

Estudio agronómico y fisiológico de potenciadores biológicos del suelo en el cultivo de la lechuga

Ensayo realizado para evaluar la eficacia sobre el rendimiento y los parámetros de calidad del cultivo

E. Nicolás, J.M. Bayona, y C. Romero-Trigueros.

CEBAS-CSIC. Campus Universitario de Espinardo. Murcia.

Cebas-CSIC ha realizado un ensayo para evaluar la eficacia del potenciador biológico del suelo Emeoro Mix en el rendimiento (kg/ha) y parámetros de calidad en lechuga, frente a un control sin tratar. Este producto, compuesto por micorrizas (género *Glomus*), bacterias PGPRs (géneros *Bacillus* y *Saccharomyces*) y un promotor de la actividad quimiotáctica, QAP, optimiza la adaptación de los microorganismos en la rizosfera y maximiza la micorrización y la sinergia entre micorrizas y PGPRs.



El ensayo se realizó en una finca comercial situada en el término municipal de Cartagena (Murcia). La parcela tenía una superficie

total de 2,5 hectáreas y se distribuyó en dos sectores. Dentro de cada sector, la plantación se realizó en carriles de 12 m de ancho.

La lechuga fue tipo Iceberg (*Lactuca sativa* L.) variedad Islandia. La fecha de plantación fue el 26 de enero de 2017, a un marco de 1 x 0,30 m (doble línea separada 0,3 m, y 1 m de separación entre ramales de riego), con una densidad de plantación de 70.000 plantas-ha⁻¹. La fecha de la recolección fue el 7 de abril de 2017.

El agua utilizada fue de media-baja calidad agronómica, con una conductividad eléctrica de 3,1 dS·m⁻¹, pH 7,6, y con elevado contenido en cloruros (408 ppm) y sodio (296 ppm), así como de nutrientes como nitratos (45,3 ppm) y fosfatos (30 ppm).

Las prácticas culturales previas al trasplante, riego y abonados fueron los habituales realizados por el agricultor. Así, sobre un plan de fertilización estándar se llevaron a cabo dos tratamientos, un control sin tratamiento biofertilizante y otro con Emeoro Mix a la dosis de 2 kg-ha⁻¹, aplicado a los 15 días del trasplante.

Dentro de cada sector se identificaron unidades experimentales de aproximadamente 30 plantas. En ellas se midieron:

- **Porcentaje de micorrización en raíz.** Para la determinación de colonización micorrícica en las muestras de raíz se llevó a cabo un proceso de tinción con azul de metilo adaptado de los métodos originales de Phillips & Haymana (1970) y Koske & Gemma (1989). Una vez teñidas, se realizó la detección y cuantificación de la colonización micorrícica al microscopio óptico.
- **Rizobacterias en el sustrato.** Para el recuento de rizobacterias viables totales se tomaron muestras de suelo rizosférico y se homogeneizaron.
- **Parámetros de intercambio gaseoso.** Fotosíntesis neta (F_n) y conductancia estomática (g_s). Para ello, se usó un equipo portátil de medida de intercambio de gases (Licor LI-6400). Las medidas se realizaron a mediodía solar en hojas expuestas al sol. También se determinó la eficiencia en el uso de agua (EUA) como el cociente entre $F_n \cdot g_s^{-1}$.
- **Medidas de peso, diámetro y contenido foliar de nutrientes** (y metales pesados) en el momento de la recolección.
- **Análisis estadístico.** La significación de los valores medios de los parámetros analizados en los diferentes tratamientos se estableció utilizando el procedimiento Anova del paquete estadístico SAS para una $\mu < 0,05$.

Resultados y discusión

En las tinciones de material vegetal (raíz), las plantas de lechuga con Emeoro Mix presentaron un 6% más de colonización micorrícica respecto a las plantas control (figura 1). Este ligero incremento de la tasa de colonización refleja la dificultad de la planta de lechuga a ser colonizada

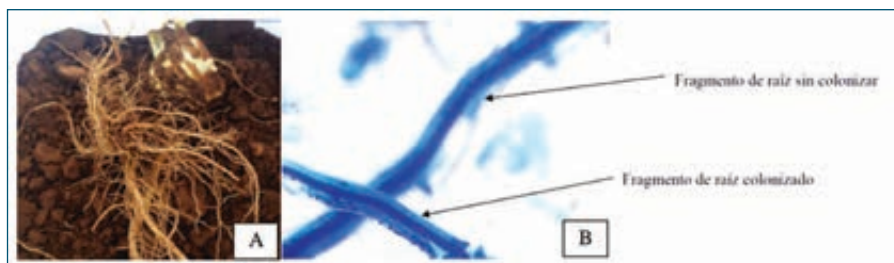


Recolección de plantas de lechuga del tratamiento control (T0).



Recolección de plantas de lechuga del tratamiento Emeoro Mix (T1).

FIG 1. (A) Muestra de raíz y sustrato rizosférico. (B) Microfotografía de algunos fragmentos de raíces colonizadas y no colonizadas por hongos de la micorriza.



por un hongo micorrícico. A pesar de ello, el producto incorpora rizobacterias y nutrientes orgánicos e inorgánicos que favorecieron el incremento de la actividad fisiológica de las plantas de lechuga, tal y como quedó reflejado en los mayores niveles de fotosíntesis neta y conductancia estomática que experimentaron las plantas tratadas con Emeoro Mix frente a su control sin biofertilizante.

Así, las plantas micorrizadas con Emeoro Mix presentaron una mayor tasa de rizobacterias viables totales ($6.01 \cdot 10^7$ y $1.77 \cdot 10^8$ ufc·g⁻¹ para el tratamiento control y el tratamiento con Emeoro Mix, respectivamente), así como mayores niveles de fotosíntesis (13%) y menores de conduc-

“

Frente a un tratamiento control sin tratar, este producto incrementó un 16,7% el peso del cogollo y un 11,2% el diámetro del mismo. Las plantas de lechuga tratadas con Emeoro Mix presentaron un 6% más de colonización micorrícica respecto a las no tratadas

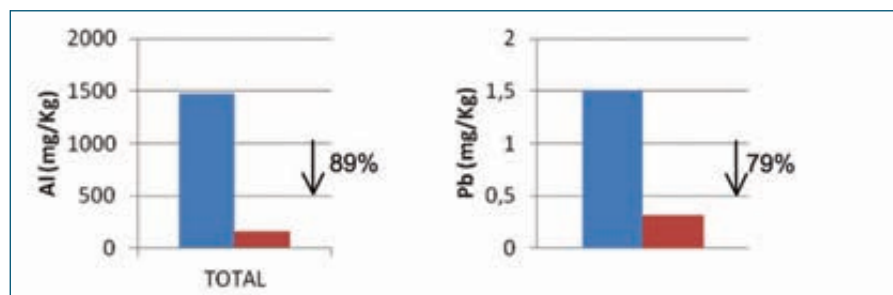
CUADRO I. NIVELES DE FOTOSÍNTESIS NETA (Fn, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA (Gs, $\text{MOL M}^{-2} \text{S}^{-1}$) Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA (EUA, $\mu\text{molCO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$) EN HOJAS DE LECHUGA PROCEDENTES DE LAS PARCELAS TESTIGO (T0) Y LA TRATADA CON EMEORO MIX (T1). LOS VALORES SEGUIDOS DE LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES SEGÚN EL TEST DE LA $\text{LSD}_{0,05}$

Tratamientos	Fn	gs	EUA
T0	17,4±0,4 b	0,220±0,03 b	79,5±3,5 b
T1	19,7±0,4 a	0,190±0,01 a	103,9±6,8 a

CUADRO II. VALORES DE PESO FRESCO TOTAL (g); PESO (g) Y DIÁMETRO (cm) DEL COGOLLO EN LA FECHA DE LA RECOLECCIÓN (07-04-2017). LOS VALORES SEGUIDOS DE LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES SEGÚN EL TEST DE LA $\text{LSD}_{0,05}$

Tratamientos	Peso fresco total (g)	Peso cogollo (g)	Diámetro cogollo (cm)
T0	764 ± 52,1 b	589 ± 37,8 b	43,5 ± 0,86 a
T1	1167 ± 88,8 a	707 ± 21,2 a	48,4± 0,90 b

FIG. 2 Niveles mostrados de aluminio (Al) y plomo (Pb) foliar en plantas de lechuga del tratamiento testigo (histograma azul) y tratadas con Emeoro Mix (histograma rojo).



tancia estomática (14%), incrementándose la EUA en un 30,7% (**cuadro I**).

La aplicación de este potenciador biológico de Timac Agro provocó un incremento significativo del peso fresco total de la planta y del cogollo, así como de su diámetro. En el **cuadro II** se recogen los valores mostrados en ambos tratamientos. La aplicación de Emeoro Mix incrementó un 16,7% el peso del cogollo y un 11,2% el diámetro del mismo.

Por último, cabe destacar que las plantas tratadas en este ensayo realizado por Cebas-CSIC con Emeoro Mix mostraron menores niveles de metales pesados. Así, elementos foliares como es el caso del aluminio (Al) o del plomo (Pb) disminuyeron significativamente sus valores en aquellas plantas tratadas con Emeoro Mix con respecto al testigo sin tratar (**figura 2**). En este sentido, comentar que algunos autores han mencionado que estos hongos micorrícicos pueden desarrollar estrategias para reducir la entrada de metales tóxicos a la planta (Barea *et al.*, 2013), así como ser capaces de absorber o inmovilizar metales en sus estructuras, como es el caso del cobre (Cu) (Cornejo *et al.*, 2013). En nuestro caso, los niveles foliares de Cu también disminuyeron un 29% en plantas tratadas con Emeoro Mix. ■

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer su colaboración a S. San Francisco del departamento Técnico y de desarrollo de Timac Agro.

BIBLIOGRAFÍA

Barea *et al.*, 2013. Arbuscular Mycorrhizas and their significance in promoting soil-plant systems sustainability against environmental stresses. In: Beneficial Plant-Microbial Interactions: Ecology and Applications (Rodelas, B. and Gozález-Lopez J., Eds.). CRC Press, USA. Chapter 15, pp. 353-387.

Cornejo *et al.*, 2013. Copper compartmentalization in spores as a survival strategy of arbuscular mycorrhizal fungi in Cu-polluted environments. *Soil Biology & Biochemistry* 57: 925-928.

Koske & Gemma, 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VA Mycorrhizas. *Mycological Research*, 92, 486-488

Phillips & Haymana, 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society* 55: 158-161.