



Foto 1. Blanqueo de especie sensible a benzobiciclón.

## Avanza® (benzobiciclón): un nuevo herbicida para el control de las malas hierbas en arroz

**Marco Vignini y  
José María Rubio**

Gowan Española  
Fitosanitarios S.L.  
Valencia

**Manuel Martín  
Andrés**

Gowan Crop Protection  
Limited. Reading, Reino  
Unido

**Maria Dolores Osuna**

Centro de  
Investigaciones  
Científicas y  
Tecnológicas de  
Extremadura  
(CICYTEX), Guadajira  
(Badajoz)

Avanza® es el nuevo herbicida a base de benzobiciclón, un inhibidor de la enzima HPPD eficaz contra numerosas malas hierbas en el arroz, incluidas aquellas que se han vuelto resistentes a la mayoría de los herbicidas más comúnmente utilizados en los arrozales (inhibidores ALS y ACCasa). La eficacia de este herbicida fue evaluada en varios ensayos entre 2013 y 2020 con estudios realizados en invernadero y en campo en aplicaciones de pre-siembra, preemergencia y post-emergencia temprana. Las aplicaciones de campo realizadas en arrozales sumergidos mostraron un alto control de *Leptochloa* spp., *Heteranthera* spp. y *Cyperus difformis*, con actividad secundaria contra *Echinochloa* spp.

Palabras clave: HPPD, *Leptochloa fascicularis*, *Cyperus difformis*, preemergencia, resistencia a herbicidas

El éxito productivo de los cultivos de arroz depende sobre todo de un buen control de las malas hierbas. Debido a las características particulares del cultivo, el manejo de las malas hierbas del arroz presenta algunos problemas de difícil gestión por la escasa disponibilidad de herbicidas autorizados y el fácil desarrollo de poblaciones de malas hierbas resistentes a los herbicidas tradicionales. Por tanto, existe una gran necesidad de soluciones innovadoras que ofrezcan nuevos mecanismos de acción, garantizando selectividad y eficacia.

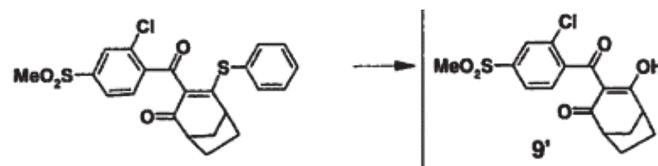
En este artículo hablaremos de la nueva molécula herbicida benzobiciclón, centrándonos en la creciente problemática de *Leptochloa* spp. en Extremadura y Portugal y en los buenos resultados de control obtenido en los últimos años con Avanza®, el cual, en diversas formulaciones y mezclas está registrado en Japón, Corea del Sur, Taiwán, Estados Unidos y Colombia. Actualmente, la sustancia activa se encuentra en proceso de autorización en Europa, donde será comercializado por el Grupo Gowan.

Benzobiciclón es una nueva materia activa herbicida descubierta por SDS Biotech y desarrollado en colaboración con el Grupo Gowan, que en los últimos años está finalizando la autorización europea, mediante una formulación que contiene 400 g/l de benzobiciclón, denominada Avanza®.

Benzobiciclón pertenece a la familia química de las acetofenonas de biciclooctano y tiene un excelente perfil toxicológico y ambiental (Komatsubara K., y col., 2009). Por su mecanismo de acción, inhibiendo la enzima 4-hidroxifenilpiruvato dioxygenasa (4-HPPD), está clasificado por el HRAC (Herbicide Resistance Action Committee) en el grupo F2, y en paralelo por la WSSA (Weed Science Society of America) en el grupo 27.

Benzobiciclón se activa a su forma hidrolizada en contacto con el agua (Figura 1).

La forma hidrolizada, activa como inhibidor de HPPD, se produce en presencia de agua. Para extraer todo el potencial herbicida de Avanza®, este debe aplicarse sobre suelo inundado a dosis de 0,75 l/ha, con un volumen de caldo comprendido entre 75 y



Benzobiciclón

Forma activo hidrolizado

Figura 1. Hidrólisis de benzobiciclón en el metabolito activo.

600 l/ha, adaptándose a diferentes modos de aplicación. A su vez, el régimen del agua en la parcela es clave en la activación, liberalización y persistencia del producto. Para obtener los mejores resultados, es importante mantener la parcela inundada con un nivel de 6-10 cm y sin movimiento de agua por un espacio de 6-7 días. Pasado este tiempo se puede reducir el nivel del agua para realizar otros tratamientos y Avanza® será activado nuevamente al volver a entrar en contacto con el agua.

Benzobiciclón, una vez activado, es absorbido a través de las raíces y tallos jóvenes. Los primeros síntomas son el blanqueo de los cotiledones (Foto 1) y de las hojas jóvenes tras unos días después del tratamiento. Al continuar la planta en contacto con Avanza®, el blanqueo se convierte en necrosis y, finalmente, la destrucción del individuo tratado.

Diversos estudios muestran que benzobiciclón, aplicado en preemergencia, permanece localizado en la primera capa del suelo.

Asimismo, el tipo de suelo tiene baja influencia en la capacidad herbicida. Estos estudios demuestran también que la persistencia se prolonga en el tiempo, más allá de diez semanas.

Avanza®, aplicado al arroz sembrado o trasplantado, muestra una selectividad perfecta del cultivo (incluso cuando se aplica en el momento de la siembra) tanto a la dosis estándar (300 g s.a./ha) como a la dosis doble (600 g s.a./ha), salvaguardando el potencial productivo (Sekino y col., 2008; Jae-Eun Song y col., 2011; Ok Jae Won y col., 2013). A su vez, en las experiencias realizadas en sustitución de cultivos o cultivos sucesivos no se manifestó ningún efecto negativo.

Tal modo de acción, sin precedentes para su uso en arroz, se asocia con un bloqueo de la síntesis de carotenoides mediante la inhibición de la enzima HPPD, que se manifiesta con blanqueamiento y clorosis de los tejidos vegetales debido a la falta de clorofila y el consiguiente déficit fotosintético (Komatsubara y col., 2009).

Avanza® representa una solución ideal en el manejo de las resistencias ya que también es eficaz contra las malas hierbas resistentes a los herbicidas tradicionalmente utilizados en el arroz (con un mecanismo de acción sobre las enzimas ALS y ACCase), según lo publicado por varios estudios (Komatsubara K y col., 2009).

Los estudios internacionales también han destacado la capacidad de benzobiciclón para controlar biotipos de ciperáceas resistentes a sulfonilureas (Sekino y col., 2008; Ok Jae Won y col., 2013; Scott y col., 2014).

Considerando el actual problema de *Leptochloa* spp. en Extremadura, el CICYTEX desde hace algunos años investiga las posibles resistencias surgida en esta mala hierba. El estudio empezó tomando muestras de semillas y de material vegetal de plantas de *Leptochloa* spp. presentes en una parcela con el objetivo de evaluar la posible resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS y/o ACCase debida a sitio de acción. Para ello se realizó la secuencia de los genes ALS y ACCase en las instalaciones de CICYTEX-Finca La Orden, siguiendo la metodología descrita en Amaro (2019). Para el gen de la ACCase se encontró un cambio Ile1781Leu. En el caso del gen de la ALS se encontró un cambio Trp574Leu. Ambas mutaciones han sido descritas previamente como causantes de resistencia a

dichas familias de herbicidas (Heap, 2021). En concreto, en Extremadura la mutación Ile1781Leu en el gen ACCasa está ampliamente distribuida por distintas zonas arroceras (Osuna, comunicación personal). Estos estudios, a su vez, demostraron que el uso de Avanza® no solo era capaz del control de *Leptochloa* spp. presente en los campos de Extremadura, sino que también era una herramienta eficaz contra las resistencias aparecidas a los modos de acción ALS y ACCasa.

Como se puede observar en la gráfica, Avanza®, aplicado en época A y B, tiene una eficacia completa contra *Leptochloa* sp. En la aplicación en época D, a causa de la nacencia de malas hierbas previa al tratamiento, se observa un control inicial parcial, que alcanza la totalidad en las últimas evaluaciones debido a la óptima persistencia del producto.

La referencia de herbicida inhibidor de ACCasa presenta una eficacia insuficiente porque se detectó resistencia en la población de *Leptochloa* presente en las parcelas objeto de la experimentación.

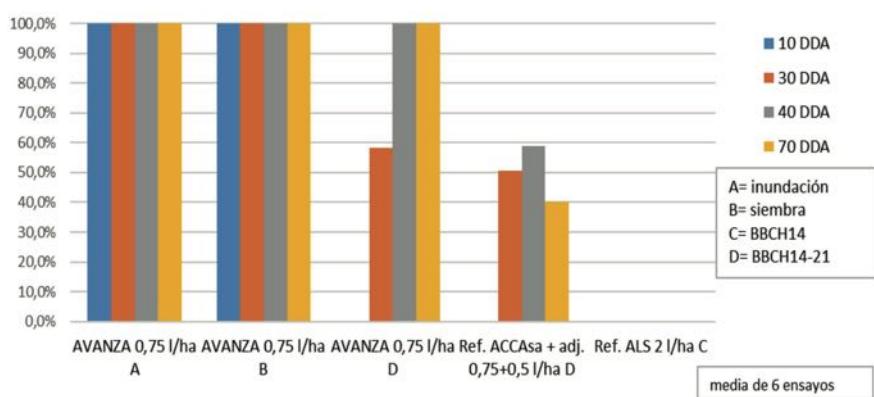


Figura 2. Control de *Leptochloa* sp. entre 2019 y 2020.

Además, se confirma la total ausencia de sensibilidad de *Leptochloa* al tratamiento con herbicida inhibidor de la ALS.

### Conclusiones

Considerando la complejidad del manejo de las malas hierbas en el cultivo del arroz, la escasa disponibilidad de herbicidas autorizados y los resultados de los ensayos con

benzobiciclon en comparación con varias referencias, se puede afirmar que Avanza® se presenta como una nueva herramienta para los productores de arroz, siendo eficaz en el control de los géneros *Heteranthera* spp., *Leptochloa* spp. y de la familia Ciperáceas, incluidos los biotipos resistentes a herbicidas inhibidores de la ALS y/o ACCasa.

### 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>
- B.M. Davis, R.C. Scott., C.A. Sandoski, L.T. Barber, and J.K. Norsworthy, 2013. *Weed Control Demonstration of Five Rates of Benzobicyclon Applied at Two Maintained Flood Depths to Rice Weeds*, University of Arkansas, AAES Research Series 617.
- Benjamin M. McKnight, Eric P. Webster, Eric A. Bergeron, Samer Y. Rustom, Jr., 2015. *The potential for benzobicyclon for control of Common rice weeds*, Brazilian congress of irrigated rice (IX CBAI), 2015.
- Heap, I. (2021) The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Tuesday, February 9, 2021. Available [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)
- Jae-Eun Song, Mae-Sol Park, Jong-Hee Jeong, Eun-Hee Park and Chang-Kuk Jeong, 2011. *Herbicidal Efficacy Affected by Different Formulation of Benzobicyclon-Mixtures Herbicides in Paddy Rice Field*, Korean Society of Weed Science 201, 31(4):384~393
- Komatsubara K., Sekino K., Yamada Y., Koyanagi H., Nakahara S., 2009. *Discovery and development of a new herbicide, benzobicyclon*, Journal of Pesticide Science 34(2), 113–114.
- Ok Jae Won, Jong Hee Jeong, Jae Eun Song, Su Hyuk Park, Ki Seon Hwang, Sung Min Han, Jong Yeong Pyon 2013. *Effects of formulation types and application timing of benzobicyclon-mixture on weed control and phytotoxicity of rice*, CNU Journal of Agricultural Science CNU Journal of Agricultural Science Vol. 40, No. 4, pp. 311-316, December 2013
- Riar, D.S., J.K. Norsworthy, M.T. Bararpour, M.J. Wilson, R.C. Scott, and V. Srivastava. 2012. *Acetolactate synthase-inhibiting herbicide resistance in two barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) biotypes of Arkansas*, In: R.J. Norman, J.-F. Meullenet, and K.A.K. Moldenhauer (eds.). B.R. Wells Rice Research Studies 2012. University of Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series 600:181-186. Fayetteville.
- Robert Scott, Jason Norsworthy, Muthukumar Bagavathiannan, 2014. *Identification and Control of Problematic Sedges in Arkansas Rice*, Research Associate University of Arkansas Division of Agriculture
- Sekino K., Koyanagi H., Ikuta E., Yamada Y., 2008. *Herbicidal activity of a new paddy bleaching herbicide, benzobicyclon*, Journal of Pesticide Science 33(4), 364–370