

# Movilidad en campo del herbicida bispyribac-sodio sobre distintos sistemas de laboreo en el cultivo del arroz

## Field mobility of bispyribac-sodium herbicide under different rice crop management systems

Damián Fernández-Rodríguez<sup>1,\*</sup>, David Peña<sup>2</sup>, Jose Manuel Rato-Nunes<sup>3</sup>, Carmen Martín<sup>2</sup>, Jaime Sánchez<sup>1</sup>, Luis Vicente<sup>1</sup>, Ángel Albarrán<sup>1</sup>, David Fanguero<sup>4</sup> & Antonio López-Piñeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Área de Producción Vegetal, Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura, Ctra. de Cáceres, 06071 – Badajoz, Spain

<sup>2</sup> Área de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Avda de Elvas s/n, 06071 – Badajoz, Spain

<sup>3</sup> Valoriza – Centro de Investigação para a Valorização de Recursos Endógenos, Instituto Politécnico de Portalegre, Edifício BioBIP, Campus Politécnico, 7300-555 Portalegre, Portugal

<sup>4</sup> LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

(\*E-mail: dfernandez@unex.es)

<https://doi.org/10.19084/rca.28534>

### RESUMEN

El arroz aeróbico se ha propuesto como una práctica de gestión eficiente para ahorrar agua y mejorar la sostenibilidad del arroz como cultivo. Sin embargo, esta técnica influye significativamente en las propiedades del suelo y, por lo tanto, pueden modificar el comportamiento de los pesticidas. El Bispyribac-sodium (BYS) es un herbicida post-emergente que se usa con frecuencia en los agroecosistemas del arroz, pero que se considera muy tóxico para los organismos acuáticos y peligroso para el medio ambiente. Este trabajo persigue evaluar los efectos de la transición del sistema de riego por inundación al riego por aspersión en persistencia y movilidad en campo del BYB. Además, otra variable que se evaluó fue la aplicación de enmiendas orgánicas. La enmienda usada fue compost de alperujo subproducto agroindustrial (alperujo) del procesado de aceitunas (almazara). Para este propósito se realizaron experimentos de campo, implicando a seis tratamientos: Sin laboreo y riego por aspersión (SD) y el equivalente con aplicación de alperujo (SDC). Laboreo convencional y riego por aspersión (LC) y el equivalente con aplicación del alperujo (LCC) y laboreo convencional con inundación (LCI) y con incorporación de alperujo (LCIC). Las técnicas tradicionales en el cultivo del arroz (Laboreo convencional + inundación) benefician la movilidad en campo del herbicida BYB suponiendo un inconveniente para las aguas subterráneas frente a los suelos irrigados por aspersión. Además, el uso de alperujo podría considerarse como una estrategia para reducir contaminación de las aguas por BYB e incrementar su persistencia en las capas más superficiales del suelo, especialmente en sistemas de arroz aeróbico.

**Palabras clave:** Bispyribac-sodium, arroz, alperujo, agricultura de conservación, aspersión.

### ABSTRACT

Aerobic rice has been proposed as an efficient management practice to save water and improve rice crop sustainability. However, this technique significantly influences the soil properties and, therefore, can modify the pesticides behavior. Bispyribac-sodium (BYS) is a post-emergence herbicide frequently used in rice agroecosystems but is considered highly toxic to aquatic organisms and dangerous to the environment. This work aims to evaluate the transition from flood irrigation to sprinkler irrigation effects on the persistence and field mobility of BYB. In addition, another variable evaluated was the application of organic amendments. The amendment used was olive pomace compost, an agro-industrial by-product (alperujo) of olive oil processing (almazara). For this purpose, field experiments were carried out, involving six different treatments: Without tillage and sprinkler irrigation (SD) and the equivalent with compost application (SDC). Conventional tillage and sprinkler irrigation (LC) and the equivalent with compost application (LCC) and conventional tillage with flooding (LCI) and with the compost incorporation (LCIC). Traditional techniques in rice cultivation (conventional tillage + flooding) benefit the mobility of the BYB herbicide in the field, assuming a disadvantage for groundwater quality when compared to soils irrigated by sprinklers. In addition, compost application could be considered a strategy to reduce water contamination by BYB and increase its persistence in the most superficial soil layers, especially in aerobic rice systems.

**Keywords:** Bispyribac-sodium, rice, alperujo, conservation agriculture, spraying.

## INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) se cultiva tradicionalmente mediante prácticas agrícolas convencionales e irrigado por inundación, lo que implica un alto consumo de agua, grandes emisiones de metano y elevadas necesidades en mano de obra. Además, el cultivo de arroz realizado en condiciones de inundación se señala como una actividad de alto potencial contaminante debido a la proximidad habitual de los campos a las masas de aguas superficiales. La producción de arroz en condiciones de inundación se ve amenazado por la progresiva disminución de la disponibilidad de agua, especialmente en el Mediterráneo, países como Italia y España, los dos países que representan la mayor parte de la producción de arroz de Europa. Desde la producción de arroz sin inundación (aeróbico) las condiciones requieren menos agua que la labranza convencional con inundación (anaeróbicas), se ha considerado como una gestión potencial la práctica para el cultivo sostenible del arroz (Singh *et al.*, 2018).

En la actualidad, la contaminación de suelos y aguas por fitosanitarios constituye un problema de enorme importancia. En España y otros países de ambiente mediterráneo la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por plaguicidas en general, se ha convertido en un serio problema y ha dado lugar a que las autoridades prohíban o restrinjan la aplicación de materias activas ampliamente usadas (Sánchez-Llerena *et al.*, 2016).

El uso de residuos orgánicos como enmiendas puede dar lugar a un incremento en la adsorción de plaguicidas reduciendo, en algunos casos, el riesgo de lixiviación (López-Piñeiro *et al.*, 2016). En otros casos se ha observado el efecto contrario, es decir una mayor movilidad, lo cual se ha atribuido a procesos en los que la materia orgánica soluble de las enmiendas está implicada, como interacciones en solución o adsorción competitiva (Cox *et al.*, 2007).

A pesar de que el cultivo de arroz aeróbico es una alternativa atractiva al arroz de tierras bajas en áreas donde el agua es el factor limitante, una desventaja de este sistema de manejo es la mayor cantidad de malas hierbas. No obstante, la disponibilidad de nuevos herbicidas para el control de malezas ha hecho que este cambio sea técnicamente

viable. El bispyribac-sodio (BYS), es un herbicida ampliamente usado debido a su eficacia en el control de malezas anuales de hoja ancha y gramíneas. Además, aunque el BYS generalmente se aplica a dosis bajas, para controlar las malezas en etapas más avanzadas de desarrollo del cultivo, se necesitan dosis crecientes, hecho que se atribuye a un abuso en la utilización de concentraciones más elevadas en cada aplicación, lo que lleva a un mayor riesgo de contaminación de los suelos y los recursos hídricos por pesticidas. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar el efecto que los diferentes sistemas de manejo (Siembra Directa vs Laboreo Convencional, Aspersión vs Inundación, Enmendado vs no enmendado) ejerce en la movilidad del herbicida BYS en condiciones reales de cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento de campo en las Vegas Bajas del Guadiana, zona de gran interés en el cultivo del arroz en Extremadura. El clima es mediterráneo con una precipitación media anual de 480 mm y veranos muy calurosos y secos. El ensayo se dividió 18 subparcelas de 180 m<sup>2</sup> (18 x 10 m) cada una. Que fueron sometidas a seis regímenes de manejo: (SD) aplicando técnicas de siembra directa con riego por aspersión, (SDC) siembra directa con aplicación de alperujo compostado con riego por aspersión, (LC) labranza convencional con riego por aspersión, (LCC) labranza convencional con aplicación de alperujo con riego por aspersión, (LCI) labranza convencional con riego por inundación permanente y (LCIC) labranza convencional con aplicación de alperujo y con riego por inundación. Para todos los tratamientos se realizaron tres réplicas. La enmienda se aplicó a 80 Mg ha<sup>-1</sup>, incorporándolo al suelo con un rotavator. El herbicida se aplicó mediante fumigadora a la dosis de campo recomendada 0.5 kg ha<sup>-1</sup> del producto comercial Nominee. Las muestras se tomaron mediante barrena de media caña, en inox, con a 1m de profundidad. Se determinaron las concentraciones del herbicida a través de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) Waters 600E, utilizando un cromatógrafo acoplado a un detector de matriz de diodos (modelo Waters 966). La fase móvil fue 55:45 Acetonitrilo/agua con 0.1% Ac. Fosfórico, a  $\lambda$  de 248nm y un tiempo de retención de 2.23min. Se

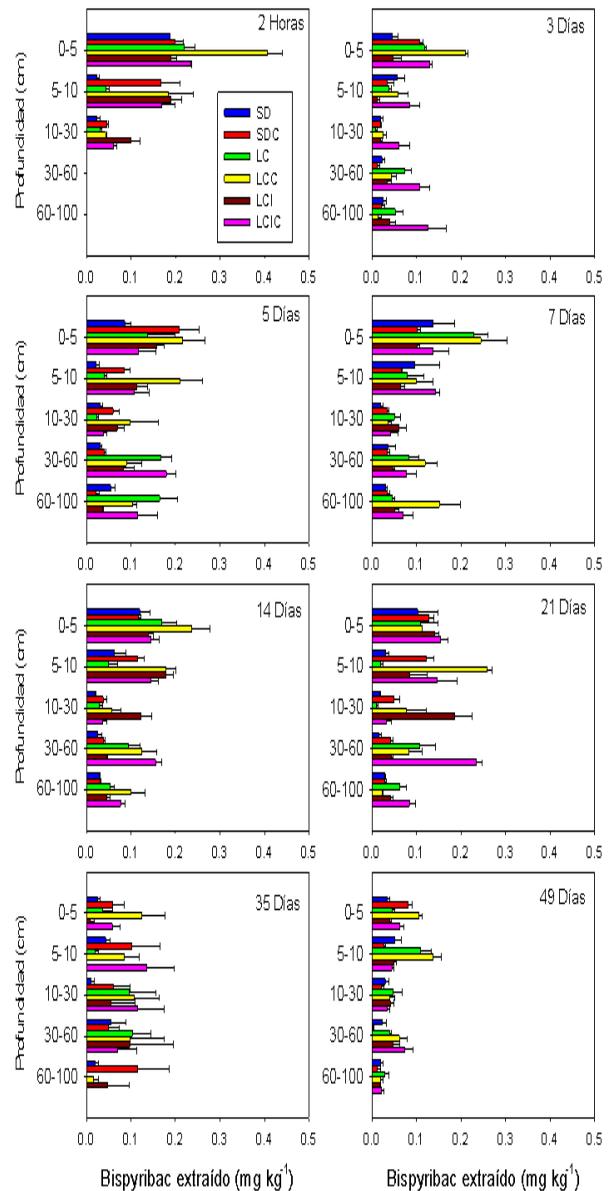
extrajeron periódicamente replicados de cada tratamiento (a las 2 horas, 3 días y 5 días después de la aplicación del herbicida, y luego a intervalos de 7 días durante 49 días) para medir la concentración de herbicida en campo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran los efectos de los diferentes sistemas de manejos en la cantidad de herbicida extraído a las diferentes profundidades a lo largo de todo el experimento. En primer lugar destacar la elevada movilidad que presenta el BYS pues transcurridos tan sólo 2 horas de su aplicación ya se detecta en todos los tratamientos a partir de los 10 cm. Esto podría estar ocasionado por la débil capacidad de adsorción que presentan los suelos del estudio por el BYS. Los valores de capacidad de adsorción estuvieron comprendidos entre 0.675 y 1.53 para LC y LCI, respectivamente (Datos no mostrados). Transcurridos 3 días desde la aplicación del herbicida está presente en todo el perfil del suelo muestreado (hasta la profundidad de 1 m), sin embargo, se observan diferencias destacables entre los diferentes tratamientos. Así, mientras en los tratamientos regados por aspersión, la cantidad de herbicida extraída de la capa más profunda (60-100 cm) representa alrededor del 10% de total extraído, en el caso de los tratamientos inundados esta cantidad representa más de un 25%, poniendo de manifiesto como el tipo de riego afecta al movimiento del herbicida a lo largo del perfil del suelo.

Si comparamos estos resultados con otros estudios, López-Piñeiro *et al.* (2016), demuestra la menor lixiviación del BYS en suelos enmendados con compost de alperujo, aunque mediante el uso de columnas alteradas de suelo, en condiciones de laboratorio.

Transcurridos 14 días desde la aplicación del herbicida, se observan diferencias entre los tratamientos regados por aspersión a partir de los 30 cm de profundidad. Si bien en el caso de los tratamientos SD y SDC, la cantidad de herbicida extraído a partir de esa profundidad sólo representa un 20% del total extraído, en los tratamientos LC y LCC representa un 35%, indicando como las técnicas de agricultura de conservación reducen la movilidad del herbicida a través del perfil del suelo.



**Figura 1 -** Concentración de BYS en los diferentes manejos y a diferentes profundidades.

Transcurridos 59 días desde la aplicación del herbicida, se observa como la aplicación de compost retiene más herbicida en la capa superior del suelo (0-10 cm), especialmente bajo los sistemas regados por aspersión. Así, la cantidad de herbicida extraída a la profundidad de 0-10 cm es superior en SDC y LCC 1.40 veces, y 1.16 veces con respecto a SD y LC, respectivamente. Sin embargo, en los tratamientos inundados no hay cambios significativos.

## CONCLUSIONES

Las técnicas tradicionales en el cultivo del arroz (Laboreo convencional + inundación) benefician la movilidad en campo del herbicida BYS suponiendo un inconveniente para las aguas subterráneas frente a los suelos irrigados por aspersión. Además, en aquellos tratamientos que recibieron la aplicación de materia orgánica compostada presentan una mayor concentración de herbicida en las capas superficiales del suelo (0-10 cm), donde además, es necesario que este presente para que el herbicida mantenga su efecto, especialmente en suelos regados por aspersión.

## AGRADECIMIENTOS

Support for this work was provided by Grant GR21038 and IB16075 funded by the Extremadura Regional Government, Grant RTI2018-095461-B-I00

funded by MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 and by “ERDF A way of making Europe”, Grant the Spanish Ministry of Economics and Competitiveness (AGL2013-48446-C3-2-R). Soraya Gómez, Carmen Martín, and Jaime Sánchez Terrón are the recipients of a grant awarded by the Consejería of Economía, Comercio e Innovación of the Extremadura Regional Government co-financing ESF A way of making Europe (PD16021; PD18026; PD18025). Damian Fernández is recipient of a grant-in-aid to promote research support personnel hiring, awarded by the SEXPE of the Extremadura Regional Government, with co-financing from the ESF Investing in your future (TE-0042-18).

This work was supported by national funds through the Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. (Portuguese Foundation for Science and Technology) by the project UIDB/05064/2020 (VALORIZA – Research Centre for Endogenous Resource Valorization).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cox, L.; Velarde, P.; Hermosín M.C. & Cornejo, J.P. (2007) - Dissolved organic carbon interactions as affecting sorption and leaching behaviour of diuron in organic amended soils. *European Journal of Soil Science*, vol. 58, n. 3, p. 714-721. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2006.00856.x>
- López-Piñeiro, A.; Sánchez-Llerena, J.; Peña, D.; Albarrán, Á. & Ramírez, M. (2016) - Transition from flooding to sprinkler irrigation in Mediterranean rice growing ecosystems: effect on behaviour of bispyribac sodium. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 223, p. 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.003>
- Sánchez-Llerena, J.; López-Piñeiro, A.; Albarrán, Á.; Peña, D.; Becerra, D. & Rato-Nunes, J.M. (2016) - Short and long-term effects of different irrigation and tillage systems on soil properties and rice productivity under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, vol. 77, p. 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.04.005>
- Singh, A.K.; Arora, S.; Singh, Y.P.; Verma, C.L.; Bhardwaj, A.K. & Sharma, N. (2018) - Water use in rice crop through different methods of irrigation in a sodic soil. *Paddy and Water Environment*, vol. 16, n. 3, p. 587-593. <https://doi.org/10.1007/s10333-018-0650-2>