

## **Efecto de la aplicación de una enmienda orgánica sobre la eficacia de herbicidas y la producción en el cultivo del arroz**

SANTÍN-MONTANYÁ MI<sup>1</sup>, CONTRERAS JM<sup>2</sup>, JIMÉNEZ-RUIZ J<sup>3</sup>, PATIÑO-ROPERO MJ<sup>3</sup>, SEVILLA-MORÁN B<sup>3</sup>, SANDÍN-ESPAÑA P<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dpto de Medio Ambiente y Agronomía, INIA, Madrid, España.

[isantin@inia.es](mailto:isantin@inia.es)

<sup>2</sup> Agricultural Research Station Utrera, BASF ESPAÑOLA S.L., Utrera, España.

[juan-manuel.contreras@basf.com](mailto:juan-manuel.contreras@basf.com)

<sup>3</sup> Unidad de Productos Fitosanitarios, INIA, Madrid, España.

[jruiz.jesus@inia.es](mailto:jruiz.jesus@inia.es), [mjose.patino@inia.es](mailto:mjose.patino@inia.es), [bsmoran@inia.es](mailto:bsmoran@inia.es), [sandin@inia.es](mailto:sandin@inia.es)

**Resumen:** En este trabajo se ha estudiado el efecto de la aplicación de una enmienda orgánica comercial (compost de alperujo) en la eficacia de dos herbicidas empleados en el cultivo del arroz, y en la calidad final del grano en condiciones de campo. Para realizar este estudio comparativo se instaló un ensayo de campo en Utrera, Sevilla y se seleccionaron dos herbicidas de pre- y post-emergencia, pendimetalina y profloroxim, en presencia y ausencia de la enmienda. Las determinaciones fueron la cuantificación de los tallos y la determinación del peso fresco y seco de las malas hierbas presentes y del cultivo. Al final del ensayo, se tomó humedad y rendimiento de cosecha. En determinados momentos del ciclo del cultivo, los resultados obtenidos mostraron que las parcelas abonadas con compost presentaron mayor control de malas hierbas que las parcelas con abonado convencional. Asimismo, el tratamiento combinado de herbicidas (pre- y post-emergencia) fue más eficaz que la aplicación por separado para controlar las malas hierbas del arroz. El efecto de la enmienda y los tratamientos herbicidas no mostraron diferencias significativas en los parámetros medidos durante la formación del fruto y al final de la cosecha.

**Palabras clave:** Compost de alperujo, control herbicida, *Echinochloa* spp., *Leptochloa* spp., rendimiento

### **1. Introducción**

En España, la mayor superficie cultivada de arroz se encuentra en Andalucía, con aproximadamente 38.000 ha, en zonas cercanas a humedales naturales, en las cuales el manejo agronómico se realiza acorde a las normas de producción integrada. Actualmente, la intensificación agrícola realizada en el cultivo del arroz, demanda la utilización de métodos respetuosos con el medio que permitan, a su vez, obtener productos de calidad.

El empleo de enmiendas orgánicas se ha descrito como una opción interesante en agricultura para mejorar la fertilidad del suelo, entre otros beneficios potenciales como el secuestro de carbono o el aumento de la biodiversidad del suelo.

Algunos estudios indican que el uso de compost, como enmienda orgánica en un suelo agrícola, puede mejorar parámetros tanto de la planta como del suelo. Martínez-Blanco *et al.* (2013) reportaron una mayor producción con la inclusión del compost y Diacono y Montemurro (2010) mostraron que la adición de compost aumentó el contenido de materia orgánica, mejorando así la estructura del suelo.

Sin embargo, la biodisponibilidad y eficacia de los herbicidas puede verse reducida por la adición de enmiendas orgánicas al suelo (Sopeña *et al.*, 2012). En este contexto, la información respecto al efecto de la aplicación del compost en la supresión de malas hierbas es escasa, así como su efecto sobre la producción en este cultivo.

El propósito de este estudio fue estudiar, en condiciones de campo, el efecto de la aplicación de una enmienda orgánica, compost de alperujo, sobre la eficacia de herbicidas empleados en el arroz, así como en su rendimiento al final de la cosecha.

## 2. Material y Métodos

En un ensayo de campo en la finca El Coronil, perteneciente a la empresa BASF (Utrera, Sevilla), se llevó a cabo un estudio comparativo de la eficacia de dos herbicidas seleccionados en presencia y ausencia de una enmienda orgánica en cultivo de arroz, variedad Puntal sembrada a 120 Kg ha<sup>-1</sup>. Se utilizaron las formulaciones comerciales de un herbicida de pre-emergencia Stomp Aqua (455 g pendimetalina l<sup>-1</sup>), un herbicida de post-emergencia Aura (200 g profoxidim l<sup>-1</sup>), aplicado siempre con Dash (0,75 l ha<sup>-1</sup>), y la combinación de ambos herbicidas comparando con un testigo sin tratamiento herbicida (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos aplicados en el ensayo de campo.

Compost	Abono tradicional
1. Testigo (NO herbicida)	1. Testigo (NO herbicida)
2. Stomp Aqua (2,5 l ha <sup>-1</sup> )	2. Stomp Aqua (2,5 l ha <sup>-1</sup> )
3. Aura (0,75 l ha <sup>-1</sup> ) + Dash (0,75 l ha <sup>-1</sup> )	3. Aura (0,75 l ha <sup>-1</sup> ) + Dash (0,75 l ha <sup>-1</sup> )
4. Stomp Aqua + Aura + Dash (0,75 l ha <sup>-1</sup> )	4. Stomp Aqua + Aura + Dash (0,75 l ha <sup>-1</sup> )

La enmienda orgánica consistió en un compost comercial de alperujo que se distribuyó como abono de fondo (7000 kg ha<sup>-1</sup>). En las parcelas sin compost se realizó la fertilización tradicional de fondo con un abono mineral (14-10-16) (103 kg ha<sup>-1</sup>), y en cobertera a 185 kg ha<sup>-1</sup>. Tanto el bloque de abono tradicional como el de compost recibieron 185 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante nitrogenado nítrico amoniacal soluble con un 34,5% de riqueza de nitrógeno.

El diseño experimental consistió en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La superficie total del ensayo de campo fue de 1925 m<sup>2</sup>, con un total de 32 parcelas (7,5 m x 6 m), 16 con compost y 16 sin compost.

La estimación de la eficacia de los tratamientos herbicidas se realizó mediante 5 evaluaciones visuales (V1-V5), en distintos momentos fenológicos del cultivo de arroz, desde su emergencia (BBCH 12-21) hasta la floración (BBCH 89), y se determinó el porcentaje de control de las malas hierbas objetivo en cada tratamiento empleado,

*Echinochloa* spp. y/o *Leptochloa* spp., respecto a la parcela control no tratada (Tabla 2). Cada evaluación visual se analizó mediante la transformación del porcentaje de control ( $Asin(\sqrt{Y/100})$ ).

Tabla 2. Estadios fenológicos del arroz según la escala extendida (BBCH) para la evaluación visual del control de las malas hierbas objetivo, *Echinochloa* spp. y/o *Leptochloa* spp.

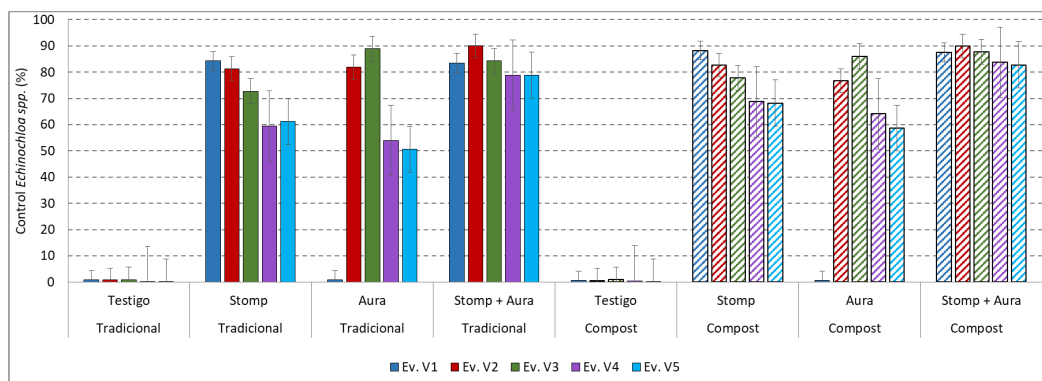
Evaluación visual	Días desde la aplicación Pre-emergencia	Días desde la aplicación Post-emergencia	Control <i>Echinochloa</i> spp.	Control <i>Leptochloa</i> spp.
V1	19	0	BBCH 12-21	--
V2	28	9	BBCH 13-23	--
V3	48	29	BBCH 29-61	BBCH 30-65
V4	83	64	BBCH 71-85	BBCH 71-89
V5	139	120	BBCH 89	BBCH 89

En el momento de formación del fruto del arroz (BBCH 71, lechoso medio) se recogió la vegetación existente (cultivo y malas hierbas) en 2 muestras de 0,25 m<sup>2</sup> localizadas al azar en un rectángulo definido en cada parcela, tomando un total de 64 muestras. En ambas muestras se realizó la cuantificación de tallos del arroz y de malas hierbas, y la determinación del peso fresco del arroz y malas hierbas en cada unidad muestral. Finalmente, todas las muestras se secaron a 80 °C durante 3 días para obtener el peso seco de cultivo y malas hierbas por unidad muestral. El análisis estadístico se realizó con un análisis de la varianza (PROC GLM) considerando el tipo de abono y el tratamiento efectos fijos. La comparación múltiple de medias se realizó con el test *post hoc* “Least Square Means Differences”, con ajuste de Tukey. Para homogeneizar varianzas, los parámetros medidos en arroz y malas hierbas (Y), se transformaron con la variable ( $LOG(Y+1)$ ). Los test estadísticos se realizaron con el paquete informático STATGRAPHICS®.

### 3. Resultados y Discusión

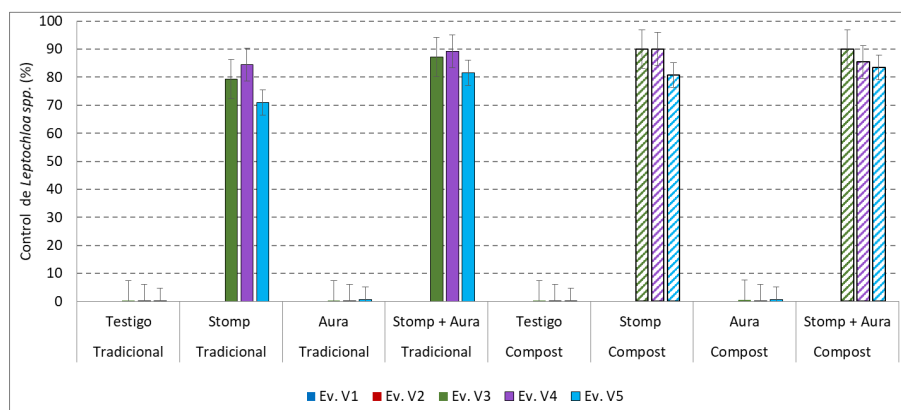
Los resultados obtenidos mediante las evaluaciones visuales, realizadas a lo largo del ciclo del cultivo, mostraron que las parcelas donde se aplicó la enmienda de compost, tenían mejor control de *Echinochloa* que las abonadas de forma tradicional, aunque las diferencias no fueron significativas (Figura 1).

Los herbicidas empleados influyeron en el control de *Echinochloa*, tanto los tratamientos individuales de pre- y post-emergencia, Stomp Aqua y Aura, como el tratamiento combinado de Stomp Aqua+Aura, controlaron la especie a lo largo del ciclo del arroz. La reducción del control en las últimas evaluaciones, con el tratamiento de post-emergencia de Aura, se debió a emergencias tardías de la especie. La combinación de pre- y post-emergencia, en las parcelas con compost, consiguió los mejores resultados respecto al control de *Echinochloa*.



**Figura 1.** Control de *Echinochloa* spp., según el tipo de abonado y el tratamiento herbicida realizado, a lo largo del ciclo del cultivo (evaluaciones visuales (Ev. V1-5)).

La Figura 2 muestra los resultados del control de *Leptochloa*, en las evaluaciones visuales 3, 4 y 5, porque dicha especie emergió más tarde que la *Echinochloa*, tanto en las parcelas con abonado tradicional como en las del compost.



**Figura 2.** Control de *Leptochloa* spp., según el tipo de abonado y el tratamiento herbicida realizado, a lo largo del ciclo del cultivo (evaluaciones visuales (Ev. V1-5)).

El tratamiento en pre-emergencia, con Stomp Aqua, tuvo una elevada eficacia para controlar *Leptochloa*, tanto en parcelas con abonado tradicional como con compost. Al final del ciclo de cultivo, se observaron valores de control de la especie superiores en las parcelas con compost que con abonado tradicional. El tratamiento de post-emergencia, con Aura, no tuvo eficacia contra la *Leptochloa*, porque su germinación fue más tardía. La combinación Stomp Aqua+Aura obtuvo resultados similares en las parcelas con compost y abonado tradicional. La combinación de Aura con el herbicida de pre-emergencia, aumentó el control de la especie en las parcelas con abonado tradicional.

El análisis estadístico de los parámetros medidos en el muestreo del arroz y las malas hierbas, en el momento de formación de fruto (BBCH 71) se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Efecto del tipo de abonado y de los tratamientos herbicidas sobre el peso fresco, peso seco y n° de tallos del arroz y las malas hierbas.

	Arroz			Malas hierbas		
	Peso Fresco (g/m <sup>2</sup> )	Peso Seco (g/m <sup>2</sup> )	N° Tallos/m <sup>2</sup>	Peso Fresco (g/m <sup>2</sup> )	Peso Seco (g/m <sup>2</sup> )	N° Tallos/m <sup>2</sup>
Tipo de Abono (A)	0,0036**	0,0085**	0,0001***	0,0416*	0,0296*	0,0395*
Tradicional	4,665 a	3,820 a	3,086 a	5,005 b	3,875 b	3,121 b
Compost	4,892 b	4,021 b	3,381 b	4,188 a	3,201 a	2,655 a
Ttos. Herb. (T)	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0438*
Testigo	0,000 a	0,000 a	0,000 a	7,200 d	5,766 d	4,395 c
Stomp	6,351 c	5,240 c	4,305 bc	4,281 b	3,145 b	2,433 b
Aura	6,031 b	4,876 b	4,113 b	5,706 c	4,354 c	4,134 c
Stomp+Aura	6,732 d	5,565 d	4,517 c	1,199 a	0,887 a	0,589 a
A x T	0,0321*	0,0771	0,0364*	0,3987	0,4654	0,2370

En cada factor, medias seguidas de diferentes letras indican diferencias significativas a 0,05\*, 0,001\*\* y 0,0001\*\*\* (p-valor) según Test de Tukey.

El efecto del tipo de abonado y los tratamientos herbicidas fueron significativos en todos los parámetros medidos. Además, el peso fresco y el número de tallos del arroz mostraron diferencias significativas en la interacción del abono con el tratamiento herbicida.

La aplicación de compost incrementó significativamente el peso fresco y seco y el número de tallos del cultivo respecto al abonado tradicional. Los tratamientos herbicidas de pre- y post-emergencia aplicados individualmente y la combinación de ambos incrementaron significativamente los parámetros medidos. El cultivo en las parcelas con compost, y tratadas con los herbicidas Stomp Aqua y Aura individualmente, presentaban mayor peso fresco y mayor número de tallos que en las parcelas abonadas de forma tradicional.

Con respecto a las malas hierbas, el tipo de abonado y los tratamientos herbicidas influyeron significativamente en los parámetros medidos. La aplicación del compost en las parcelas redujo significativamente los parámetros medidos en las malas hierbas con respecto al abonado tradicional. También se observó que el peso fresco, peso seco y n° de tallos de malas hierbas disminuyeron con todos los tratamientos herbicidas empleados, con respecto al testigo. El tratamiento combinado de Stomp Aqua + Aura fue el más eficaz para controlar el desarrollo de las malas hierbas, seguido por Stomp Aqua y Aura.

Por último, en el momento de la cosecha, se tomaron los datos de rendimiento del cultivo y sus componentes (n° panículas/m<sup>2</sup>, n° granos/panícula y rendimiento de grano). Los efectos del tipo de enmienda y los tratamientos herbicidas aplicados no fueron significativos en ningún caso para los parámetros medidos al final de la cosecha. Los resultados muestran que las parcelas abonadas con compost tenían mejor control de malas hierbas que las parcelas con abonado tradicional. Asimismo, el tratamiento combinado de Stomp Aqua+Aura fue más eficaz que la aplicación por separado para controlar las malas hierbas del arroz. Aunque dichos efectos del tipo de abonado y tratamientos herbicidas no influyeron en el rendimiento del cultivo. El arroz es uno de los cultivos con mayor escasez de materias activas disponibles. En la producción

integrada de arroz, se plantea como reto proporcionar sostenibilidad al agro-ecosistema que soporta al cultivo y mejorar su calidad, lo cual, permitiría a los agricultores mejorar la competitividad de sus producciones. En este contexto, son necesarios estudios que combinen la aplicación de herbicidas con prácticas agronómicas que faciliten un control adecuado de las malas hierbas. Aunque los resultados de este estudio no fueron concluyentes con la enmienda de compost de alperujo, el uso de enmiendas orgánicas en combinación con herbicidas puede constituir una herramienta valiosa para facilitar el control de malas hierbas.

#### 4. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto RTA2017-00043-00-00. Agradecemos al personal técnico y de campo de BASF de Utrera su ayuda en los trabajos de campo.

#### Referencias

DIACONO M & MONTEMURRO F (2010) Long-term effects of organic amendments on soil fertility: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **30**,401-422.

MARTÍNEZ-BLANCO J, LAZCANO C, BOLDRIN A et al. (2013) Assessing the environmental benefits of compost use-on-land through an LCA perspective: a review. In: *Sustainable Agriculture Reviews* (ed. E LICHTFOUSE), vol. 12, 255-318. Springer, London, United Kingdom.

SOPEÑA F, SEMPLE K, SOHI S, BENDING GD (2012) Assessing the chemical and biological accessibility of the herbicide isoproturon in soil amended with biochar. *Chemosphere* **88**, 77-83.

### **Effect of the application of an organic amendment on the effectiveness of herbicides and production in rice crop**

**Summary:** The effect of the application of one organic amendment on the effectiveness of two herbicides used in rice crop, and on the final grain quality has been studied under field conditions. A field trial was installed in Utrera, Seville, and two pre- and post-emergence herbicides, pendimethalin and profoxydim, were applied in the presence and absence of the organic amendment. Fresh weight, dry weight and stems number were determined. At the end of the trial, moisture and harvest yield were taken. Results showed that the plots fertilized with compost had greater weed control than the plots with traditional fertilizer. Also, the combined treatment of herbicides (pre- and post-emergence) was more effective than their individual application. The effect of the amendment and the herbicide treatments did not show significant differences in the parameters measured during the formation of the grain and at the end of the harvest.

**Keywords:** Alperujo compost, herbicide control, *Echinochloa* spp., *Leptochloa* spp., yield.