

Efecto de concentraciones de Enerplant® en la eficiencia nutricional de posturas de cafetos

Carlos Alberto Bustamante-González^{1,§}
Yordanis Galán-Moreno¹

1 Instituto de Investigaciones Agroforestales-UCTB III Frente. Cruce de los Baños, Tercer Frente. Santiago de Cuba, Cuba. CP. 92700. Tel. 22566229. (galanmorenoyorr@gmail.com).

Autor para correspondencia: marlonalejandro2012@gmail.com

Resumen

Establecer el adecuado aprovechamiento de los insumos que garantizan la nutrición de los cafetos es esencial para optimizar su aplicación. El objetivo fue investigar el efecto de diferentes concentraciones de un bioestimulante en la absorción y eficiencia de utilización de NPK por posturas de *Coffea arabica* L. El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Agroforestal de Tercer Frente, provincia Santiago de Cuba en el periodo diciembre 2023-julio 2024. Se estudiaron las concentraciones de 0; 1; 2, 3 y 4 ml ha⁻¹ de Enerplant® aplicadas vía foliar. Se calculó la absorción, la eficiencia de utilización, la eficiencia de absorción y la eficiencia de translocación del nitrógeno, el fósforo y el potasio. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple y las medias comparadas por Tukey ($\alpha = 0.05$). El Enerplant® incrementó los contenidos foliares y la absorción de los nutrientes. La concentración de 4 ml ha⁻¹ del bioestimulante incrementó la absorción de nitrógeno en 29%, la de fósforo en 59% y la de potasio en 63% en comparación con el control. Con el incremento de las concentraciones de Enerplant® se incrementó la eficiencia de utilización de los nutrientes mientras que la eficiencia de absorción y la eficiencia de translocación disminuyó.

Palabras clave:

Coffea arabica L., absorción, bioestimulante.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia **Creative Commons**

Introducción

Debido a los altos precios de los fertilizantes minerales y a que su participación en los costos de producción representa aproximadamente el 30% del total (Fageria, 1988), se hace necesario la obtención de un café con bajo consumo energético lo que ha impulsado la investigación para identificar los mecanismos responsables de una mayor eficiencia nutricional, con el fin de aprovecharlos mediante la selección y otros métodos de fitomejoramiento (Martins *et al.*, 2015).

El término 'eficiencia nutricional' se utiliza para caracterizar la capacidad de las plantas para absorber y utilizar nutrientes, y se relaciona con la absorción, translocación y utilización de nutrientes (Amaral *et al.*, 2011).

La eficiencia de utilización refleja la habilidad de un cultivar de producir bien en condiciones de baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, mientras que la eficiencia de la translocación depende de su transporte a la parte aérea y de sus requerimientos metabólicos (Amaral *et al.*, 2011); sin embargo, refieren Martin *et al.* (2013) que no existe consenso sobre cuál de estos índices presenta mayor influencia en el crecimiento de las plantas.

Son varios los factores que inciden en la eficiencia nutricional: extensión del sistema radicular, relación entre las raíces y la parte aérea, distribución de las raíces en el suelo (Föhse *et al.*, 1988), alta tasa fotosintética (Tomaz *et al.*, 2009), variedades (Martins *et al.*, 2015), fertilidad del suelo y el porte de las plantas (Amaral *et al.*, 2011) y la demanda de nutrientes a nivel celular.

La compartimentación, la utilización en la parte aérea, el transporte de corta y larga distancia, la afinidad del sistema de absorción, la concentración mínima y modificaciones de la rizosfera (Tomaz *et al.*, 2011) constituyen otros de los factores que inciden en la eficiencia nutricional; sin embargo, en la literatura es poca la referencia sobre el posible efecto que pudiera tener los diferentes niveles de fertilizantes o bioestimulantes en estos índices.

Enerplant® es un estimulador del crecimiento de origen vegetal, elaborado con diferentes tipos de oligosacáridos. Está certificado para la agricultura orgánica y entre sus bondades genera mayor rendimiento, calidad de frutos, germinación, resistencia a enfermedades, resistencia al manejo poscosecha, entre otros (Biotec Internacional, 2026).

En Cuba se ha potenciado la producción de posturas de cafetos y se dispone de información (Viñals *et al.*, 2017; Bustamante-González *et al.*, 2019; Valverde-Luco *et al.*, 2020) sobre el efecto positivo de los bioestimulantes como alternativa para el crecimiento de las posturas y el incremento de la eficiencia de utilización de los nutrientes; sin embargo, no se dispone de recursos para garantizar su aplicación en la producción.

Se conoce que el Enerplant® incrementó en 37% la altura, en 35% el área foliar y en 69% la biomasa de las posturas de café (Díaz-Medina *et al.*, 2023); sin embargo, es necesario evaluar el efecto de concentraciones del bioproducto en la absorción y eficiencia de utilización de los nutrientes por posturas de esta especie, motivo por el cual se realizó la investigación.

Materiales y métodos

La investigación se realizó bajo sombra de malla zarán, en el vivero de la Estación Experimental Agroforestal de Tercer Frente (20° 09' latitud norte y 76° 16' longitud oeste, 135 msnm de altura), provincia de Santiago de Cuba en el periodo diciembre 2023-julio 2024.

En un diseño experimental completamente aleatorizado se estudió el efecto de concentraciones de Enerplant®: 0 (control); 1; 2; 3 y 4 ml ha⁻¹, sobre los contenidos, absorción y eficiencia de utilización de NPK por posturas de *Coffea arabica* L., variedad 'Isla 6-14', cultivadas en un sustrato suelo Pardo-estiércol vacuno, en proporción 3:1 con 8.2% de materia orgánica, pH H₂O 7, 38; valores de fósforo y potasio 279.5 y 282.7 mg de P₂O₅ y K₂O en 100 g de suelo, respectivamente.

Se utilizaron bolsos de polipropileno de color negro, con dimensiones de 12.5 cm de ancho x 25 cm de largo.

Cada tratamiento estuvo conformado por 35 plantas, de las cuales se evaluaron 15 al finalizar el período experimental.

Las aplicaciones de Enerplant® se realizaron antes de las 10:00 am, con una mochila Matabí de 16 L de capacidad y a presión constante. El producto se aplicó mediante aplicaciones foliares, desde el segundo y hasta el quinto par de hojas. Al tratamiento control se le aplicó agua el mismo día que el resto de los tratamientos. Para garantizar la aplicación correcta de las diferentes concentraciones, al momento de aplicar el bioproducto, se separaron las plantas con láminas metálicas.

Al alcanzar las posturas el sexto par de hojas se dividieron las plantas en sistema vegetativo y radicular. Se lavaron con agua y se secaron en estufa con circulación forzada de aire, a 70 °C, hasta peso constante. Luego fueron molidas y tamizadas a 0.2 mm.

Se realizó la mineralización en una mezcla ácido sulfúrico selenio y se determinó la concentración de nitrógeno por el método Kjeldahl; el fósforo por el método del azul de molibdeno y el potasio por fotometría de llama.

A partir de la masa seca y los contenidos de nutrientes se calculó la absorción de los nutrientes (mg), la eficiencia de utilización (EU) en g mg⁻¹ (Siddiqi y Glass, 1981), la eficiencia de absorción en mg g⁻¹ (Swiader *et al.*, 1994) y la eficiencia de translocación (ET), % (Li *et al.*, 1991).

Se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov - Smirnov y la homogeneidad de la varianza por la prueba de Levene. Se realizó el análisis de varianza y para la comparación de las diferencias se utilizó la prueba de Tukey (Ruesga *et al.*, 2005).

Resultados y discusión

Las aplicaciones de Enerplant® incrementaron significativamente los tenores de NPK en las hojas y del fósforo y potasio en las raíces (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración de nutrientes en hojas y raíces de las posturas de cafeto (g kg⁻¹).

Concentración (ml ha ⁻¹)	Hojas			Raíz		
	N	P	K	N	P	K
0 (control)	28.5 b	1.29 d	18.43 d	23.7 a	1 d	13.6 e
1	25.26 c	1.93 a	20.56 c	21.3 c	1.3 a	18.68 b
2	30 a	1.78 b	21.6 b	21.6 b	1.13 c	15 c
3	28.5 b	1.5 c	20.8 bc	15 d	0.92 e	13.7 d
4	28.83 ab	1.7 b	22.77 a	21.6 b	1.25 b	19 a
EE, x#	0.33*	0.03*	0.22*	0.07*	0.007*	0.01*

* = letras indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

No se encontró un patrón definido del efecto de las concentraciones del bioestimulante en los valores del N. El mayor contenido en las hojas se observó al aplicar 2 ml ha⁻¹, mientras que para el fósforo fue con 1 ml ha⁻¹. Para el potasio se observó una tendencia creciente de sus valores al aplicar las diferentes concentraciones.

En las raíces las aplicaciones de Enerplant® propiciaron incrementos significativos del fósforo y el potasio (Cuadro 1). Para el nitrógeno la tendencia fue la disminución significativa de las concentraciones con la aplicación del bioestimulante.

De manera general las concentraciones de los tres nutrientes fueron superiores en las hojas con respecto a los encontrados en las raíces (Cuadro 1). Similar resultado informó Bustamante *et al.* (2022) al investigar dosis de Osmocote en posturas de café.

Las concentraciones de nitrógeno foliar (Cuadro 1) fueron superiores a los valores críticos (2.26-2.62%) encontrados para posturas producidas en tubetes (Gonçalves *et al.*, 2009). Los valores de fósforo fueron inferiores a los informados como críticos (2.2-2.5%) por Gonçalves *et al.* (2009) al igual que los del potasio (2.59-2.92%). Esta diferencia de resultados puede estar relacionadas con las diferentes condiciones experimentales de los autores citados, así como las variedades utilizadas.

En este sentido Silva *et al.* (2007) opinan que los factores genéticos pueden proporcionar diferencias en las concentraciones de los contenidos foliares de los nutrientes, lo que indica que entre las variedades y líneas existe una mayor o menor eficiencia de absorción, de translocación y utilización de nutrientes por las plantas.

Las concentraciones de Enerplant® incrementaron la absorción de los nutrientes (Cuadro 2). La concentración de 4 ml ha⁻¹ incrementó significativamente la absorción de nitrógeno (29%) y potasio (63%) por las posturas de café en relación con el control. Para el fósforo similar efecto de incremento significativo con respecto al control se alcanzó con las concentraciones de 2 y 4 ml del bioestimulante.

Cuadro 2. Efecto de concentraciones de Enerplant® en la absorción de nutrientes (mg postura⁻¹).

(ml ha ⁻¹)	Sistema aéreo			Sistema radical			Total		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	82.08 b	4.93 c	125.52 c	9.5 d	0.84 c	12.49 D	91.59 bc	5.77 d	138 c
1	76.47 b	6.51 b	129.88 c	12 c	0.88 c	24.14 B	88.5 bc	7.4 b	154 b
2	80.38 b	6.45 a	141.25 b	13.9 b	1.27 b	22.04 b	94 b	7.72 ab	163.29 b
3	76.19 b	5.5 a	131.85 bc	8.9 d	1.12 b	18.71 C	85.13 c	6.62 c	150.56 bc
4	92.35 a	6.73 a	172 a	26.3 a	1.52 a	52.99 A	118.65 a	8.26 a	225 a
EE, x#	2.17*	0.16*	3.41*	0.44*	0.04*	0.78*	2.27*	0.17*	3.55*

* = letras indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

La relación N:P en los tejidos vegetales es un indicador limitante del crecimiento. Relaciones mayores que 16 indican que el crecimiento está limitado por P, mientras que menores de 14 indican que el elemento limitante es N (Bündchen *et al.*, 2013). La relación entre la absorción del nitrógeno en el sistema aéreo/sistema radicular mostró una tendencia a disminuir significativamente con el incremento de la concentración (Cuadro 3).

Cuadro 3. Relación absorción sistema aéreo/absorción sistema radicular.

(ml ha ⁻¹)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	8.82 a	6.05 b	10.3 a
1	6.53 b	7.6 a	5.53 c
2	5.95 b	5.23 bc	6.57 bc
3	8.69 a	5.02 bc	7.18 b
4	3.52 c	4.43 c	3.25 d
EE, x#	0.31*	0.27*	0.32*

* = letras indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

Similar comportamiento se observó para el fósforo, aunque no se encontraron diferencias entre las concentraciones de 2 al 4 ml ha⁻¹. Esta baja relación refleja que en el sustrato el nitrógeno fue el elemento que limitó el crecimiento de las posturas de cafetos.

La disminución de las relaciones evidencia cambios en la absorción de los nutrientes al aplicar el bioestimulante. Gonçalves *et al.* (2018) explicaron que el balance ideal para el crecimiento de los órganos vegetales en una planta es variable, pudiendo una determinada concentración endógena de un nutriente, favorecer el crecimiento de un órgano e inhibir el crecimiento de otro.

Aplicaciones de Enerplant® en cacao incrementaron significativamente las variables morfológicas evaluadas y entre ellas el área foliar (Bustamante-González *et al.*, 2022b). Este incremento de la variable pudo haber aumentado la actividad fotosintética y disminuido la concentración de nitrógeno y el incremento del fósforo con la consiguiente variación de la relación N: P. Se debe observar que la eficiencia de utilización del fósforo fue superior a la del nitrógeno y potasio (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de las concentraciones de Enerplant® sobre la eficiencia de utilización y absorción de los nutrientes en posturas de cafetos.

Concentración (ml ha ⁻¹)	Eficiencia utilización (g MS mg ⁻¹)			Eficiencia absorción (mg g ⁻¹)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0.111 c	1.78 b	0.074 b	232.71 a	14.72 a	351.97 a
1	0.135 b	1.61 cd	0.077 b	161.62 b	13.43 ab	279.57 b
2	0.127 b	1.55 d	0.073 b	150.08 b	12.3 bc	260.31 b
3	0.138 b	1.76 bc	0.077 b	145.34 b	11.28 c	256.83 b
4	0.191 a	2.75 a	0.105 a	97.59 c	6.79 d	176.72 c
EE, x#	0.003*	0.04*	0.01*	6.4*	0.5*	10.36*

* = letras indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

Autores como Tomaz *et al.* (2008) explican que diferentes especies de plantas difieren en su respuesta en dependencia de la disponibilidad de nutrientes en el suelo y son diferentes en su capacidad de absorción de nutrientes y eficiencia de utilización.

En este contexto Amaral *et al.* (2011) refieren diferencias en la absorción de nutrientes entre cultivos de cafetos en diferentes niveles de fertilidad del suelo y encontraron que la eficiencia fue desigual para la formación de la parte aérea y las raíces.

La eficiencia de utilización (EU) conecta la economía del carbón con la de un determinado nutriente mineral y según Swiader *et al.* (1994) considera que representa la capacidad de las plantas para producir cantidades máximas de materia seca con una inversión mínima en la unidad de nutriente aplicada.

Para la eficiencia de utilización de los tres nutrientes se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones aplicadas (Cuadro 4). Los mayores valores que se diferenciaron significativamente del resto se estimaron en las concentraciones superiores de Enerplant®.

Por la magnitud de eficiencia los nutrientes se ubicaron en el orden P > N > K (Cuadro 4). Este resultado ratifica el papel del fósforo en esta fase de crecimiento del cultivo y su efecto en el crecimiento de las posturas y su metabolismo.

Otras investigaciones Tomaz *et al.* (2009) expresaron que la mayor eficiencia de utilización se relaciona con una menor necesidad de P para las reacciones bioquímicas y la mayor redistribución de los nutrientes para la zona de crecimiento.

Los valores de EUN y EUP fueron superiores a los informados por Bustamante-González y Ferrás-Negrín (2019) al aplicar FitoMas E en posturas de cafetos mientras que los de EUK fueron inferiores.

Para injertos de 18 meses de *Coffea arabica* sobre patrón de *Coffea canephora* en Brasil, Tomaz *et al.* (2009) informaron similar comportamiento (EUP > EUN). Carvalho *et al.* (2015) también con injertos encontró como comportamiento EUP > EUK > EUN.

Según el estudio de Bustamante *et al.* (2022a) en posturas de cafetos informaron similar orden EUP > EUN > EUK. Para el cacao Bustamante *et al.* (2022b) informaron que la eficiencia de utilización de los nutrientes se incrementó con las dosis de Enerplant®.

La eficiencia de absorción (EA) disminuyó con la aplicación de las concentraciones de Enerplant®. En el control se encontraron los mayores valores de NPK que se diferenciaron significativamente del resto (Cuadro 4). Los mayores valores absolutos de EA se observaron para el K, seguido de la del N y por último la del P.

Resultados similares a los de este estudio localizados por Carvalho *et al.* (2015) informaron valores de eficiencia de absorción de N que oscilaron entre 195 y 349 g kg⁻¹, para el potasio 124 y 236 y

para el fósforo entre 18.3 y 35.8. Este comportamiento pudiera relacionarse con el mayor desarrollo del sistema radicular en un sustrato rico en fósforo. Similares magnitudes de absorción informaron Kamala-Bai *et al.* (2013) al estudiar el efecto de dosis y fuentes de fósforo en la India.

Al estudiar el efecto de concentraciones de un bioestimulante compuesto de extractos de algas en el crecimiento de posturas de uva, Ferreira *et al.* (2017) encontraron que el aumento de la dosis redujo la longitud de los brotes, el largo de la raíz y la masa seca lo que disminuyó los procesos metabólicos.

En el tratamiento que recibió 4 ml ha⁻¹ de Enerplant® (Cuadro 5) se encontraron los menores valores absolutos (aunque en algunos casos no se diferenciaron estadísticamente de los observados en otros tratamientos) de translocación (ET). La ET de los tres nutrientes estuvieron en el rango de los valores encontrados por Tomaz *et al.* (2009); Carvalho *et al.* (2015).

Cuadro 5. Efecto de las concentraciones de Enerplant® sobre la eficiencia de translocación de nutrientes en posturas de cafetos.			
Concentración (ml ha ⁻¹)	Eficiencia translocación (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	89.59 a	85.15 b	90.82 a
1	86.26 b	88.06 a	84.31 c
2	85.31 b	83.56 bc	86.49 bc
3	89.41 a	83.06 bc	87.49 b
4	77.84 c	81.56 c	76.89 d
EE, x#	0.48*	0.61*	0.65*

* = letras indican diferencias significativas ($\alpha = 0.05$).

Lo anterior refleja el incremento de la eficiencia de utilización de los nutrientes por las posturas de cafetos pues al propiciar la mayor concentración de Enerplant®, los menores valores de eficiencia de absorción y eficiencia de translocación, se produjo mayor cantidad de masa seca por gramos de nutriente.

Al estudiar la eficiencia de translocación de clones de *C. canephora* se concluyó que el aumento de P en el suelo puede suprimir la tasa de su transporte en la xilema, lo que redujo la eficiencia de translocación (Martins *et al.*, 2013).

Los resultados positivos de la aplicación del bioestimulante pueden estar relacionados con lo expresado por Jiménez-Arteaga (2013) de que el Enerplant® optimiza la asimilación de macro y micronutrientes, intensifica los procesos de desarrollo vegetativo mediante el incremento del área foliar y la fotosíntesis.

Conclusiones

La aplicación del Enerplant® incrementa la absorción de los nutrientes por las posturas de cafetos y la eficiencia de utilización mientras que la eficiencia de absorción y la de translocación disminuye. Se evidencia el potencial del bioestimulante como alternativa agrícola sostenible tanto para el manejo convencional como en sistema orgánico en viveros de café.

Bibliografía

- 1 Amaral, J. F. T.; Martinez, B. G.; Laviola, E. I; Fernandes, F. y Cruz, C. D. 2011. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. *Ciência Rural*. 41(4):621-629. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000027>.
- 2 Biotec Internacional. 2026. Enerplant. Fitoestimulante agrícola 100% orgánico. <https://www.enerplant.com/web/es/producto-es.html>.

- 3 Bündchen, M.; Boeger, M. R. T.; Reissmann, C. R. y da Silva, S. L.C. 2013. Status nutricional e eficiência no uso de nutrientes em espécies arbóreas da floresta subtropical no sul do Brasil. *Scientia Forestalis*. 41(98):227-236. <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr98/cap08.pdf>.
- 4 Bustamante-González, C. A. y Ferras-Negrín, Y. 2019. Efecto del FitoMas E en la eficiencia de utilização de nutrientes por posturas de variedades de *Coffea arabica* L. *Café Cacao*. 18(1):15-23. <https://cafecacao.edicionescervantes.com/index.php/cafecacao/article/view/190>.
- 5 Bustamante-González, C. A.; Ferrás-Negrín, Y.; Sánchez-Esmoris, C. y Ramos-Hernández, R. 2022 a. Eficiencia de utilización de nutrientes por posturas de cafetos producidas en tubetes. *Cultivos Tropicales*. 43(4):1-7. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1719>.
- 6 Bustamante-González, C. A.; Ferrás-Negrín, Y.; Morán-Rodríguez, N.; Pérez- Almaguer, A. F.; Selva-Hernández, F. F. and Clappe-Borges, P. 2022b. Effect of ENERPLANT® doses on the development and nutrient use by cacao (*Theobroma cacao* L.) seedlings. *Agro Productividad*. 15 (4). <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i4.2130>.
- 7 Carvalho, J. P. F.; Carvalho, G. R.; Ferreira, A. D.; Rezende, J. C.; Dias R. E. B. A. y de Carvalho, A. M. 2015. Dinâmica de macronutrientes em genótipos de *Coffea canephora* com potencial para utilização como porta-enxerto. *Coffee Science*. 10(2):176-183. <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/809>.
- 8 Díaz-Medina, A.; Carrillo-González, A. and Suárez-Pérez, C. 2023. Effect of bioproducts on the development of coffee seedlings in the nursery. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*. 14(4):495-505. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i4.3303>.
- 9 Fageria, N. K. 1988. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2(1):6-16. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n01p6-16>.
- 10 Ferreira, B. C.; de Lima, S. F.; Simon, C. A.; Andrade, M. G. O.; de Ávila, J. and Alvarez, R. C. F. 2018. Effect of biostimulant and micronutrient on emergence, growth and quality of arabica coffee seedlings. *Coffee Science*. 13(3):324-332. <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1450>.
- 11 Ferreira, R. F.; Lobo, J. T.; Cavalcante, I. H. L.; Tenreiro, I. G. P. y Lima, D. D. 2017. Bioestimulante na produção de mudas de videira cv. Crimson seedless. *Revista Scientia Agraria*. 18(4):36-42. <https://doi.org/10.5380/rsa.v18i4.50922>.
- 12 Föhse, D.; Claaseen, N. and Jungk, A. 1988. Phosphorus efficiency of plants. *Plant and Soil*. 110(1):101-109. <https://doi.org/10.1007/BF02143545>.
- 13 Gonçalves, B. H. L.; Souza, J. M. A.; Ferraz, R. A.; Tecchio, M. A. y Leonel, S. 2018. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. *Revista de Ciências Agrárias*. 41(1):147-155. <https://scielo.pt/pdf/rca/v41n1/v41n1a16.pdf?utm-source=chatgpt.com>.
- 14 Gonçalves, R. J. G.; Janice, G. de C. y Élberis, P. B. 2009. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) producidas em tubetes. *Ciências Agrárias*. 33(3):743-752. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000300012>.
- 15 Jiménez-Arteaga, M. C.; González-Gómez, L. G.; Falcón-Rodríguez, A. y Espinosa-Montero, S. 2013. Evaluación de tres bioestimulantes en lechuga en condiciones de organopónico. *Centro Agrícola*. 40(1):79-82. <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2013/vol40/no1/14.pdf?utm-source=chatgpt.com>.
- 16 Kamala-Bai. S.; Nanjappa, H. V.; Raghuramulu, Y.; Jayarama, S.; Bhaskar, S.; Babou, C.; Venktesha, M. M.; Dinesh-Kumar, S. and Roopa T. K. 2013. Effect of levels and sources of phosphorus and phosphorus utilization efficiency on growth of young coffee (*Coffea arabica* cv. Chadragiri). *Journal of Coffee Research*. 41(1-2):1-

- 17 Li, B.; Mckeand, S. E. and Allen, H. L. 1991. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. *Forest Science*. 37(2):613-626. <https://10.1093/forestscience/37.2.613>.
- 18 Martins, L. D.; Tomaz, M. A.; Amaral, J. F. T.; Bragança, S. M. and Martinez, H. E. P. 2013. Efficiency and response of conilon coffee clones to phosphorus fertilization. *Revista Ceres*. 60(3):406-411. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000300014>.
- 19 Martins, L. D.; Machado, L de S.; Tomaz, M. A. y do Amaral, J.F.T. 2015. The nutritional efficiency of *Coffea* spp. A review. *African Journal of Biotechnology*. 14(9):728-734. <https://doi.org/10.5897/AJB2014.14254>.
- 20 Ruesga-González, I.; Peña-Peña, E. y Expósito I. 2005. Libro de experimentación agrícola. Editorial Universitaria. La Habana. Cuba. 21- 23 pp.
- 21 Siddiqi, M. Y. and Glass, A. D. M. 1981. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*. 4(3):289-302. <https://doi.org/10.1080/01904168109362919>.
- 22 Silva, H. A.; Prieto, M. H.; Sampaio, N. F.; Cruz, C. D y Woods, A. 2007. Concentração foliar de nutrientes em cultivares de *Coffea arabica* L. sob espaçamentos adensados. *Ciências Agrárias*. 31(4):973-981. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400005>.
- 23 Swiader, J. M.; Chyan, Y. and Freiji, F. G. 1994. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. *Journal of Plant Nutrition*. 17(10):1687-1699. <https://doi.org/10.1080/01904169409364840>.
- 24 Tomaz, M. A.; Martinez, H. E. P.; Rafael, C. D. C.; Zambolim, B. F. L. y Sakiyama, N. S. 2008. Diferenças genéticas na eficiência de absorção, na translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas enxertadas de cafeeiro. *Ciência Rural*. 38(6):1540-1546. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000600008>.
- 25 Tomaz, M. A.; Martinez, H. E. P; Cruz, C. D.; de Freitas, R. S.; Pereira, A. A. and Sakiyama, N. S. 2009. Efficiency of absorption and use of nitrogen, phosphorus and sulphur on grafted coffee plants cultivated in pots. *Ciencia e Agrotecnologia*. 33(4):993-100 <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000400008>.
- 26 Tomaz, M. A.; Prieto-Martinez, H. E.; Nunes-Rodrigues, W.; Binda-Ferrari, R.; Alves-Pereira, A. y Sussumu-Sakiyama, N. 2011. Eficiência de absorção e utilização de boro, zinco, cobre e manganês em mudas enxertadas de cafeeiro. *Revista Ceres*. 58(1):108-114. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000100016>.
- 27 Viñals, R.; Bustamante-González, C. A.; Ramos, R.; Sánchez, O.; Morán, N. y Ferrás, Y. 2017. Empleo de bioproductos en la producción de posturas de *Coffea arabica* L. *Café Cacao*. 16(1):35-43. <https://cafecacao.edicionescervantes.com/index.php/cafecacao/article/view/246>.



Efecto de concentraciones de Enerplant® en la eficiencia nutricional de posturas de cafetos

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9230
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)

Article/Issue Information
Date received: 01 March 2026
Date accepted: 01 June 2026
Publication date: 01 September 2026
Volume: 17
Issue: 6
Electronic Location Identifier: e4223
DOI: 10.29312/remexca.v17i6.4223

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Coffea arabica L.

absorción

bioestimulante

Counts

Figures: 0

Tables: 5

Equations: 0

References: 27