

Influencia de bioestimulantes sobre caracteres morfológicos y agroquímicos del banano (*Musa* AAA cv. Williams)

Biostimulant influence on morphological and agrochemical characters in banana (*Musa* AAA cv. Williams)

Francisco Andrés Ugarte-Barco¹ , Iván Armando Zhiñin-Huachun¹  y Ricardo Hernández-Pérez^{2,†} 

¹ FITECUA S. A. Vía Machala. Pasaje km 1.5 s/n, Edif. Diprova. Machala, El Oro, Ecuador.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zacatepec. Calzada Tecnológico No. 27, Col. Centro. 62780 Zacatepec, Morelos, México.

[†] Autor de correspondencia (santaclara57@yahoo.es)

Editor de Sección: Dr. Francisco H. Ruiz Espinoza

RESUMEN

Una de las limitantes para la aclimatación de plantas *in vitro* en el cultivo del banano ha sido el pobre enraizamiento y su lento desarrollo foliar, que afecta la sobrevivencia en campo bajo condiciones de stress posterior a siembra. El objetivo fue comparar la respuesta de plántulas de *Musa* cv. Williams tratadas con bioestimulantes y desestresantes comerciales. A los 30 días después de la inoculación, se determinó el diámetro del pseudotallo (cm), masa fresca de planta (g), masa fresca radical (g), número de raíces, índice SPAD, contenido iónico edáfico y foliar (pH, CE, NO₃⁻, K⁺, Na⁺ y Ca²⁺). Los resultados preliminares indicaron que StresSal[®] y (StresSal[®] + Equilibrium[®]) mostraron de forma significativa un mayor diámetro de pseudotallo. La mayor masa fresca radical correspondió a (Inicium[®] + StresSal[®]). El número de raíces no fue significativamente diferente. El índice SPAD fue elevado cuando se aplicó StresSal[®] solo o con Equilibrium[®]. El tratamiento (Inicium[®]+StresSal[®]) contribuyó a la mayor acidez en suelo. La conductividad (CE), el K⁺ y Na⁺ fueron mayores aplicando (Inicium[®] + Pro-Fulvic[®]). Mientras los niveles de NO₃⁻ aumentaron con Inicium[®]. Los iones Ca²⁺ disminuyeron significativamente en suelo con (Inicium[®] + StresSal[®]). En cuanto al contenido foliar, el pH más alto correspondió a Inicium[®], la conductividad (CE) fue mayor con StresSal[®] e (Inicium[®] + StresSal[®]),

sin diferencia con el testigo. Un aumento de NO₃⁻ se halló con (Inicium[®] + StresSal[®]). Mientras Na⁺ y Ca²⁺ fueron significativamente mayores con (Inicium[®] + Pro-Fulvic[®]).

Palabras clave: activador radical, desestresantes, inductores, potenciador, regulador osmótico.

SUMMARY

Some of the limitations for plant acclimatization *in vitro* in banana cultivation have been poor rooting and slow leaf development, which affect survival in the field under stress conditions after planting. The aim of this study is to compare seedling response of *Musa* cv. Williams treated with biostimulants and commercial de-stressing agents. Thirty days after inoculation, pseudostem diameter (cm), fresh plant mass (g), fresh root mass (g), root number, soil-plant analysis development (SPAD) index, edaphic ionic content and foliar content (pH, CE, NO₃⁻, K⁺, Na⁺ and Ca²⁺) were evaluated. Preliminary results indicated, that StresSal[®] and (StresSal[®] + Equilibrium[®]) showed significantly greater pseudostem diameter. The highest radical fresh mass corresponded to (Inicium[®] + StresSal[®]). Root number was not significantly different. The SPAD index was elevated when StresSal[®] was applied alone or with Equilibrium[®]. The treatment (Inicium[®]+StresSal[®]) contributed to higher soil acidity. Conductivity (CE),

Cita recomendada:

Ugarte-Barco, F. A., Zhiñin-Huachun, I. A. y Hernández-Pérez, R. (2022). Influencia de bioestimulantes sobre caracteres morfológicos y agroquímicos del banano (*Musa* AAA cv. Williams). *Terra Latinoamericana*, 40, 1-8. e1456. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1456>

Recibido: 07 de febrero de 2022. Aceptado: 02 de abril de 2022.

Nota de investigación. Volumen 40, mayo, 2022.

K^+ and Na^+ were higher when Inicium[®] + Pro-Fulvic[®] were applied. As NO_3^- levels increased with Inicium[®], Ca^{2+} ions decreased significantly in soil with Inicium[®] + StresSal[®]. Regarding foliar content, the highest pH corresponded to Inicium[®], conductivity (CE) was higher with StresSal[®] and Inicium[®] + StresSal[®], without difference with the control. An increase in NO_3^- was found with Inicium[®] + StresSal[®]. While Na^+ and Ca^{2+} were significantly higher with Inicium[®] + Pro-Fulvic[®].

Index words: radical activator, de-stressing agents, inducers, potentiators, osmotic regulator.

INTRODUCCIÓN

Un serio problema que enfrentará la agricultura en los próximos años, será la de garantizar una nutrición adecuada de los cultivos, basada en obtener altos rendimientos, con alternativas de fertilización menos costosas. Dado el alza de los precios cada vez más elevados de estos productos, los que resultan inalcanzables para los agricultores, sobre todo de los países más pobres (Zhang *et al.*, 2014).

Por lo tanto, la base para lograr altos rendimientos, dependerá de garantizar mayor capacidad de intercambio iónico en los suelos, retención de humedad y cambios en la acidez (Kalemelawa *et al.*, 2012). Otros señalan mejoras en las propiedades físicas, infiltración de la humedad, cambios en la estructura y mayor conductividad, con cambios en la densidad y tasa de evaporación (Zhai, Liu, Zhang, Huang y Wang, 2011).

Un adecuado manejo de las plantaciones de banano, exige soluciones a la desuniformidad de las plantas en campo, lo cual se garantiza, con el fomento de nuevas áreas, a partir de plántulas formadas en viveros, con un manejo y protección adecuada contra plagas. Por tanto, si se logra un sustrato adecuado, el cultivo tendrá un buen desarrollo y en unas ocho semanas de aviveradas, estarán listas para plantar (INIVIT, 2010).

Para esto es necesario suministrar los nutrientes requeridos por las plantas y las combinaciones órgano-minerales que ofrezcan el mejor balance nutrimental al cultivo (Ramos *et al.*, 2016).

Una opción para disminuir las dosis de fertilizantes en la fase de vivero, con aplicación de nutrimentos orgánicos (compostas), lo representa

el tradicional (Bocashi), el cual aumenta el nivel de microorganismos del suelo, mejora las características físicas y proporciona los nutrientes necesarios. Algunos informes han mostrado que es posible la producción de plántulas, con un avance de 7 días con dosis 50:50 (v/v) (Sustrato - Bocashi) y 1,5 g de fertilizantes por bolsa (Ramos *et al.*, 2016).

Mientras que, algunos bioestimulantes usados en cultivos de importancia económica, han recibido una gran atención por los investigadores (Martínez, López, Ormeño y Moles, 2013), con un consecuente incremento en la producción y comercialización, al constatarse una mejor cantidad y calidad de los productos por la aplicación de estos, sin riesgos de contaminaciones (Zuaznabar, Pantaleón, Milanés, Gómez y Herrera, 2013; Chacón, Chacón, Vargas, Cerdà y Hernández, 2021a).

Hasta la fecha no se tiene referencias sobre el empleo de nuevas alternativas nutricionales, que permitan disminuir el volumen de fertilización mineral en viveros de bananos, para producir plántulas mejor enraizadas, en menor tiempo y mitigación del estrés salino. Por lo que el ensayo tuvo como objetivo, evaluar diferentes tratamientos con bioestimulantes y desestresantes aplicados a la bolsa en forma directa al sustrato, con un aporte mínimo de fertilizante mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ejecutó en una cubierta plástica, en el periodo comprendido entre agosto y septiembre del 2021, en los predios de FITECUA S.A, cantón Machala, provincia del Oro, Ecuador (3° 16' 34.24" S; 79° 56' 12.91" O), con una irradiancia (DFFF) promedio de 311.31 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), con medias de 25.3 °C y humedad relativa de 86%.

Preparación de Suelo

Se llenaron fundas de polietileno de 20 L con suelo franco arcilloso hasta el 75% de su capacidad, luego se realizó un orificio en el sustrato y se aplicó en el fondo 25 g de fertilizantes a cada una. La mezcla física de la fórmula comercial fue (N 12%, P_2O_5 24%, K_2O 12%, MgO 2%, S 1.6%, B 0.04%, Zn 0.02%), más la adición de materia orgánica (73.9%, carbono orgánico 43%, N 12%, P_2O_5 2.14%, K_2O 3% y 10% aminoácidos totales).

Material Vegetativo

Se utilizaron plantas de plátano con 6 semanas de edad, estas fueron reproducidas de manera *in vitro*. Previamente, al trasplante se lavaron sus raíces con agua del grifo, luego se colocó una plántula por orificio en las bolsas.

Tratamientos en Estudio y Diseño Experimental

Se estableció un diseño en bloque al azar con cinco tratamientos, más un control con 3 réplicas.

Luego de 48 h del trasplante, los tratamientos fueron inoculados a razón de 140 mL por planta (Cuadro 1). Inicium® y Pro-Fulvic®. El primero, es un producto comercial obtenido mediante hidrólisis enzimática, indicado como activador radical y bioestimulante; el segundo son ácidos fúlvicos que mejoran la actividad del sustrato o suelo. Mientras que StresSal® es un desestresante probado en varios cultivos como regulador osmótico (Botta, Muñoz, Bolarin, Marin y Piñol, 2009; Visconti *et al.*, 2015) (Cuadro 2). Formulado con extracto de algas, como activador de procesos fisiológico.

VARIABLES A EVALUAR

A los 30 días después de inoculación se determinó el diámetro del pseudotallo (cm) mediante un Vernier, registrándose la magnitud en centímetros (cm). La masa fresca de las plantas (g), fue obtenida a partir del total de hojas desarrolladas, las que fueron pesadas en una balanza. La masa fresca radical (g), fue evaluada a partir del peso total de raíces por planta registrado en

Cuadro 1. Contenido y concentración de bioestimulantes por tratamiento en el cultivo de plantas de banano (*Musa AAA cv. Williams*).

Table 1. Biostimulant content and concentration per treatment in banana (*Musa AAA cv. Williams*) plant cultivation.

Tratamientos	Composición
T1	Testigo
T2	Inicium® (1%)
T3	Inicium® (1%) + Pro-Fulvic® (0.5%)
T4	StresSal® (1.5%)
T5	StresSal® (1.5%) + Equilibrium® (0.5%)
T6	Inicium® (1%) + StresSal® (1.5%)

una balanza. El número de raíces fue cuantificado a partir promedios de cada planta, lo anterior siguiendo lo descrito por De Araújo *et al.* (2021).

Determinación del Índice SPAD

Para determinar el índice SPAD se usó un medidor SPAD 502 PLUS (Konica Minolta®, Japón). Se realizaron tres lecturas entre la nervadura central y en la parte media del haz de la hoja número tres en cada planta por tratamiento. Los promedios fueron expresados en valores SPAD.

Determinación del Contenido Iónico de Suelo

Se obtuvieron muestras del suelo inicial previo a su puesta en bolsas /tratamiento. El tamaño de muestra fue de 50 gramos por planta a la mitad de la bolsa, luego se homogenizó y subdividió la muestra total en dos submuestras al azar, luego se diluyeron de forma homogénea en agua destilada a razón de 1:1, se extrajo la solución con una pipeta Pasteur de 1 mL y se colocó la muestra en los medidores de iones específicos LaquaTwin (Horiba Co., Japan). Se realizaron tres lecturas de pH, CE, NO₃⁻, K⁺, Na⁺ y Ca²⁺ y CE (Stevens, Rhine, Straatmann y Dunn, 2016).

Determinación del Contenido Iónico Foliar

Se obtuvo 1 muestra foliar de la hoja tres de cada planta, compuesta por el peciolo hasta el tercio medio de la nervadura central. Se lavaron las muestras con agua destilada, se secaron y cada muestra por tratamiento fue dividida al azar en dos muestras. Se trituró el tejido para obtener la savia y se extrajo con una pipeta Pasteur de 1 mL, luego ésta se dispuso en los medidores de iones específicos Laqua Twin (Horiba Co., Japan). Se realizaron 3 lecturas por muestra de pH, CE, NO₃⁻, K⁺, Na⁺ y Ca²⁺. Los resultados de CE fueron expresados (mS cm⁻¹), los resultados de NO₃⁻, K⁺, Na⁺ y Ca²⁺ fueron expresados en mg L⁻¹ (Arunachalam, Fernandes y Salgaonkar, 2020).

Análisis Estadístico

Se determinó la varianza con ANOVA de una vía con el programa MATLAB® versión R2021b (The Mathworks, 2021). Los datos fueron sometidos a verificación de normalidad y homogeneidad

Cuadro 2. Productos utilizados en el cultivo de la planta de banano (*Musa* AAA cv. Williams) por tratamiento y composición nutricional.
Table 2. Products used in banana (*Musa* AAA cv. Williams) plant cultivation by treatment and nutritional composition.

Productos	Composición
Inicium®	Activador radical. Materia orgánica obtenida con hidrólisis enzimática (péptidos caracterizados) 40%, N 5.5%, P ₂ O ₅ 5.5%, pH 4.2.
Pro-Fulvic®	Bioestimulantes-Fertilizantes orgánico. Materia orgánica (hidrólisis enzimática) 83%, carbono orgánico 48%, N 3%, P ₂ O ₅ 1%, K ₂ O 4.7%, ácidos fúlvicos 63.59%, ácidos húmicos 0.14%, Na 1.92%, pH 5.5.
StresSal®	Desestresante, regulador osmótico, potenciador de tolerancia al estrés por salinidad. Compuesto por aminoácidos libres 6%; nitrógeno 9.5% (N orgánico 3.5%) y calcio 10%, pH 7.
Equilibrium®	Bioestimulante, certificado para producción en agricultura. Ecológica. Compuesto por aminoácidos 15%, extracto de <i>Ascophyllum nodosum</i> 10%, ácido alginico 1.5%, 0.5% manitol, N 3.5%, K ₂ O 2.5%, pH 7.5.

de varianza. Una vez cumplidos los supuestos paramétricos, se usó una comparación para establecer diferencias entre grupos mediante análisis post hoc, rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se muestran las diferencias entre tratamientos y las variables morfológicas evaluadas. El tratamiento 5 compuesto por (StresSal® + Equilibrium®), obtuvo el mayor diámetro de pseudotallo (5.30 cm), sin diferencias con el tratamiento 4 (StresSal®). En cuanto a masa fresca el tratamiento 6 (Inicium® + StresSal®) con 511 g, no difirió del tratamiento 4 y 2,

sin embargo, en cuanto a masas radicular, éste superó a los demás tratamientos (303.8 g). Lo anterior corroboró lo planteado sobre el efecto de este desestresante StresSal®, evaluado por Botta *et al.* (2009) en el cultivo de jitomate, con el que se logró mayor tolerancia a la salinidad, por la mayor capacidad de ajuste osmótico que en la planta.

El número de raíces fue mayor en el tratamiento StresSal® + Equilibrium®, pero no difirió estadísticamente del testigo, ni en el tratamiento 2 y 4. Datos similares fueron obtenidos en pimiento, lechuga y frijol, por la aplicación de StresSal®, con el que se mitigó los efectos nocivos de la salinidad, permitió altos rendimientos, al aumentar la capacidad

Cuadro 3. Aspectos morfológicos de las plantas de banano (*Musa* AAA cv. Williams) a los 30 días de la aplicación de los bioestimulantes, en relación con el índice de desarrollo del análisis suelo-planta (SPAD).

Table 3. Morphological aspects of banana plants (*Musa* AAA cv. Williams) 30 days after the application of biostimulants in relation to the soil-plant analysis development (SPAD) index.

Tratamiento	Diámetro de pseudotallo cm	Masa fresca de planta g	Masa fresca radical g	Número de raíces	Índice SPAD
T1	4.650±0.03b*	394.17±11.55c	157.00±6.40c	27.167±0.75ab	48.717±0.53bc
T2	4.566±0.07c	478.50±5.26a	234.67±9.79b	31.000±1.07ab	46.417±0.73c
T3	4.3667±0.12c	440.33±27.20b	218.00±17.24b	25.500±1.12bc	47.672±1.63c
T4	5.266±0.11a	511.00±22.29a	222.50±10.59b	31.830±1.32ab	53.378±0.68a
T5	5.300±0.14a	475.17±12.56b	219.17±14.35b	34.000±1.33a	52.317±0.93ab
T6	4.600±0.09c	543.11±28.02a	303.83±23.52a	25.667±1.75bc	48.083±0.71c
CV	8.86	16.11	26.03	17.51	8.11

* Diferencias significativas entre tratamientos según prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$), GL = 107. Tratamientos: T1(Testigo); T2 (Inicium®); T3 (Inicium® + Pro-Fulvic®); T4 (StresSal®); T5 (StresSal® + Equilibrium®); T6 (Inicium® + StresSal®).

* Differences mean significant differences between treatments according to Duncan's multiple range comparison test ($P < 0.05$), LG = 107. Treatments: T1 (Control); T2 (Inicium®); T3 (Inicium® + Pro-Fulvic®); T4 (StresSal®); T5 (StresSal® + Equilibrium®); T6 (Inicium® + StresSal®).

de la planta para absorber agua a través de las raíces y transportarla, aunque no lo relacionó con un aumento en el número de raíces (Botta *et al.*, 2009).

Los valores y registros del índice SPAD, al ser comparado entre tratamientos reflejaron que el tratamiento 4 (StresSal[®]) y 5 (StresSal[®] + Equilibrium[®]), tuvieron mejores resultados en contenido de clorofila, sin diferencia entre estos, pero significativamente diferente al resto, lo cual justifica el mejoramiento en algunos aspectos morfológicos antes mencionados.

Se ha mostrado relación entre el nitrógeno y el índice SPAD, como respuesta a la aplicación de nitrógeno, informada en otros cultivos (Forrestal, Kratochvil y Meisinger, 2012; Schmidt, Dellinger y Beegle, 2009; Varvel, Schepers y Dennis, 1997). Sin embargo, no habían sido tratado, los efectos que se producen con algunos bioestimulantes aplicados en *drench*.

El regulador osmótico StresSal[®], junto al bioestimulante Equilibrium actúan en sinergia, lo cual activa el metabolismo celular de síntesis. No sucede igual con los tratamientos 2 y 3, que debieron tener una respuesta de activación del sistema radical (Bioibérica, 2022).

Equilibrium, ha demostrado ser un acelerador de los procesos fisiológicos en plantas, con bajo consumo energético no renovable, sin contaminaciones del medio ambiente (Díaz y Márquez, 2011; Chacón *et al.*, 2021a). Por otra parte, la biosíntesis de proteínas en respuesta al estrés salino (Visconti *et al.*, 2015), ha sido corregido por la adición de un desestresante o regulador osmótico (StresSal[®]), potenciando la tolerancia al estrés por salinidad (Botta *et al.*, 2009).

Estos aminoácidos libres más calcio, asociados a Equilibrium, justifican una futura alternativa de mejora en el trasplante en este cultivo, lo cual coincide con Chacón, Chacón, Vargas, Cerdà y Hernández (2021b).

Valoración del Contenido Iónico en el suelo

El pH edáfico (Cuadro 4) varió significativamente entre tratamientos. En el suelo inicialmente se tuvo un valor neutro (7.48), el que varió a ligeramente ácido en los tratamientos 3, 5 y 6. La conductividad eléctrica (CE), aumentó notablemente al aplicar (Inicium[®] + Pro-Fulvic[®]), el que se diferenció del resto. Mientras que los iones NO₃⁻ aumentaron cuando se aplicó (Inicium[®]) y cuando se mezcló con StresSal[®], los que fueron diferentes al resto. Así mismo K⁺ y Na⁺ aumentaron cuando se aplicó (Inicium[®] + Pro-Fulvic[®]),

sin diferencia del Na⁺ al aplicar StresSal[®] solo, o combinado con Equilibrium[®]. Al final se observó una disminución notable del Ca²⁺ en todos los tratamientos respecto al testigo.

Corroborando los resultados anteriores, sobre todo en cuanto a la sensibilidad a la salinidad por Na⁺, como problema que afecta el rendimiento en este cultivo, fue informado como remediación, las aplicaciones de StresSal[®] como potenciador de tolerancia al estrés (Botta *et al.*, 2009).

Aunque los datos morfológicos aún no son definitivos, se observó una respuesta efectiva cuando se aplicó Inicium[®] como activador radical y StresSal[®] como desestresante, evidente en la respuesta morfológica y mejoras en el contenido iónico del suelo, pero se necesita más tiempo para tener evidencias sustanciales.

Hasta la fecha se ha hecho mucho énfasis en lograr un buen desarrollo de las plántulas en vivero, con el empleo de un sustrato que provea, las cantidades necesarias de los elementos nutritivos, para estimular los procesos de multiplicación celular, crecimiento y desarrollo de las plántulas (Ramos *et al.*, 2016). Sin embargo, no se había tenido en cuenta la posibilidad del uso de bioestimulantes y desestresantes, los que también contribuyen a suplir las deficiencias de nutrientes y mejorar las condiciones del sustrato.

Estos productos han sido usados en diferentes cultivos y sobre todo en fase de vivero dado su contenido de materia orgánica y compuestos por aminoácidos libres, lo que justifica los resultados obtenidos (Bioibérica, 2019).

El pH observado en folíolos, fue menos ácido aplicando Inicium[®], sin diferencias con el tratamiento 3 (Inicium[®] + Pro-Fulvic[®]), el resto mantuvo la acidez inicial. La conductividad eléctrica (CE), tuvo su mayor variación a favor del tratamiento 4 y 6, similares al testigo. Los iones NO₃⁻ solo se elevaron significativamente en el tratamiento 6 (Inicium[®] + StresSal[®]), que difirió del resto de los bioestimulantes. El K⁺ fue diferente solo con (StresSal[®] + Equilibrium[®]), con un aumento sustancial respecto al resto. Mientras, que el Na⁺ y Ca²⁺, solo tuvieron un incremento significativo al aplicar (Inicium[®] + Pro-Fulvic[®]), respecto a los demás tratamientos. A diferencia, StresSal[®] presentó el menor contenido de Ca²⁺ y el mayor índice SPAD.

Lo anterior evidencia la movilización del K⁺ hacia las hojas, motivado por la función de reguladores osmóticos y bioestimulantes de metabolismo de estos,

Al respecto Macías *et al.* (2021), destacaron la relación del índice SPAD respecto a la aplicación de nitrógeno, la cual fue informada para diferentes cultivos (Forrestal *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

De manera general un mejor desarrollo de las plántulas de banano en vivero fue posible, cuando se mejoraron las condiciones edáficas y foliares de las plantas, al aplicar Inicium® como activador radical y/o StresSal® como regulador osmótico, lo que indujo mayor masa fresca foliar, un aumento en el número de raíces y aumento en el índice clorofílico. Por otra parte, se observó que ambos pueden actuar positivamente en sinergia junto a los bioestimulantes, favoreciendo el contenido iónico en el suelo (Inicium®+Pro-Fulvic®), o foliar (Inicium®+StresSal®). Lo cual podría valorarse para su inclusión en un programa de desarrollo sostenible para la producción de plántulas de banano en vivero en Machala, provincia del Oro, Ecuador.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplicable.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplicable.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Todos datos analizados durante el estudio fueron incluidos en el artículo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores ratifican que no existen conflicto de intereses.

FONDOS

Costeado con apoyo de Bioiberica S.A.U. y FITECUA S.A.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Los autores que contribuyeron en el desarrollo de los procedimientos aplicados y el registro y análisis de

datos, preparativo del borrador: I.A.Z.H. y F.A.U.B. El autor que contribuyó con la versión final, estadística, estilo, formato, revisión del MS publicación y gestión del financiamiento: R.H.P.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a FITECUA S.A. Vía Machala. Pasaje km 1.5 s/n Machala, el Oro, Ecuador, en especial al Sr. Jorge Valle por su valiosa cooperación y apoyo para la realización del ensayo.

LITERATURA CITADA

- Arunachalam, V., Fernandes, C. M., & Salgaonkar, D. C. (2020). Quick method to quantify the potassium and sodium content variation in leaves of banana varieties. *Analytical Sciences*, 91(832), 1-22. <https://doi.org/10.2116/analsci.20P096>
- Bioibérica (2019). "Equilibrium". *Hoja de seguridad Plant Health Division*. Consultado el 02 de septiembre, 2021, desde https://www.planthealth.es/images/estresVegetal/productos/hojasSeguridad/MSDS_Equilibrium_ES.pdf.
- Bioibérica (2022). *StresSal®. Regulador osmótico, potenciador de tolerancia al estrés por salinidad. Hoja de seguridad Plant Health Division*. Consultado el 02 de septiembre, 2021, desde <https://www.bioiberica.com/es/productos/salud-vegetal/bioestimulantes/stressal#block-bean-block-form-product-request-esp>
- Botta, A., Muñoz-Mayor, A., Bolarín, M., Marín, C., & Piñol, R. (2009). Tolerancia a la salinidad inducida por el regulador osmótico StresSal®. *Actas Horti.*, 54, 370-375.
- Chacón-Villalobos, Y., Chacón-Sancho, A., Vargas-Chinchilla, M., Cerdà-Subirachs, J., & Hernández-Pérez, R. (2021a). Nuevo bioestimulante de floración y maduración en café (*Coffea arabica* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 983-990. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43935>
- Chacón-Villalobos, Y., Chacón-Sancho, A., Vargas-Chinchilla, M., Cerdà-Subirachs, J., & Hernández-Pérez, R. (2021b). Influencia de un nuevo bioestimulante sobre la floración, fructificación y rendimiento en café (*Coffea arabica* L.). *Revista EspamCiencia*, 12(1), 33-40. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.226
- De Araujo-Ronilson, C., Almendagna-Rodrigues, F., Carla-Nadal, M., De Souza-Ribeiro, M., Carvalho-Antônio, C. A., António-Rodrigues, V., ... Dória, J. (2021). Acclimatization of *Musa* spp. seedlings using endophytic *Bacillus* spp. and *Buttiauxella agrestis* strains. *Microbiological Research Journal*, 248, 126750. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126750>
- Díaz-Blanco, P. O., & Márquez-Reina, E. (2011). Validación de los biofertilizantes Azotobacter, rhizobium y fosforina en cuatro sistemas de cultivos en condiciones de producción. *Avances*, 13(2), 1-9.
- EUROAGRO. (2021). *Bio Estimulantes-Fertilizantes Orgánicos. PRO-FULVIC® Registro: 179-F-AGR-A-CL001*. Consultado el 02 de septiembre, 2021, desde <https://www.euroagroec.com/producto/pro-fulvic/>

- Forrestal, P. J., Kratochvil, R. J., & Meisinger, J. J. (2012). Late-season corn measurements to assess soil residual nitrate and nitrogen management. *Agronomy Journal*, 104(1), 148-157. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0172>
- Fernández-Gómez, M. J. (2019). Ensayo demostrativo de las propiedades del bioestimulante peptídico INICIUM®. *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, 308, 64-67.
- INIVIT (Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales). (2010). *Instructivo técnico del cultivo del plátano*. La Habana, Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. ISBN 978-959-7210-15-3
- Kalemelawa, F., Nishihara, E., Endo, T., Ahmad, Z., Yeasmin, R., Tenywa, M. M., & Yamamoto, S. (2012). An evaluation of aerobic and anaerobic composting of banana peels treated with different inoculums for soil nutrient replenishment. *Bioresource Technology*, 126, 375-382. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.04.030>
- Macías-Duarte, R., Grijalva-Contreras, R. L., Robles-Contreras, F., Núñez-Ramírez, F., Cárdenas-Salazar V. A., & Mendóza-Pérez, C. (2021). Índice SPAD, nitratos y rendimiento en sorgo en respuesta al suministro de nitrógeno. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 293-305. <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.39712>
- Martínez-Romero, E., López-Guerrero, M. G., Ormeño-Orillo, E., & Moles, C. (2013). *Manual teórico práctico. Los biofertilizantes y su uso en la agricultura*. Distro Federal, México: SAGARPA-COFUPRO-UNAM
- Ramos-Agüero, D., Terry-Alfonso, E., Soto-Carreño, F., Cabrera-Rodríguez, A., Martín-Alonso, G. M., & Fernández-Chuaerey, L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 165-174. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2893.9763>
- Schmidt, J. P., Dellinger, A. E., & Beegle, D. B. (2009). Nitrogen recommendations for corn: an on-the-go sensor compared with current recommendation methods. *Agronomy Journal*, 101(4), 916-924. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0231x>
- Stevens, G., Rhine, M., Straatmann, Z., & Dunn, D. (2016). Measuring Soil and Tissue Potassium with a Portable Ion-Specific Electrode in Cotton Measuring Soil and Tissue Potassium with a Portable Ion-Specific Electrode in Cotton. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(18), 2148-2155. <https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1228944>
- The Mathworks. (2021). *MATLAB User's Guide. Version R2021b*. Natick, MA, USA: The Mathworks Inc.
- Varvel, G. E., Schepers, J. S., & Francis, D. D. (1997). Chlorophyll meter and stalk nitrate techniques as complementary indices for residual nitrogen. *Journal of Production Agriculture*, 10(1), 147-151. <https://doi.org/10.2134/jpa1997.0147>
- Visconti, F., De Paz, J. M., Bonet, L., Jordà M., Quiñones, A., & Intrigliolo, S. D. (2015). Effects of a commercial calcium protein hydrolysate on the salt tolerance of *Diospyros kaki* L. cv. "Rojo Brillante" Grafted on *Diospyros lotus* L. *Scientia Horticulturae*, 185, 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.01.028>
- Zhai, L., Liu H., Zhang, J., Huang, J., & Wang, B. (2011). Long-Term Application of Organic Manure and Mineral Fertilizer on N₂O and CO₂ Emissions in a Red Soil from Cultivated Maize-Wheat Rotation in China. *Agricultural Sciences in China*, 10(11), 1748-1757. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(11\)60174-0](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60174-0)
- Zhang, N., He, X., Zhang, J., Raza, W., Yang, X. M., Ruan, Y. Z., ... Huang, Q.W. (2014). Suppression of *Fusarium* Wilt of Banana with Application of BioOrganic Fertilizers. *Pedosphere*, 24(5), 613-624. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(14\)60047-3](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(14)60047-3)
- Zuaznabar-Zuaznabar, R., Pantaleón-Paulino, G., Milanés-Ramos, N., Gómez-Juarez, I., & Herrera-Solano, A. (2013). Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FITOMAS-E en el estado de Veracruz. México. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 47(2), 8-12.