

Suelos y Agroquímica

Respuesta de variedades de *Coffea arabica* L. a la aplicación de FitoMas-E en dos suelos cubanos¹

Carlos Alberto Bustamante-González*, Yusdel Ferrás-Negrín**, Osnielkis Sánchez-Durán***, Rolando Viñals-Núñez**** y Josué Pérez-Castillo*

Resumen

La necesidad de buscar vías para mejorar la eficiencia de utilización de los fertilizantes minerales, así como la implantación de tecnologías más respetuosas del ecosistema y los recursos naturales, ha impulsado el uso de los fitoestimuladores. En el cultivo del café existían pocos antecedentes del efecto del FitoMas-E, por lo que se estudió el efecto del bioproducto en indicadores de crecimiento de posturas de variedades de *Coffea arabica* L. Los experimentos se desarrollaron en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal de Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba, y Jibacoa, provincia de Villa Clara en bolsas de polietileno y bajo sombra de malla sarán. Para el llenado de los bolsos en vivero se empleó la mezcla 3/1 de suelo Pardo sin carbonatos o Fersialítico Pardo rojizo/abono orgánico. Se evaluaron la altura, el diámetro del tallo, el área foliar, la masa seca y el índice de calidad de las posturas. Todas las variedades respondieron al FitoMas-E, pero la respuesta dependió del tipo de suelo. El incremento del área foliar por efecto del bionutriente, en el suelo Pardo, fue superior en todas las variedades (con excepción del Caturra rojo) al observado en el suelo Fersialítico Pardo rojizo. Con respecto al incremento del área foliar, por efecto del FitoMas-E las variedades se ubicaron en el orden Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno en el suelo Fersialítico Pardo rojizo, mientras que en el suelo Pardo se ubicaron así: Isla 6-1 > Catuai amarillo > Isla 5-3 > Laferno > Caturra rojo.

Palabras clave: bioestimulante, café, crecimiento, posturas, suelos.

Recibido: 9/2/2017

Aprobado: 21/4/2017

* Estación Experimental Agro-Forestal III Frente, Santiago de Cuba. marlonalejandro2012@gmail.com

** Estación Experimental Agro-Forestal Jibacoa, Villa Clara, yusdel@jibacoa.inaf.co.cu

*** Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo.

**** Estación Experimental Agro-Forestal UCTB Velazco Holguín

Abstract

The need to find ways to improve the efficiency of use of mineral fertilizers as well as the implementation of more environmentally friendly technologies of the ecosystem and natural resources, has promoted the use of the phyto-stimulants. In the cultivation of coffee there were few antecedents of the effect of the FitoMas-E by what we studied the effect of the bioproduct in growth indicators of seedlings of *Coffea arabica* L. varieties. The experiments were developed in the Estación Experimental Agro-Forestal nursery of Tercer Frente, Santiago de Cuba province and Jibacoa, Villa Clara province, in polyethylene bags and under shadow of mesh saran. For the one filled of the bags in nursery bags were used mixture of 3/1 Brown soil without carbonates or Fersialitic Brown reddish/compost. Were evaluated the height, the diameter of the stem, the leaf area, the dry mass and the quality index of the seedlings. All the varieties responded to the FitoMas-E but the response depended of the type of soil. Increase of leaf area in Brown soil, was greater in all varieties (with the exception of the Caturra rojo) to that observed in the reddish Fersialitic Brown soil. Regarding the increase in leaf area, due to the FitoMas-E varieties were in the order Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno while in the Brown soil were thus Isla 6-1 > Catuai amarillo > Isla 5-3 > Laferno > Caturra rojo.

Key words: *Coffea*, biostimulants, growth, seedlings, soils.

Introducción

Para la renovación de las plantaciones de cafetos se requieren posturas de calidad que aseguren la inversión, de ahí la importancia de las atenciones culturales en el vivero (Rodríguez, 2009), y en este empeño adquiere singular importancia la adecuada nutrición de las mismas.

La respuesta del cafeto a la fertilización mineral es habitual en Cuba; sin embargo, los precios de los fertilizantes han ocasionado una disminución de su aplicación por los productores, por lo que la búsqueda de alternativas para los mismos y la obtención de rendimientos sostenibles es un tema actual.

Según Pomares (1994), los bioplaguicidas, los biofertilizantes y los bioestimulantes han potenciado el manejo ecológico de los agroecosistemas. En Cuba son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés del medio, y favorecen el crecimiento y desarrollo, como también el rendimiento, lo que permite disminuir de esta forma el uso de sustancias químicas (Cussianovich, 2001).

El término biofertilizantes se ha usado para varios tipos de formulaciones. En general, todo lo que no se sintetiza químicamente es biodegradable y se puede usar como fertilizante: se conoce como biofertilizante el compost, humus, desechos animales y humanos, materia orgánica, entre otros (Mehnaz, 2016). Sin embargo, científicamente biofertilizante significa un fertilizante que contiene organismos vivos y puede clasificarse ampliamente como biofertilizantes de fijación de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos que contienen bacterias u hongos.

Por otro lado, en Colombia utilizan el término bionutrición a la fertilización con productos biológicos (Castro, Serna y Rivillas, 2015), y lo definen como el uso de microorganismos capaces de incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, que contribuyen a la sanidad vegetal y a la obtención de altos rendimientos.

El FitoMas-E es un nuevo producto derivado de la industria azucarera cubana que actúa como bionutriente vegetal con marcada influencia antiestrés; es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos) (Montano, 2008).

Este producto se ha probado con buenos resultados en más de 20 cultivos, entre ellos la caña de azúcar (Zuaznábar y col., 2005), el tomate (Arozarena, 2005), la

cebolla (Almenares y col., 2006) y la lechuga (Ramos y Martínez, 2007).

La variación genética es uno de los principales factores que promueven diferencias con relación a la nutrición mineral de genotipos de una misma especie (Tomaz *et al.*, 2011).

Para el cafeto se ha establecido la respuesta diferenciada de genotipos a las condiciones ambientales y de manejo. Mallikarjun *et al.* (2014) encontraron diferencias en la biomasa y su distribución en variedades en la India. Worku y Astatkie (2010) encontraron un comportamiento diferenciado de las posturas de variedades de *Coffea arabica* L. al déficit hídrico en Etiopía, mientras que en Hawaii, Cabos *et al.* (2010) informaron diferencia varietal a la resistencia a nemátodos.

Tufa (2012), al estudiar en Etiopía el efecto de la irradiación solar y el riego en posturas de 12 genotipos, concluyó que la producción y distribución de la biomasa dependió de las condiciones ambientales y de los genotipos estudiados solos y/o su combinación, mientras que Franca *et al.* (2010) no encontraron diferencias en los síntomas de intoxicación por glifosato entre variedades, aunque sí en los indicadores morfológicos de las mismas.

Baon (1996), en Indonesia, encontró que la eficiencia en la absorción de zinc, del café arábico, fue mayor que en robusta cuando estaba inoculado con micorrizas, mientras que la eficiencia en el uso de fósforo en el café robusta fue menor que el arábico. Lebrón *et al.* (2012) encontraron diferencias en la respuesta de variedades a la fertilización mineral en las condiciones de Puerto Rico. En Brasil (Da Silva *et al.*, 2014) informaron que las posturas de Catuaí fueron más sensibles a la deficiencia de magnesio que las de la variedad Acaíá.

Se conoce de la utilización del FitoMas-E por productores de café a partir de la información obtenida en otros cultivos; sin embargo, no se dispone de información científica que permita la aplicación de una tecnología concreta en la caficultura, por lo que se desarrolló esta investigación con el objetivo de establecer en dos tipos de suelo la respuesta de posturas de variedades comerciales de cafeto a la aplicación del FitoMas-E.

Materiales y métodos

Las investigaciones se realizaron durante las campañas de vivero 2013-2014 y 2014-2015 en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal de Tercer Fren-

te, provincia de Santiago de Cuba, ubicado a 20°09' lat. N y 76°16' long. O, y en el de la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, provincia de Villa Clara, ubicado a 22°01' lat. N y a 79°58' long. O.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado en esquema factorial 5 x 2, siendo los factores estudiados cinco genotipos de café arábica y dos niveles de FitoMas-E con y sin su aplicación.

Exp. no.	Localidad	Variedades	Inicio	Final	Abono orgánico
1	Jibacoa	Isla 5-3 , Isla 6-11, Caturra rojo, Laferno y Catuai amarillo	23 dic./ 2013	15 jul./2014	Estiércol equino
2			24 dic./2014	13 jul./2015	
3	Tercer Frente		4 feb./2014	20 oct./2014	Cachaza
4			10/2014	1 jul./2015	

Cada tratamiento estuvo conformado por 36 plantas, de las cuales se evaluaron 10 al finalizar el período experimental.

Los experimentos se desarrollaron utilizando como sombra la malla zarán.

Las semillas fueron trasladadas desde el Banco de Germoplasma de la UCTB Jibacoa, en la provincia de Villa Clara. Se seleccionaron variedades de acuerdo a las características de alta productividad y calidad, porte bajo y con resistencia, y susceptibilidad a la roya del cafeto. La siembra se efectuó en bolsos de polietileno de 14 cm de diámetro x 22 cm de alto, y se colocaron inicialmente dos semillas por bolso y se dejó una plántula cuando el 80 % de estas alcanzó la fase de mariposa.

El FitoMas-E fue suministrado por el Instituto Cubano de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Todas las aplicaciones del FitoMas-E se realizaron antes de las

diez de la mañana, con una mochila Matabí de 16 L de capacidad y a presión constante. El producto se aplicó al 1 % por vía foliar, mensualmente, desde el segundo hasta el cuarto par de hojas. Las aplicaciones del bionutriente se realizaron con el uso de separadores de metal para evitar interferencias entre las parcelas.

A los tratamientos sin aplicación del FitoMas-E se le aplicó agua el mismo día que el resto de los tratamientos.

En cada localidad, en los dos años se utilizó el mismo sustrato del que se tomaron tres muestras, se secaron y se determinaron los principales indicadores físico-químicos.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Agroquímica de la Estación Territorial de la Caña de Azúcar de Palma Soriano y en el Laboratorio Provincial de Suelos de Barajagua, provincia de Cienfuegos. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Propiedades físico-químicas de los sustratos utilizados

Localidad y sustrato	Sustrato	M.O. (%)	pH		P ₂ O ₅ K ₂ O		Ca ⁺² Mg ⁺² K ⁺		
			H ₂ O	KCl	mg 100 g ⁻¹ suelo		cmol kg ⁻¹		
Tercer Frente Pardo con cachaza 3/1	2013-2014	3,8	7,5	6,8	224,4	51,3	43,7	3,5	1,4
	2014-2015		7,66	6,80	30,87	89,59	n.d.	n.d.	n.d.
Jibacoa Fersialítico Pardo rojizo/ estiércol equino 3/1	2013-2014	9,82		6,68	77,84	30,19	15,73	5,20	
	2014-2015	4,9		6,3	65,0	82,8	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: No determinado.

El sustrato de ambas localidades se caracterizó por un contenido aceptable de materia orgánica, acidez adecuada para el cultivo y altos contenidos de fósforo y potasio asimilable (Tabla 1), por lo que la fertilidad del suelo no constituyó una limitante para el crecimiento de las posturas.

El manejo agrotécnico de las plántulas se realizó según Instructivo Técnico Café Arábico (Díaz y col., 2013). Al concluir se evaluaron los indicadores siguientes:

1. Altura de la planta (cm): Se midió con una regla graduada desde el cuello de la planta hasta el ápice.

2. Diámetro del tallo (cm): Se midió con un pie de rey a 1 cm del cuello.
3. Masa seca total (g): Consistió en la suma del peso seco de los órganos (hojas, tallos y raíces). Se secó cada órgano a 70 °C hasta obtener masa constante y se pesó con una balanza digital.
4. Área foliar (cm)² por el método de Soto (1980).
5. Índice de calidad por la fórmula propuesta por Dickson *et al.* (1960):

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

donde:

RAD: Relación altura aérea con el diámetro

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

Para el procesamiento estadístico se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmo-

gorov-Smirnov y la homogeneidad de la varianza por la prueba de Levene. Posteriormente se realizó el análisis de varianza a los datos.

Para la determinación de las diferencias entre los tratamientos se utilizó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan para $p \leq 0,05$, aunque en las tablas se refleja el nivel de significación máximo resultante de la tabla de Fisher.

Resultados y discusión

Para todas las variables evaluadas se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) para los factores en estudio y su interacción, aunque el comportamiento por años varió para las diferentes variables. El diámetro del tallo fue la variable que menos resultó influenciada por la aplicación del FitoMas-E (*Tabla 2*), mientras que el área foliar y la masa seca de manera general reflejaron de forma más estable el efecto del bionutriente.

Tabla 2. Resumen de los análisis de variancia para las variables estudiadas

Fuente de variación	Altura	Diámetro del tallo	Masa seca	Índice de calidad	Área foliar
<i>Cuadrados medios</i>					
<i>Jibacoa 2014</i>					
Variedad (V)	45,62***	0,00323 ns	8,605 ***	0,016521***	15805 ***
FitoMas E (F)	3,80 ns	0,00250 ns	18,283***	0,035448***	16283***
V x E	9,55 ns	0,00866***	2,036 ns	0,006732 ns	6754***
<i>Jibacoa 2015</i>					
Variedad (V)	74,59***	0,00193 ns	4,774***	0,020671***	17375***
FitoMas E (F)	0.01 ns	0.00044 ns	10,144***	0,058564***	20334***
V x E	9,08***	0,00069 ns	1,130 ns	0,008039***	6038***
<i>Tercer Frente 2014</i>					
Variedad (V)	60,28***	0,01331***	3,4894***	0,030386***	41309 ***
FitoMas E (F)	317,76***	0,00392 ns	18,7889***	0,119734***	309839 ***
V x E	84,64***	0,01836***	4,7922***	0,043600***	34000 ***
<i>Tercer Frente 2015</i>					
Variedad (V)	70,36 ***	0,01381 ***	4,0704 ***	0,047774 ***	45632***
FitoMas E (F)	244,65***	0,00421 ns	27,8244***	0,276214***	243183***
V x E	93,71***	0,02196***	6,6960***	0,073726***	47942***

ns: No significativo,

* y **; Significativo al nivel del 5 % e 1 % de probabilidad, respectivamente, por el test F.

Para una mejor comprensión de los resultados, se presentan los mismos por localidad.

Localidad Jibacoa

Experimento 1

La aplicación del FitoMas-E solo ejerció un efecto positivo en la masa seca, el área foliar y el índice de calidad (Tabla 3) con incrementos del 17 %, 7% y 30,7 %, respectivamente.

La ausencia de respuesta del diámetro del tallo concuerdan con los resultados encontrados por De Souza y de Camargo (2008) en experimento en vivero en Ba-

hía, Brasil, quienes refieren que esta fue la variable que menos discriminó los tratamientos en un experimento de dosis de urea.

La respuesta de las variedades al FitoMas-E fue significativa y de diferente magnitud. De manera general las variedades Isla 6 se caracterizaron por los menores valores en las variables de crecimiento (Tabla 3).

Si bien el análisis estadístico reflejó interacción entre los factores en estudio, solo los incrementos encontrados para el Caturra rojo en el área foliar (25 %) y el diámetro del tallo (10 %) alcanzaron magnitudes significativas para $p \leq 0,05$ (Tabla 3).

Tabla 3. Respuesta de variedades de Coffea arabica a la aplicación de FitoMas-E. Jibacoa

		Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Masa seca (g)	Área foliar (cm ²)	Índice de calidad
Catuai amarillo	+F	22,4	0,40 abcd	4,49	365,6 b	0,18
Catuai amarillo	-F	23,3	0,43 ab	4,08	352,0 bc	0,16
Caturra rojo	+F	26,2	0,43 a	5,00	411,5 a	0,20
Caturra rojo	-F	23,7	0,39 cd	3,67	327,4 bcd	0,13
Isla 5-3	+F	22,4	0,43 abc	4,11	347,3 bc	0,15
Isla 5-3	-F	21,6	0,39 bcd	3,60	319,3 bcd	0,11
Isla 6-11	+F	20,4	0,41 abcd	3,63	308,1 cd	0,14
Isla 6-11	-F	21,2	0,37 d	2,78	289,7 d	0,07
Laferno	+F	22,5	0,40 abcd	4,38	348,0 bc	0,16
Laferno	-F	22,2	0,44 a	4,30	364,5 b	0,18
E. S. x ,a x b		0,7 ns	0,01 ***	0,23 ns	14,6**	0,01ns
+FitoMas E		22,8	0,41	4,32 a	356,1 a	0,17 a
-FitoMas E		22,4	0,4	3,69 b	330,6 b	0,13 b
E. S. x ,a		0,3 ns	0,005 ns	0,10*	6,53**	0,007*
Catuai amarillo		22,9 b	0,42	4,29 a	358,8 ab	0,17 a
Caturra rojo		24,9 a	0,41	4,33 a	369,4 a	0,16 ab
Isla 5-3		22,0 bc	0,41	3,86 a	333,3 b	0,13 bc
Isla 6-11		20,8 c	0,39	3,21 b	298,9 c	0,11 c
Laferno		22,4 b	0,42	4,34 a	356,2 ab	0,17 a
E. S. x ,b		0,52 *	0,009 ns	0,16*	10,32**	0,01*

,*: Medias con letras diferentes difieren para $p \leq 0,05$; 0,01 y 0,001, respectivamente, según dócima de Duncan. + F = aplicación de FitoMas-E, -F sin aplicación del FitoMas-E.

Experimento 2

Las aplicaciones de FitoMas-E, al igual que en el experimento anterior, no tuvieron un efecto significativo en la altura y el diámetro del tallo, pero sí en el resto de las

variables evaluadas y propiciaron incrementos significativos del 7 % para la masa seca, 5 % el área foliar y 17 % para el índice de calidad (Tabla 4).

De manera general la variedad Catuai amarillo mostró los menores valores de crecimiento, mientras que el resto de las variedades mantuvieron una respuesta similar.

El efecto de la interacción bionutriente x variedad alcanzó valores significativos para la altura, el área foliar y el índice de calidad. Se observó un efecto negativo y significativo del FitoMas-E en la altura de la variedad La-

ferno, mientras que con su aplicación se incrementó significativamente el área foliar del Caturra rojo en un 15 % y de la Isla 5-3 (11 %). Para el índice de calidad los incrementos por efecto de la aplicación del FitoMas-E fueron significativos solo para el Catuai amarillo (3 %) y Caturra rojo (38 %) (Tabla 4). La respuesta del resto de las variedades fue independiente de la aplicación del FitoMas-E.

Tabla 4. Respuesta de variedades de *Coffea arabica* a la aplicación de FitoMas-E 2015. Jibacoa

		Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Masa seca (g)	Área foliar (cm ²)	Índice de calidad
Catuai amarillo	+F	27,64 g	0,42	4,45	498,54 b	0,29 c
Catuai amarillo	-F	27,88 g	0,42	4,08	481,45 b	0,23 d
Caturra rojo	+F	29,70 def	0,44	5,33	553,67 a	0,40 a
Caturra rojo	-F	28,47 fg	0,43	4,55	480,88 b	0,29 c
Isla 5-3	+F	30,49 cde	0,44	5,12	563,14 a	0,35 ab
Isla 5-3	-F	29,12 efg	0,42	4,67	506,73 b	0,30 bc
Isla 6-11	+F	31,97 abc	0,42	5,11	559,39 a	0,32 bc
Isla 6-11	-F	32,33 ab	0,42	4,91	553,55 a	0,29 c
Laferno	+F	31,18 bcd	0,40	4,94	557,00 a	0,30 bc
Laferno	-F	33,10 a	0,42	5,15	566,53 a	0,31 bc
E. S. x ,a x b		0,453**	0,01ns	0,16 ns	14,37***	0,01***
+FitoMas E		30,19	0,42	4,99 a	546,35 a	0,33 a
-FitoMas E		30,18	0,42	4,67 b	517,83 b	0,28 b
E. S. x ,a		0,24 ns	0,004 ns	0,07 ***	6,42***	0,007**
Catuai amarillo		27,76 c	0,42	4,27 b	489,99 c	0,26 c
Caturra rojo		29,09 b	0,44	4,94 a	517,27 bc	0,34 a
Isla 5-3		29,81 b	0,43	4,89 a	534,93 ab	0,32 ab
Isla 6-11		32,15 a	0,42	5,01 a	556,47 a	0,30 b
Laferno		32,14 a	0,41	5,05 a	561,77 a	0,30 b
E. S. x ,b		0,37***	0,007 ns	0,11***	10,16***	0,01***

*,**,***. Medias con letras diferentes difieren para $p \leq 0,05$; 0,01 y 0,001, respectivamente, según dócima de Duncan. + F = aplicación de FitoMas-E, -F sin aplicación del FitoMas-E.

Tercer Frente

Experimento 3

En el suelo Pardo de Tercer Frente, con excepción del diámetro del tallo, se encontró respuesta positiva de las variedades al FitoMas-E en el resto de las variables

estudiadas con incrementos significativos frente a su no aplicación en valores que oscilaron entre el 24 % para la altura y el 70 % para el índice de calidad (Tabla 5).

Tabla 5. Respuesta de variedades de Coffea a la aplicación de FitoMas-E. Tercer Frente

		Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Masa seca (g)	Área foliar (cm ²)	Índice de calidad
Catuai amarillo	+F	24,09 a	0,44 a	4,14 a	451,70 a	0,30 a
Catuai amarillo	-F	16,61 cd	0,33 cd	2,06 de	213,35 e	0,08 ef
Caturra rojo	+F	13,95 e	0,29 d	1,49 f	212,28 e	0,05 f
Caturra rojo	-F	16,89 cd	0,36 bc	2,15 de	202,79 ef	0,10 def
Isla 5-3	+F	23,63 ab	0,41 ab	3,53b	378,22 b	0,21 b
Isla 5-3	-F	15,15 de	0,37 bc	1,83 ef	233,32 de	0,08 ef
Isla 6-11	+F	21,48 b	0,35 bcd	3,31 b	329,37 c	0,18 bc
Isla 6-11	-F	16,64 cd	0,34 cd	2,05 de	154,55 f	0,09 def
Laferno	+F	18,44 c	0,37 bc	2,83 c	275,22 d	0,14 cd
Laferno	-F	16,36 cde	0,39 abc	2,37 d	220,45 e	0,13 cde
E. S. x ,a x b		0,82 **	0,02*	0,16*	17,25*	0,02**
+FitoMas E		20,32 a	0,37	3,06 a	329,40 a	0,17 a
-FitoMas E		16,33 b	0,36	2,09 b	204,90 b	0,10 b
E. S. x ,a		0,36*	0,009 ns	0,07*	7,72*	0,007**
Catuai amarillo		20,35 a	0,38 ab	3,10 a	332,53 a	0,19 a
Caturra rojo		15,42 c	0,32 c	1,82 c	207,53 c	0,07 c
Isla 5-3		19,39 a	0,38 a	2,68 b	305,77 a	0,15 b
Isla 6-11		19,06 a	0,34 bc	2,68 b	241,96 bc	0,13 b
Laferno		17,40 b	0,37 ab	2,60 b	247,84 b	0,14 b
E. S. x ,b		0,58*	0,01 **	0,11*	12,20*	0,01**

*,**,***: Medias con letras diferentes difieren para $p \leq 0,05$; 0,01 y 0,001, respectivamente, según dócima de Duncan + F = aplicación de FitoMas-E, -F sin aplicación del FitoMas-E.

Caturra rojo fue la variedad de menor valor de crecimiento (Tabla 5), mientras que el Catuai amarillo tuvo una respuesta superior en comparación con el resto de las variedades para la masa seca.

La interacción variedad x FitoMas-E mostró que la aplicación del bioproducto deprimió los valores de altura, diámetro del tallo y la masa seca de las posturas de Caturra rojo y no tuvo efecto sobre el área foliar y el índice de calidad. El resto de las variedades incrementaron de manera general los indicadores con valores que oscilaron entre el 29 % y 56 % para la altura, 19 % y 101 % para la masa seca y 25 % y 113 % para el área foliar. El índice de calidad fue la variable que mayor se incremen-

tó por efecto del FitoMas-E con valores entre el 100 % y 275 %, que correspondieron a las variedades Isla 6-11 y Catuai amarillo, respectivamente (Tabla 5). Laferno fue la de menor incremento.

Experimento 4

La respuesta al bioproducto fue de similar intensidad al año anterior, y con excepción del diámetro del tallo para el factor FitoMas-E se reflejaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas (Tabla 6).

Entre las variedades, el Catuai amarillo mostró los menores valores de altura, diámetro del tallo e índice de calidad, mientras que el Caturra rojo mostró la me-

nor área foliar y masa seca, y se diferenció significativamente del resto de las variedades (Tabla 6).

La interacción variedad x FitoMas-E mostró diferencias significativas para todas las variables evaluadas (Tabla 6).

Tabla 6. Respuesta de variedades de Coffea a la aplicación de FitoMas-E 2015. Tercer Frente

		Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Masa seca (g)	Área foliar (cm ²)	Índice de calidad
Catuai amarillo	+F	24,09 a	0,456 a	4,41 a	427,18 a	0,366 a
Catuai amarillo	-F	16,61 de	0,333 cd	1,94 de	213,35 cd	0,076 d
Caturra rojo	+F	12,76 f	0,289 d	1,54 e	164,04 d	0,053 d
Caturra rojo	-F	16,89 de	0,361 bc	2,15 cde	202,79 cd	0,097 d
Isla 5-3	+F	22,75 ab	0,411 ab	3,96 ab	372,58 ab	0,291 ab
Isla 5-3	-F	15,15 ef	0,366 bc	1,83 de	218,61 cd	0,084 d
Isla 6-11	+F	21,10 bc	0,346 bcd	3,58 b	346,62 b	0,207 bc
Isla 6-11	-F	16,64 de	0,350 bcd	1,99 cde	154,55 d	0,089 d
Laferno	+F	18,44 cd	0,368 bc	2,69 c	250,66 c	0,150 cd
Laferno	-F	16,36 de	0,388 bc	2,37 cd	220,45 cd	0,133 cd
E. S. x ,a x b		0,97**	0,022**	0,24**	23,46**	0,03***
+FitoMas E		19,82 a	0,374	3,23 a	312,22 a	0,213 a
-FitoMas E		16,33 b	0,360	2,06 b	201,94 b	0,096 b
E. S. x ,a		0,43**	0,01 ns	0,10**	10,49***	0,01**
Catuai amarillo		14,83 c	0,325 b	3,18 a	320,26 a	0,075 c
Caturra rojo		20,35 a	0,394 a	1,84 c	183,41 d	0,221 a
Isla 5-3		18,95 ab	0,389 a	2,89 ab	295,60 ab	0,187 ab
Isla 6-11		18,87 ab	0,348 ab	2,78 ab	250,59 bc	0,148 b
Laferno		17,40 b	0,378 a	2,53 b	235,56 c	0,141 bc
E. S. x ,b		0,69**	0,015**	0,17***	16,59***	0,02**

*, **, ***: Medias con letras diferentes difieren para $p \leq 0,05$; 0,01 y 0,001, respectivamente, según dócima de Duncan + F = aplicación de FitoMas-E, -F sin aplicación del FitoMas-E.

En la variedad Caturra rojo la aplicación el bionutriente no afectó las variables evaluadas y deprimió de manera significativa la altura de las posturas (Tabla 6).

Catuai amarillo fue la variedad que mostró los mayores incrementos por efecto de la aplicación del FitoMas-E, y alcanzó valores del 37 % para el diámetro del tallo, 28 % para la masa seca y 281 % para el índice de calidad. Las variedades Isla mantuvieron un comportamiento intermedio en sus indicadores, y de

manera general fueron superiores a los valores encontrados para la Laferno, que fue la variedad que menores valores porcentuales de incremento mostró (Tabla 6).

De manera general, se encontró que todas las variedades respondieron al FitoMas-E, pero la variación en los indicadores de crecimiento hace suponer que en el comportamiento de las mismas puede reflejarse la interacción genotipo ambiente.

Mendonça de Carvalho *et al.* (2013), al estudiar la correlación entre la productividad y el crecimiento de 24 variedades de café en cinco regiones cafetaleras de Minas Gerais, Brasil, encontró que la respuesta de los cultivares no fue coincidente en los ambientes estudiados. Do Amaral *et al.* (2010) informaron de diferencias en la productividad y la eficiencia agronómica de variedades de cafetos al crecer en diferentes niveles de fertilidad.

Bustamante, Rodríguez y Cupull (2004) observaron la respuesta diferenciada de clones de *C. canephora* al Azotobacter, mientras que Bustamante y Varela (2012) encontraron que diferentes variedades de café respondieron de manera diferente a la aplicación del Vitazyme. Dias *et al.* (2005), al evaluar nueve caracteres de crecimiento del cafeto en 25 cultivares de café, observaron una amplia variación entre ellos.

En las investigaciones realizadas en el vivero existen diferentes criterios sobre cuál seleccionar para discriminar el efecto de los tratamientos experimentales estudiados. Algunos investigadores seleccionan la masa seca y otros el área foliar (Rivera y col., 2003). En la presente investigación se seleccionó el área foliar al considerar que fue la única variable entre las evaluadas que reflejó en todos los experimentos el efecto de los tratamientos y su interacción, como se muestra en la tabla 2. Se debe destacar que la existencia de interacción significativa indica que la respuesta al FitoMas-E de las variedades no es coincidente.

Se encontró un comportamiento diferenciado de las variedades a la aplicación del FitoMas-E en los dos tipos de suelos estudiados. En el suelo Pardo fue superior el incremento del área foliar en todas las variedades (con excepción del Caturra rojo) en comparación con el Fersialítico Pardo rojizo (Tabla 7).

Tabla 7. Incremento del área foliar en variedades de cafetos por aplicación del FitoMas-E

Variedad	Jibacoa			Tercer Frente		
	Primer año	Segundo año	Promedio	Primer año	Segundo año	Promedio
Catuai amarillo	1,04	1,04	1,04	2,12	2,00	2,06
Caturra rojo	1,26	1,15	1,20	1,05	0,81	0,93
Isla 5-3	1,09	1,11	1,10	1,62	1,70	1,66
Isla 6-11	1,06	1,01	1,04	2,13	2,24	2,19
Laferno	0,95	0,98	0,97	1,25	1,14	1,19

Como promedio de los dos años, en cada tipo de suelo el comportamiento varietal en su respuesta al FitoMas-E fue diferente. En el suelo Fersialítico Pardo rojizo las variedades, con respecto al incremento del área foliar, se ubicaron en el orden Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno, mientras que en el suelo Pardo se ubicaron así: Isla 6-1 > Catuai amarillo > Isla 5-3 > Laferno > Caturra rojo. Similar ausencia de respuesta para el Caturra rojo lo informaron Bustamante y Varela (2012) al estudiar el bioestimulante Vitazyme en este tipo de suelo.

Se destaca que para el suelo Fersialítico la aplicación del FitoMas-E deprimió en ambos años el área foliar

de las posturas, mientras que en el Pardo el efecto del bionutriente fue similar o casi nulo para el Caturra rojo. Esta respuesta varietal debe ser considerada a la hora de adquirir y aplicar este bionutriente en las mencionadas condiciones edafoclimáticas.

Conclusiones

- Todas las variedades respondieron al FitoMas-E, pero la respuesta dependió del tipo de suelo.
- El incremento del área foliar por efecto del bionutriente, en el suelo Pardo, fue superior en todas las variedades (con excepción del Caturra rojo) al observado en el suelo Fersialítico Pardo rojizo.

- Con respecto al incremento del área foliar por efecto del FitoMas-E, las variedades se ubicaron en el orden Caturra rojo > Isla 5-3 > Isla 6-11 = Catuai amarillo > Laferno en el suelo Fersialítico Pardo rojizo, mientras que en el suelo Pardo se ubicaron así: Isla 6-1 > Catuai amarillo > Isla 5-3 > Laferno > Caturra rojo.

Bibliografía

- Almenares, R.; Blanco, A.; Samon, A. y J. Villar: Influencia de un bioestimulante cubano en la obtención de posturas de café. En: *XV Congreso Científico INCA*. 7-10 de noviembre. San José de Las Lajas. La Habana, 2006.
- Arozarena, N.: Influencia del FitoMas-E en el cultivo del tomate bajo condiciones de cultivo protegido. INIFAT, La Habana, 2005.
- Baon, J. B.: Variation in growth response and nutrient efficiency of coffee cultivars infected by a mycorrhizal fungus. *Pelita Perkebunan*, (Indonesia) 12(1):36-47. 1996.
- Bustamante, C.; Rodríguez, M. y R. Cupull: Utilización de *Azotobacter* en *Coffea arabica* L y *Coffea canephora* Pierre. En: *Convención Trópico CDR* ISBN 959-7167-02-6, 2004.
- Bustamante, C. y M. Varela: Efecto de la aplicación del Vitazyme en *Coffea*. I. Respuesta varietal de plántulas de *Coffea arabica* L. *Café Cacao*, 11 (1), 27-37, 2012.
- Cabos, R. Y. M.; Sipes, B. S.; Nagai, C.; Serracin, M. and D. P. Schmitt: Evaluation of coffee genotypes for root-knot nematode resistance. *Nematropica*, 40 (2): 191-202, 2010.
- Castro, Angela María; Serna, C. A. y C. A. Rivillas: Bionutrición Una alternativa para la producción sostenible de café. *Avances Técnicos Cenicafé*, No 457. 12 pp., 2015.
- Cussianovich, P.: Una aproximación a la agricultura orgánica. *Rev. Agricultura Orgánica*, 1 (17), 2001.
- Dias, F. P.; Mendes, A. N. G.; Souza, C. A. S.; Carvalho, S. P. De; Botelho, C. E. e B. De S. M. Raso: Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) seleccionadas em Minas Gerais: I. Caracteres relacionados ao crescimento vegetativo. *Revista Ceres*, 52, 73-83, 2005.
- Díaz, W.; Caro, P.; Bustamante, C.; Sánchez, C.; Maritza Idilia Rodríguez; Vázquez, E.; Grave de Peralta, G.; Ramajo, J.; Ramos, R.; Délira Navarro; Fernández, I.; Martínez, F.; Yojana Rodríguez; Arañó, L.; Yero, A. y N. Morán: *Instructivo Técnico Café Árabe (Coffea arabica* Lin.). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Ministerio de la Agricultura. Dirección de Café y Cacao del Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Santiago de Cuba. 137 pp., 2013.
- Dickson, A. et al.: Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Stock in Nurseries, *Forest Chronicle*, 36:10-13, 1960.
- Amaral, J. F. T. a do; Martinez, H. E. P. b; Laviola, B. G. c; Tomaz, M. A. d; Filho, E. I. F. e e C. D. F. Cruz: Produtividade e eficiência de uso de nutrientes por cultivares de cafeeiro. *Coffee Science*, 6 (1): 65-74, 2010.
- Franca, A. C.; Freitas, M. A. M.; Fialho, C. M. T.; Silva, A. A.; Reis, M. R.; Galon, L. e R. Victoria Filho: Crescimento de cultivares de café arabica submetidos a doses do glyphosate. *Planta Daninha*, 28 (3): 599-607, 2010.
- Tufa, Taye: Biomass production and distribution in seedlings of *Coffea arabica* genotypes under contrasting nursery environments in southwestern Ethiopia. *Agricultura sicences*, 3 (6): 835-843, 2012.
- Lebrón, Ligia; Jean Lodge, D. and Paul Bayman: Differences in Arbuscular Mycorrhizal Cultivars in Puerto Rico. International Scholarly Research Network. *ISRN Agronomy*, (ID 148042,7) doi:10.5402/2012/148042, 2012.
- Mallikarjun, G.; Renukaswamy, N. S.; DSouza, G. F.; Anand, C. G.; Venkataramanan, D. and Jayarama: Distribution efficiency of biomass in arabica coffee genotypes. *J. Coffee Res.*, 41(1-2): 47-60, 2014.
- Mendonça de Carvalho, Alex; Machado Rezende, Ramiro; Teixeira Pasqualoto, Allan; Marcos Lara, João; Nazareno Guimarães Mendes, Antônio; Carolina Aparecida da Silva Alves e Alessandro Leite Meirelles: Desempenho agrônômico de cultivares comerciais de café resistentes a ferrugem no estado de Minas Gerais. Em: *VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*. Salvador – BA. 25 a 28 de Novembro de 2013.
- Mehnaz, Samina: *An overview of globally available bioformulations*. En: *Bioformulations: for Sustainable Agriculture*, N.K. Arora et al. (eds.). Springer India DOI 10.1007/978-81-322-2779-3_15, 2016.
- Montano, R.: Fitoestimuladores orgánicos para la agricultura. Resultado de investigación. En: *Informe técnico*. Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), MINAZ. La Habana, 2008.

- Pomares, F.: Fertilización en hortalizas y empleo de abonos orgánicos. En: *Conferencia. Curso especial de reciclaje de técnicos de la CAPA de Generalitat Valencia*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. España, 1994.
- Ramos, L. y F. Martínez: Efecto del FitoMas-E y el Bioplasma en el rendimiento del cultivo de la lechuga variedad Anaida, bajo condiciones de cultivo semi-protégido. En: *XV Congreso Científico INCA*. 7-10 de noviembre. San José de Las Lajas. La Habana, 2007.
- Rivera, R.; Fernández, F.; Hernández, A.; Triana, J. R. y Kalyane Fernández: *EL manejo efectivo de la simbiosis micorrizica, una vía hacia la agricultura sostenible estudio de caso: El Caribe: Ciudad de La Habana*, 160 pp., 2003.
- Rodríguez, A.: Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar nacional, 2009. [Consultado 2/7/2014]. [http://dspace.esPOCH.edu.ce/bitstream/456789/319/1/13t0621angulo fermin.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ce/bitstream/456789/319/1/13t0621angulo%20fermin.pdf).
- Silva, Dayane Meireles da; Isabel Rodrigues Brandão; Donizeti Alves, Jose; Meline Oliveira de Santos; Kami-la Rezende Dázio de Souza e Helbert Rezende Oliveira de Silveir: Physiological and biochemical impacts of magnesium-deficiency in two cultivars of coffee. *Plant Soil*, 382:133–150, DOI 10.1007/s11104-014-2150-5, 2014.
- 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.
- Souza, J. O. Júnior de e Q. A. de Camargo Carmello: *Formas de adubação e doses de uréia para mudas clonais de cacau cultivadas em substrato*. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 32 (6): 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600015>
- Tomaz, Ma.; Martinez, Hep; Rodrigues, Wn; Ferrari, Rb; Pereira, Aa e Ns Sakiyama: Eficiência de absorção e utilização de boro, zinco, cobre e manganês em mudas enxertadas de cafeeiro. *Revista Ceres*, 58: 108-114, 2011.
- Worku, M. and T. Astatkie: Growth responses of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) varieties to soil moisture deficit at the seedling stage at Jimma, Southwest Ethiopia. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8 (1): 195-200, 2010.

CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

La Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente tiene la responsabilidad de la capacitación de los talentos humanos de todos los niveles de la cadena productiva del café y cacao mediante cursos de posgrado, talleres participativos, seminarios y conferencias, acciones dirigidas a mejorar las competencias, las calificaciones y las recalificaciones.

De igual manera, garantiza el acercamiento tecnológico, así como la transferencia y generalización de tecnologías a los productores.