

Suelos y Agroquímica

Efecto de la aplicación del Vitazyme en Coffea. I. Respuesta varietal de plántulas de Coffea arabica L.¹

Carlos Alberto Bustamante-González* y Mario Varela-Nualles**

Resumen

En la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao durante dos campañas de vivero, y en un diseño factorial en bloques al azar, se estudió la respuesta a la aplicación del Vitazyme de ocho variedades de Coffea arabica L. El bioestimulante se aplicó por imbibición en solución al 5 % por una hora. La mezcla suelo pardo/abono orgánico en proporción 3/1 se caracterizó por pH de ligeramente ácidos a ligeramente básicos, contenidos aceptables de materia orgánica y de medios a altos de fósforo y potasio, y alta capacidad de intercambio catiónico. Existió una respuesta significativa, positiva y diferenciada a la aplicación del Vitazyme para todas las variedades. Los indicadores que reflejaron de forma más frecuente el efecto del Vitazyme fueron la altura (incremento entre el 10 y el 23 %), el índice de calidad (entre el 10 y el 47 %) y el área foliar (entre el 11 y el 48 %). Se identificaron tres grupos de variedades por su respuesta al bioestimulante: el primero representado por 'Isla 6-11' e 'Isla 6-12' con altos indicadores de crecimiento; el segundo de respuesta moderada compuesto por 'Isla 5-15', 'Mundo Novo', 'San Ramón Enano' y 'Villalobos', y el tercero donde se ubicaron las variedades de menor respuesta Catuai y Caturra. Las plántulas de 'San Ramón Enano' mostraron valores de absorción de nutrientes significativamente inferiores al resto. La aplicación del Vitazyme incrementó la absorción de N 14 %, P 31 % y K 41 % por las plántulas con respecto a la no aplicación, y lo realizaron de forma más eficiente para el nitrógeno y el potasio.

Palabras clave: variedades, Vitazyme, plántulas, coffea.

Abstract

In the Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao during two nursery campaigns and in a factorial blocks design the response to the application of the Vitazyme of 8 varieties of Coffea arabica L. was studied at random. The bio-stimulant was applied by imbibitions in solution of 5 % for one hour. The mixture Brown soil/manure organic in proportion 3/1 was characterized by pH of lightly sour to lightly basic, acceptable contents of organic matter and of means to high of phosphorus and potassium and high capacity of cationic exchange. A significant positive answer, existed and differed to the application of the Vitazyme for all varieties. The indicators that reflected in a more frequent way the effect of the Vitazyme were the height (increase among 10 %-23%), the index of quality (10 % and 47 %) and the foliate area (11 %-48 %). Three groups of varieties were identified by their response to the bio-stimulant: the first one represented for 'Island 6-11' and 'Island 6-12' with high indicators of growth; the second of moderate answer composed for 'Island 5-15', 'Mundo novo', 'San Ramón enano' and 'Villalobos' and the third where the varieties of smaller response 'Catuai' and 'Caturra' were located. The seedlings of 'San Ramón enano' showed values of absorption of nutritious significantly inferior to the rest. The Vitazyme application increased the absorption of N 14 %, P 31 % and K 41 % for the seedlings with regard to non application and carried out in a more efficient way for the nitrogen and the potassium.

Key words: varieties, Vitazyme, seedlings, coffea.

¹ Recibido para publicación el 24 de diciembre de 2011. Aprobado el 2 de mayo de 2012.

* Estación Experimental Agro-Forestal UCTB Tercer Frente, Santiago de Cuba, bustamante@ecicc.ciges.in.cu

** Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Introducción

La utilización de productos naturales y orgánicos en los sistemas productivos es una alternativa viable e importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite producir a bajo costo y conservar el ambiente. Dentro de los beneficios que presenta el uso de productos naturales en la agricultura está la capacidad de favorecer el desarrollo, la floración y fructificación en cultivos de importancia agrícola, lo que permite obtener mejores rendimientos (Acuña, 2001).

Las fitohormonas o biorreguladores de origen natural desempeñan un importante papel en la estimulación del crecimiento, el desarrollo y la productividad de las plantas, ya que contienen compuestos como giberelinas y auxinas, así como elementos que provocan tales efectos.

El Vitazyme es un bioestimulante biológico norteamericano que, según el fabricante, complementa y mejora los regímenes agrícolas tanto convencionales como orgánicos, acelera el crecimiento de las hojas y raíces, facilita la fotosíntesis, aumenta el contenido de clorofilas en las hojas, fortalece la resistencia a la sequía, promueve el aprovechamiento de nitrógeno, aumenta el vigor y el crecimiento de las plantas, estimula a los microorganismos del suelo, facilita la absorción de los elementos nutritivos esenciales y los estimulantes del crecimiento.

El Vitazyme fue probado por primera vez en 1995, y se utiliza actualmente en Estados Unidos, Canadá, México, Cuba, Ecuador, el Caribe, Inglaterra y Corea del Sur. Está aprobado para la producción ecológica por organismos internacionales como OMRI y BCS.

Más de cuatrocientos estudios realizados en diversos países reflejan que la utilización de Vitazyme mejora la eficiencia del fertilizante nitrogenado. En el compendio del fabricante se reflejan resultados investigativos en col, maíz, algodón, frijoles, manzanas, uvas, lechuga, papaya, maní, pastos, papa, arroz, soya y muchos otros cultivos (Syltie, 2010).

En Cuba se han realizado estudios en caña de azúcar en Matanzas y Holguín, en boniato en La Habana, guayaba en Villa Clara, frutabomba en La Habana y Matanzas (Creach, 2004 y Syltie, 2010). Investigaciones realizadas con el cultivo del arroz en la provincia de La Habana, Sancti Spíritus y Granma reflejaron incrementos en el rendimiento agrícola y la reducción el 25 % de la fertilización nitrogenada que se recomienda por el instructivo técnico de ese cultivo.

Para el cafeto el fabricante recomienda en la fase de vivero tratar las semillas con una solución de Vitazyme 5 % al momento de sembrar, y luego rociar una solución al 1 % sobre las plántulas cada treinta o cuarenta y cinco días después de la germinación hasta el trasplante, o rociar o regar 1 L/ha cada treinta o cuarenta y cinco días.

La investigación del efecto de estimuladores de crecimiento en la fase de vivero del cafeto ha constituido una línea de trabajo importante debido a la necesidad de acortar esta fase del desarrollo del cultivo. Por otro lado, los altos precios de los insumos químicos obligan a la búsqueda de alternativas que permitan aprovechar las potencialidades de nutrientes de los ecosistemas de montaña.

Mendt (1988), citado por Díaz *et al.* (1995), señaló que los bioestimulantes pueden ejercer su actividad en diferentes órganos, momentos y estadios de los cultivos; por tal motivo se realiza la investigación con el objetivo de diferenciar la respuesta varietal de plántulas de *Coffea arabica* L. a la aplicación del Vitazyme.

Materiales y métodos

Los ensayos se desarrollaron en el vivero de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, ubicada en la finca La Mandarinina (20°09'N, 76°16'W), en el municipio de Tercer Frente perteneciente a la provincia de Santiago de Cuba, a una altura de 150 msnm, sobre un suelo pardo ócrico sin carbonatos (Hernández *et al.*, 1999).

Los experimentos se realizaron bajo sombra de pencas de guano de palma real (*Roystonea regia* Cook V.) que se reguló paulatinamente en cada campaña.

Para establecer la existencia de una respuesta diferenciada al bioestimulante se realizaron dos campañas evaluativas, donde se estudiaron las variedades 'Isla 5-15', 'Isla 6-11', 'Isla 6-12', 'Mundo Novo', 'Villalobos', 'Caturra Rojo', 'Catuai' y 'San Ramón Enano'.

La primera campaña se realizó desde el 4 de octubre de 2005 hasta el 4 de junio de 2006 (240 días). La segunda se desarrolló desde el 23 de noviembre de 2006 hasta el 9 de julio de 2007 (226 días).

El Vitazyme se aplicó por imbibición en solución al 5 % por una hora según recomendación del fabricante, y las semillas se sembraron luego de secarse a la sombra.

El diseño utilizado fue una factorial en bloques al azar con cuatro réplicas. Las parcelas estuvieron compuestas

por 48 plantas, de ellas, siete de cálculo (las centrales) y cuatro réplicas por tratamientos.

Como mezcla para el llenado de los bolsos en ambos años se utilizó un sustrato compuesto por suelo pardo/abono orgánico en proporción 3/1. Los sustratos

se caracterizaron por pH que oscilaron de ligeramente ácidos a ligeramente básicos, contenidos aceptables de materia orgánica, contenidos de medios a altos de fósforo y potasio, y alta capacidad de intercambio catiónico.

	pH KCl	pH H ₂ O	MO.(%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²
				mg/100 g		cmol ⁺ kg	
2005	7,01	7,51	4,50	191,9	183,1	36,32	9,08
2006	6,61	7,63	5,68	19,39	35,35	53,81	38,40

Durante la primera campaña la temperatura promedio de la localidad fue de 24 °C, y la pluviometría de 1678,2 mm. En la segunda campaña las condiciones climáticas fueron diferentes, aumentó la temperatura a 25,12 °C y disminuyó la precipitación a 1184,7 mm. Se evaluaron las variables:

1. Altura de las plántulas (cm)
2. Diámetro del tallo a 10 cm de la base (cm)
3. Largo de la raíz (cm)
4. Masa seca (g). El material vegetal se lavó cuidadosamente y se secó en estufa a 60 °C hasta peso constante
5. Área foliar (cm)², por el método de Soto (1980)
6. Contenidos de N, P y K en el sistema aéreo y radicular (%)
7. Absorción total de N, P y K resultante de la suma de la absorción por el sistema aéreo y radicular (mg plántula⁻¹)
8. IC: Índice de calidad calculado por Dickson *et al.* (1960)

$$IC = \frac{\text{Materia seca total}^2}{RAD + RPAR}$$

donde:

RPAR: Relación masa seca de la parte aérea/masa seca de las raíces

RAD: Relación altura parte aérea con el diámetro del tallo

Se evaluaron los contenidos totales de N, P, K por digestión húmeda con H₂SO₄ y determinación del N con

Nessler, P por el método del molibdato de amonio y K por fotometría de llama.

En la segunda campaña, a partir de la materia seca y el contenido de los nutrientes en la planta, se calculó la eficiencia de utilización de N, P₂O₅ y K₂O plantula⁻¹ por la fórmula de Siddiqui & Glass, 1981:

$$\text{Eficiencia de utilización de nutriente} = \frac{\text{Materia seca total producida}^2}{\text{contenido total del nutriente en la planta}}$$

Se realizó el análisis de varianza de los datos por el test F utilizándose el programa Statistica. Cuando existieron diferencias significativas las medias fueron comparadas mediante el test de Duncan.

A los valores medios de crecimiento de las dos campañas se les aplicó las técnicas multivariadas de componentes principales, herramienta útil para conocer la relación existente entre las variables cuantitativas consideradas con el fin de saber cuáles variables están o no asociadas, cuáles caracterizan en el mismo sentido o en el sentido contrario; también permite seleccionar las variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores (Varela, 1998 y Morejón 2005).

Resultados y discusión

Primera campaña

Se encontraron diferencias significativas para los factores en estudio y para su interacción (Tablas 1 y 2). Como media experimental el Vitazyme incrementó significativa y positivamente todos los indicadores de crecimiento evaluados.

La interacción de ambos factores (*Tabla 2*) no mostró efectos significativos del Vitazyme en el diámetro del tallo, mientras que su acción en el largo de la raíz y la masa seca fue muy débil e inconsistente, e incluso causó efecto depresivo en esta última variable en las variedades Mundo Novo y Catuai.

Entre las variedades Isla, la 5-15 fue la de menor respuesta al Vitazyme, pues solo reflejó su efecto positivo en la masa seca de las plántulas, mientras que de manera general en la 6-11 y la 6-12 el bioestimulante incrementó el resto de los indicadores evaluados. Como media de estas dos variedades, la altura aumentó en un 11 %, el área foliar en un 18 % y el índice de calidad en un 28 % con respecto a las mismas variedades sin el bioproducto.

La masa seca de la variedad Mundo Novo disminuyó por efecto de la aplicación del Vitazyme (30 %), mientras respondió de forma positiva y significativa en los otros indicadores, como se muestra en la *tabla 2*, e incrementó la altura, el índice de calidad y el área foliar en valores relativos similares a los de las variedades Isla.

Las variedades Villalobos, Caturra Rojo y San Ramón Enano respondieron significativamente y de forma positiva a la aplicación del bioestimulante, pero con la característica común de ausencia de respuesta en la masa seca (*Tabla 2*). La variedad San Ramón Enano se caracterizó por ser la de mayor incremento relativo de altura y de área foliar al aplicar el Vitazyme.

Tabla 1. Efecto de la aplicación de Vitazyme en el crecimiento de variedades de *Coffea arabica* L. y el Índice de calidad de las plántulas (media de los factores) *Primera campaña*

Variedad	Altura (cm)	Ø tallo (cm)	Largo de la raíz (cm)	Índice de calidad	Masa seca (g)	Área foliar (cm ²)
Sin	20,56 b	0,305 b	30,64 b	0,17 b	1,65 b	185,01 b
Con	23,37 a	0,308 a	31,17 a	0,20 a	2,07 a	249,72 a
ES x Vitazyme	0,15***	0,003***	0,18***	0,002***	0,01***	1,79***

*** Medias con letras diferentes difieren para $p \leq 0,001$ según dócima de Duncan.

De manera general los indicadores altura, índice de calidad y el área foliar fueron las variables que reflejaron de forma más frecuente (entre seis y 7 variedades de ocho) el efecto del Vitazyme, con incrementos que oscilaron entre el 10 y el 23 % para la altura, entre el 10 y el 47 % para el índice de calidad, y entre el 11 y el 48 % para el área foliar.

Segunda campaña

Se mantuvo la respuesta diferenciada de las variedades a la aplicación del Vitazyme (*Tabla 3*). Las plántulas de las variedades Mundo Novo y Caturra Rojo no respondieron en esta campaña al bioestimulante, mientras que su utilización en la Isla 5-15 deprimió el índice de calidad y el área foliar, y en Catuai deprimió la altura (-20 %) y el índice de calidad (-27 %).

Las variedades Isla 6-11 e Isla 6-12 respondieron al Vitazyme e incrementaron los indicadores evaluados, mientras que en la Villalobos se incrementó significativamente la altura y la masa seca, y en la San Ramón Enano el área foliar.

El promedio de incremento de los indicadores en los tratamientos con Vitazyme para la altura osciló entre el 8 y el 42 %; para el índice de calidad entre el 58 y el 78 %; la masa seca entre el 31 y el 49 %, y para el área foliar el rango osciló entre el 23 y el 38 %, como se muestra en la *tabla 3*.

El comportamiento diferenciado de las variedades en los años estudiados pudiera explicarse con la diferencia nutrimental del sustrato. El sustrato utilizado en la segunda campaña mostró valores inferiores solo para el fósforo y potasio disponible, pero superiores en los contenidos de calcio y magnesio y un pH más básico.

Tabla 2. Efecto de la aplicación de Vitazyme en el crecimiento de plántulas de variedades de *Coffea arabica* L.

Variedad	Vitazyme	Altura (cm)	Ø tallo (mm)	Largo de la raíz (cm)	Índice de calidad	Masa seca (g)	Área foliar (cm ²)
Isla 5-15	Sin	21,49 bc	0,313	31,03 abcd	0,19 de	1,62 ij	210,11 fgh
	Con	22,52 b	0,361	30,90 abcd	0,21 cd	2,16 ab	213,86 efg
Isla 6-11	Sin	19,04 de	0,27	29,94 bcd	0,14 f	1,73 hi	177,83 j
	Con	21,54 bc	0,277	31,88 a	0,19 de	1,78 ghi	221,53 ef
Isla 6-12	Sin	19,05 de	0,303	31,23 abc	0,19 de	1,84 efgn	224,44 ef
	Con	21,08 c	0,328	30,81 abcd	0,23 bc	2,07 abc	250,78 bc
Mundo Novo	Sin	17,43 f	0,316	30,9 abcd	0,19 de	2,21 a	193,96 hij
	Con	19,23 de	0,28	32,19 a	0,23 bc	1,54 j	229,00 de
Villalobos	Sin	20,39 cd	0,344	29,21 d	0,19 de	1,96 cdef	208,00 fgghi
	Con	22,63 b	0,299	29,18 d	0,21 cd	1,83 fgh	242,50 cd
Caturra Rojo	Sin	20,76 c	0,313	29,23 d	0,17 e	1,90 defg	211,80 efg
	Con	22,85 b	0,331	32,36 a	0,25 ab	2,05 abcd	266,88 b
Catuai	Sin	18,73 ef	0,326	29,6 cd	0,18 e	2,00 bcde	202,15 ghi
	Con	18,45 ef	0,292	31,53 ab	0,26 a	1,69 hij	256,68 bc
San Ramón Enano	Sin	20,38 cd	0,356	32,63 a	0,18 e	2,07 abc	191,38 ij
	Con	25,19 a	0,306	31,55 ab	0,23 bc	1,92 cdefg	283,93 a
ES, x AxB		0,44 ***	0,01 ns	0,56**	0,008***	0,05 ***	5,38***

, * Medias con letras diferentes difieren para $p \leq 0,01$ y $0,001$, respectivamente, según dócima de Duncan.

Tabla 3. Efecto del Vitazyme en el desarrollo de plántulas de variedades de *Coffea arabica* L. Segunda campaña

Variedad	Vitazyme	Altura (cm)	Ø tallo (cm)	Índice de calidad	Masa seca (g)	Área foliar (cm ²)
Isla 5-15	Con	23,8 defg	0,26	0,2 defg	2,97 bcd	455,4 c
	Sin	25,5 cde	0,33	0,25 bc	3,09 bcd	644,93 a
Isla 6-11	Con	27,56 abcd	0,35	0,27 b	3,61 b	557 b
	Sin	20,5 fg	0,28	0,17 gh	2,75 d	432,6 cd
Isla 6-12	Con	27,8 abcd	0,37	0,41 a	4,36 a	621,7 ab
	Sin	19,5 g	0,3	0,23 cd	2,92 cd	447,76 c
Mundo Novo	Con	29,83 abc	0,29	0,18 fgh	2,84 d	455,36 c
	Sin	27,7 abcd	0,29	0,2 defg	2,97 bcd	400,4 cde
Villalobos	Con	32,23 a	0,3	0,23 cd	3,55 bc	436,43 cd
	Sin	25,16 cdef	0,31	0,21 def	2,51 d	451,86 c
Caturra Rojo	Con	21,78 efg	0,25	0,17 gh	2,5 d	364,03 de
	Sin	20,55 fg	0,25	0,18 fgh	2,49 d	416,83 cde
Catuai	Con	24,4 def	0,23	0,16 h	2,55 d	363,73 de
	Sin	30,8 ab	0,32	0,22 cde	3,10 bcd	415,6 cde
San Ramón Enano	Con	30,7 ab	0,3	0,2 defg	3,08 bcd	438,63 c
	Sin	26,48 bcd	0,27	0,19 efgh	2,73 d	357,23 e
ES x		1,39***	0,02ns	0,01***	0,20***	21,80***

*** Medias con letras diferentes difieren para $p \leq 0,001$ según dócima de Duncan.

La literatura explica la existencia de respuesta diferenciada de las variedades a diferentes tratamientos en la fase de vivero. Alava y Vergara (1990), al estudiar el efecto de la imbibición en agua de las semillas de cuatro variedades de café, encontraron un efecto varietal diferenciado en la respuesta.

El análisis de componentes principales mostró que la primera componente explicó el 99,73% de la variabilidad total (Tabla 4), mientras que las correlaciones con las variables originales indican que el área foliar fue la variable que más aportó en la primera componente y la altura en la segunda (Tabla 5).

Tabla 4. Valores propios, porcentaje de contribución y acumulado de las componentes

	Valor propio	Porcentaje de la varianza total	Valor acumulado	Porcentaje acumulado
Componente 1	7868,880	99,84691	7868,880	99,8469
Componente 2	12,013	0,15243	7880,892	99,9993
Componente 3	0,052	0,00066	7880,944	100,0000
Componente 4	0,000	0,00000	7880,945	100,0000
Componente 5	0,000	0,00000	7880,945	100,0000

Tabla 5. Matriz de las componentes

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
Altura	0,000177	0,998579	0,001205	0,000022	0,000018
Diámetro del tallo	0,000000	0,000010	0,000153	0,077101	0,922735
Índice de calidad	0,000001	0,000002	0,015687	0,907587	0,076724
Masa seca	0,000041	0,001227	0,982919	0,015290	0,000523
Área foliar	0,999781	0,000183	0,000036	0,000000	0,000000

La representación gráfica de las componentes (*Fig. 1*) permitió la distribución de las ocho variedades evaluadas, mostrando la formación de tres grupos: el primero donde se ubicaron las variedades con altos indicadores

de crecimiento Isla 6-11 y 6-12, el segundo de respuesta moderada compuesto por Isla 5-15, Mundo Novo, San Ramón Enano y Villalobos, y el último donde se ubicaron las variedades de menor respuesta: Catuai y Caturra.

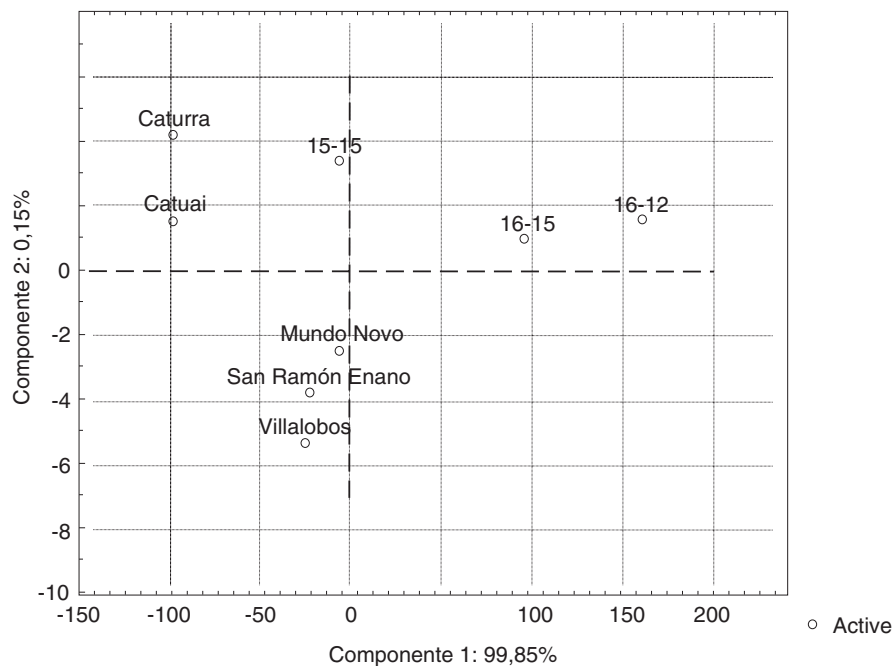


Fig. 1. Distribución de las variedades en las dos componentes.

Absorción y eficiencia de utilización de nutrientes

Se encontró efecto diferenciado sobre la absorción para los factores en estudio. La absorción de

nutrientes por las plántulas fue relativamente similar para todas las variedades con la excepción de la San Ramón Enano, que mostró valores significativamente

inferiores al resto. Como media de las variedades la aplicación del Vitazyme incrementó la absorción de N en un 14 %, del P en un 31 % y del K en un 41 % con respecto a su no aplicación (Tabla 6).

La interacción de los factores mostró un comportamiento diferenciado y específico para cada variedad, pero que de manera general reflejó el comportamiento de los factores independientes (Tabla 7). Solo la variedad Catuai no incrementó la absorción de NPK al aplicarle el bioestimulante.

La aplicación de Vitazyme incrementó de manera significativa la absorción de NPK en las variedades Isla 6-12, Villalobos y Caturra Rojo, mientras que en la Isla 6-11 y San Ramón Enano aumentó la absorción de P y K. En la Mundo Novo solo aumentó la absorción del P, y en la Isla 5-15 solo la de K, como se muestra en la tabla 7.

Se encontraron diferencias significativas para el índice de utilización de los nutrientes. La aplicación del Vitazyme incrementó significativamente la utilización del N, el P y el K (Tabla 8).

Tabla 6. Efecto de la aplicación del Vitazyme en la absorción de nutrientes (mg plántula⁻¹) por variedades de *Coffea arabica* L. (media de los factores)

Variedad	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Isla 5-15	76,71 ab	15,38 a	99,69 a
Isla 6-11	74,21 ab	14,61 a	96,92 ab
Isla 6-12	78,20 ab	15,39 a	99,52 a
Mundo Novo	78,28 bc	15,14 a	97,38 ab
Villalobos	69,52 bc	13,62 abc	91,54 ab
Caturra Rojo	75,07 ab	12,3 bc	84,43 bc
Catuai	82,52 a	14,46 ab	97,65 ab
San Ramón Enano	60,71 c	12,07 c	77,43 c
E.S. x	3.14***	0.63***	3,81***
Con Vitazyme	76,65a	15,73a	108,13a
Sin Vitazyme	67,16 b	11,99 b	76,64 b
E.S. x	1.40***	0.28***	1,70***

*** Medias con letras desiguales difieren para $p \leq 0,001$, respectivamente, según dócima de Duncan.

Tabla 7. Efecto de la aplicación del Vitazyme en la absorción de nutrientes (mg plántula⁻¹) por variedades de *Coffea arabica* L. (interacción A x B). Segunda campaña

Variedad	Vit	Total		
		N	P2O5	K2O
Isla 5-15	Con	77,4 abc	16,37 ab	113,64 ab
	Sin	76,02 abcd	14,39 bcde	85,74 def
Isla 6-11	Con	78,42 abc	16,32 ab	117,14 ab
	Sin	70 cde	12,9 def	76,69 efg
Isla 6-12	Con	86,2 ab	18,83 a	121,49 a
	Sin	70,21 cde	11,96 efg	77,55 efg
Mundo Novo	Con	73,55 bcde	16,5 ab	102,81 bcd
	Sin	83,01 abc	13,56 cdef	91,95 cde
Villalobos	Con	78,07 abc	16,09 bc	113,18 ab
	Sin	60,97 e	11,15 fg	69,89 fg
Caturra Rojo	Con	90,58 a	14,79 bcd	109,14 abc
	Sin	59,57 e	9,82 g	59,72 g
Catuai	Con	78,22 abc	14,78 bcd	103,11 bcd
	Sin	86,82 ab	14,13 bcde	92,19 cde
San Ramón Enano	Con	61,33 de	14,07 bcde	91,43 cde
	Sin	60,1 e	10,07 g	63,44 g
ES.x		4,44***	0,80***	5,39***
CV (%)		14,92	15,82	14,30

*** Medias con letras desiguales difieren para $p \leq 0,001$, respectivamente, según dócima de Duncan.

Tabla 8. Efecto de la aplicación del Vitazyme en la eficiencia de utilización ($\text{g}^2 \text{ MS mg}^{-1}$ nutriente) de N P y K por las plántulas de *Coffea arabica* L.

Variedades	Vitazyme	Eficiencia de utilización		
		N	P_2O_5	K_2O
Isla 5-15	Con	0,11 a	0,53 bc	0,07 bc
	Sin	0,08 cd	0,43 de	0,07 bc
Isla 6-11	Con	0,11 a	0,54 b	0,07 bc
	Sin	0,06 e	0,37 e	0,06 c
Isla 6-12	Con	0,11 a	0,52 bc	0,08 ab
	Sin	0,06 e	0,39 e	0,06 c
Mundo Novo	Con	0,10 ab	0,47 cd	0,07 bc
	Sin	0,08 cd	0,52 bc	0,07 bc
Villalobos	Con	0,11 a	0,53 bc	0,07 bc
	Sin	0,07 de	0,38 e	0,06 c
Caturra Rojo	Con	0,11 a	0,70 a	0,09 a
	Sin	0,06 e	0,37 e	0,06 c
Catuai	Con	0,10 ab	0,55 b	0,07 bc
	Sin	0,08 cd	0,54 b	0,08 ab
San Ramón Enano	Con	0,09 bc	0,41 de	0,06 c
	Sin	0,06 e	0,38 e	0,06 c
E.S. \bar{x}		0,005***	0,02***	0,004***

*** Medias con letras desiguales difieren para $p \leq 0,001$, según dócima de Duncan.

Todas las variedades incrementaron la eficiencia de utilización del nitrógeno al aplicar el Vitazyme con valores que oscilaron entre el 25 y el 83 % con respecto a su no aplicación. Al aplicar el bioestimulante el N fue utilizado más eficiente y de manera similar por las variedades Isla 6-11, Isla 6-12 y Caturra Rojo con el 83 % de incremento, mientras que las menos eficientes fueron Catuai y Mundo Novo.

La aplicación de Vitazyme incrementó significativamente la eficiencia de utilización del P en cinco de las ocho variedades estudiadas. No se encontraron diferencias significativas en la eficiencia de utilización del P para las variedades Mundo Novo, Catuai y San Ramón Enano, como se muestra en la *tabla 6*. La variedad Catu-

rra Rojo fue la más eficiente en la utilización del P (89 %), seguidas de la Isla 6-11 (43 %), Villalobos (39 %), Isla 6-12 (33 %) e Isla 5-15 (23 %).

La generalidad de las variedades no incrementó la eficiencia de utilización del K al aplicar el Vitazyme. Solo las variedades Isla 6-12 y Caturra Rojo incrementaron de manera significativa la eficiencia de utilización, con valores del 33 y 50 %, respectivamente, como se muestra en la *tabla 8*.

Conclusiones

- Existió una respuesta significativa, positiva y diferenciada a la aplicación del Vitazyme para todas las variedades.

- La altura, el índice de calidad y el área foliar fueron las variables que reflejaron de forma más frecuente (entre seis y siete variedades de ocho) el efecto del Vitazyme, con valores de incremento que oscilaron entre el 10 y el 23 % para la altura, entre el 10 y el 47 % para el índice de calidad, y entre el 11 y el 48 % para el área foliar.
- Se identificaron tres grupos de variedades por su respuesta al bioestimulante: el primero representado por la Isla 6-11 y la Isla 6-12, que se caracterizó por los altos indicadores de crecimiento; el segundo de respuesta moderada compuesto por Isla 5-15, Mundo Novo, San Ramón Enano y Villalobos, y el último donde se ubicaron las variedades de menor respuesta Catuai y Caturra.
- La absorción de nutrientes por las plántulas fue relativamente similar para todas las variedades, con la excepción del San Ramón Enano, que mostró valores significativamente inferiores al resto.
- La aplicación del Vitazyme incrementó la absorción de N en un 14 %, del P en un 31 %, y del K en un 41 % por las plántulas con respecto a su no aplicación, y lo realizaron de forma más eficiente para el nitrógeno y el potasio.

Bibliografía

- Acuña, O.: Evaluación de la aplicación del producto Vitazyme (estimulante de crecimiento derivado de enzimas) sobre la floración y fructificación en el cultivo del café, Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), Universidad de Costa Rica, abr.-dic., 7 pp., 2001.
- Alava, G. M. y M. M. Vergara: "Efectos de cuatro tiempos de imbibición en agua destilada de la semilla de cuatro variedades de café en su germinación" [inédito], tesis Ing. Agr. Portoviejo, EC, Universidad Técnica de Manabí, Fac. de Ing. Agrícola, 1990.
- Creach, I.: "Prueba del efecto de aplicaciones de Vitazyme en los cultivos de la caña de azúcar, ají, lechuga, tomate, berenjena" [inédito], 7 pp., 2004.
- Díaz, G. S.; Pérez, N.; Núñez, M. y W. Torres: Efecto de un análogo de brasinoesteroide de DAA-6 en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), *Cultivos Tropicales* 16(3): 53-55, 1995.
- Dickson, A. et al.: Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Stock in Nurseries, *Forest Chronicle* 36:10-13, 1960.
- Hernández, A. et al.: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, La Habana, 46 pp., 1995.
- Morejon, R.: Validación de una metodología para el uso eficiente de las técnicas estadísticas multivariadas en la investigación agrícola. Caso de estudio: el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). En: *Informe Premio Academia*, INCA, Los Palacios, La Habana, 56 pp., 2005.
- Siddiqi, M. Y. and A. D. M. Glass: Utilization Index: a Modified Approach to the Estimation and Comparison of Nutrient Utilization Efficiency in Plants, *Journal of Plant Nutrition* 4(3): 289-302, 1981.
- Soto, F.: Estimación del área foliar en *C. arabica* L. a partir de las medidas lineales de las hojas, *Cultivos Tropicales* 2(3): 115-128, 1980.
- Syltie, P.: Vitazyme 2005. Field Trial Results. A Summary of Experiments Using Vitazyme Soil and Plant Bioestimulant on Field, Orchard and Greenhouse Crops" www.vitalearth.com (24 de septiembre de 2010).
- Varela, M.: *Análisis multivariado de datos. Aplicación a las ciencias agrícolas*, INCA, La Habana, 58 pp., 1998.