

# Bioenraiz®: estimulante de la germinación y el desarrollo de plántulas de cafeto (*Coffea arabica* L.) II

María Esther González-Vega<sup>1\*</sup>, Miruldis Valcárcel-Guevara<sup>1</sup>, Lianka Rondón-Hernández<sup>1</sup>, José Lacerra-Espino<sup>2</sup>, Merardo Ferrer-Viva<sup>2</sup> y Yojana Rodríguez-Benito<sup>3</sup>

1. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba.

2. Estación Experimental Agroforestal de Jibacoa. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). Villa Clara, Cuba.

3. Estación Experimental Agroforestal de Tercer Frente. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). Santiago de Cuba, Cuba.

\* [esther@inca.edu.cu](mailto:esther@inca.edu.cu)

## RESUMEN

El uso de bioproductos, a partir de bacterias benéficas, constituye una alternativa para cultivos de importancia económica. En esta investigación se evaluó el efecto del Bioenraiz®, con propiedades auxínicas, en la obtención de plántulas de cafeto, del cultivar Isla 6-13. Se estudiaron tres concentraciones: 200, 220 y 230 mL·L<sup>-1</sup> y un control. Se realizaron dos aplicaciones: antes de la siembra de las semillas, a través de la imbibición por 20 min y, posteriormente, cuando las plantas alcanzaron el primer par de hojas. Se evaluó la germinación a los 50 y 60 días después de la siembra. A los siete meses, se evaluó altura, diámetro del tallo, pares de hojas y masa seca. Se evidenciaron diferencias en la respuesta a la germinación; el mejor tratamiento fue 200 mL L<sup>-1</sup> de Bioenraiz®, con 81.6 y 96.7 % a los 50 y 60, respectivamente. Las semillas tratadas originaron plántulas que mostraron diferencias significativas y superaron resultados mostrados por el control, lo que se atribuye a la composición del bioproducto. Con el Bioenraiz®, se contribuye a la recuperación de la caficultura cubana y se logra material de plantación con productos naturales, con la calidad requerida.

**Palabras clave:** café, reguladores del crecimiento vegetal, auxinas, germinación.

## ABSTRACT

The use of bioproducts, from bacterias with beneficent properties, represents an alternative for the development of economical important. The effect of Bioenraiz® in germination and plants growth during the plants coffee obtaining of Isla 6-13 was studied. Three concentrations of the biopreparation: 200, 220 and 230 mL L<sup>-1</sup> and a Control were evaluated. The application was carried out before the inoculation of the seeds through the imbibitions for 20 min and when the first pair of leaves was reached. The germination was evaluated 50 and 60 days after the inoculation. The height, diameter of shaft, pair of leaves and dry mass were evaluated to the seven months. Differences in the germination for both periods were evidenced, the best treatment was 200 mL L<sup>-1</sup> of Bioenraiz®, where 81.6 and 96.7 %, respectively were obtained. Seeds treated with the biopreparation originated plants that showed significant differences with the control that is attributed to the chemical composition of the biopreparation. The results contributed from the economic point of view, to the recovery of coffee in Cuba, achieving plantation material with natural products and the required quality.

**Key words:** coffee, plant growth regulators, auxins, germination.

## INTRODUCCIÓN

El cafeto (*Coffea* spp.), es reconocido internacionalmente; sus semillas tostadas, molidas y en infusión, constituyen la bebida no alcohólica más consumida actualmente; siendo considerado un rubro de gran valor comercial a nivel mundial. En Cuba, constituye una prioridad del sector agrícola,

por ser una bebida de consumo habitual por la población y porque es producto exportable, lo que contribuye a incrementar las fuentes de divisas para el desarrollo económico y social del país. A la especie *Coffea arabica* L. corresponde aproximadamente el 70 % de la producción mundial (1), lo que se atribuye a la calidad de su bebida, las características aromáticas y bajo nivel de cafeína en sus granos.

En la nación, se han introducido estrategias para mejorar el fomento y desarrollo del cafeto; actualmente, las cifras de producción no satisfacen el consumo interno ni la exportación; se requiere incrementar las áreas dedicadas al cultivo, así como la disponibilidad de material de plantación, para la obtención de plántulas de calidad las que juegan un papel esencial (2).

La utilización de semillas de café de alta calidad fisiológica es uno de los factores que influyen en la obtención de plantas vigorosas, en condiciones de campo, pues redundan en mayor productividad (3). Sin embargo, estas pierden rápidamente su viabilidad y, con ello, disminuyen los índices de germinación (4).

Por esta razón, la búsqueda de vías que favorezcan la producción de plántulas y el crecimiento productivo en este cultivo, con métodos convencionales y novedosas técnicas (5), garantizan la conservación del germoplasma y permiten obtener adecuados niveles de germinación de las semillas, así como adecuado desarrollo de las plántulas, durante el proceso de obtención de material de plantación (2).

Los bioproductos, contribuyen de manera efectiva a la supervivencia y crecimiento de los cultivos, reducen efectos negativos del estrés asociado a la nutrición, las relaciones con el agua, la estructura del suelo, el pH, los metales pesados y los patógenos (6). El Bioenraiz<sup>®</sup>, obtenido a partir de una cepa de *Rhizobium*, es un regulador del crecimiento vegetal, dada su composición química a partir de auxinas, que juega importante papel en la germinación de semillas y posterior desarrollo de las plántulas (7).

En los últimos años se han incrementado las investigaciones, a fin de esclarecer el papel biológico de este producto en determinadas especies vegetales. No obstante, la influencia del Bioenraiz<sup>®</sup> sobre diferentes etapas del crecimiento de plántulas de cafeto, resulta escasa, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar su efecto durante la obtención de plántulas del cultivar Isla 6-13.

## MATERIALES Y MÉTODOS

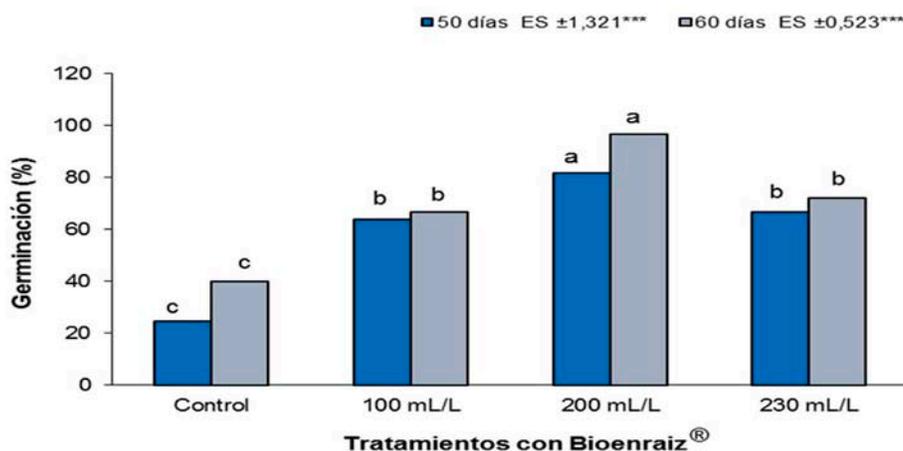
El trabajo se desarrolló en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La siembra se efectuó en bolsas de polietileno (14 x 22 cm), a razón de dos semillas por bolsa, cv. Isla 6-13 de *C. arabica*, en buen estado fitosanitario. Se utilizó suelo Ferralítico Rojo lixiviado, mezclado con materia orgánica en proporción 3:1 (v:v). Se estudió el efecto del Bioenraiz<sup>®</sup>, obtenido a partir de una cepa de *Rhizobium*, en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y tres réplicas, cada uno estuvo compuesto por 30 bolsas. Los tratamientos consistieron en evaluar la efectividad de diferentes concentraciones y momentos de aplicación del Bioenraiz<sup>®</sup>, se definió un control (agua destilada) y tres concentraciones del bioproducto: Tratamiento 1-100 mL L<sup>-1</sup>, Tratamiento 2-200 mL L<sup>-1</sup> y Tratamiento 3- 230 mL L<sup>-1</sup>. La primera aplicación se realizó antes de la siembra de las semillas, por imbibición de estas en las soluciones establecidas, durante 20 min; luego de este tratamiento las semillas se secaron a la sombra y se inocularon. La segunda aplicación del biopreparado se efectuó cuando las plantas presentaban el primer par de hojas, a razón de 10 mL por planta.

La germinación fue evaluada 50 y 60 días después de la siembra. A los siete meses, en las plantas que fueron asperjadas, al contar con el primer par de hojas, se evaluó: altura, diámetro del tallo, pares de hojas y masa seca; y, en las no tratadas, se evaluó la germinación en cada tratamiento Los

datos experimentales se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación doble ( $p < 0.05$ ), las medias se compararon por prueba de rangos múltiples de Duncan, con previa transformación de datos ( $\arcsen \sqrt{\%}$ ), con el paquete SAS 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta a la germinación de las semillas de cafeto, a los 50 y 60 días, después de la siembra, con el empleo de Bioenraiz®, fue favorable; atribuible a que los reguladores del crecimiento, tanto de origen natural como sintéticos, tienen efectos biológicos sobre la germinación de semillas y sobre la estimulación del sistema radical (8). Con 200 mL L<sup>-1</sup> del biopreparado se obtuvieron mejores resultados, que se diferencian significativamente de los obtenidos en el resto de los tratamientos, los cuales oscilaron entre 81.6 y 96.7 % de germinación (figura 1). La respuesta de un tejido u órgano vegetal a las auxinas está en correspondencia con la concentración de este regulador del crecimiento y la sensibilidad a este.



**Figura 1.** Respuesta de *Coffea arabica* L. cv. Isla 6-13 al proceso de germinación, con el empleo de Bioenraiz®, después de los 50 y 60 días de la siembra.

Las otras dos concentraciones del Bioenraiz® arrojaron valores de germinación inferiores, pero superaron al control. Al parecer, resultaron menos efectivas en Isla 6-13, al ser comparadas con el cv. Caturra rojo (9), dados los niveles endógenos de compuestos auxínicos ya que, generalmente, dicha respuesta está en correspondencia con la disponibilidad, a nivel intracelular, en forma libre o conjugada (10).

A diferencia del cv. Caturra rojo, si bien la concentración más alta del biopreparado no indujo una respuesta favorable, tampoco se detectaron anomalías en el crecimiento de plántulas procedentes de semillas tratadas con esta concentración. Sin embargo, hubo inhibición del proceso de formación de hojas verdaderas. Lo que pudiera atribuirse a la presencia de indoles como ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido indol-propiónico (AIP). Algunos cambios morfológicos obedecen a alteraciones fisiológicas, al aplicar niveles inadecuados de reguladores del crecimiento (11). La presencia de conjugados auxínicos, detectados en semillas y plántulas como tal, resulta reversible, a diferencia de la degradación que es irreversible. Existe estrecha relación entre metabolismo y mecanismo de acción hormonal en plantas, implicados en todas las fases de desarrollo y, de manera especial, en la fase inicial de germinación de semillas y formación de plántulas. Los estudios que facilitan la selección y empleo de las concentraciones adecuadas de estos productos, según los

procesos a inducir y el cultivo en cuestión, resultan de interés, son repuestas que están en correspondencia con la especie y el estado fisiológico de la planta.

El Bioenraiz tuvo efecto en el desarrollo de plantas de cafeto, tratadas con 200 y 230 mL L<sup>-1</sup>, con diferencias respecto al control en cuanto a: altura, diámetro del tallo, pares de hojas y masa seca foliar (tablas 1 y 2).

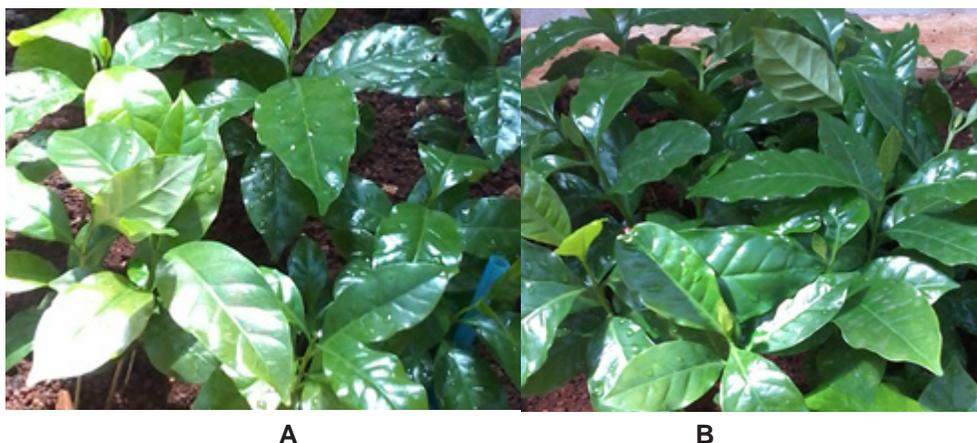
**Tabla 1.** Desarrollo de plántulas de cafeto (*C. arabica* cv. Isla 6-13), a los 7 meses de cultivo, con la aplicación del Bioenraiz® durante la germinación

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	No. de pares de hojas	Masa seca foliar (g)
Control	13.2 b	0.18 c	4.3 c	1.5 c
Bioenraiz® (100 mL L <sup>-1</sup> )	15.7 b	0.29 b	5.2 b	1.7 c
Bioenraiz® (200 mL L <sup>-1</sup> )	19.9 a	0.36 a	6.2 a	3.3 a
Bioenraiz® (230 mL L <sup>-1</sup> )	19.7 a	0.37 a	5.7 ab	2.8 b
ES ±	0.903***	0.015**	0.125**	0.140***

Medias con letras comunes no difieren estadísticamente, según Prueba de Rangos Múltiples de Ducan para  $p < 0.05$ . \*\* significativo para  $p < 0.01$ . \*\*\* significativo para  $p < 0.001$ .

Este efecto puede obedecer al papel de las auxinas, en niveles adecuados y de forma activa, que inciden en la formación de pelos radicales y número y elongación de raíces laterales, lo que facilita la absorción de agua y nutrientes, por la planta; así como mayor intercambio con la rizosfera (8). Al ejercer las auxinas acción positiva sobre estos procesos relacionados con el sistema radical, provocan reducción de la presión de la pared e inducen la síntesis de enzimas específicas, ya que aumentan la plasticidad de la pared celular y se favorece la germinación. Esta respuesta coincide con lo observado en el cv. Caturra rojo y se asemeja a lo obtenido ante la bioestimulación, para otros cafetos, al utilizar microorganismos rizosféricos o productos derivados de estos, en la obtención de posturas.

El biopreparado, asperjado foliarmente (10 mL por planta), cuando las plántulas alcanzaron el primer par de hojas, repercutió en el desarrollo morfológico (tabla 2); los valores para los indicadores del crecimiento superaron al control y a los valores alcanzados cuando el Bioenraiz® se aplicó solamente en la etapa de germinación (figura 2).



**Figura 2.** Plántulas de *Coffea arabica* L. cv. Isla 6-13 procedentes del tratamiento con Bioenraiz®. **A-** Imbibición de las semillas en 200 mL L<sup>-1</sup>, previo a la germinación; **B-** Imbibición de las semillas en 200 mL L<sup>-1</sup>, previo a la germinación y aspersión foliar de 10 mL por planta, después de la emisión del primer par de hojas.

El tratamiento con 200 mL L<sup>-1</sup> resultó ser más efectivo. Las plantas se caracterizaron por adecuado vigor y hojas de coloración verde brillante. El biopreparado aplicado exógenamente sobre las hojas puede penetrar en los elementos cribosos luego de ser absorbido y transportarse al parénquima vascular.

**Tabla 2.** Desarrollo de plántulas de cafeto (*C. arabica* cv. Isla 6-13), a los 7 meses de cultivo, con la aplicación de Bioenraiz<sup>®</sup>, después de la emisión del primer par de hojas

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	No. de pares de hojas	Masa seca foliar (g)
Control	13.9 c	0.21 c	4.5 c	1.8 c
Bioenraiz <sup>®</sup> (100 mL L <sup>-1</sup> )	19.1 b	0.36 ab	6.3 b	3.1 b
Bioenraiz <sup>®</sup> (200 mL L <sup>-1</sup> )	22.1 a	0.40 a	7.7 a	4.8 a
Bioenraiz <sup>®</sup> (230 mL L <sup>-1</sup> )	13.2 c	0.31 b	4.5 c	2.0 c
ES ±	0.705**	0.017**	0.122**	0.156***

Medias con letras comunes no difieren estadísticamente, según Prueba de Rangos Múltiples de Ducan para  $p < 0.05$ . \*\* significativo para  $p < 0.01$ . \*\*\* significativo para  $p < 0.001$ .

La aplicación del Bioenraiz<sup>®</sup> (230 mL L<sup>-1</sup>), después de la emisión del primer par de hojas, provocó decrecimiento en los indicadores evaluados; esto puede atribuirse a la inhibición del metabolismo o algunas fases del proceso de crecimiento y desarrollo en este cultivo. La cantidad de compuestos auxínicos presentes en hojas depende de la edad de estos tejidos, se plantea que los tejidos jóvenes resultan más eficientes. Los resultados de este trabajo son importantes por su posible impacto económico y medioambiental, al tener en consideración las características logradas en las plántulas y los efectos favorables del producto Bioenraiz<sup>®</sup>. La agricultura cubana está en una etapa de sustitución de insumos; por ello la obtención de posturas de calidad para el fomento de plantaciones cafetaleras y la renovación de las ya envejecidas es una necesidad; lo que requiere del desarrollo de nuevos métodos, con el empleo de recursos naturales, locales, económica y ambientalmente factibles.

## CONCLUSIONES

El Bioenraiz<sup>®</sup> estimula la germinación de semillas de cafeto del cv. Isla 6-13, con 81.6 y 96.7 %, a los 50 y 60 días de cultivo, respectivamente, al emplear 200 mL L<sup>-1</sup>. Las plantas procedentes de semillas tratadas con el bioproducto, después de siete meses de cultivo, para las variables evaluadas, alcanzaron valores numéricos y de calidad morfológica superiores al control, por lo que se puede recomendar esta práctica en la producción masiva de plántulas de este cultivar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- López, P.; Irachaeta, L.; Juárez, M.; Méndez, I.; Esquivel, A.; Aguirre, J.; Ojeda, M. y A. Gutiérrez. Influencia del explante y medio de cultivo en la embriogénesis somática en hojas de café. Revista Fitotecnia Mex., 2010, vol. 33, no. 3, p. 205-213.
- Isaac, E.; Ferrer, A. y Fung, Y. Efecto de la aplicación de un campo electromagnético sobre el contenido de proteínas solubles y carbohidratos de embriones cigóticos de *Coffea arabica* L. cultivados in vitro. Biotecnología Vegetal, 2010, vol. 10, no. 1, p. 53-56.

3. Eira, M.T.S.; Amaral da Silva, E.A.; De Castro, R.; Dussert, S.; Walters, Ch.; Derek, J. y Hilhorst, H.W.M. Coffee seed physiology. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 2006, vol. 18, no. 1, p. 149-163.
4. Castilla, Y. Conservation of phylogenetic resources of coffee-tree (*Coffea spp.*) by biotechnological methods: an alternative to its preservation. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 4, p. 29-39.
5. Costa, J.; Hérique, C.; Carolina, A.; Pascual, M. y Batista, J. Multiplication of embryogenic calli in *Coffea arabica* L. *Maringá*, 2012, vol. 34, no. 1, p. 93-98.
6. Kuffner, M.; Puschenreiter, M.; Wiesshammer, G.; Gorfer, M. y Sessitsch, A. Rhizosphere bacteria affect growth and metal uptake of heavy metal accumulating willows. *Plant Soil*, 2008, no. 304, p. 35-44.
7. Beiro, O.; Echevarría, M.E.; Fraga, R.; Suárez, A.; Domínguez, J.; A, Trujillo y Carballo, O. Toxicidad aguda por contacto del Bioenraiz en abejas (*Apis mellifera*). *Revista de Toxicología*, 2007, p. 39-50.
8. Rahman, A.; Hosokawa, S.; Oono, Y.; Amakawa, T.; Goto, N. and Tsurumi, S. Auxin and ethylene response interactions during Arabidopsis root hair development diss. *Plant Physiol.* 2012, vol. 130, no. 4, p. 1908-1917.
9. González, María E.; Rosales, P.; Castilla, Y.; Lacerra, L. y Ferrer, M. Effect of Bioenraiz® like stimulant of the germination and the development of coffee plants (*Coffea arabica* L.) I. *Cultivos Tropicales* 36(1):72-78, 2015.
10. Rampey, R.; Leclere, S; Kowalczyk, M.; Ljung, K.; Sandberg, G. Y Bartel, B. A family of auxin-conjugate hydrolases that contributes to free indole-3 acetic acid levels during Arabidopsis germination. *Plant Physiology*, 2004, no.135, p. 978-988.
11. Shirani, S.; Mahdavi, F. y Maziah, M.M. Morphological abnormality among regenerated shoots of banana and plantain (*Musa spp.*) after in vitro multiplication with TDZ and BAP from excised shoottips. *African Journal of Biotechnology*, 2009, vol. 8, no. 21, p. 5755-57.