

Influencia de sustratos conformados por organominerales en el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L.¹

Yusdel Ferrás-Negrín*, Alfredo Reyes-Hernández**, Carlos Alberto Bustamante-González*, Ariany Colás-Sánchez***, Elsa Vicet-González*, Rolando Viñals-Núñez* y Fernando Selva-Hernández*

Resumen

Este estudio se desarrolló en un microvivero en Topes de Collantes con el objetivo de evaluar la influencia de sustratos conformados por organominerales en el desarrollo de indicadores agrobiológicos en posturas de *Coffea arabica* L. Se utilizó un diseño factorial con dos testigos de referencia: normas técnicas y suelo solo. Los factores fueron proporciones suelo-abono orgánico (3:1; 5:1 y 7:1) y dosis de caliza fosfatada (2; 4 y 6 t • ha⁻¹). A nueve posturas por tratamiento se les evaluaron la altura, área foliar y la masa seca total. A los datos se les realizó una prueba de normalidad y homogeneidad de varianza y se procesaron mediante un arreglo factorial con testigo de referencia. Para la comparación de las medias se utilizó la prueba de Duncan con $p \leq 0,05$ %. Con la utilización de la proporción 3:1 suelo-abono orgánico en la composición del sustrato no es necesaria la aplicación de caliza fosfatada. Existió influencia en la combinación de la caliza fosfatada y abono orgánico en el desarrollo de las posturas de *Coffea arabica* L. Con la aplicación de 2 t • ha⁻¹ de este mineral al suelo y la proporción 5:1 se obtuvieron los mejores valores en los indicadores agrobiológicos evaluados. El incremento en las dosis de caliza fosfatada propició un efecto depresivo en los indicadores agrobiológicos de las posturas de *Coffea arabica* L., que se acentuó cuando se disminuyó la incorporación de abono orgánico de la proporción 3:1 hasta 5:1.

Palabras clave: Abono orgánico, café, caliza fosfatada.

Abstract

This study was developed in a micro nursery in Topes de Collantes with the objective of evaluating the substrata influence conformed by organ minerals in the indicative agrobiologic development in *Coffea arabica* L. postures. A factorial design was used with two reference witness: technical norms and alone soil. The factors were: provide soil-organic manure (3:1; 5:1 and 7:1), and dose of phosphate limestone (2; 4 and 6 t • ha⁻¹). To nine postures for treatment were evaluated the height, area to foliate and the total dry mass. To the data were carried out a test of normality and variance homogeneity and they were processed by means of a factorial arrangement with reference witness. For the comparison of the half the test of Duncan was used with $p \leq 0.05$ %. With the use of the proportion 3:1 soil-organic manure in the composition of the substratum is not necessary the application of phosphate limestone. Influence existed in the combination of the phosphate limestone and organic manure in the development of the *Coffea arabica* L. postures. With the application of 2 t • ha⁻¹ of this mineral to the soil and the proportion 5:1 the best values were obtained in the indicative agrobiologic evaluated. The increment in the doses of phosphate limestone propitiated a depressive effect in the indicative agrobiologic of the *Coffea arabica* L. postures, that was accentuated when diminished the incorporation of organic manure of the proportion 3:1 up to 5:1.

Key words: Organic manure, coffee, phosphate limestone.

Recibido: 9/2/2017

Aprobado: 21/4/2017

* Instituto de Investigaciones Agro-forestales (INAF), Cuba, yusdel@jibacoo.inaf.co.cu

** Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba, alfredo@uniss.edu.cu

*** Centro de Investigaciones Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. arianycs@uclv.edu.cu

Introducción

Para la propagación de especies arbóreas como el cafeto (*Coffea arabica* L.) se requiere de sustratos de buena calidad. Varios son los materiales que pueden ser usados para la composición del mismo; sin embargo, hay que tener cuidado con su preparación, y estudiarlos, porque de ellos dependerá la calidad de las posturas en cuanto a su desarrollo vegetativo y expansión de la raíz. Estos factores influyen decisivamente en los índices de supervivencia a la hora de ser trasplantada para el campo. El cafeto es un arbusto perenne; los errores cometidos en el inicio de su establecimiento pueden traer consecuencias indeseables en la mayoría de las veces (Ferreira *et al.*, 2002).

González (2009), al estudiar la combinación de distintas dosis de dolomita y proporciones de humus de lombriz en suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, demostró que se pueden mejorar las propiedades químicas de los sustratos y reducir el volumen de materia orgánica a 7:1 complementando con 3 g • bolsa⁻¹ de este mineral para la obtención de posturas de cafeto con buena calidad y menores costos de producción.

La caliza fosfatada es un término no muy usado en el mundo. Este mineral se conoce por roca fosfática o fosfato mineral, aunque se considera como una roca fosfórica con muy bajo contenido de fósforo asimilable (menos de un 10 %), cuya función fundamental en el suelo es el mejoramiento integral, lo cual lleva implícito un aumento del pH, del fósforo, del calcio y de las relaciones intercations, entre otras propiedades del suelo (Cairo, 2000, citado por Jiménez, 2014). Esto contribuiría al mejor desarrollo de los cultivos si se utiliza con las dosis adecuadas.

La caliza fosfatada en su composición tiene elevados contenidos de calcio, de ahí que su estudio para la producción de posturas de cafeto se hace de gran importancia.

Sadeghian (2008) informó que en Colombia dosis de cal superiores a 2 t • ha⁻¹ afectan de manera negativa el desarrollo de los cafetales jóvenes, mientras que con 1 o 2 t • ha⁻¹ es posible corregir la acidez y lograr mayores

crecimientos de las plantas. Estas dosis no se deben exceder porque el calcio en grandes cantidades es fitotóxico para este cultivo (Díaz y col., 2013b).

Por lo antes expuesto, este trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la influencia de sustratos conformados por organominerales en el desarrollo de indicadores agrobiológicos en posturas de *Coffea arabica* L.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en Topes de Collantes, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spíritus a los 21°54,733' latitud norte y 80°0,551' longitud oeste a una altitud de 750 msnm. Se utilizaron semillas de *Coffea arabica* L., variedad Catuai amarillo, y para la conformación de los sustratos un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández y col., 1999).

Se empleó un diseño factorial con dos testigos de referencia: normas técnicas y absoluto (suelo solo). Los factores en estudio fueron:

Proporción suelo-abono orgánico (S/A.O.) (3:1; 5:1 y 7:1).

Dosis de caliza fosfatada (C.F.) (2 t • ha⁻¹, 4 t • ha⁻¹ y 6 t • ha⁻¹). Se calcularon en función del peso hectárea-surco con el uso de la metodología descrita por Fundora y col. (1995).

La distribución de los tratamientos fue completamente aleatorizado. Cada uno tuvo 36 plantas en bolsas de 14 cm de ancho por x 22 cm de alto, para un total de 396 unidades experimentales.

Se adoptó como la dosis más baja de caliza fosfatada 2 t • ha⁻¹ a partir de los criterios de Cabrera y col. (1998), que manifestaron que la mejor respuesta en el suelo se logra a partir de 4 t • ha⁻¹, corroborado por Cairo (1999). Además, por lo general es la dosis que se recomienda para el caso del cultivo del café de acuerdo con Valencia (1998).

El alto porcentaje de óxido de calcio en la composición química de la caliza fosfatada justifica su utilización como enmienda (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de la caliza fosfatada (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	MgO	CaO	P ₂ O ₅	CO ₂
9,25	4,16	3,24	0,29	85,27	3,74	42,18

Como abono orgánico se empleó el estiércol de caprino (Tabla 2). Este se caracterizó por su alto contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y porcentaje

adecuado de calcio para su uso en la producción de posturas de café.

Tabla 2. Composición del abono orgánico utilizado

pH en H ₂ O	CB (%)	M.O. (%)	C/N	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
7,82	42,43	57,58	17,52	1,92	0,53	2,19	2,61	0,76

A tres muestras de sustrato en cada tratamiento se les determinaron las propiedades físico-químicas que se describen a continuación, así como las metodologías utilizadas:

pH: Potenciométrico. En H₂O y en KCl: relación suelo-solución 1:2,5. (NC ISO 10390, 1999).

Materia orgánica: Wakley-Black. Colorimetría. Oxidación con dicromato de potasio 1N y ácido sulfúrico concentrado (NC ISO 10390, 1999).

Fósforo y potasio asimilable: Oniani. Fósforo por colorimetría (NRAG 279, 1980) y Potasio por fotometría de llama. Extracción con ácido sulfúrico 0,1 N, relación suelo-solución 1:2,5; 3 min (NC 52, 1999).

Calcio y magnesio: Solución extractiva NH₄(CH₃COO) 1N de pH = 7. Ca y Mg: valoración EDTA (NC 65, 2000).

Agregados estables (AE): Henin (1958), citado por Cairo (2000).

Factor de estructura (FE): Vegeller (1935), citado por Cairo (2000).

Permeabilidad (P): Henin (1958), citado por Cairo (2000).

Límite inferior de plasticidad (LIP): Rollitos de Atterberg citado por Cairo (2000).

Límite superior de plasticidad (LSP): Cono de balancín de Vasiliev citado por Cairo (2000).

Índice de plasticidad (IP): IP = LSP – LIP.

La investigación comenzó en octubre de 2013 con el llenado de las bolsas y la siembra de semillas, y finalizó en junio de 2014 con la evaluación de las posturas. Las labores de cultivo se efectuaron según el Instructivo Técnico del cultivo (Díaz y col., 2013a).

En las evaluaciones se tomaron nueve posturas al azar de cada tratamiento, para un total de 99 plantas a las que se les midieron los indicadores morfológicos siguientes:

- **Altura de la planta (A):** Se midió con regla graduada desde el cuello de la planta hasta el ápice. Se expresa en cm.

- **Área foliar (A.F.):** Se estimó mediante la medición de las dimensiones lineales de las hojas de acuerdo con la fórmula AF (cm²) = largo • ancho • 0,64 (Soto, 1980). Se expresa en cm².

- **Masa seca total (M.S.T):** Se lavaron las raíces, tallos y hojas de las posturas de cafeto y colocaron en estufa a 65 °C hasta alcanzar peso constante. Se expresa en g.

Para el procesamiento estadístico de los datos de los indicadores agrobiológicos de las posturas de café se comprobó previamente su normalidad y se correlacionaron las dosis de caliza fosfatada estudiadas con estos indicadores mediante el uso del programa Statistica versión 8.0 en ambiente Windows (StatSoft, 2007). La homogeneidad de varianza mediante un arreglo factorial con testigo de referencia con el uso del programa Bifactor en ambiente MS DOS.

Para la comparación de los valores medios se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan referidos por Cochran y Cox (1990) con $p \leq 0,05$ % como criterio comparativo entre estos.

Resultados y discusión

La aplicación conjunta de la caliza fosfatada con el abono orgánico mejoraron todas las propiedades físicas de los sustratos. Los mayores valores de la permeabilidad, el factor estructura y los agregados estables se obtuvieron en el tratamiento con 2 t • ha⁻¹ de C.F. más 5:1 S/A.O. El menor índice de plasticidad fue con la combinación de 2; 6 t • ha⁻¹ de C.F. más 3:1; 7:1 S/A.O, respectivamente (Tabla 3).

El suelo que se utilizó para la conformación del sustrato se caracterizó por ser de baja fertilidad. Al aplicar el A.O. y la C.F. en la conformación del sustrato, disminuyó la acidez y se incrementó la fertilidad con condiciones más propicias para el desarrollo de las posturas de cafeto (Tabla 4).

Tabla 3. Características físicas de los sustratos utilizados

Sustratos		Agregados estables en agua	Factor estructura	Permeabilidad (log 10 k)	Índice de plasticidad
S/A.O (v/v)	C.F. (t • ha ⁻¹)	(%)			
Suelo solo		20,23	40,55	1,39	10,73
Normas técnicas		28,88	55,04	1,78	7,93
3:1	0				
3:1	2	30,77	68,40	1,82	6,32
3:1	4	27,25	66,80	1,75	6,62
3:1	6	24,71	61,90	1,74	7,16
5:1	2	31,17	73,62	1,85	7,33
5:1	4	27,85	63,44	1,63	7,15
5:1	6	25,41	61,62	1,62	8,21
7:1	2	24,25	50,23	1,58	9,31
7:1	4	24,98	51,57	1,63	9,23
7:1	6	27,49	55,67	1,76	6,34

Tabla 4. Características químicas de los sustratos utilizados

Sustratos		pH		MO, (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Relación Ca/Mg
S/A.O (v/v)	C.F. (t ha ⁻¹)	H ₂ O	KCl						
Suelo solo		4,95	4,25	1,66	6,33	4,09	2,16	1,40	1,55
Normas técnicas		5,39	4,81	2,49	49,72	33,63	3,66	1,71	2,14
3:1	0								
3:1	2	5,44	4,91	2,48	50,09	34,86	3,72	1,62	2,28
3:1	4	5,65	5,09	2,34	52,24	36,81	3,91	1,64	2,38
3:1	6	5,74	5,17	2,63	59,39	32,24	4,31	1,70	2,54
5:1	2	5,48	4,85	2,29	35,05	16,25	3,25	1,55	2,10
5:1	4	5,55	4,95	2,29	41,02	15,83	3,31	1,50	2,20
5:1	6	5,70	5,09	2,13	31,04	15,00	3,65	1,50	2,43
7:1	2	5,31	4,65	1,88	21,37	7,33	3,39	1,50	2,26
7:1	4	5,36	4,77	1,80	29,29	8,67	3,10	1,46	2,12
7:1	6	5,57	4,95	1,79	23,47	7,00	3,39	1,49	2,21

Existió una respuesta en el desarrollo de las posturas de cafeto a las características físico-químicas de los sustratos. Los análisis estadísticos a los datos de los indicadores agrobiológicos reflejaron la existencia de diferencias significativas de los factores estudiados y los testigos. Entre los testigos se obtuvieron resultados supe-

riores cuando se acondicionó el sustrato, teniendo en cuenta las normas técnicas; sin embargo, la proporción cinco partes de suelo con uno de abono orgánico fue la que propició el mejor desarrollo de las posturas, mientras que la dosis de 2 t • ha⁻¹ de caliza fosfatada fue la que manifestó los mejores resultados en el crecimiento de las plantas (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de los factores en los indicadores agrobiológicos de las posturas

Factores	Altura (cm)	Masa seca total (g)	Área foliar (cm ²)
<i>Proporción (S/A.O.)</i>			
3:1	17,28 c	2,02 b	279,53 b
5:1	19,18 a	2,43 a	309,11 a
7:1	17,94 b	1,93 b	246,48 c
<i>Es x A.O.</i>	0,24*	0,05*	5,98*
<i>Dosis de C.F.</i>			
2	18,72 a	2,29 a	299,04 a
4	18,42 a	2,12 b	271,14 b
6	17,26 b	1,95 c	264,94 b
<i>Es x C.F.</i>	0,24*	0,05*	5,98*
Normas técnicas	19,13 a	2,49 a	310,16 a
Suelo solo	13,54 b	1,01 b	142,77 b
<i>Valores de F</i>			
Abonos orgánicos (A.O.)	16,36***	30,13***	27,44***
Dosis caliza fosfatada (C.F.)	10,45***	12,52***	9,23***
Interacción (A.O. x C.F.)	5,02**	23,66***	5,02**
Testigos de referencia	61,44***	95,22***	85,84***
CV %	6,95	12,14	11,55

*, ** y ***: Medias con letras diferentes difieren significativamente para valor de $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ y $p \leq 0,001$, respectivamente.

Al resultar significativa la interacción entre los factores (C.F. y A.O.) para las tres variables, el análisis de los datos se centrará en la misma.

La variante suelo solo fue la de menor influencia en el desarrollo de las posturas, lo que demuestra que es un medio deficiente para obtener posturas de calidad (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de la interacción de las proporciones de abono orgánico y las dosis de caliza fosfatada en los indicadores agrobiológicos de las posturas de café

Proporción suelo A.O.	C.F. (t • ha ⁻¹)	Altura (cm)	Masa seca total (g)	Área foliar (cm ²)
Suelo solo		13,54 f	1,01 f	142,77 f
Normas técnicas		19,13 bc	2,49 b	310,16 b
3:1	0			
3:1	2	17,82 d	2,22 c	292,09 bc
3:1	4	17,64 d	2,05 cd	281,94 bc
3:1	6	16,40 e	1,77 e	264,55 cde
5:1	2	20,65 a	2,84 a	358,44 a
5:1	4	19,55 ab	2,60 b	289,59 bc
5:1	6	17,34 de	1,83 de	279,27 cd
7:1	2	17,70 d	1,82 de	246,58 e
7:1	4	18,06 cd	1,71 e	241,88 e
7:1	6	18,05 cd	2,26 c	250,98 de
<i>Es x (A.O. x C.F.)</i>		0,42*	0,08*	10,36*
CV (%)		6,95	12,14	11,55

*: Medias con letras diferentes difieren significativamente para valor de $p \leq 0,05$.

Estos resultados corroboran los obtenidos por González (2009), quien informó que con suelo solo sin mejora alguna se producen posturas muy pequeñas y de escaso desarrollo foliar con mala calidad.

Se evidenció que el sustrato es un factor esencial para la formación de buenas posturas de café, ya que de él depende el suministro de los nutrientes a las mismas para que ejerzan eficientes procesos fisiológicos y metabólicos, proporcionándole un buen desarrollo. Similares planteamientos tuvieron Ferreira *et al.* (2002), Silva *et al.* (2002) y Rodríguez y col. (2011).

Cuando se utilizó la proporción 3:1 de suelo-abono orgánico en la composición del sustrato, no fue necesaria la aplicación de caliza fosfatada en las dosis estudiadas para el desarrollo de las posturas. Al disminuir la proporción de abono orgánico en el sustrato a 5:1, se hizo necesaria la aplicación de este mineral en la dosis de $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ para obtener incluso valores superiores significativamente a los alcanzados en el tratamiento de las normas técnicas (3:1; $0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Esta combinación permitió el incremento de la altura en un 8 %, masa seca total en un 14,1 % y el área foliar en un 15,6 % (Tabla 6).

De forma general el incremento en las dosis de caliza fosfatada propició un efecto depresivo en el desarrollo de las posturas, con excepción de las que se desarrollaron en el sustrato 7:1. En esta proporción los resultados fueron diferentes, ya que con $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ la masa seca total fue estadísticamente mayor, mientras que la altura y área foliar no se diferenciaron (Tabla 6).

Probablemente la cantidad más baja de abono orgánico que se incorporó al suelo (proporción 7:1) con las dosis más altas de la caliza fosfatada ($6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), balanceó las propiedades físico-químicas del sustrato en función

de las necesidades para el desarrollo de las posturas de café. González (2009) obtuvo posturas de buena calidad con la reducción de abono orgánico (humus de lombriz) al sustrato en la proporción 7:1, complementado con 3 g de dolomita por bolsa.

Uno de los factores que pudieron haber influido en los resultados mostrados en la tabla 6 son las propiedades físicas referidas en la tabla 3, relacionadas con la permeabilidad, factor estructura, agregados estables e índice de plasticidad. Estas propiedades tuvieron una tendencia similar al desarrollo de las posturas. Sánchez (1981) informó que estas propiedades son responsables del transporte del aire, del agua, del calor y de las sustancias solubles a través del mismo, e incluso las posibilidades de desarrollarse el sistema radical de las plantas es frecuentemente dependiente de las propiedades físicas, lo cual motivaría al mejor desarrollo de las posturas de café.

Un aspecto que pudo influir negativamente en el desarrollo de las posturas de café fue posiblemente el alto contenido de calcio que se incorporó al sustrato con el incremento de las dosis de caliza fosfatada. Sadeghian (2008) planteó que en Colombia dosis de cal superiores a $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ afectaron de manera negativa el desarrollo de los cafetales jóvenes, mientras que con 1 o $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ es posible corregir la acidez y lograr mayores crecimientos de las plantas. Estas dosis no se deben exceder porque el calcio en grandes cantidades es fitotóxico para este cultivo (Díaz y col., 2013b).

Al realizar la regresión entre los contenidos de calcio y variables de crecimiento (Fig. 1 a y b), se observó un mejor ajuste de los datos a la función cuadrática, con un máximo en la concentración de calcio en el suelo de $3,75 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, valores cercanos a los que presentó el tratamiento de normas técnicas (Tabla 4).

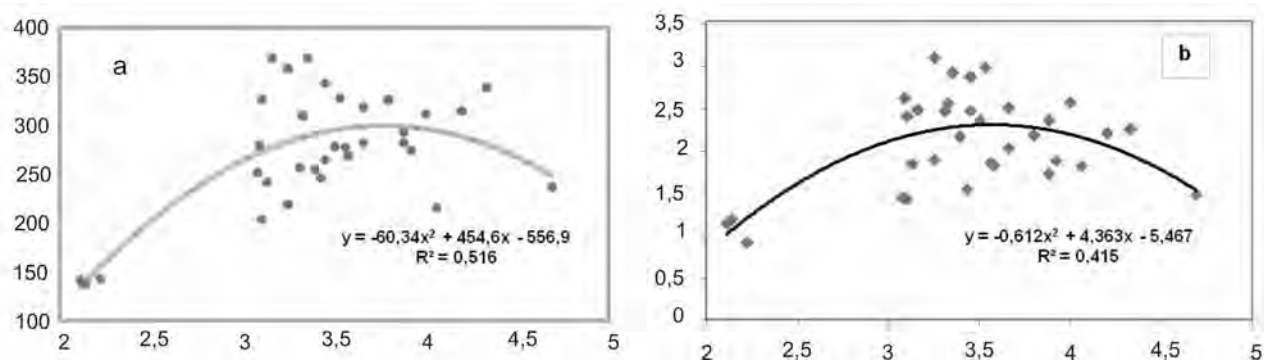


Fig. 1. Relación entre el contenido de calcio en el sustrato e indicadores morfológicos de las posturas de cafetos (a) área foliar, b) masa seca total).

Con la reducción del abono orgánico de la proporción 3:1 a 5:1 en el sustrato, el efecto inhibitorio en el desarrollo

de las posturas se vio acentuado al incrementar las dosis de caliza fosfatada en las tres variables medidas (Fig. 2).

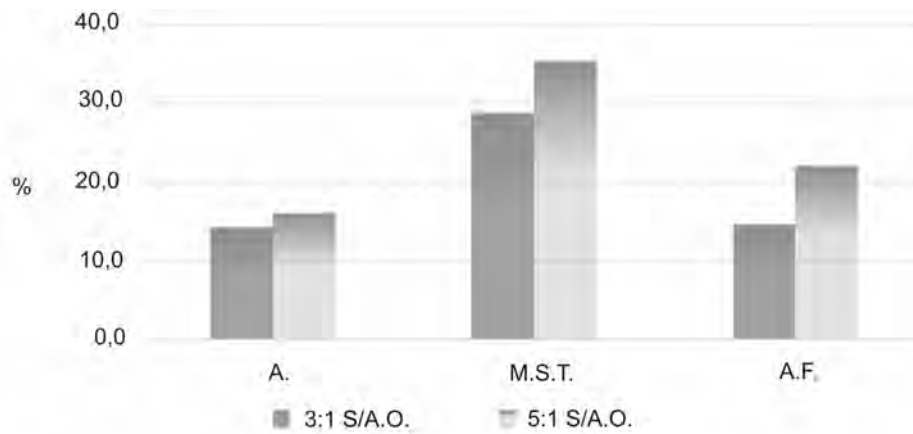


Fig. 2. Efecto inhibitorio de las dosis de caliza fosfatada en los indicadores agrobiológicos en dos proporciones.

Es posible que el efecto depresivo del calcio por el uso de altas dosis de caliza fosfatada se vea aminorado por la presencia de la materia orgánica. Esta situación pudiera estar relacionado con lo expresado por Cairo y Fundora (1994), quienes manifestaron que el calcio es importante en la nutrición siempre y cuando exista materia orgánica.

Estos resultados presentan una similitud a los obtenidos por González (2009), al estudiar distintas dosis de dolomita (0; 3; 6; 9 y 12 g • bolsa⁻¹) en las proporciones suelo-humus de lombriz 3:1; 5:1 y 7:1 para la producción de posturas de *Coffea arabica* L. en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, según Hernández y col. (1999). Estos autores obtuvieron con la proporción 3:1 un crecimiento estable en la altura y un efecto depresivo en el área foliar a medida que aumentó la dosis desde 0 hasta 12 g de dolomita por bolsa; sin embargo, en la proporción 5:1 las posturas en ambas variables presentaron una tendencia a disminuir su desarrollo a partir de 3 g por bolsa.

La correlación entre las dosis de caliza fosfatada y los indicadores agrobiológicos de las posturas de café corroboró lo expuesto en la figura 2. Se pudo constatar una estrecha relación negativa (más cercana a -1 en la proporción 5:1) entre el incremento de la dosis de este mineral y la disminución en el desarrollo de las posturas (Tabla 7).

Tabla 7. Correlación entre las dosis de CF y los indicadores agrobiológicos de las posturas de café desarrolladas en los sustratos con la proporción S/A.O. 3:1 y 5:1

Variable	Dosis de caliza fosfatada	
	3:1	5:1
A.	-0,64*	-0,79*
A.F.	-0,52*	-0,68*
M.S.T.	-0,76*	-0,83*

*Correlación significativa para $p < 0,05$.

Estos resultados confirman lo planteado por Ferreira *et al.* (2002), quienes informaron que hay que estudiar los materiales que se utilizan para componer un sustrato, porque de ellos dependerá la calidad de las posturas en cuanto a su desarrollo vegetativo y expansión de las raíces.

Conclusiones

- Con la utilización de la proporción 3:1 suelo-abono orgánico en la composición del sustrato no es necesaria la aplicación de caliza fosfatada.
- Existió influencia en la combinación de la caliza fosfatada y abono orgánico en el desarrollo de las posturas de *Coffea arabica* L. Con la aplicación de 2 t • ha⁻¹ de este mineral al suelo y la proporción 5:1 se obtuvieron los mejores valores en los indicadores agrobiológicos evaluados.

- El incremento en las dosis de caliza fosfatada propició un efecto depresivo en los indicadores agrobiológicos de las posturas de *Coffea arabica* L., que se acentuó cuando se disminuyó la incorporación de abono orgánico de la proporción 3:1 a la 5:1.

Bibliografía

- Cabrera, M. T.; Espinosa, G. y B. Cubrias: Comportamiento de la dolomita y fosforita en cuanto al rendimiento de la habichuela Cantón, en condiciones de organopónico. En: *Trabajo temático productivo N° 119*. Empresa Geominera del Centro. Santa Clara, Cuba, 1998.
- Cairo, P.: Estudio de niveles de aplicación de la dolomita y su interacción con fertilizantes y abonos orgánicos. En: *Proyecto Investigación*. CIAP-UCLV Santa Clara, Cuba, 1999.
- Cairo, P.: Alternativas para el mejoramiento de los suelos para el cultivo de la caña. *Agricultura Orgánica*, 14(2), 23-25, 2000.
- Cairo, P. y O. Fundora: *Edafología*. Pueblo y Educación Ed., La Habana, 476 Pp., 1994.
- Cochran, W y G. Cox: *Diseños experimentales*. México Editorial Trellas.p 132 y p 135, 1990.
- 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 a.
- 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 Robusta*. 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. 71 pp., 2013b.
- Ferreira, A; Macedo, R.; Silva de Andrade, B.; Daré, J. C.; Martins, S. y J. C. Lopez: Efeito de diferentes sustratos na formação de mudas de café (*Coffea arabica* L.). Em: *28 Congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras, Resumos*, Oeira, pp. 304-305, 2002.
- Fundora, O.; Arzola, N. y J. Machado: *Los suelos ácidos, calcáreos y halomórficos, y la nutrición vegetal. Enmiendas químicas*. Agroquímica. Editorial Pueblo y Educación, pp. 37-63, 1995.
- González, C.: "Efectos de la combinación de la dolomita y la materia orgánica en la producción de posturas de café" [inédito], tesis de candidatura. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Centro de Estudios Para la Transformación Agraria Sostenible (CE-TAS), 2009.
- Hernández, A.; Cabrera, A.; Ascanio, M.; Marisol Morales; Rivero, L.; Martín, N.; Baisre, J. y E. Frómeta: *Nueva versión de Clasificación de los Suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Ciudad Habana, Cuba, 64 pp., 1999.
- Jiménez, J.: "Evaluación de fuentes de calcio combinado con estiércol caprino sobre las propiedades de un suelo Ferralítico rojo lixiviado de Topes de Collantes" [inédito], tesis de candidatura. Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", 2014.
- Norma cubana 52: Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. Comité Técnico de Normalización No 3, 12 pp., 1999.
- Norma cubana ISO 10390: Calidad del suelo. Determinación del pH. Comité Técnico de Normalización No 3, 11 pp., 1999.
- Norma cubana 65: Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes del suelo. Comité Técnico de Normalización No 3, 10 pp., 2000.
- NRAG 279: Suelos. Análisis químico. Comité Técnico de Normalización 60 pp. 1980.
- Rodríguez, A; Companioni, N.; Fresneda, J.; Estrada, J.; Cañet, F.; Rey, R.; Fernández, E.; Vázquez, L. L.; Elizabeth Peña; Aviés, R.; Arozarena, N.; Dibut, B.; Rosalía González; Pozo, J. L.; Cun, R. y F. Matínez: *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida*. Séptima edición, La Habana, 208 pp., 2011.
- Sadeghian, S.: Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. Guía Práctica. Boletín Técnico N° 32, Cenicafé, 44 pp., 2008.
- Sánchez, P. A.: *Suelos del trópico, características y manejo*. Editorial IICA, Costa Rica, 671 pp., 1981.

StatSoft: Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com, 2007.

Silva, Janaina I; Vieira, H. D; Debora G. Barroso; Andrade, W. y A. Viana: Avaliação de alguns parâmetros de crecimiento de mudas de café em diferentes recipientes de substratos. Em: *28 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Resumos*. Oeira, pp 401-402, 2002.

Soto, F.: Estimación del área foliar en *Coffea arabica* Lin. a partir de las medidas lineales de las hojas. *Cultivos Tropicales*, 2(3):115-128, 1980.

Valencia, V.: *Manual de Nutrición y Fertilización del Café*. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS): Quito Ecuador, 61 pp., 1998.

Estructuras Escuelas

La reestructuración actual del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales confirió a la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente la creación de las Estructuras Escuelas en la base productiva, como estrategia factible y eficaz para el trabajo con el productor, quien contribuye en la garantía de la perspectiva alimentaria, en el actual panorama medioambiental y económico del país, así como en la formación de las nuevas generaciones y como incentivo a la reanimación de la caficultura nacional.