

SE DESCRIBEN LOS DISTINTOS TIPOS DE ESTRATEGIAS A LLEVAR A CABO PARA REALIZAR CON ÉXITO SU CONTROL

Integración de métodos químicos y culturales para el manejo de *Bromus diandrus* en cereales de invierno



Antiguamente el *Bromus diandrus* no era una especie problemática en los cereales de invierno, estando su presencia restringida a los linderos y ambientes ruderales. Sin embargo, la introducción de sistemas de laboreo de conservación en algunas zonas, en especial la siembra directa, ha comportado una mayor dificultad de control de ciertas malas hierbas, entre ellas el bromo. En este artículo se sientan las bases para un control integrado de esta mala hierba, basado en la aplicación de herbicidas junto con la implantación de métodos culturales.

Jordi Recasens.

Grupo de Malherbología y Ecología Vegetal.
Agrotecnio. ETSEA Universidad de Lleida.

En diversas zonas cerealistas de España, la introducción de sistemas de laboreo de conservación hace más de 25 años ha comportado cambios

importantes en las técnicas de producción. Esta transformación ha sido crucial debido a los beneficios agronómicos y medioambientales asociados con el mínimo o no laboreo (Holland, 2004). Sin embargo, el laboreo de conservación, especialmente la siembra directa, ha comportado en algunas zonas, una mayor dificultad de control de ciertas malas hierbas, entre ellas el bromo (*Bromus diandrus* y otras especies afines). Este problema fue detectado

de forma inicial en las zonas cerealistas del valle del Duero, Aragón, Navarra y Cataluña (Riba y Recasens, 1997). Esta especie muestra una gran capacidad competitiva, en concreto sobre la absorción de fósforo y nitrógeno en estados muy precoces de su desarrollo, así como por el agua durante el periodo de llenado de grano. Las pérdidas de rendimiento pueden ser de hasta un 30% para un nivel de infestación de 100 plantas·m⁻¹ (Gill *et al.*, 1987).

Las causas

Bromus diandrus no era una especie problemática en los cereales de invierno, estando su presencia restringida a los linderos y ambientes ruderales. Sin embargo, a partir de los 80 empieza a haber una percepción generalizada de que esta especie resulta problemática, penetrando desde los márgenes hacia el interior del campo. Las causas que provocan esta situación pueden resumirse en:

- 1) La continua producción de cereal sin ninguna rotación y la adopción de técnicas de mínimo laboreo (Fernández-García y García-Baudin, 1997).
- 2) El incremento en el uso de otros herbicidas selectivos tanto para otras gramíneas tales como *Avena sterilis* o *Lolium rigidum* como para dicotiledóneas, permitiendo una menor competencia por parte de otras malas hierbas y favoreciendo la de *B. diandrus*.
- 3) La ausencia total de eficacia de herbicidas para su control. Aunque algunos de ellos podían ser potencialmente útiles como metribuzina, clortolurón o clorsulfurón, dejaron de ser utilizados por problemas de fitotoxicidad en el cultivo debido a: la variación de selectividad de distintos cultivares, a restricciones en su uso, a los costes asociados y especialmente por su escasa eficacia (Escorial *et al.*, 2011).

Biología

B. diandrus es una gramínea anual de invierno de origen mediterráneo que se ha extendido por diversas regiones del mundo. Su distribución alcanza todos los países de la cuenca mediterránea sudoeste de Europa, América del Norte y Australia (Riba y Reca-

sens, 1997). Dado su origen mediterráneo, se ha adaptado bien a situaciones de inviernos lluviosos y veranos cálidos y secos.

Uno de los aspectos clave de su biología se centra en la dormición de sus semillas (que en realidad se trata de carióspsides), las cuales muestran una dormición innata durante el periodo estival. Estas semillas, al contrario de la mayoría de malas hierbas, presentan fotoblastismo negativo (Del Monte y Dorado, 2011), es decir, que en condiciones de luz se inhibe la germinación. En los sistemas de no laboreo, la ausencia de remoción del suelo permite a estas semillas permanecer expuestas en la superficie del suelo durante los meses de verano y la inducción de dormición parece evidente. En otoño, tras varios meses de permanecer en el suelo, las semillas pierden la dormición de una forma bastante rápida permitiendo significativos flujos de germinación tras las primeras lluvias otoñales (Harradine, 1986) aunque un porcentaje de semillas (cerca de un 25%) puede germinar de forma retrasada (hasta finales de invierno) e incluso cerca de un 10% pueden permanecer viables hasta el año siguiente. Esta pérdida de dormición otoñal resulta mayor cuando las semillas se encuentran ligeramente enterradas en el suelo, bajo la paja o el rastrojo, que cuando se encuentran expuestas en la superficie del suelo.

Un aspecto clave de la biología de esta especie lo constituye el momento de su emergencia. De forma clásica, la emergencia de plántulas de malas hierbas se ha venido modelizando con datos de temperatura acumulada (grados día) pero en ambientes mediterráneos, como nuestros sistemas cerealistas, las lluvias condicionan de forma singular esa emergencia. Por ello el uso de modelos hidrotérmicos basados en datos de temperatura y

potencial hídrico del suelo (Spokas y Forcella, 2009) son una herramienta que ayuda a predecir el momento de dicha emergencia y poder optimizar el momento de control. En un trabajo reciente, García *et al.* (2013) han obtenido un modelo hidrotérmico de emergencia de *B. diandrus* adaptado a un amplio rango de situaciones climáticas en España y validado para distintos sistemas de manejo del suelo. Este modelo considera la temperatura base 0°C y como potencial hídrico base -1,35 MPa. La expresión del modelo es:

$$y = 100 (1 - [\exp \{-0,013x\}]^{21,4389})$$

donde y es el porcentaje de emergencia acumulada después de las primeras lluvias de otoño, y x es el tiempo expresado en grados hidrotérmicos (HTT).

Por su parte, la fecundidad de esta especie es denso-dependiente, es decir, a menor densidad mayor fecundidad, y la densidad, a su vez, varía en función del momento de emergencia de la población. García *et al.* (2014) aportan unos valores de fecundidad comprendidos entre 77 y 223 semillas planta⁻¹ (según densidades) cuando no ha habido ningún tipo de control químico.

Métodos de control químico

En sistemas de siembra directa el uso de glifosato en presiembra resulta muy usual posibilitando la eliminación de aquellas plántulas emergidas. Sin embargo, dependiendo de la fecha de esta aplicación y del momento de la siembra del cereal, esta práctica puede tener una eficacia limitada. Los nuevos flujos de emergencia que pueden darse durante el ciclo del cultivo, permiten a menudo, el restablecimiento de la población y de la infestación.

En la última década han aparecido ciertos herbicidas para el control de *B. diandrus* en postemergencia, aunque con ciertas limitaciones. O bien su eficacia es relativamente baja tanto en trigo como en cebada, o bien su uso está restringido sólo al cultivo de trigo.

El **cuadro I** muestra los resultados obtenidos por Taberner (2013) en distintos ensayos realizados en campos de cereal de Cataluña con distintas materias activas herbicidas.

Aparte de las limitaciones que hemos comentado, el control químico de *B. diandrus*

CUADRO I.

Eficacia de distintos herbicidas en el control de *B. diandrus* en cereales de invierno (Taberner, 2013).

Nombre comercial	Dosis	Eficacia en trigo	Eficacia en cebada
Broadway	0,275 kg pc/ha	85%	no selectivo
Atlantis	0,500 kg pc/ha	80%	no selectivo
Miscanti	0,265 kg pc/ha	77,5%	no selectivo
Herold	0,600 kg pc/ha	65%	65%
Herbaflex	2,5 kg pc/ha	50%	50%

Estados fenológicos máximos de la mala hierba para poder alcanzar la máxima eficacia herbicida: Broadway: máximo de 3 hojas y dos hijuelos; Atlantis y Miscanti: 2 hojas; Herold: 1 hoja (no está registrado en España como herbicida de preemergencia) y Herbaflex: 1 hoja.

muestra un problema añadido, el de la potencial presencia de biotipos con cierta resistencia a glifosato. Tras una prospección llevada a cabo en campos de Castilla y León y de Cataluña, Escorial *et al.* (2011) observaron que el peso fresco de poblaciones sometidas a tratamiento con glifosato a una dosis de 800 g pc/ha, varió entre un 2 y un 25%, respecto al de los testigos sin tratar, y existía además una alta variabilidad tanto intra como interpoblacional. No existe mayor información acerca de esta posible resistencia pero se apunta la posibilidad de que pudiera incrementarse si se diese una completa dependencia por este herbicida en sistemas de siembra directa.



Métodos de control cultural

Al igual que ocurre con la mayoría de malas hierbas, el control de *B. diandrus* no debe depender exclusivamente de métodos químicos. Diferentes estudios demuestran que la desigual o limitada eficacia que puede obte-

nerse mediante una materia activa específica, puede verse incrementada de forma significativa si se combina con métodos de tipo cultural. Dos trabajos recientes llevados a cabo en campos de cereal en Cataluña constituyen ejemplos tangibles.

Rotación de cultivos con guisante

En un ensayo experimental reciente, Montull y Taberner (2014) comparan el efecto inte-

grado de la rotación de cultivos y de distintos herbicidas sobre una infestación de *B. diandrus*. Comprueban, tras dos años de ensayos, que la inclusión del cultivo de guisante en una rotación permite reducir de forma significativa la densidad de la mala hierba. La ventaja de esta rotación se centra en dos aspectos: por un lado en la mayor eficacia de los herbicidas utilizados en guisante, y por otro, por el efecto en reducir el tamaño de la población de la mala hierba al sembrar el guisante (proteaginoso de ciclo primaveral) en el mes de febrero tras un primer año de cereal. Esta estrategia permite eliminar la mayoría de plantas nacidas de la mala hierba hasta la fecha de siembra de guisante, mediante la aplicación de un herbicida no selectivo (glifosato). Por su parte, cuando se sembró cebada tras el guisante, la densidad inicial de bromo era también muy baja. Esta situación combinada con un retraso de siembra de la cebada hasta mediados de noviembre permitió reducir la población de bromo a un nivel insignificante y prácticamente no resultó necesario el uso de herbicidas esa segunda campaña. En aquellas parcelas donde se sembró trigo tras cebada o cebada tras trigo, la infestación de *B. diandrus* aumentó a niveles alarmantes incluso con la aplicación de herbicidas selectivos en trigo. En conjunto observaron que los herbicidas aplicados en guisante (Mutual, Challenge, Aramo 50) mostraron una eficacia cercana al 90% mien-

CUADRO II.

Efecto integrado del retraso de la fecha de siembra y del herbicida selectivo en trigo, sobre una población de *Bromus diandrus* a lo largo de tres campañas (García *et al.*, 2014)

	Reducción en el % de emergencia de <i>B. diandrus</i> respecto siembra D1	Densidad de bromo (plantas m ⁻²) en la fecha de aplicación herbicida	% Eficacia herbicida (no selectivos para <i>Bromus diandrus</i>)
Campaña 2008-09 (cebada)			(no selectivos para <i>Bromus diandrus</i>)
D1		540	33
D2	82,1	105	11
D3	80,8	32	16
Campaña 2009-10 (trigo)			Atlantis
D1		1.284	58
D2	97,5	27	55
D3	98,7	9	84
Campaña 2010-11 (trigo)			Atlantis
D1		102	58
D2	98,1	3	100
D3	97,2	1	100

Fechas de siembra: D1: mitad octubre, D2: mitad noviembre; D3: principios diciembre.

tras que los herbicidas aplicados en trigo (Broadway, Caliban duo, Atlantis) fue de un 62%.

Retraso de la fecha de siembra en rotación cebada-trigo

En muchas zonas cerealistas de secano la inclusión de una rotación con guisante no siempre resulta viable. En campos donde el monocultivo de cereal con siembra directa es una constante y apenas se deja el campo en barbecho durante una campaña, el control de *B. diandrus* resulta más complejo. No obstante y dado que sólo hay disponibilidad de herbicidas con cierta eficacia en trigo, la rotación cebada-trigo constituye una estrategia adecuada. En un trabajo reciente García *et al.* (2014) demuestran que tras tres campañas y mediante una rotación cebada-trigo-trigo se consigue eliminar prácticamente la población de *B. diandrus*. Verifican que el retraso de siembra del cereal permite por sí solo una reducción del tamaño de la población de broto de hasta un 98%. Si este retraso se realiza durante tres campañas consecutivas, no sólo se reduce el tamaño de la población de la mala hierba sino también se obtienen unas mayores eficacias del herbicida selectivo aplicado en trigo en la segunda y tercera campaña. En el **cuadro II** se presentan los resultados de dicho estudio.

Estrategia de manejo integrado de *B. diandrus*

Los distintos trabajos llevados a cabo en el manejo integrado de *B. diandrus* permiten establecer tres premisas básicas en sistemas cerealistas con siembra directa:

1) La posibilidad de establecer una rotación de cultivos. Si la opción de incorporar gui-

sante de ciclo primaveral es viable resultará la más ventajosa, tanto por el efecto en reducir la población emergida antes de la siembra (mediante herbicidas no selectivos) como por el uso de herbicidas específicos de postemergencia. En cambio, si sólo la alternancia del cultivo de cebada con trigo es posible, se permitirá el uso de herbicidas selectivos en este último.

2) La importancia de integrar el retraso en la fecha de siembra durante más de una campaña. Dado que la mayoría de nascencias de *B. diandrus* tiene lugar en otoño, una siembra de cereal a mitad de noviembre permitirá una reducción significativa de la población.

3) La utilización de herbicidas específicos, bien sea en guisante o bien en trigo, pero siempre en el momento oportuno de desarrollo de la mala hierba, evitando estados fenológicos demasiado avanzados. Una aplicación en estado de dos tres hojas resultará mucho más eficaz que con uno o dos hijuelos desarrollados.

La integración de distintas estrategias (de tipo químico y cultural) a lo largo de varias campañas permitirá, en definitiva, la reducción del banco de semillas del suelo gracias a la reducción de fecundidad de las escasas plantas supervivientes. En ambos ejemplos y tras tres campañas consecutivas, se obtuvo la práctica eliminación de la infestación.

Plantear el control de *B. diandrus* en sistemas cerealistas exclusivamente mediante métodos químicos, no constituirá una estrategia correcta ni adecuada, y menos aún en sistemas con siembra directa. La implementación de un método de manejo integrado donde las prácticas culturales tengan un claro protagonismo, permitirá obtener una mayor eficacia de los herbicidas selectivos cuando su uso sea estrictamente necesario. ●

Agradecimientos

Los distintos resultados presentados en el presente artículo han formado parte de sendos proyectos de investigación financiados por el Plan Nacional I+D+i (AGL2007-60828 y AGL2010-22084-C02-01) y que ha llevado a cabo el grupo de Malherbología y Ecología Vegetal de la Universitat de Lleida.

Bibliografía ▼

Del Monte J.P. y Dorado, J. (2011). Effect of light conditions and after ripening time on seed dormancy loss of *Bromus diandrus*. *Weed Research* 51: 581-590.

Escorial C.; Loureiro, I.; Rodríguez-García, E. y Chueca, C. (2011). Population variability in the response of rippgut brome (*Bromus diandrus*) to sulfosulfuron and glyphosate herbicides. *Weed Science* 59: 107-112.

Fernández-García, J.C. y García-Baudín, J.M. (1997). Presencia de *Bromus* sp. Como adventicia en lo strigos y cebadas de Castilla y León. *Phytoma España* 94: 13-15.

García, A.L.; Royo-Esnal, A.; Torra, J.; Cantero-Martínez C. y Recasens J. (2014). Integrated management of *Bromus diandrus* in dryland cereal fields under no-till. *Weed Research* 54: 408-417.

García A.L.; Recasens, J.; Forcella, F.; Torra, J.; Royo-Esnal, A. (2013). Hydrothermal emergence model for *Bromus diandrus*. *Weed Science* 61: 146-153.

Gill, G.S.; Poole, M.L. y Holmes J.E. (1987). Competition between wheat and brome grass in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27: 291-294.

Harradine, A.R. (1986). Seed longevity and seedling establishment of *Bromus diandrus* Roth. *Weed Research* 26: 173-180.

Holland J.M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 103: 1-25.

Montull, J.M. y Taberner, A. (2014). Control integrado de *Bromus diandrus*. Segundo año de ensayos. *Tierras* 218: 52-55.

Riba F. y Recasens, J. (1997). *Bromus diandrus* Roth en cereales de invierno. In: La biología de las malas hierbas de España (eds FX Sans y C Fernandez-Quintanilla) 25-35. Phytoma España - Sociedad Española de Malherbología, Valencia.

Spokas K. y Forcella, F. (2009). Software tools for weed seed germination modeling. *Weed Science* 57: 216-227.

Taberner, A. (2013). Herbicidas i altres mètodes de control que es poden utilitzar en camps de cereal. Servei Sanitat Vegetal. Unitat de Bones Pràctiques Fitosanitàries i Cobertura Vegetal. Disponible a internet: www.genocat.cat/sanitatvegetal.

INVIERTA DE MANERA INTELIGENTE. ¡APROVECHE LAS OFERTAS EXCEPCIONALES!

EXTRA DESCUENTO

Stock	1 mes	3 meses	6 meses	1 año	2 años
+4%	+4%	+5%	+6%	+7%	+8%

www.joskin.com

INFÓRMESE EN SU CONCESIONARIO OFICIAL

• DIAZ Y VALIN S.L. (Galicia)	982 20 95 96
• COMERCIAL AGRÀRIA (Cataluña)	973 48 32 00
• GRUPO MOLLEDA (Burgos)	947 27 99 00
• JOSE LUIS (Cantabria)	942 59 90 02
• LUIS LOPEZ MORENO (Murcia)	968 57 83 47
• TALLERES CABEZA (Toledo)	925 30 16 13
• ALTEMIR Y FEBAS (Aragón)	974 41 20 08
• VICTOR PEREZ Agrícola S.L. (Vitoria)	945 10 23 20
(Pamplona)	948 30 38 09
(Tudela)	948 82 22 39
• ALQUILER DE TRACTORES Y CUBAS S.L. (Huelva)	625 44 41 39
• BASILIO PERAL S.L. (Benavente Zamora)	606 37 22 25
• TALLERES BARRIO GÓMEZ S.A. (Escalona Del Prado Segovia)	921 57 05 10
• ROBERT MAQUINARIA AGRICOLA (Santa Llogalà d'Alguema)	609 11 88 70

Sea doblemente ganador; compre pronto, elija su plazo y aprovéchese de un descuento adicional.

JOSKIN