

Actualización sobre el uso sostenible de herbicidas en el cultivo del maíz

El objetivo es controlar las malas hierbas y aumentar la rentabilidad con el mínimo impacto ambiental

El maíz es un cultivo poco competitivo en sus estadios iniciales y que se siembra a gran distancia entre filas. Es por esto que deja mucho espacio para que puedan desarrollarse otras especies. Además, es un cultivo en el que el agua, los nutrientes aplicados y el momento de desarrollo facilitan en gran medida la proliferación de las malas hierbas. De hecho, en caso de infestaciones precoces, se puede llegar incluso a un 50% de disminución de cosecha.

Esta necesidad de eliminar a las malas hierbas ha hecho que históricamente se lo haya considerado un cultivo “de escarda”, de forma similar a la remolacha. Así, ya se utilizaban cultivadores de tracción animal para limpiar el espacio entre las hileras del cultivo y a partir de la década de 1950, con los primeros tractores, el binado del cultivo era una práctica común para limpiarlo de malas hierbas. Posteriormente se empezaron a utilizar herbicidas hormonales para controlar dicotiledóneas en postemergencia, lo que ocasionó una inversión de flora hacia las gramíneas anuales.

A lo largo de la década de 1980, con el desarrollo de herbicidas selectivos como la atrazina, simazina o el metolaclo, se cambió radicalmente el esquema de trabajo. Esto fue así porque el uso de estos productos en preemergencia de las malas hierbas simplificaba su control y además,

J. M. Montull¹, J. M. Llenes², A. Taberner³.

¹ Grupo de Investigación en Malherbología y Ecología Vegetal. ETSEA. Agrotecnio (Lleida).

² Servicio de Sanidad Vegetal.

³ Dr. Ingeniero agrónomo.

Es de sobra conocido el efecto pernicioso de las malas hierbas en el cultivo del maíz. Estas no solo provocan pérdidas de producción sino que pueden ser reservorio de plagas y vectores de virus, como *Sorghum halepense*, o incluso contaminantes del grano, como *Datura*. En este artículo se proponen diferentes estrategias para un control óptimo a corto y medio plazo, para conocer la eficacia concreta para cada especie y estado fenológico de las malas hierbas.





Infestación de *Abutilon* en un campo de maíz.



Xanthium strumarium, una de las especies infestantes más importantes en el maíz.

disminuía en gran medida la necesidad de mano de obra para el binado del cultivo. Por esto, en las explotaciones de regadío se pudo aumentar el porcentaje de superficie cultivada de maíz, a la vez que se incrementaba su monocultivo, en detrimento de las típicas rotaciones con trigo y alfalfa.

La estrategia básica que se seguía era sembrar y, seguidamente, aplicar estos herbicidas antes de que nacieran el maíz y las malas hierbas. Con esto se conseguía mantener la parcela limpia de malas hierbas durante el periodo crítico de competencia al maíz y solo era necesario repasar en postemergencia para controlar especies complicadas como *Sorghum halepense* o *Abutilon theophrasti*.

Con los entonces nuevos ingredientes activos como la terbutilazina, el S-metolaclo, la dimetenamida-P esta estrategia se mantuvo, ya que su óptimo para controlar malas hierbas gramíneas anuales si-

gué siendo la preemergencia de las mismas o, si las condiciones de humedad del suelo son adecuadas, la primera hoja desplegada.

En la actualidad, del orden del 90% de la superficie del maíz de primera cosecha en el Valle del Ebro se trata en preemergencia, aunque la tendencia es a la baja. En segundas cosechas, se tiende a utilizar nicosulfuron junto con otros partners para controlar los ricios de la cebada.

La aplicación en preemergencia con este tipo de herbicidas es muy común por varias razones:

- La ventana de aplicación en siembras precoces es amplia, lo que facilita la logística.
- Con las cambiantes condiciones climáticas en la primavera no siempre se puede asegurar el poder entrar en postemergencia muy precoz de las malas hierbas. Por tanto, la premer-

gencia da tranquilidad al agricultor.

- La eficacia en el control de malas hierbas anuales es muy buena.
- Se evitan daños por pisoteo del cultivo.
- Las lluvias de la primavera favorecen su eficacia, incluso en parcelas de riego por inundación, popularmente conocido como "a manta".

A pesar de las ventajas antes mencionadas, las aplicaciones de herbicidas en preemergencia se ven cuestionadas por varios aspectos:

- No conocemos la infestación de malas hierbas que vamos a encontrar en la parcela.
- Se encuentran residuos de estas materias activas en los desagües de las zonas regables. Es por esto que se espera a medio plazo una disminución en las dosis máximas autorizadas.
- En siembras precoces, cuando el desarrollo del cultivo es lento, deben de

Terdim[®]

MANTÉN EL CONTROL Y RELÁJATE FRENTE A LAS MALAS HIERBAS

- Controla las principales malas hierbas desde el principio.
- Para aplicación en pre-emergencia.
- Con efecto remanente que impide nascencias escalonadas.
- Eficacia probada.



SIPCAM
IBERIA

mantener su persistencia durante mucho tiempo, eso implica aplicar las dosis máximas.

Por su parte, las intervenciones en postemergencia precoz nos permiten evaluar las infestaciones y dado que la aplicación se efectúa cuando el desarrollo del cultivo es más rápido, no es necesaria tanta persistencia en la acción del herbicida. Además, en riego por aspersión se puede incorporar el herbicida al suelo con un riego ligero, lo que asegura su eficacia cuando las malas hierbas tienen la primera hoja desplegada.

Situación actual

Desde la entrada en vigor del Real Decreto 1311/2012, el control de las malas hierbas debe enmarcarse en una gestión integrada de las mismas. La gestión integrada de malas hierbas se define como el examen cuidadoso de todos los métodos



Campo de maíz infestado de malas hierbas.

de protección vegetal disponibles y posterior integración de medidas adecuadas para evitar el desarrollo de poblaciones de organismos nocivos y mantener el uso de productos fitosanitarios y otras formas de intervención en niveles que estén económica y ecológicamente justificados y que reduzcan o minimicen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

Por tanto, para tomar las mejores decisiones debemos de conocer las especies y densidades presentes en la parcela, así

como el histórico de tratamientos y posibles “escapes”.

Las compañías dedicadas a desarrollar productos fitosanitarios han hecho un gran esfuerzo para conseguir ingredientes activos que tengan una mayor flexibilidad en su momento de aplicación. Por esto, en la actualidad disponemos de materias activas que son prácticamente igual de eficaces tanto en preemergencia como en postemergencia muy precoz de las malas hierbas. A modo de ejemplo, tenemos nuevos formulados a base de isoxaflutol, sulcotriona, mesotriona o thiencazazona, así como de la propia terbutilazina que se pueden aplicar tanto en preemergencia como en postemergencia precoz del cultivo y de las malas hierbas, hasta V3.

Desde el punto de vista del uso sostenible de fitosanitarios y teniendo en mente estas sustancias activas parecería lógico esperar a la postemergencia precoz, ya que incluso podemos plantearnos el utilizar Sistemas de Ayuda a la Decisión o el tratamiento solo a los rodales con presencia de malas hierbas. Sin embargo, si prevenimos una infestación fuerte de gramíneas anuales en nuestro maíz, ¿tendríamos que olvidarnos de la oportunidad de control en preemergencia?

Desde el punto de vista de la prevención de resistencias no debemos olvidar

CUADRO I

MECANISMO DE ACCIÓN AL QUE PERTENECEN LOS DIFERENTES INGREDIENTES ACTIVOS UTILIZADOS EN MAÍZ.

B	C1	C3	F2	K1	K3	O
Nicosulfuron	Terbutilazina	Bromoxynil	Isoxaflutol	Pendimetalina	Dimetenamida-p	Fluroxypir
Rimsulfuron		Piridato	Mesotriona		S-metolacoloro	MCPA
Foramsulfuron			Tembotriona		Petoxamida	2,4-D
Thiencazazona			Sulcotriona			

CUADRO II

POSIBLES ESTRATEGIAS QUÍMICAS A SEGUIR PARA EL DESHERBADO DEL MAÍZ. SE INDICA EL ESTADO FENOLOGICO (E.F.) ÓPTIMO DE TRATAMIENTO (ENTRE PARENTESIS Y SEPARADO POR BARRAS SE INDICA SI EXISTEN OPCIONES A CONSIDERAR SEGÚN EL RESTO DE FLORA PRESENTE).

	Tratamiento 1		Tratamiento 2	
	E. F.	Alternativas posibles	E. F.	Alternativas posibles
En la actualidad (solo justificado en infestaciones altas de gramíneas)	Pre	K3 + (C1/K1/F2)	V4	B + (F2/O) + (C3)
Infestaciones mixtas sin <i>Sorghum halepense</i> (También controla <i>Abutilon</i>)	V1	K3 + (C1/K1)+ (mesotriona/sulcotriona/isoxaflutol)		
		Isoxaflutol + thiencazazona		
	V2-V3	B + F2 + (C3) en maíz de segunda. En maíz de primera tener en cuenta la persistencia		
Infestaciones mixtas + <i>Sorghum halepense</i>	V2	K3 + (C1/K1) + (F2) + (15-30 gainicosulfuron u otro B)	V5	(30-45 gainicosulfuron/otro B) + (F2/O) + (C3)
		Isoxaflutol + thiencazazona		
<i>Echinochloa</i> resistente a inhibidores de la ALS	pre	K3 + F2	V3-V4	Tembotriona/mesotriona

que S-metolaclo, dimetenamida-P o petoxamida pertenecen al grupo K3, como podemos ver en el **cuadro I**, lo que los hace totalmente diferentes de los anteriormente citados. Por tanto, pensando en un control de malas hierbas sostenible a medio y largo plazo no deberíamos de olvidarnos de ninguna de las herramientas

químicas disponibles. Nuestro objetivo final es mantener a raya las infestaciones de malas hierbas, aumentar la rentabilidad del cultivo y con el mínimo impacto ambiental. Es por esto que debemos llegar a un equilibrio entre la eficacia en el control de las malas hierbas y el riesgo de contaminación.

También debemos de tener en cuenta la combinación entre el desherbado mecánico con grada de púas en preemergencia o el binado en postemergencia precoz. Además, este binado puede complementarse con un tratamiento herbicida solo a la fila del maíz, lo que permite disminuir en gran medida la cantidad de ingrediente

CUADRO III.I

HERBICIDAS AUTORIZADOS EN EL CULTIVO DEL MÁIZ (CAMPAÑA 2020) Y SU EFICACIA FRENTE A LAS DIFERENTES ESPECIES.

Composición	Grupo HRAC	Nombre	Dosis/ha	Sensibilidad de las malas hierbas												
				<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Digitaria</i> spp	<i>Setaria</i> spp	<i>Sorghum halepense</i> (1)	Gramíneas anuales	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Xanthium</i>	<i>Datura stramonium</i>	<i>Amaranthus</i> spp	Dicotiledóneas anuales	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Cyperus rotundus</i>
HERBICIDAS QUE SE PUEDEN APLICAR EN PRE-EMERGENCIA (ALGUNOS TAMBIEN EN POST-PRCOZ)																
Dimetenamida-p 21,25% + Pendimetalina 25%	K3+K1	WING-P	4 l/ha	S	S	S	MI	S	I	MS	I	MS	S	S	MI	I
Dimetenamida-P 72%	K3+K1	SPECTRUM	1,4 l/ha	S	S	S	MI	S	I	MI	I	MI	S	MI	I	I
Dimetenamida-p 26,5% + terbutilazina 30%	K3 + C1	TERDIM	2,8l/ha	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	MS	I
Isoxaflutol 22,5% + Tiencarbazona-metil 9%	F2+B	ADENGO	0,3-0,4 l/ha	S	S	S	MS	MS	S	S	S	S	S	S	S	MI
Isoxaflutol 24%	F2	SPADE FLEXX	0,2-04 l/ha	MS	MS	MS	MS	MS	MS	S	MS	MS	S	S	S	I
Mesotriona 5% + Terbutilazina 32,6%	F2+C1	CUÑA PRO	2,3 l/ha	I	MS	MI	I	I	S	S	S	S	S	S	S	MS
Pendimetalina 40%	K1	VARIOS	3 l/ha	S	S	S	I	S	S	MS	I	MS	MS	S	MI	I
Pendimetalina 36,5%	K1	MOST MICRO HL	2-3 l/ha	S	S	S	I	S	S	MS	I	MS	MS	S	MI	I
Pendimetalina 33%	K1	VARIOS	4-6 l/ha	S	S	S	I	S	S	MS	I	MS	MS	S	MI	I
Pendimetalina 45,5%	K1	STOMP AQUA	2,5-3 l/ha	S	S	S	I	S	S	MS	I	MS	MS	S	MI	I
Pendimetalina 27,5% + Clomazona 5,5%	K1+F4	BISMARK	1,5-2 l/ha	S	S	S	I	S	S	MS	I	MS	MS	S	MI	I
s-Metolaclo 96%	K3	DUAL GOLD	0,5-1,6 l/ha	S	S	S	I	S	S	MI	I	MI	MI	MI	I	I
s-Metolaclo 31,25% + Terbutilazina 18,75%	K3+C1	VARIOS	3,5 l/ha	S	S	S	I	S	S	S	MS	MI	S	S	I	I
Petoxamida 30% + Terbutilazina 18,75%	K3+C1	SUCCESSOR T	3-4 l/ha	S	S	S	I	S	MS	S	MS	MS	S	S	MI	I
Petoxamida 60%	K3	SUCCESSOR 600	2 l/ha	MS	S	S	I	S	MI	S	MI	MI	S	S	MI	I
HERBICIDAS QUE SE PUEDEN APLICAR EN POST-EMERGENCIA																
2,4-D (Ester 2-Etilhexil) + Bromoxinil(éster octanoic) 28%	O+C3	BUCTRL UNIVERSAL	0,8 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	I
2,4-D (sal amina) 60%	O	U-46 D COMPLET	2 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	MS	S	S	MS	MI
Bentazona (sal sódica) 48%	C3	VARIOS	2-3,125 l/ha	I	I	I	I	I	MI	S	S	S	S	S	MS	MI
Bentazona 87%	C3	BASAGRAN SG	1-1,725 kg/ha	I	I	I	I	I	MI	S	S	S	S	S	MS	MI
Bromoxinil (octanoat) 20%	C3	EMBLEM	2-2,25 kg/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	I
Bromoxinil (éster octanoic) 22,5%	C3	VARIOS	1-2 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	I
Bromoxinil (éster octanoic) 23,5%	C3	BROMOXAN	1-1,5 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	I
Bromoxinil (éster octanoic) 25%	C3	BROMOTRIL 25 SC	1 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	I
Bromoxinil (éster butirar) 38,5%	C3	EMBLEM FLO	1 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	I
Clopiralida (Sal monoetanolamina) 10%	O	BARILOCHE 100	1,25 l/ha	I	I	I	I	I	I	I	S	S	I	MS	I	I
Clopiralida (sal amina) 42,5%	O	LONTREL SUPER, CLIOPHAR 425	0,25-0,3l/ha	I	I	I	I	I	I	I	S	S	I	MS	I	I
Clopiralida (sal amina) 72%	O	LONTREL 72	0,11-0,14kg/ha	I	I	I	I	I	I	I	S	S	I	MS	I	I
Dicamba (sal dimetilamina) 48%	O	BANVEL-D	0,6-0,75 l/ha	I	I	I	I	I	MS	S	S	S	S	S	MS	I
Dicamba 50%+ Prosulfuron 5%	O+B	CASPER / CASPER 55	0,3-0,4 Kg/ha	I	I	I	MI	S	S	S	S	S	S	S	MS	I
Dicamba 55%+Nicosulfuron 9,2%+Rimsulfuron 2,3%	O+B+B	PRINCIPAL PLUS	350-440g/ha	S	MS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	MS	I
Florasulam 0,62% +2,4D 30%	B+O	MUSTANG	0,75 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	I
Fluroxipir 20%	O	VARIOS	0,75-1 l/ha	I	I	I	I	I	S	I	S	S	I	S	S	I

Segue en Cuadro III.II

CUADRO III.II

HERBICIDAS AUTORIZADOS EN EL CULTIVO DEL MAÍZ (CAMPAÑA 2020) Y SU EFICACIA FRENTE A LAS DIFERENTES ESPECIES.

Composición	Grupo HRAC	Nombre	Dosis/ha	Sensibilidad de las malas hierbas													
				Echinochloa crus-galli	Digitaria spp	Setaria spp	Sorghum halepense (1)	Gramíneas anuales	Portulaca oleracea	Chenopodium album	Xanthium	Datura stramonium	Amaranthus spp	Dicotiledóneas anuales	Abutilon theophrasti	Cyperus rotundus	
Viene de Cuadro III.I																	
Fluoroxipir33,3%	O	STARANE HL	0,1-0,6 l/ha	I	I	I	I	I	S	I	S	S	I	S	S	I	
Foramsulfuron 2,25%	B	CUBIX	2-2,7 l/ha	MS	MS	S	S	S	I	MS	MS	S	S	S	S	MI	MI
Foramsulfuron 3%+Tiencarbazona-metil 1%	B+B	MONSOON ACTIVE	1,5-2 l/ha	MS	MS	S	S	S	S	MS	MS	S	S	S	S	S	MS
Halosulfuronmetil 75%	B	PERMIT	40 g/ha	I	I	I	I	I	I	I	MS	I	I	S	S	S	I
MCPA (sal dimetilamina) 50%	O	VARIOS	1,6l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	MI
MCPA (sal dimetilamina) 75%	O	VARIOS	1 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	MI
MCPA (sal potásica) 40%	O	VARIOS	1,5-3 l/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	MI
Mesotriona 50%	F2	EVOLYA	0,3 Kg/ha	S	S	I	I	MS	S	S	S	S	S	S	S	S	MS
Mesotriona 10%	F2	VARIOS	0,75-1,5 l/ha	S	S	I	I	MS	S	S	S	S	S	S	S	S	MS
Mesotriona 15% + Nicosulfuron 10% + Dicamba 31,25%	O+F2+B	CALLISTO TURBO	0,6 Kg/ha	S	S	I	I	MS	S	S	S	S	S	S	S	S	MS
Mesotriona 3,75% + Terbutilazina 18,75% + s-Metolaclo 31,25%	F2+C1+K3	LUMAX	3-4 l/ha	S	S	S	I	S	S	S	MS	S	S	S	S	S	MI
Mesotriona 36% + Nicosulfuron 12% + Rimsulfuron 3%	F2+B	ARIGO	0,33 kg/ha	S	MS	MS	S	S	MS	S	S	S	S	S	S	S	MI
Mesotriona 4% + s-Metolaclo 40%	F2+K3	CAMIX	3-3,75 l/ha	S	S	S	I	S	MS	S	MS	S	MS	S	S	S	MI
Mesotriona 6% + s-Metolaclo 50%	F2+K3	CAMIX 560 SE	2-2,5 l/ha	S	S	S	I	S	MS	S	MS	S	MS	S	S	S	MI
Mesotriona 5% + Dicamba 12%	F2+O	CALLISTO PLUS	2 l/ha	I	MS	MI	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	MS
Nicosulfuron 2% + Sulcotriona 15%	B+F2	CIZALLA, EXTENSOR	2 l/ha	MS	MS	MS	MS	S	MS	S	MS	MS	S	S	S	MS	S
Nicosulfuron 4%	B	VARIOS	1-1,5 l/ha	S	S	S	S	S	MI	MI	MI	S	MI	MI	MI	MI	I
Nicosulfuron 6%	B	ELITE PLUS 6 OD	0,5-0,75 l/ha	S	S	S	S	S	MI	MI	MI	S	MI	MI	MI	MI	I
Nicosulfuron 24%	B	VARIOS	0,25 l/ha	S	S	S	S	S	MI	MI	MI	S	MI	MI	MI	MI	I
Nicosulfuron 3%+Mesotriona 7,5%	B+F2	ELUMIS	1-1,5 l/ha	MS	MS	MS	MS	S	MS	S	MS	MS	S	S	MS	S	S
Nicosulfuron 42,9% + Rimsulfuron 10,7%	B	PRINCIPAL	90 g/ha	S	S	S	S	S	MI	MI	MI	S	MI	MI	MI	MI	I
Nicosulfuron 75%	B	ACCENT 75 WG	53-83 g/ha	S	S	S	S	S	MI	MI	MI	S	MI	MI	MI	MI	I
Prosulfuron 75%	B	PEAK 75WG	0,02 kg/ha	I	I	I	I	I	I	MS	MI	MI	S	S	MI	I	I
Prosulfuron 5% + Dicamba 50%	B+O	CASPER	0,3 kg/ha	I	I	I	I	I	S	MS	S	S	S	S	S	S	MI
Prosulfuron 4% + Nicosulfuron 10% + Dicamba 40%	B+B+O	DINIRO	0,4-0,5	S	MS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	MS	I
Rimsulfuron 25%	B	TITUS	30-60 g/ha	S	S	MS	S	S	I	I	MS	I	S	S	I	I	I
Sulcotriona 30%	F2	VARIOS	1,5 l/ha	S	MS	S	I	S	MS	S	S	S	I	I	MS	MS	I
Sulcotriona 17,3% + Terbutilazina 18,75%	F2+C1	SULCOTREK	2,1-2,6 l/ha														
Tembotriona 20%	F2	LAUDIS WG	0,375-0,39 Kg/ha	S	S	MS	MI	S	MS	S	MS	S	S	S	S	S	MS
Tembotriona 34,5% + Tiencarbazona-metil 6,8%	F2+B	CAPRENO	0,22-0,29 l/ha	S	S	MS	MS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	MS
Tembotriona 5% + Bromoxinil 26,2%	F2+C3	AUXO	1-1,5 l/ha	S	S	MS	MS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	MS
Tifensulfuron 50%	B	HARMONY SX	15-30 g/ha	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	I
MÉTODOS MECÁNICOS DE CONTROL																	
Cultivador				S	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	S	I	I
Grada de púas				I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	MS	I

activo aplicada.

Posibles estrategias a seguir

A modo de conclusión y con los anteriores condicionantes, en el **cuadro II** pro-

ponemos diferentes estrategias a seguir de forma que podamos asegurar un control óptimo a corto y medio plazo, para conocer la eficacia concreta para cada especie y estado fenológico de las malas hierbas, de forma más exhaustiva que en

el **cuadro III**.

También pueden utilizarse herramientas para ayudarnos en la toma de decisiones como por ejemplo IPMwise, desarrollado y actualizado desde la Universidad de Lleida. ■