

Efectos de microorganismos eficientes en el crecimiento del Banano Gran Enano en vivero.

Effects of efficient microorganisms on the growing of Gran Enano banana during the vivarium stage.

Autores: Dr.C Víctor Manuel Álvarez Villar ^{1*}, Dr.C Leudiyanes Ramos Hernández ¹, Dr.C Romelio Rodríguez Sánchez², MS.c Narcys Bueno Figueras³, Ing. Dainery Calzadilla Campos ⁴.

Organismo: ¹Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo, ²Laboratorio de Agrobiología, Centro de Bioplasmas. UNICA. Ciego de Ávila, ³ Universidad de Granma, ⁴ Biofábrica de la E. A. F. M “Cor. Arturo Lince González” El Salvador, Guantánamo.

E-mail: victorm@cug.co.cu

Resumen.

El objetivo de la investigación es evaluar la influencia de microorganismos eficientes inoculados (LEBAME del ICIDCA) en el crecimiento de las vitroplantas de banano Gran Enano en la fase de vivero. El diseño es completamente aleatorio, formado por cinco grupos: 1 el control (sin Lebame), 2 (5 ml / l de agua), 3 (10 ml / l de agua), 4 (15 ml / l de agua) y 5 (20 ml / l de agua). Fueron utilizadas 25 plantas por grupo y realizadas dos inoculaciones del producto (inicio y al mes), tres mediciones de las cinco variables: tallo (ancho y largo) y hojas (largo, ancho y número), al inicio, a los 30 y 60 días.

El LEBAME ha demostrado una gran efectividad agrobiológica con el estímulo provocado en el crecimiento de las plantas, las diluciones del producto superaron al grupo control y la dosis de 10 mL L⁻¹ fue la más efectiva.

Palabras clave: crecimiento, vitroplantas, microorganismos eficientes, vivero.

Abstract.

The objective of this research is to evaluate the influence of efficient inoculated microorganisms (LEBAME del ICIDCA) on the growing of Gran Enano Banana in vitro during the vivarium stage. It was carried out at random using five groups: 1, control (without Lebame), 2 (5 ml / l of water), 3 (10 ml / l of water), 4 (15 ml / l of water) and 5 (20 ml / l of water). There were used 25 plants per group and developed two inoculations of the product (at the beginning and after a month), three measuring of five variables: stem (width and length), leaves (length, width and number), at the beginning, after 30 and 60 days.

The LEBAME has demonstrated a great agrobiological effectiveness with its inducement on the plants growing, the dilutions of the product exceeded the control group, and the dose of 10 mL L⁻¹ is the most effective.

Keywords: growing, in vitro, efficient microorganisms, vivarium stage.

Introducción.

El banano (*Musa paradisiaca* L.) es uno de los cultivos más difundidos en el mundo; ocupa el cuarto lugar entre los principales productos agrícolas después del arroz, el trigo y el maíz. Su importancia radica en la alimentación de millones de personas, además de su impacto económico y cultural, especialmente en países en desarrollo.

En las regiones tropicales donde se siembra el cultivo de banano de distintas variedades para la exportación, las plantaciones cubren unas 500.000 hectáreas. Las principales áreas son América Central y del Sur con cerca del 80%, África (Camerún, Costa de Marfil) con el 10% y el Sudeste de Asia (Filipinas, Taiwán) con el 10% final ⁽¹⁾.

En la actualidad el cultivo de banano se ha convertido en pieza clave de la alimentación por su gran aporte de vitaminas y minerales en la dieta de millones de personas a nivel mundial, pero particularmente por su alto contenido de Potasio (K) (370 mg/100g de pulpa) que satisface los requerimiento diarios de este elemento en el ser humano (2000-6000 mg K/día). ⁽²⁻³⁾.

El crecimiento y producción del cultivo de banano depende del desarrollo progresivo de las hojas, las cuales deben mantenerse funcionales desde la emisión floral y durante el desarrollo de los frutos. El sistema foliar del banano es la fuente primaria de fotoasimilados y varía considerablemente de tamaño y funcionalidad ⁽⁴⁾.

Existen más de 500 variedades de banano, pero es el subgrupo Cavendish el que más se cultiva, Figueroa & Lupi, (s. f.) ². Dentro de este subgrupo los clones de Valery, Gran Enano y Williams son los que más se destacan debido a sus características e importancia en el comercio mundial, su adaptación climática, su alta resistencia de los fuertes vientos y una alta productividad ⁽⁵⁾.

Los bananos y plátanos se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo y son un componente importante en la alimentación de millones de personas. En el año 2008 la producción mundial fue de 125 049.265 toneladas métricas, y de ellas el 27,46% correspondieron a cultivares de plátano ⁽⁶⁾.

La introducción de genotipos resistentes y el uso de las técnicas de cultivo *in vitro* para su propagación podrían contribuir a la producción de semilla de alta calidad genética y con ellos al aumento de los niveles de producción. En ese sentido, la propagación de diversas variedades de banano y de plátano vianda por la vía de la embriogénesis somática, pudiera constituir una alternativa viable para resolver la problemática de la semilla. Sin embargo, si las vitroplantas alcanzan mayor crecimiento al finalizar la fase de aclimatización y vivero, estas podrán adaptarse con mayor facilidad a las condiciones de campo.

El Centro de Bioplantas está desarrollando ensayos a partir de microorganismos eficientes producidos por el ICIDCA (LEBAME), utilizados como biofertilizantes en la propagación del banano, plátano y piña. A partir de los convenios de colaboración de esta institución investigativa con la Empresa Agroforestal de Montaña "Cor. Arturo Lince González", se ha planteado la posibilidad de utilizar estos microorganismos eficientes en la propagación del

banano Gran Enano que produce la biofábrica de la Empresa en la fase de vivero. Para aprovechar esta oportunidad, se propone como objetivo investigativo del presente trabajo evaluar la influencia en el crecimiento de las vitroplantas de banano Gran Enano en la fase de vivero, con la inoculación de microorganismos eficientes a través del producto LEBAME (ICIDCA) en la biofábrica de la Empresa Agroforestal de la Montaña "Cor. Arturo Lince González."

Materiales y métodos.

El área experimental está ubicada en una de las naves de vivero de la cual consta la biofábrica. El montaje del experimento se desarrolla al iniciarse la etapa de vivero, todas las plantas escogidas de la variedad de banano Gran Enano, obtenidas por embriogénesis somática.

En vivero las plantas son trasplantadas individualmente luego de la fase de aclimatación a bolsas de plástico negras de 7,0 cm de ancho por 5,0 cm de alto. Estas bolsas son cubiertas de sustrato constituido por suelo pardo carbonatado y pulpa de café descompuesta (1:1 v/v), ambos tamizados antes de hacer la mezcla.

El producto LEBAME es un bioproducto compuesto por microorganismos eficientes de la colección de cultivos del ICIDCA *Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato, *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1 y *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12. El mismo se produce a partir de un inóculo de los microorganismos con miel final de caña y sulfato de amonio a través de un proceso fermentativo. Según estudios desarrollados por investigadores del ICIDCA ⁽⁷⁾ es estable por un período de 6 meses y se puede almacenar a temperatura ambiente.

Cinco tratamientos fueron empleados para un total de 125 plantas de bananos variedad Gran Enano, divididos en cinco (5) grupos de 25 plantas cada uno, con el uso de un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos fueron clasificados de acuerdo a los diferentes porcentajes de dilución en agua de los microorganismos eficientes (LEBAME) y un control:

Trat. 1: 0 ml L⁻¹ (Control).

Trat. 2: 5 mL L⁻¹.

Trat. 3: 10 mL L⁻¹

Trat. 4: 15 mL L⁻¹

Trat. 5: 20 mL L⁻¹

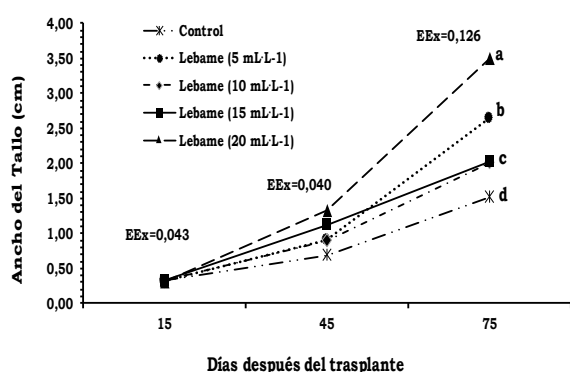
Durante el experimento fueron ejecutadas tres mediciones; una en el momento del montaje (inicial), antes de la aplicación del LEBAME, otra al mes de aplicado, en la que posterior a la medición fue inoculado nuevamente el producto en las diluciones antes mencionadas, y una tercera medición al finalizar la etapa de vivero (75 días) cuando ya las plantas estaban listas para ser trasplantadas al campo.

En cada medición fue empleado un pie de rey y fueron evaluadas 5 variables relacionadas con el crecimiento de la planta: longitud y ancho de la planta (cm), longitud y ancho del tallo (cm) y número de hojas por planta.

Para el análisis estadístico de los datos fue utilizado el paquete estadístico STATISTICA 10. Los postulados estadísticos aditividad de errores ⁽⁸⁾ fueron comprobados mediante el diseño experimental y test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza ⁽⁹⁾, y para identificar la diferencia entre las medias de los tratamientos evaluados fue utilizada la prueba de significación de Duncan.

Resultados y discusión.

La figura y tabla 1 muestran el efecto de la aplicación del producto LEBAME sobre las variables ancho del tallo de las plantas de banano Gran Enano en los diferentes momentos de evaluación. En estas se aprecia que en todas las variables estudiadas en la primera medición no hubo diferencia significativa alguna, o lo que es lo mismo, hubo una homogeneidad adecuada en las plantas antes de iniciarse la aplicación de los tratamientos.

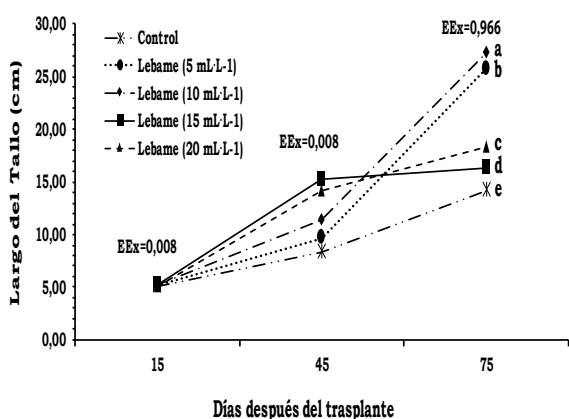


No	Grupos	Ancho del Tallo (cm)		
		1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
1	Trat.1: 0 ml L ⁻¹	0,312	0,695 ^d	1,518 ^d
2	Trat.2: 5 mL L ⁻¹	0,351	0,910 ^c	2,643 ^b
3	Trat.3:10 mL L ⁻¹	0,322	0,893 ^c	2,008 ^c
4	Trat. 4: 15 mL L ⁻¹	0,303	1,121 ^b	2,020 ^c
5	Trat. 5: 20 mL L ⁻¹	0,313	1,325 ^a	3,500 ^a
	E. Ex	0,011	0,040	0,126
	P	0,718 ^{n.s}	0,004	0,015

Figura y tabla 1: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el ancho del tallo de posturas de banano Gran Enano. (Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p \leq 0,05$).

Como se puede observar en el caso del ancho del tallo (Fig. y tabla 1) se produce un significativo incremento en la dilución de 20 mL L⁻¹ en el momento final de la evaluación (3,50 cm) con respecto a los demás tratamientos donde fue empleado el LEBAME. Este incremento fue muy marcado con respecto a las plantas control (1,0 cm) superado en tres unidades, es decir, en el caso del ancho del tallo el incremento de la concentración del producto ha influido positivamente en esta variable (15 y 20 mL L⁻¹). Todas las concentraciones del producto superaron significativamente a las plantas control.

La figura y tabla 2 muestran el efecto de la aplicación del producto LEBAME sobre las variables ancho del tallo de las plantas de banano Gran Enano en los diferentes momentos de evaluación.



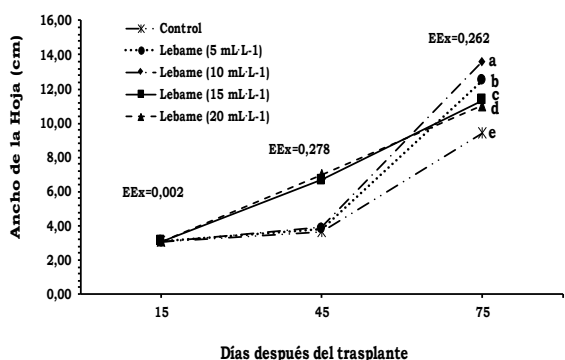
No	Grupos	Largo del Tallo (cm)		
		1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
1	Trat.1: 0 ml L ⁻¹	5.175	8,356 ^e	14,211 ^e
2	Trat.2: 5 mL L ⁻¹ .	5.192	10,620 ^d	25,773 ^b
3	Trat.3:10 mL L ⁻¹	5.164	11,430 ^c	27,283 ^a
4	Trat. 4: 15 mL L ⁻¹	5.154	15,225 ^a	16,293 ^d
5	Trat. 5: 20 mL L ⁻¹	5.177	14,230 ^b	18,376 ^c
	E. Ex	0,059	0,486	0,966
	P	0,747 ns	0,008	0.021

Figura y tabla 2: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el largo del tallo de posturas de banana Gran Enano. (Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p \leq 0,05$).

Diferente comportamiento muestra la evaluación realizada a la variable largo del tallo (Figura y tabla 2), pues los mejores resultados se obtuvieron en la primera medición para las diluciones de 15 mL L⁻¹ y 20 mL L⁻¹ con diferencias significativas con respecto a las plantas de 5 mL L⁻¹ y 10 mL L⁻¹, en todos los casos superiores a los resultados del grupo control. Sin embargo, en la medición final los mejores resultados se obtienen en las plantas que fueron tratadas con las diluciones de 10 mL L⁻¹ y 5 mL L⁻¹ en ese orden con valores significativamente superiores al resto de los tratamientos y el grupo control.

Este hecho pudiera corresponderse con una influencia positiva del producto en el crecimiento de las plantas en esta etapa de vivero, pues es conocido que entre muchas otras características del producto LEBAME, este contiene una concentración de 1,75 g L⁻¹ de N₂, lo que puede incidir positivamente en el mayor crecimiento de estas variables a la dilución de 10 mL L⁻¹.

No obstante, en el ancho y largo de las hojas se aprecian similares comportamientos al anteriormente descrito, tal y como se muestra a continuación.

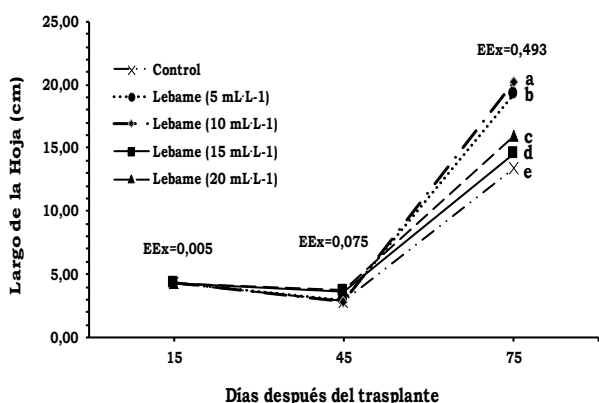


No	Grupos	Ancho de la hoja (cm)		
		1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
1	Trat.1: 0 ml L ⁻¹	1.236	3,651 ^e	9,408 ^e
2	Trat.2: 5 mL L ⁻¹ .	1.214	3,820 ^d	12,503 ^b
3	Trat.3:10 mL L ⁻¹	1.245	3,920 ^c	13,595 ^a
4	Trat. 4: 15 mL L ⁻¹	1.224	6,691 ^b	11,326 ^c
5	Trat. 5: 20 mL L ⁻¹	1.236	6,996 ^a	11,025 ^d
	E. Ex	0,263	0,278	0,262
	P	0,701 n.s	0,001	0.035

Figura y tabla 3: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el ancho de la hoja de posturas de banana Gran Enano. (Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p \leq 0,05$).

Nuevamente en la medición final (tercera), los tratamientos de 10 mL L⁻¹ y 5 mL L⁻¹ alcanzan los más altos y significativos valores (13,595 y 12,503 cm respectivamente) para la variable ancho de las hojas (Fig. y tabla 3) de las posturas cuando se comparan con los demás tratamientos y el grupo control, lo que manifiesta una vez más que son las diluciones las que logran mayor estimulación del crecimiento en las plantas de banano. Es importante destacar que en la evaluación realizada en la segunda medición, estos mismos tratamientos alcanzan valores que, aunque significativamente diferentes, son bastante similares en sus valores absolutos a los alcanzados por las plantas control, lo que pudiera indicar que aún a partir de la fecha cuando se realiza la segunda aplicación foliar, es que se logra una mayor concentración del producto, y por ello, ya en la evaluación realizada al final del experimento se alcanzan los mayores valores en estos tratamientos (10 y 5 mL L⁻¹).

Similar comportamiento se observa en la variable largo de la hoja (Figura y tabla 4) con la aplicación de la dilución de 10 mL L⁻¹, donde se alcanzan valores superiores a los 20 cm de largo, diferente significativamente al resto de los tratamientos y el grupo control.



No	Grupos	Largo de la hoja (cm)		
		1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
1	Trat.1: 0 ml L ⁻¹	2.034	2,869 ^d	13,386 ^e
2	Trat.2: 5 mL L ⁻¹ .	2.037	2,911 ^c	19,281 ^b
3	Trat.3:10 mL L ⁻¹	2.012	2,866 ^d	20,220 ^a
4	Trat. 4: 15 mL L ⁻¹	2.043	3,673 ^b	14,553 ^d
5	Trat. 5: 20 mL L ⁻¹	2.036	3,740 ^a	15,930 ^c
	E. Ex	0,023	0,075	0,492
	P	0,986 n.s	0,036	0.026

Figura y tabla 4: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el largo de la hoja de posturas de banano Gran Enano. (Medias con letras diferentes difieren significativamente para p ≤ 0,05).

En esta variable, durante la segunda medición los resultados son similares a los del ancho de la hoja, lo cual significa que en el tratamiento de 10 mL L⁻¹, tiene una baja respuesta luego de la primera inoculación del producto, pues es inferior aunque significativamente similar a los resultados obtenidos por las plantas del grupo control; sin embargo fue el de los mejores resultados en la medición final, es decir, la segunda inoculación del producto con esta concentración estimula significativamente el crecimiento foliar, que en este cultivo es de vital importancia para el futuro productivo del cultivo.

La tabla 5 muestra el efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el número de hojas en banano Gran Enano.

Tratamientos	Número hojas		
	15 ddt	45 ddt	75 ddt
Control	1,82	2,08	2,50
Lebame (5 mL L ⁻¹)	1,91	2,16	2,33
Lebame (10 mL L ⁻¹)	1,62	2,20	2,67

Lebame (15 mL L ⁻¹)	1,96	2,12	2,50
Lebame (20 mL L ⁻¹)	1,96	2,12	2,50
EEx	0,068 ns	0,022 ns	0,093 ns

Tabla 5: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el número de hojas emitidas por las posturas de banano Gran Enano.

En la tabla no se aprecian diferencias significativas en la emisión de nuevas hojas entre los tratamientos evaluados. No obstante, el comportamiento esperado de esta variable es que fuera similar a los resultados alcanzados en la variable largo del tallo (Figura y tabla 2) pues al poseer mayor longitud el tallo y las hojas del banano se esperaba una mayor emisión foliar.

Estos resultados del efecto del producto LEBAME en el crecimiento del banano Gran Enano en la fase de vivero se corresponden con ensayos desarrollados por investigadores del INCA en cultivos de pimientos, tomates, lechuga, acelgas, cebolla, frijol negro, girasol y col, en los que a partir de los resultados obtenidos se ha demostrado la efectividad del producto por el estímulo provocado en el crecimiento de las plantas, en este caso, aquellos obtenidos con la dosis de 10 mL.L⁻¹.



Figura 5: Efecto de diferentes diluciones de LEBAME en el ancho y largo de las hojas de posturas de banano Gran Enano.

La figura muestra cómo las plantas a las que se les aplica las diluciones de LEBAME de 10 y 5 mL L⁻¹ logran mayor crecimiento que las plantas control, así como también un color verde más intenso con estos tratamientos.

Conclusiones.

La aplicación de LEBAME demuestra una gran efectividad agrobiológica del producto a partir del estímulo provocado en el crecimiento de las plantas, pues los resultados de todas las diluciones del mismo son superiores a los del grupo control.

Se evidencia el incremento del crecimiento de las posturas tratadas con LEBAME, con énfasis en la dosis de 10 mL L⁻¹ como la más efectiva, lo cual hace más económica su aplicación al no demandar el uso de altas concentraciones del mismo.

Referencias bibliográficas.

Belalcázar, S. (1991). *El cultivo de plátano en el trópico*. Manual de asistencia Técnica. Cali: Feriva. 50, pp. 376.

Di Rienzo, J. A, Casanoves, F, González, L. A, Tablada, E. M, Díaz, M, Robledo, C. W., Balzarini, M.G. (2005). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. Sexta edición. Córdoba. Argentina: pp. 345.

ICIDCA. (2015). *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 49(3), pp. 3-8. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Ciudad de La Habana, Cuba.

FAO STAT. (2010). *Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO)*. [Versión electrónica]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID>.

Figuroa, M. M., Lupi, A. M. *Características y Fertilización del cultivo de banano*. [Versión electrónica]. Disponible en: <http://www.fertilizar.org.ar/articulos/articulos>

Ortega Arias - Carbajal, G. M., Díaz de Villegas-Díaz de Villegas, M.E., Delgado Arrieta, G. & Martínez, Sánchez, A. (2015) *Estudio de estabilidad del bioproducto Lebame*.

Ortiz Vega, L. A. et al. (2001). *El cultivo de banano*. San José, Costa Rica: Euned, pp. 186.

Rahan, M. (1998). *Plant propagation and Biotechnology*. Western Galilee. p 15.

Turner, D. W. (1998). Ecophysiology of bananas: the generation and functioning of the leaf canopy. *Acta Horticulturae* (ISHS), 490 pp. 211-222.

Vázquez, E. R. (2011). *Contribución al tratamiento estadístico de datos con distribución binomial en el modelo de análisis de varianza*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Mayabeque, INCA, p. 97

Fecha de recibido: 16 oct. 2017
Fecha de aprobado: 18 dic. 2017