



Loyant®, pieza clave en el manejo de resistencias del cultivo del arroz

Marta Benito Elices

Responsable de Investigación y Desarrollo de proyectos de herbicidas de arroz. Corteva Agriscience

María Dolores Osuna

CICYTEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura)

En el cultivo del arroz en España han sido confirmados casos de resistencia en varias especies de malas hierbas. La complejidad técnica del propio cultivo, así como el hecho de que cada zona arrocería presente unas características diferenciales en función de tipo de climatología, suelo, disponibilidad de agua, manejo, etc., implican una dificultad adicional a la hora de diseñar estrategias de actuación para la prevención/control de dichas resistencias. No obstante, hay medidas que pueden ser aplicables a todas o buena parte de las regiones arroceras de España (Osuna, 2020).

Corteva Agriscience ha desarrollado Loyant®, nuevo herbicida con modo de acción diferenciado, formulado a base de Rinskor™ active (florpyrauxifen-benzyl), una nueva molécula revolucionaria para el control eficaz de un amplio espectro de malas hierbas en el cultivo de arroz, incluyendo el control de especies resistentes a otros modos de acción.

Importancia de la situación de resistencias a herbicidas en el arroz

En la actualidad en España, la mayoría de los herbicidas autorizados en el cultivo del arroz pertenecen al grupo de inhibidores de la ALS (B, 2) o al de inhibidores de la ACCasa (A, 1). La resistencia a estos herbicidas es principalmente causada por una mutación en los genes que codifican las respectivas proteínas (ALS/ACCasa), denominada resistencia en el sitio diana (Target Site Resistance, TSR). Las mutaciones puntuales en el gen de la ALS o ACCasa confieren resistencia a un herbicida/grupo de herbicidas con el mismo modo de acción. Además de la TSR, también existe la resistencia fuera del sitio de acción (Non Target Site Resistance, NTSR) que puede dar lugar a resistencia múltiple a herbicidas con diferentes modos de acción a través de varios mecanismos, que incluyen una mayor detoxificación de herbicidas, también conocida como resistencia metabólica.

La detección/confirmación de resistencias de malas hierbas a los herbicidas, así como su evolución, son factores básicos para el diseño de estrategias de manejo adecuado de un cultivo. Por ese motivo, a fin de lograr conocer con la mayor profundidad posible la magnitud de la situación de resistencias en este cultivo, Corteva Agriscience lleva colaborando estrechamente con CICYTEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura) en distintos proyectos durante los últimos años, llevando a cabo estudios de resistencias de las distintas malas hierbas a los herbicidas actualmente registrados.

Loyant®, pieza clave en el manejo de resistencias de malas hierbas del arroz

Fruto de la reciente investigación de Corteva Agriscience, nace una nueva familia química, los arylpicolinatos, englobados dentro del grupo de las auxinas sintéticas. Los arylpicolinatos interrumpen la regulación del crecimiento de las plantas, adhiriéndose a receptores auxínicos específicos diferenciándose del resto de auxinas sintéticas tanto por su actividad herbicida como por su espectro de acción único (Clemente y col., 2020).

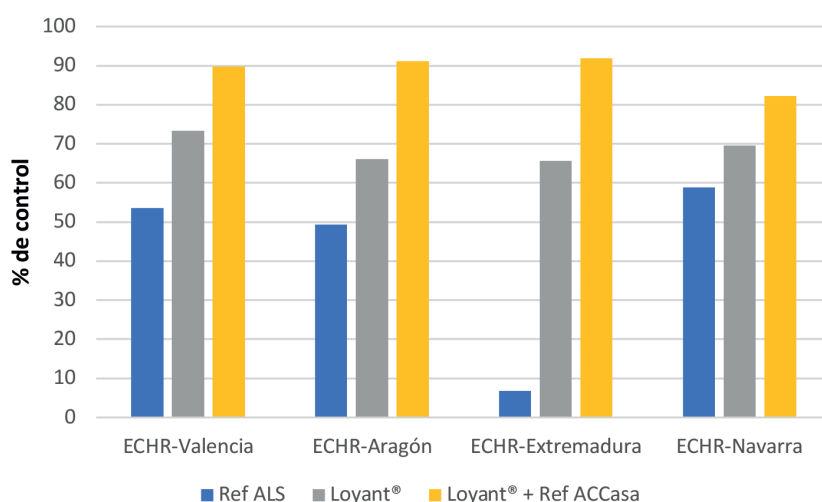


Figura 1. Eficacia de Loyant® (Rinskor™ active) en comparación con la referencia "ALS".

Uno de los dos primeros activos registrados pertenecientes a esta familia química es Rinskor™ active. Entre sus principales características, destacan su robusta eficacia independientemente de las condiciones climáticas, baja dosis de uso, selectividad para el cultivo del arroz y mostrar perfil ecotoxicológico favorable. Rinskor™ active es absorbido principalmente por las hojas y ligeramente por las raíces, translocándose a través del floema y xilema hasta los puntos de crecimiento de la planta. Esto causa una disrupción del crecimiento de la planta y su ruta metabólica, lo que causa una división celular y crecimiento desigual, ocasionando la muerte de las malas hierbas. Cuando se aplica en post-emergencia, Rinskor™ active es eficaz en el control en un amplio espectro de malas hierbas de hoja ancha, además de algunas ciperáceas y gramíneas, incluidas aquellas resistentes a otros modos de acción como son los inhibidores de la enzima acetolactasa sintetasa (ALS) e inhibidores de la enzima ACCasa. Rinskor™ active se comercializará solo bajo el nombre de Loyant® y, posteriormente, en mezcla con otros activos como penoxsulam o cyhalofop.

Resultados de estudios de resistencias y control de Loyant® en poblaciones con resistencia tipo TSR

En el proyecto que se presenta a

continuación, se recogieron semillas de las principales malas hierbas de arroz (*Echinochloa* spp., *Leptochloa* spp., *Cyperus difformis*, *Scirpus* spp. y *Alisma plantago-aquatica*) en las diferentes regiones arroceras en España durante los años 2017-2020. Las muestras fueron georreferenciadas y enviadas a CICYTEX para posteriores estudios.

Los resultados que se presentan en este trabajo están centrados en tres objetivos: 1) estudio de mutaciones en genes ALS y ACCasa implicadas en resistencias a herbicidas en poblaciones de malas hierbas de arroz en España, a través de los que se quiere proporcionar una visión de la situación de resistencias de las principales malas hierbas del arroz. 2) resultados de la eficacia de Loyant®, además de otros herbicidas pertenecientes a diferentes modos de acción, en poblaciones de *Echinochloa* spp. con resistencia tipo TSR, y 3) resultados de la eficacia de Loyant®, además de otros herbicidas pertenecientes a diferentes modos de acción, en poblaciones de *Cyperus difformis* con resistencia tipo TSR.

Estudio de mutaciones en genes ALS y ACCasa implicadas en resistencias a herbicidas en poblaciones de malas hierbas de arroz en España. Se analizaron un total de 245 poblaciones, incluyendo muestras de Portugal y Francia en el estudio. La metodología utilizada fue la detallada en Amaro, 2019. En la Tabla 1 se resumen mutaciones encontradas en ambos genes,

- 1 Control sin tratar
- 2 Bensulfuron-metil
- 3 Penoxsulam
- 4 Loyant
- 5 Loyant + Penoxsulam
- 6 Loyant + Cihalohop-butil

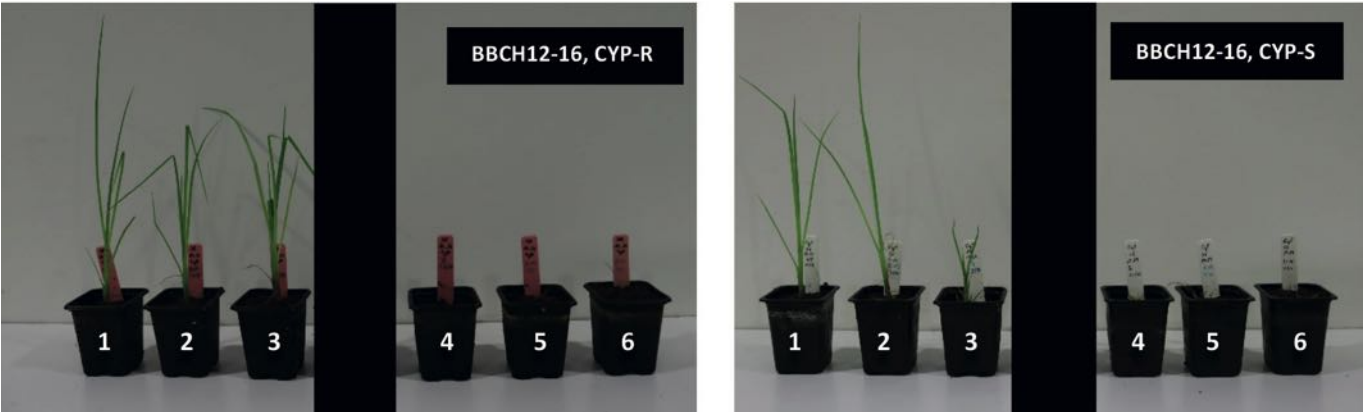


Figura 2. Comparativa de controles obtenidos de distintos herbicidas en *Cyperus difformis* sensible y resistente a ALS.

Tabla 1. Resultados de mutaciones localizadas en distintas especies de malas hierbas arroceras por zonas. * ECH: *Echinochloa* spp., LP: *Leptochloa* spp., CYP: *Cyperus difformis*, SC: *Scirpus* spp.; **VA: Valencia, NA: Navarra, AR: Aragón, FR: Francia, EXT: Extremadura; SE: Sevilla *** Se detallan los cambios de aminoácidos encontrados que ya han sido descritos previamente como responsables de resistencias a herbicidas (Heap, 2021).

ESPECIE *	REGIÓN **	GEN ALS ***									GEN ACCasa ***	
		A122T	A122N	P197L	P197S	P197H	P197T	P197A	W574L	W574C	I1781L	W2027C
ECH	VA (28)	2		3								
	NA (30)			20								
	AR (25)				2	1			1			
	FR (16)		2	1	1		1	1				
	EX (31)			5							2	3
LP	VA (14)									1		
	EX (33)	1							2		14	3
CYP	VA (10)								4			
	SE (19)								4			
	AR (14)								2			
	EX (5)						1		1			
SC	SE (2)								2			

clasificados por especies-regiones arroceras. Los resultados muestran una amplia variedad de mutaciones en ambos genes, muchas de ellas específicas de zonas. Las distintas mutaciones pueden dar lugar a distintos patrones de resistencia cruzada (Heap, 2021). Hay poblaciones donde se ha encontrado falta de eficacia a nivel de los ensayos de tratamiento en maceta y no presentan TSR, como por ejemplo en Sevilla y Portugal, en poblaciones de *Echinochloa* spp., o en Extremadura, en *Alisma* spp., con lo cual se está profundizando en el estudio de otros mecanismos de resistencias de

tipo NTSR, principalmente metabólica. Ya han sido confirmados varios casos donde el metabolismo está implicado en dicha resistencia (datos no mostrados).

Resultados de la eficacia de Loyant® (Rinskor™ active) para el control de poblaciones de *Echinochloa* spp. resistentes en arroz.

En las poblaciones anteriormente descritas se realizaron estudios de respuesta a herbicidas con diferentes modos de acción. La metodología utilizada fue la descrita en Amaro, 2019, tratando en un BBCH12-14. Loyant® se aplicó en estos ensayos a la dosis de registro de 1.2 L/ha, pro-

porcionando 30 g a.i. La referencia utilizada corresponde a un herbicida ALS a su dosis recomendada en el cultivo del arroz. A los 30 DDT se pesó la parte aérea de las plantas tratadas y los resultados se expresan como porcentaje de control con respecto al control sin tratar. En la Figura 1 se muestran los resultados para poblaciones de *Echinochloa* spp., procedentes de cuatro diferentes regiones arroceras en España, y donde en el ensayo mencionado anteriormente se había confirmado resistencia debida a mutación en el gen de la ALS. Loyant® proporcionó un control significativamente mayor

que la referencia en *Echinochloa* spp. resistente a ALS procedente de cualquiera de las cuatro zonas arroceras indicadas.

Resultados de la eficacia de Loyant® (Rinskor™ active) para el control de poblaciones de *Cyperus difformis* resistentes en arroz.

Siguiendo la metodología descrita en el apartado anterior, se realizó un ensayo con herbicidas de diferentes modos de acción entre los que se encuentra de nuevo Loyant®, para

control de *Cyperus difformis*. Los resultados muestran una población que presentó mutación en el gen de la ALS y otra sin mutación (Figura 2). En este ensayo los tratamientos se hicieron en el estadio de desarrollo de la planta: BBCH12-16.

Loyant®, de nuevo aplicado a la dosis de registro de 1.2 L/ha, resulta ser muy efectivo contra *Cyperus difformis* tanto en las poblaciones sensibles como en las resistentes analizadas.

Conclusiones

Loyant®, por tanto, se posiciona como una herramienta novedosa y necesaria para el manejo integrado de poblaciones de malas hierbas resistentes de arroz como *Echinochloa* spp. y *Cyperus difformis* resistentes a herbicidas inhibidores de la ALS, facilitando a técnicos y agricultores establecer estrategias de gestión sostenibles y eficaces que ayuden a prevenir y retrasar su aparición y desarrollo.

Bibliografía

- ! Amaro, I. (2019) Resistencia de malas hierbas a herbicidas en el cultivo del arroz y en cultivos leñosos: estudios de mecanismos de resistencia. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. <http://dehesa.unex.es/handle/10662/9998>
- Clemente, B., Pericas, R., González, I., Cardon, J.L., Pierron, S., Nevot, R., Dalla Valle, N. y Osuna, D. (2020) Arylpicolinatos, una nueva familia química que revoluciona los herbicidas.
- Heap, I. (2021) The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Tuesday, February 9, 2021 . Available www.weeds-science.org
- Osuna y col., (2020). Problemática de malas hierbas en el cultivo de arroz en Extremadura. Agricultura (Febrero 2020), 60-64.

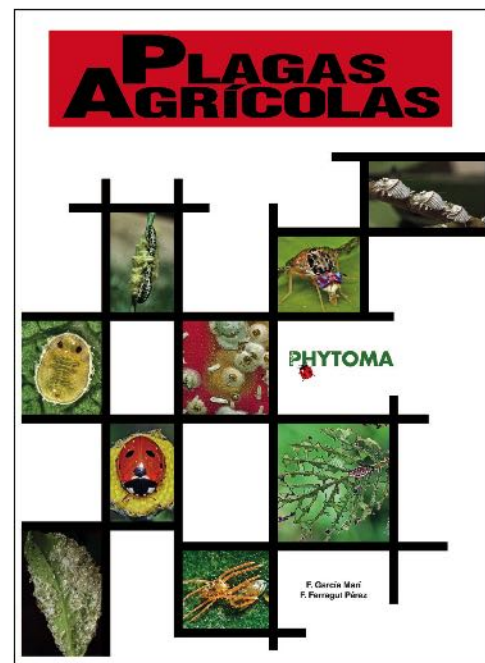
PLAGAS AGRÍCOLAS

En el Año Internacional de la Sanidad Vegetal, Phytoma-España lanza su obra más ambiciosa

¡Más de 500 páginas!
¡Cerca de 1.500 fotografías!

**Novedad
editorial**

Publicaciones PHYTOMA



59€
IVA
incluido