 0; 10 y 20 g m.a ha⁻¹ (se añadió activador de Leader Plus 0,2%) y las de glifosato de 0; 400 y 800 g m.a ha⁻¹. Las dosis utilizadas corresponden al control, a la mitad de la

dosis recomendada en la etiqueta (0,5X), con el fin de detectar variabilidad en la respuesta a herbicidas, y a la dosis recomendada en la etiqueta (1X). En ambos tratamientos se incluyó una población recogida en el INIA (Madrid) que no ha sido previamente expuesta a ningún herbicida (mortalidad 100%). Los tratamientos herbicidas se aplicaron cuando las plantas estaban en 2-3 hojas con un pulverizador estacionario equipado con una cinta transportadora y una boquilla plana Teejet 8002-E y calibre para pulverizar 225 L ha⁻¹ at 200 kPa. Los ensayos se llevaron a cabo en los meses de invierno en un invernadero cuyas temperaturas oscilaron entre 16 y 26° C y sin iluminación adicional.

Treinta días después de cada tratamiento, se cortó y pesó la parte aérea de las plantas de cada vaso para obtener el parámetro del peso fresco. Las poblaciones se clasificaron en relación con su respuesta a cada uno de los herbicidas como resistentes (R) si mostraban una reducción del peso fresco menor del 15%, con resistencia moderada o intermedia (I) si esta reducción era de entre el 15 y el 85% y sensibles (S) cuando era superior al 85%. Se realizó en cada vaso el conteo de plantas no dañadas (plantas similares al control no tratado)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra los resultados de la respuesta obtenida para cada población al herbicida sulfosulfuron a las dos dosis empleadas. El peso fresco (en % control) varió entre 5 y 30% a estas dosis y no se encontraron poblaciones resistentes. Sin embargo, a mitad de dosis el 85% de las poblaciones mostraron resistencia intermedia (I). A la dosis normal, este porcentaje fue del 55% de las poblaciones y el 45% se clasificaron como sensibles (S). Para ambas dosis se encontraron en algunas poblaciones plantas no dañadas en porcentajes bajos (0,2-1%), lo que puede indicar la presencia de genes mayores de resistencia (Escorial et al., 2011).

Por provincias (Tabla 1), los porcentajes más elevados de poblaciones con resistencia intermedia se encontraron en Zamora y Valladolid (>70% de poblaciones I).

En muestreos realizados hace más de una década en Castilla y León (2000-2002), se encontró un 57% de poblaciones con resistencia intermedia a 0,5X de sulfosulfuron, mientras que a la dosis total (1X) este valor fue del 43% (Escorial et al., 2011). En la actualidad, estas tasas se han incrementado hasta el 85% en el caso de la dosis media y al 55% a dosis total. Es posible que este aumento en los niveles de resistencia sea debido a la selección que se realiza con otros herbicidas de tipo sulfonilurea, como clorsulfuron, que sigue siendo utilizado para control de gramíneas en cereal, así como iodosulfuron-mesosulfuron o

florasulam-piroxulam utilizados para control de bromo en trigo y que tienen el mismo modo de acción. Esta posibilidad a una resistencia cruzada ya ha sido citada en un biotipo de *B. tectorum*, resistente a sulfosulfuron y que había sido seleccionado con primisulfuron (Mallory-Smith et al., 1999). Esta selección mantenida de forma continua, ha podido enriquecer de diferentes alelos de resistencia a las poblaciones incrementando su nivel general de resistencia, tal y como se ha descrito en Australia (Owen et al., 2012) para poblaciones de *B. rigidus* con resistencia metabólica a inhibidores de ALS.

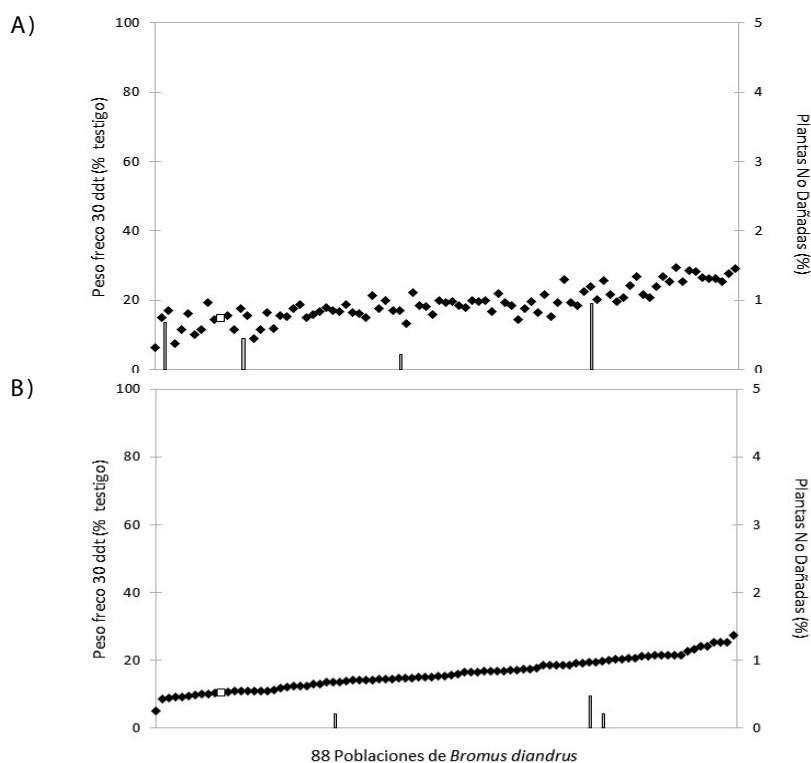


Figura 1. Respuesta de 87 poblaciones de *B. diandrus* de Castilla y León y de una población recogida en el INIA a sulfosulfuron. 1A) Dosis 0,5X; 1B) Dosis 1X (20 g m.a. ha⁻¹). Los rombos negros representan el peso fresco obtenido 30 días después del tratamiento en porcentaje de testigo y las barras, el porcentaje de plantas no dañadas. El cuadrado blanco representa la población INIA, no expuesta a herbicidas. Las poblaciones están ordenadas en función de su respuesta a la dosis 1X.

En el caso del glifosato (Figura 2), los porcentajes de peso fresco variaron entre 4% y 51% a mitad de dosis y de 3% a 23% a la dosis normal. No se detectaron poblaciones resistentes a glifosato. A la mitad de

la dosis normal, el 57% de las poblaciones se clasificaron como I, siendo este valor del 14% a 800 g ha⁻¹. En los tratamientos con glifosato a mitad de dosis se encontraron plantas no dañadas en el 40% de las poblaciones, con porcentajes que variaron entre el 0,5 y el 23%. Cuando se aplicó la dosis completa, se encontraron plantas no dañadas en el 8% de las poblaciones, siendo este valor de hasta 5% en una de las poblaciones. Zamora, Valladolid, León y Palencia fueron las provincias con los porcentajes más elevados de poblaciones con resistencia intermedia a glifosato (19-25% a dosis normal) (Tabla 1).

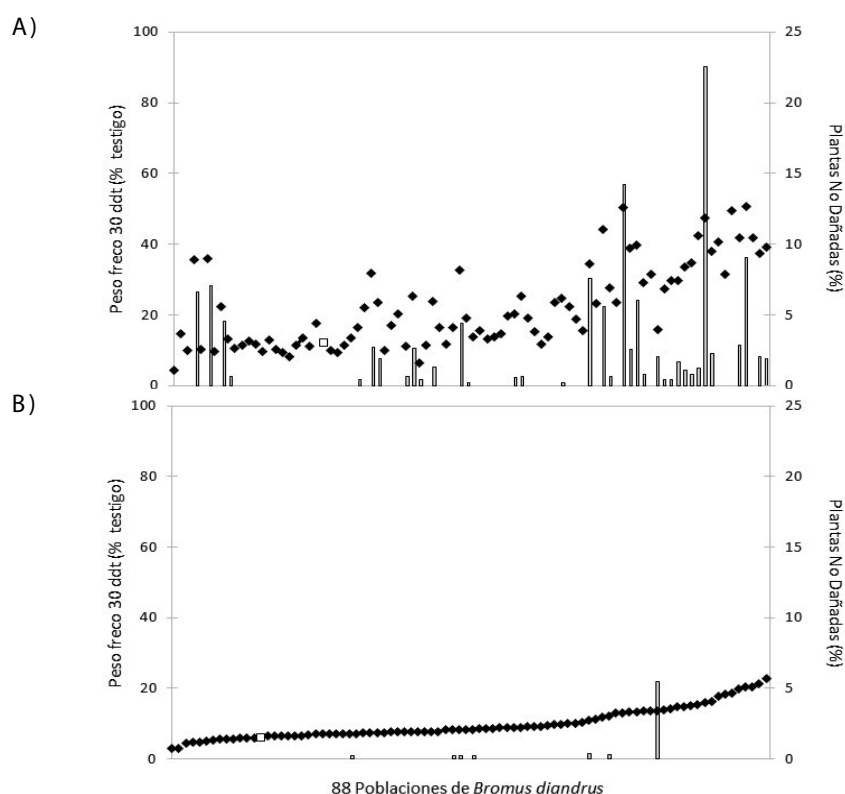


Figura 2. Respuesta de 87 poblaciones de *B. diandrus* de Castilla y León y de una población recogida en el INIA a glifosato. 2A) Dosis 0,5X; 2B) Dosis 1X (800 g m.a ha⁻¹). Los rombos negros representan el peso fresco obtenido 30 días después del tratamiento en porcentaje de testigo y las barras, el porcentaje de plantas no dañadas. El cuadrado blanco representa la población INIA, no expuesta a herbicidas. Las poblaciones están ordenadas en función de su respuesta a la dosis 1X.

Para glifosato no se han incrementado los porcentajes de poblaciones con resistencia intermedia, que permanecen similares a los obtenidos

en los muestreos realizados anteriormente, lo que puede ser debido a su menor utilización para el control de malas hierbas en los cultivos. Sin embargo, debido a su cada vez mayor utilización en siembra directa y mínimo laboreo, es de gran importancia seguir monitoreando para detectar posibles cambios en la susceptibilidad de las poblaciones a este herbicida.

Tabla 1. Clasificación de las poblaciones de *B. diandrus* por su procedencia y en función de su respuesta (% de poblaciones R, I o S) a los herbicidas sulfosulfuron y glifosato aplicados a mitad de dosis (0,5X) y a dosis completa (20 g m.a ha⁻¹ sulfosulfuron y 800 g m.a ha⁻¹ glifosato (1X)). R= Resistentes, I= Resistencia Intermedia, S= Sensibles.

Provincia	Nº	Sulfosulfuron						Glifosato					
		0,5x			1x			0,5x			1x		
		R	I	S	R	I	S	R	I	S	R	I	S
Zamora	12	0	92	8	0	75	25	0	58	42	0	25	75
Valladolid	21	0	100	0	0	71	29	0	71	29	0	19	81
Burgos	8	0	100	0	0	63	37	0	38	62	0	0	100
Palencia	9	0	89	11	0	55	45	0	44	56	0	22	78
Soria	7	0	86	14	0	43	57	0	43	57	0	0	100
Ávila	10	0	40	60	0	40	60	0	40	60	0	0	100
Salamanca	11	0	82	18	0	36	64	0	55	45	0	9	91
León	9	0	78	22	0	33	67	0	89	11	0	22	78
Total	87	0	85	15	0	55	45	0	57	43	0	14	86

Es necesario realizar todas las acciones posibles como alternar herbicidas con diferente modo de acción e incluir en el manejo de malas hierbas métodos de control no químicos que contribuyan a garantizar la sostenibilidad de los herbicidas empleados para el control de bromo, siendo estos tan necesarios como escasos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 en el marco del proyecto AGL 2011-23542. Los autores agradecen a Z. Hornos y A. Mateo su valiosa colaboración técnica en el manejo del material y en la realización de los ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

- ESCORIAL C, LOUREIRO I, RODRIGUEZ E & CHUECA C (2011) Population variability in the response of rippgut brome (*Bromus diandrus*) to sulfosulfuron and glyphosate herbicides. *Weed Science* 59, 107-112.
- GILL GS, POOLE ML & HOLMES JE (1987) Competition between wheat and brome grass in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27, 291-294.
- MALLORY-SMITH C, HENDRICKSON P & MUELLER-WARRANT G (1999) Cross-resistance of primisulfuron resistant *Bromus tectorum* L. (downy brome) to sulfosulfuron. *Weed Science* 47, 256-257.
- OWEN MJ, GOGGIN DE & POWLES SB (2012) Non-target-site-based resistance to ALS-inhibiting herbicides in six *Bromus rigidus* populations from Western Australian cropping fields. *Pest Management Science* 68, 1077-1082.