

# Bioestimulación en pimiento bajo invernadero para una producción sostenible

## Greenhouse-pepper biostimulation to achieve a sustainable production

S. Zapata-García<sup>1\*</sup>, P.J. Espinosa-Jiménez<sup>2</sup>, P.J. Salvador-Albaladejo<sup>1</sup>, A. Pérez-Pastor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena. Pº Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, España

<sup>2</sup>FMC Corporation, Madrid, España.

\*susana.zapata@upct.es

### Resumen

El uso de bioestimulantes en la agricultura se ha visto incrementado en la última década con el fin de promover la sostenibilidad de la producción agrícola, ya que incrementan la producción obtenida. El objetivo de este trabajo fue analizar de forma conjunta la respuesta agronómica, fisiológica y microbiológica de un cultivo de pimiento bajo invernadero, tras la aplicación de un bioestimulante compuesto por extractos de algas. Las plantas bioestimuladas mostraron un mayor número de frutos comerciales, junto a un índice de área foliar más elevado con respecto al control no bioestimulado. Asimismo, es de destacar la mayor colonización de sus raíces, debida a la acción de hongos micorrícicos endémicos del suelo, que dio lugar a una mayor respiración de suelo en este tratamiento

**Palabras clave:** extracto de algas; micorrización; respiración de suelo.

### Abstract

Recent studies show that biostimulants can enhance crop yield and therefore their sustainability. That could be the reason why their use has increased among farmers. The aim of this work has been to analyze the agronomical, physiological, and microbiological responses of a pepper crop after biostimulation with seaweed extract. The biostimulated plants showed a higher number of commercial fruits, and an enhanced leaf area index than non-treated plants. The roots of the treated plants were colonized in greater proportion by endemic mycorrhizal fungi, and as a consequence, the soil respiration increased.

**Keywords:** seaweed extract, mycorrhization; soil respiration.

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso de bioestimulantes en base de algas se encuentra cada vez más extendido en la agricultura, debido a los incrementos que producen en producción y calidad del fruto (1). Los extractos de algas pueden afectar además a la calidad del suelo, por ejemplo, incrementando la capacidad de retener humedad en el suelo y favoreciendo el crecimiento de microorganismos beneficiosos (2), aunque estos resultados no han sido transferidos a la sociedad correctamente.

El objetivo de este trabajo fue analizar de forma conjunta la respuesta agronómica, fisiológica y microbiológica de un cultivo de pimiento bajo invernadero tras la aplicación del bioestimulante compuesto por extractos de algas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo se desarrolló en la Finca Experimental Tomás Ferro de la Universidad Politécnica de Cartagena (37°41'14.9"N 0°57'01.8"W) en pimiento (*Capsicum annuum*) tipo

California, cv. Mikel. El cultivo dispuesto con un marco de plantación de 0,4 m x 0,9 m se desarrolló bajo invernadero, entre los meses de enero y julio de 2021.

Los tratamientos ensayados fueron i) control no tratado, **CTL**, al que no se le realizó aplicación de bioestimulante, y ii) bioestimulado, **Rhizo**, al que desde trasplante hasta un mes antes de iniciar la cosecha se le realizaron 5 aplicaciones vía riego del bioestimulante comercial Seamac Rhizo® a una dosis de 2,5 L/ha. Ambos tratamientos siguieron el mismo programa de riego y fertilización.

Se trabajó con un diseño experimental completamente aleatorizado, con tres repeticiones por tratamiento, cada una de 8 plantas, con un total de 24 plantas por tratamiento.

Durante el ciclo de cultivo, en intervalos de 3 semanas, se realizaron las medidas de: i) fotosíntesis neta, mediante el sistema portable de Fotosíntesis LI-6800 (LI-COR Biosciences, EE. UU.), ii) emisión de CO<sub>2</sub>, con el analizador multigases por espectroscopía acústica Gasera One Pulse (GASERA, Finlandia).

La producción se controló durante los 3 primeros cortes realizados las semanas 20, 21 y 22. Se cosecharon todos los frutos con una coloración roja uniforme (>95% color rojo) procedentes de 5 plantas por repetición (15 plantas por tratamiento). La producción se expresó como peso total, rendimiento y número de frutos por hectárea.

Tras la última cosecha, se cortaron todos los frutos cuajados de la planta, que también fueron pesados y contabilizados. Utilizando un analizador de área foliar LI-3100 C (LI-COR Biosciences, EE. UU.), se calculó el índice de área foliar (LAI) de 4 plantas por tratamiento. El valor LAI se expresa como la relación entre el área foliar y el marco de plantación ocupado por una planta.

Al finalizar el ciclo, se extrajeron raíces secundarias de las plantas estudiadas, con el fin de estudiar la colonización micorrícica en ellas, mediante tinción (3) y conteo en el microscopio (4).

Los datos obtenidos se analizaron mediante el programa Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina), realizando un análisis de varianza ANOVA, seguido de una prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0,05.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La bioestimulación en el cultivo de pimiento bajo invernadero durante su ciclo de cultivo promovió un incremento significativo de la precocidad de las plantas tratadas frente a las del control, considerando los frutos recolectados después de los tres primeros cortes (Fig. 1), mejorando así la floración y cuaje, como ocurre en otros ensayos descritos en la bibliografía (2).

Los datos obtenidos en este trabajo sugieren un incremento significativo en los asimilados totales por la planta, ya que, aunque la tasa fotosintética se mantuvo en valores similares al control (Fig. 2), las plantas bioestimuladas mostraron una mayor área foliar, tanto a lo largo del ciclo de cultivo a través de las medidas de cobertura de suelo (datos no mostrados), como después de la cosecha a través del muestreo de biomasa (Fig. 3). Este hecho causaría un incremento en la actividad fotosintética total de la planta.

Como se ha observado previamente (5), las raíces de las plantas bioestimuladas fueron micorrizadas en mayor medida que las del control, no bioestimuladas (Fig. 5A), favoreciendo una mayor actividad microbológica del suelo. Este hecho incidió en una mayor tasa de emisión de CO<sub>2</sub> desde el suelo (6), concretamente un 34,68% superior respecto al control (Fig. 5B).

### 4. CONCLUSIONES

La bioestimulación es aún un campo parcialmente desconocido, son muchos y muy diversos los ensayos que buscan obtener diferentes perspectivas sobre su efecto en distintos cultivos. Los resultados obtenidos en este ensayo manifestaron un incremento significativo del área foliar,

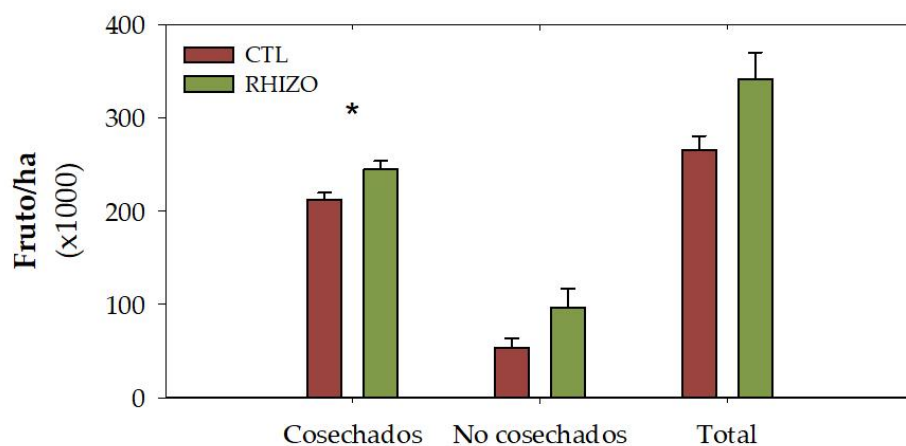
además de permitirnos relacionar su aplicación con el fomento de la actividad microbiológica del suelo. Sin embargo, aún faltan estudios para comprobar a medio y largo plazo los efectos y mecanismos de los bioestimulantes sobre la planta y suelo.

## 5. AGRADECIMIENTOS

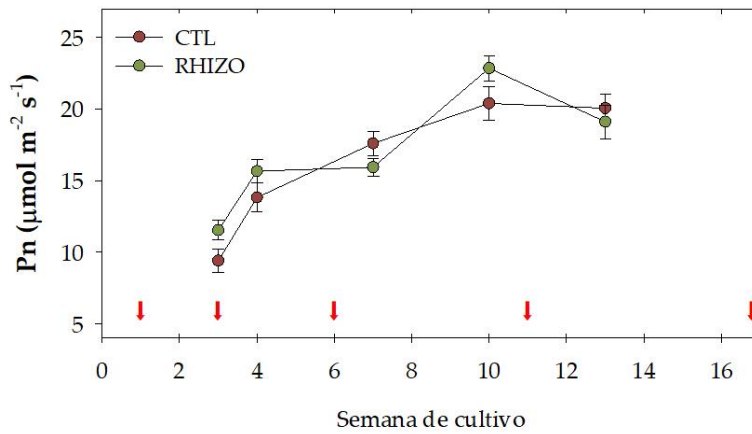
Este estudio forma parte de los trabajos realizados en el marco de la Cátedra Universitaria FMC-UPCT “Agricultural Sciences”.

## 6. REFERENCIAS

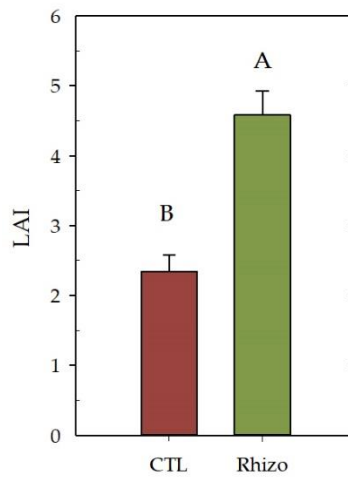
1. Rouphael Y, Colla G. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2020;11:40.
2. Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, et al. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *J Plant Growth Regul*. 2009 Dec;28(4):386–99.
3. Phillips JM, Hayman DS. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*. 1970 Aug;55(1):158-IN18.
4. Giovannetti M, Mosse B. An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *The New Phytologist*. 1980;84(3):489–500.
5. Kuwada K, Wamocho LS, Utamura M, Matsushita I, Ishii T. Effect of Red and Green Algal Extracts on Hyphal Growth of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, and on Mycorrhizal Development and Growth of Papaya and Passionfruit. *Agronomy Journal*. 2006;98(5):1340–4.
6. Hanson PJ, Edwards NT, Garten CT, Andrews JA. Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: A review of methods and observations. *Biogeochemistry*. 2000 Jan;48(1):115–46.



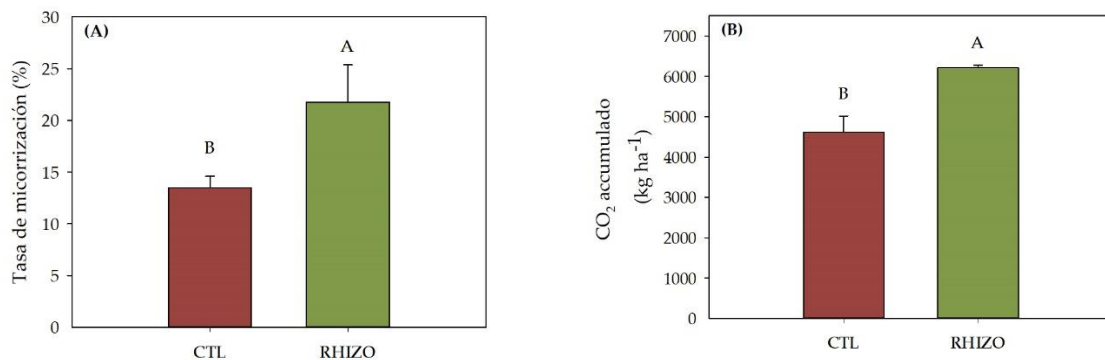
**Figura 1.** Número de frutos en miles por hectárea, las categorías muestran los frutos cosechados con carácter comercial, los que en el momento de la última cosecha no mostraron cualidades comerciales, y suma de ambas categorías. \* indica significativo para ANOVA ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Evolución semanal de la fotosíntesis neta para los tratamientos CTL y Rhizo durante el ciclo de cultivo. Flechas rojas indican los momentos de aplicación del bioestimulante.



**Figura 3.** Índice de área foliar medio de una planta a final del ciclo de cultivo. Letras diferentes indican diferencias significativas para ANOVA ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4.** (A) Tasa de micorrización de las raíces de pimienta a final del ciclo de cultivo. (B) CO<sub>2</sub> acumulado durante el ciclo de cultivo hasta la semana de cultivo 19. Letras diferentes indican diferencias significativas para ANOVA ( $p < 0,05$ ).