

Importancia del estado de desarrollo de las malas hierbas en la eficacia de un herbicida

Impacto económico que puede comportar en el trigo la distinta eficacia obtenida en su control

Jordi Recasens¹, José M. Montull¹, Borja Clemente², Carmen García² e Ignacio González².

¹ Universitat de Lleida, Càtedra Corteva de Malherbologia.

² Corteva Agriscience.

Varios trabajos demuestran que el estado de desarrollo de la mala hierba (es decir, su fenología) es uno de los factores que más afectan a la eficacia de los herbicidas. Con el objetivo de resaltar la importancia de llevar a cabo una adecuada aplicación herbicida, de acuerdo con el estado de desarrollo de la mala hierba, exponemos a continuación dos ejemplos. Para ello escogemos dos de las principales malas hierbas de nuestros cereales de invierno, una gramínea, el bromo, y una dicotiledónea, la amapola.

Cuando hablamos del problema de las malas hierbas y de la necesidad de establecer medidas para combatir las y evitar su proliferación, más que pensar en la búsqueda de un método de control concreto, debemos plantear la respuesta dentro del concepto de gestión integrada de malas hierbas (GIMh). Este concepto alcanzó una gran relevancia tras la publicación de la Directiva europea y del Real Decreto de

Uso Sostenible de Productos Fitosanitarios (DOUE, 2009; BOE, 2012) como marco legal para llevar a cabo métodos de control eficaces, seguros y más respetuosos con el medio ambiente. No obstante, no podemos ser ajenos al hecho de que hablar de gestión integrada de malas hierbas incluye también el uso de herbicidas, pensando en ellos desde la perspectiva de su necesidad por su versatilidad y buena relación precio/eficacia. Si planteamos su inclusión en un

programa de GIMh, debemos actuar de manera que la combinación de otras estrategias de manejo, y una acertada decisión en el momento de su aplicación, ayuden a alcanzar la eficacia herbicida esperada (Fernández-Quintanilla *et al.*, 2015).

Varios trabajos demuestran que el estado de desarrollo de la mala hierba (es decir, su fenología) es uno de los factores que más afectan a la eficacia de los herbicidas (Kudsk 2008). En un estudio llevado a

cabo en trigo para el manejo de *Bromus diandrus* (García *et al.*, 2014), se observó que el herbicida utilizado tenía una eficacia muy desigual en función de dos factores: la densidad de mala hierba y el estado de desarrollo de la misma.

Cuando la densidad de bromo era muy alta, el tratamiento herbicida no conseguía mojar por igual todas las plantas, pudiendo sobrevivir varias de ellas y, tras su fructificación, favorecer la recarga del banco de semillas para el año siguiente. Por otro lado, el estado fenológico de la mala hierba resultaba también muy importante. En dos tratamientos realizados la misma fecha, pero en microparcelas distintas donde el bromo había emergido con un mes de diferencia –y por tanto había un claro desfase fenológico–, se conseguían diferencias de eficacia muy significativas. Cuanto menos desarrollada se encontraba la mala hierba mayor sensibilidad mostraba al herbicida.

A su vez, se comprobó que con un retraso de dos semanas en la fecha de siembra de trigo, y eliminando con glifosato las nascencias habidas, se obtuvo una reducción de la emergencia de bromo, tras la siembra, en un 82% la primera campaña y en 97% la segunda. Tomando este ejemplo, podemos confirmar, una vez más, que hablar de manejo integrado no se trata de utilizar distintas estrategias de manejo sin más, sino que, en base al conocimiento de la biología de la mala hierba (p.e. previsible



CUADRO I. DENSIDADES DE BROMO (*Bromus diandrus*) Y AMAPOLA (*Papaver rhoeas*) Y ESTADOS FENOLÓGICOS CONSIDERADOS EN EL MOMENTO DE REALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO HERBICIDA.

	Densidad infestación plantas/m ²	Momento óptimo de control (F1)	Momento tardío de control (F2)
<i>Bromus diandrus</i>	150	2-3 hojas	6-8 hojas
<i>Papaver rhoeas</i>	200	2-3 hojas	6-8 hojas

momento de emergencia, posible carga del banco de semillas, evolución de su desarrollo, etc.), poder establecer una práctica cultural (p.e. retraso de la fecha de siembra, labor del suelo, rotación del cultivo, densidad de siembra) que permita, no sólo reducir el tamaño de la población arvense que pueda emerger sino, más importante aún, hacer el tratamiento herbicida lo más eficaz posible (Recasens, 2016). En otro ensayo (Montull *et al.*, 2015) se comprobó a lo largo de dos campañas, que sembrando en la pri-

Cuando el estado de desarrollo es de 2-3 hojas la eficacia de los herbicidas es del 92% para bromo y 97% para amapola. En cambio, cuando el estado de desarrollo de ambas especies es de 6-8 hojas, esas eficacias descienden, respectivamente, a un 82% y un 70%.

mera de ellas guisante en diciembre, y en la segunda eliminando las nascencias habidas de bromo antes de la siembra de trigo, se pudieron reducir las emergencias de la mala hierba en más de un 75%. Esta reducción poblacional permitió que la densidad de mala hierba que crecía con el cultivo fuera significativamente inferior y, por tanto, fuese más fácil que el herbicida mojara la mayoría de las plantas, lo cual también mejoraba la eficacia del herbicida. Otros muchos trabajos eviden-

cian cómo ciertas técnicas culturales (p.e. fechas de siembra, labores del suelo, densidad de siembra, uso de variedades competitivas, rotaciones con otros de cultivos, etc.) favorecen reducir la densidad de mala hierba y, en consecuencia, ayudan al herbicida a alcanzar su máxima eficacia. La idea de manejo integrado va precisamente en esa dirección: buscar el adecuado complemento entre unas estrategias y otras que, sin dar preferencia a ninguna de ellas, permitan un control más efectivo que cualquiera de ellas por separado.

Eficacia herbicida según el desarrollo fenológico

En el momento de decidir la realización de una aplicación herbicida, al igual que se tiene en consideración la especificidad de las especies que se quieren combatir, debe tenerse en cuenta también el estado fenológico de la población, es decir, su sensibilidad. Tomar la decisión de aplicar simplemente cuando la infestación se considera “aparente,” puede resultar tardío para poder obtener la máxima eficacia del herbicida.

Con el objetivo de resaltar la importancia de llevar a cabo una adecuada aplicación herbicida, de acuerdo con el estado de desarrollo de la mala hierba, exponemos a continuación dos ejemplos. Para ello escogemos dos de las principales malas hierbas de nuestros cereales de invierno, una gramínea, el bromo

(*Bromus diandrus*), y una dicotiledónea, la amapola (*Papaver rhoeas*). Suponemos sendos casos de infestaciones, por separado, y una aplicación de un herbicida de postemergencia, para cada especie, en dos momentos distintos: uno de ellos en un estado de desarrollo precoz, con 2-3 hojas (F1), y el otro en un momento más avanzado, con 6-8 hojas (F2) (foto 1).

Acorde con la información disponible de estudios precedentes en Cataluña, sobre infestaciones de bromo (Recasens *et al.*, 2016; Royo-Esnal *et al.*, 2018) y de amapola (Rey-Caballero *et al.*, 2017; Torra *et al.*, 2018) suponemos una infestación de 150 plantas/m² y 200 plantas/m² para sendas especies, respectivamente, en el momento de aplicación herbicida. Partimos también de la premisa de que ambas poblaciones no incluyen biotipos resistentes a herbicidas y, acorde con el manejo del cultivo y las condiciones climáticas de la campaña, como mínimo el 90% de la población ha emergido en el momento de la aplicación.

El **cuadro I** refleja la información sobre la densidad de mala hierba y los dos estados fenológicos considerados durante la aplicación. Los tratamientos herbicidas propuestos son: para bromo el herbicida Broadway Star (florasulam 1,42% + piroxsulam 7,08%), a una dosis de 265 g/ha más adyuvante; para amapola, el herbicida Intensity (aminopiralid 30% + florasulam 15%) a



Foto 1. Arriba *Bromus diandrus* (a y b) y abajo *Papaver rhoeas* (c y d), en dos estados fenológicos distintos: con 2-3 hojas (izquierda) y con 6-8 hojas (derecha).

una dosis de 33 g/ha (**cuadro II**).

Para el cálculo de las eficacias esperadas utilizamos el Sistema de Ayuda a la Decisión IPMwise (Montullet *et al.*, 2015) (www.ipmwise.es). Este sistema experto está basado en el CPO Weeds danés y está adaptado y validado desde el año 2009 a condiciones españolas. El sistema IPMwise es capaz de predecir la eficacia de los herbicidas teniendo en cuenta la curva dosis-respuesta para cada especie y en función de su estado fenológico.

Los resultados obtenidos (**cuadro II**) nos indican que cuando la aplicación se realiza en un estado de desarrollo de 2-3 hojas (F1) la eficacia de los herbicidas es del 92% y 97% para bromo y amapola, respectivamente. En cambio,

En el ejemplo expuesto, suponiendo un rendimiento potencial de trigo de 4.000 kg/ha, la pérdida causada por las 12 plantas supervivientes será de unos 320 kg/ha, mientras que si son 27 plantas no eliminadas esa pérdida será de 720 kg/ha.

cuando el estado de desarrollo de ambas especies es de 6-8 hojas (F2), esas eficacias descienden, respectivamente, a un 82% y un 70%. Es decir, tomar la decisión de aplicar el herbicida cuando la mala hier-

ba presenta un desarrollo un poco más avanzado, comporta un descenso de la eficacia en un 10% para Broadway Star y en un 27% para Intensity.

Este descenso de la eficacia herbicida tiene una trascendencia mucho mayor de la que podemos, a priori, suponer. Para la mala hierba implica una distinta respuesta demográfica por parte de las plantas supervivientes y, para el sistema productivo, mayores pérdidas de rendimiento y, a su vez, implicaciones económicas significativas. En el **cuadro II** podemos observar que las plantas supervivientes de bromo, tras el tratamiento de Broadway Star serán, según su fenología en el momento de la aplicación, 12 o bien 27 plantas/m². Para el caso de la amapola las diferencias de

densidad estimadas, según el estado de desarrollo durante el tratamiento de Intensity, serán 6 o 60 pl/m² supervivientes. Teniendo en cuenta la fecundidad media de cada una de estas especies en función de la densidad de la población permitirá que al final de campaña haya, en un caso u otro, una desigual aportación de semillas al suelo.

Pérdida de rendimiento e implicaciones económicas

Continuando con nuestro ejemplo vamos a estimar ahora las implicaciones en cuanto a rendimiento e impacto económico que puede comportar la distinta eficacia obtenida en la simulación anterior. Supongamos un rendimiento potencial esperado para el cultivo de trigo de 4.000 kg/ha. En el caso de bromo la pérdida de rendimiento estimada por planta es de 0,66% (HGCA, 2009), por lo que la pérdida causada por las 12 plantas supervivientes será de un 8%, es decir unos 320 kg/ha, mientras que si son 27 las plantas que no son eliminadas esa pérdida será de un 18%, unos 720 kg/ha (**cuadro III**).

En otras palabras, en función de una situación u otra tendremos, respectivamente, un rendimiento final de 3.680 kg/ha o de 3.280 kg/ha. Si estimamos un valor medio de la cosecha de 180 €/t, esos 400 kg/ha de menos que se habrán cosechado implicarán una pérdida económica de 72 €/ha.

CUADRO II. EFICACIAS ESTIMADAS EN UN CULTIVO DE TRIGO, SEGÚN SISTEMA IPMWIS, DE LOS HERBICIDAS BROADWAY STAR E INTENSITY PARA BROMO Y AMAPOLA, RESPECTIVAMENTE, Y A DOSIS COMERCIALES, EN DOS ESTADOS FENOLÓGICOS DISTINTOS: F1: 2-3 HOJAS; F2: 6-8 HOJAS, PARA CADA ESPECIE.

Tratamiento herbicida (g/ha)	<i>Bromus diandrus</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
	Broadway Star (265)	Intensity (33)
Eficacia en momento F1 (%)	92	97
Eficacia en momento F2 (%)	82	70
Supervivientes a aplicación en F1 (plantas/m ²)	12	6
Supervivientes a aplicación en F2 (plantas/m ²)	27	60

CUADRO III. PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO EN UN CULTIVO DE TRIGO, ESTIMADAS SEGÚN SISTEMA IPMWIS, CAUSADAS POR LAS PLANTAS SUPERVIVIENTES DE BROMO A UNA APLICACIÓN DE BROADWAY STAR, Y DE AMAPOLA A UNA APLICACIÓN DE INTENSITY (AMBOS A DOSIS COMERCIALES), EN DOS MOMENTOS FENOLÓGICOS DISTINTOS DE LA MALA HIERBA: F1: 2-3 HOJAS; F2: 6-8 HOJAS.

	<i>Bromus diandrus</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
Eficacia en momento F1 (%)	92	97
Pérdida de rendimiento por planta (%)	0,66	0,3
Pérdida de rendimiento con aplicación en F1 (%)	8	1,8
Pérdida de rendimiento con aplicación en F2 (%)	18	18
Pérdida de rendimiento con aplicación en F1 (kg/ha)	320	72
Pérdida de rendimiento con aplicación en F2 (kg/ha)	720	720
Rendimiento óptimo esperado (kg/ha)	4.000	
Rendimiento obtenido con aplicación en F1 (kg/ha)	3.680	3.928
Rendimiento obtenido con aplicación en F2 (kg/ha)	3.280	3.280
Diferencia de rendimiento entre F1 y F2 (kg/ha)	400	648
Valor esperado de la cosecha de trigo (€/t)	180	
Diferencia en rentabilidad económica (€/ha)	72	116,64

Para el caso de amapola los valores de pérdida de rendimiento estimada por planta son de un 0,3% (Ingle *et al.*, 1997).

Según la distinta eficacia del herbicida y acorde con la distinta densidad de plantas supervivientes, la pérdida de rendimiento será de 72 kg/ha cuando sobreviven 6 pl/m², o de 720 kg/ha, cuando las plantas supervivientes son 60 (**cuadro III**). Estas diferencias equivaldrán a unos rendimientos de 3.928 kg/ha o 3.280

kg/ha, respectivamente. Si estimamos el mismo valor de cosecha de trigo que en el caso anterior (180 €/t) los 648 kg de menos equivaldrán a una diferencia de ganancias de 116,64 €/ha. Ante una situación de un agricultor cerealista con 50 ha, que tuviera problemas de infestaciones de bromo o amapola, solamente en un 20% de sus campos y a las densidades estimadas, esta pérdida económica representaría 720 € y 1.166,4 €, respectivamente, en el conjunto de su explota-

ción cerealista. Si gestionara 100 ha y con un mismo porcentaje de superficie afectada por sendas especies, las diferencias de ganancias serían 1.440 € y 2.333 €, respectivamente. Estas cifras serían aún superiores si la superficie que tuviese que tratar con herbicida, contra cada una de esas especies, fuese mucho mayor. A su vez, aparte de la disminución de ganancias causada por la menor eficacia del herbicida haría aún menos rentable el propio tratamiento herbicida.

Estos datos ponen de relieve la importancia de llevar a cabo los tratamientos herbicidas en el momento en el que la mala hierba muestra mayor sensibilidad, que suele coincidir con estados juveniles de desarrollo, en 2-3 hojas. Tal como hemos comentado más arriba, si la decisión del momento de realizar un tratamiento se ve acompañada por una densidad de mala hierba menor como resultado de otras estrategias culturales, los resultados serán aún más favorables.

La reducción de población que comportan otras estrategias deviene un gran complemento a la hora de obtener la mayor eficacia de un tratamiento herbicida. Por ello, como hemos comentado previamente, al afrontar el problema de las malas hierbas, establecer un programa de manejo integrado permitirá obtener un control más efectivo de las especies infestantes que cualquier estrategia cultural, física o química por separado. ■