

Efecto del humus de lombriz en sustratos para la producción de posturas de café en suelo Ferralítico Lixiviado ácido¹

Ceferino González-Fernández,* Yusdel Ferrás-Negrín,* Islien Meneses-Zamora* y Nosleiby Ortiz-Gómez*

Resumen

En la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, provincia de Villa Clara, se efectuó un experimento con el objetivo de evaluar el efecto del humus de lombriz en sustratos, para la producción de posturas de Coffea arabica L., en un suelo ácido. El ensayo se realizó en dos campañas, en un vivero con sombra de guano de palma real Roystonea regia, tipo umbráculo. Se utilizó un suelo Ferralítico Lixiviado muy ácido. Se estudiaron tres proporciones de suelo: humus: 3:1, 5:1, y 7:1 y un testigo con suelo solo. Ocho semanas posteriores al montaje se analizaron agroquímicamente los sustratos, y a los siete meses se evaluaron los índices altura y área foliar de las posturas de café. Los resultados mostraron mejoramiento del suelo en cuanto al contenido de fósforo asimilable y porcentaje de materia orgánica, a la vez que disminuyeron la acidez hidrolítica y el aluminio cambiable en proporción con las dosis de humus aplicadas. También se lograron posturas de mayor altura y área foliar en las proporciones 3:1 y 5:1 sin diferencias significativas entre ellas, lo que permitió concluir que los sustratos con el 16,6 % o más de humus de lombriz produjeran las mejores posturas en este tipo de suelo.

Palabras clave: materia orgánica, vivero, agroquímica, café.

Abstract

In the Estación Experimental Agro-Forestal of Jibacoa, Villa Clara province, an experiment was made with the objective of evaluating the effect of the worm humus in the substratum for the production of postures of Coffea arabica L. The rehearsal was carried out for two campaigns, in a nursery type shelter under Roystonea regia shade and a red Ferralitic Lixiving soil acid highly sour was used. Three soil proportions were studied: humus: 3:1, 5:1, and 7:1 and a witness with alone soil. Eight later weeks to the assembly agro-chemical the substratum was analyzed and to the seven later months to the planting the index height and area was evaluated to foliate of the postures. The results showed improvement of the soil as for assimilating phosphorus and percentage of organic matter, at the same time that they diminished the acidity hydrolytically and the changeable Aluminum, in proportion with the applied doses of humus. Postures of more height and area were also possible to foliate in the proportions 3:1 and 5:1 without significant differences among them, what allowed concluding that the substratum with 16.6 % or more than worm humus produces the best postures, in this soil type.

Key words: organic matter, nursery, agrochemical, coffee.

¹ Recibido: 7/7/2016

Aprobado: 17/11/2016

* Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba. ceferino@jibacoa.inaf.co.cu

Introducción

Las Instrucciones Técnicas para el Cultivo del Café Arábico en Cuba (Díaz y col., 2013) establecen que se debe preparar un sustrato que contenga tres partes de suelo por una de abono orgánico (3:1); pero si se trata de humus de lombriz la cantidad se reduce hasta 5:1.

El abono orgánico se dificulta por su escasez y su traslado a las montañas. Actualmente se debe optar por disminuir los niveles a aplicar mediante alternativas que tributen al mejor desarrollo de las posturas de café (Sánchez y col., 2012).

El abono orgánico es un componente fundamental del sustrato; pero la existencia de un pH ácido en el suelo puede interrumpir su mineralización, la solubilidad de nutrientes principalmente el fósforo, además de incrementar la presencia de aluminio y afectar el desarrollo radical de las plantas (González y col., 2009).

Sin embargo, Ferrás (2016) informó que Salamanca y Sadeghian (2008) obtuvieron aumento del pH, materia orgánica, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), disponibilidad de K, Ca, Mg, P y microelementos cuando trabajaron distintas proporciones de humus de lombriz en sustratos para café.

Los suelos Ferralíticos de la región de Topes de Collantes son generalmente ácidos y en ocasiones pueden presentar contenidos de aluminio que puede limitar el normal desarrollo del café (González y col., 2009).

Por tanto, este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del humus de lombriz en sustratos para la producción de posturas de *Coffea arabica* L. en un suelo ácido.

Materiales y métodos

Durante las campañas de vivero 2013 y 2014 se realizó una investigación en la Estación Experimental Agro-Forestal Jibacoa, provincia de Villa Clara, que se encuentra ubicada en los 22° 02' de latitud norte y 79° 50' de longitud oeste, con 340 m de altitud. Las condiciones climáticas son: lluvia total anual 2141 mm, temperatura media 23,2 °C, 82 % de humedad relativa y 1342 mm de evaporación.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado, se tomó un suelo Ferralítico Rojo (Hernández y col., 2015) de la UBPC Félix Montes de Oca, de la localidad de Tres Palmas, que se encuentra en la zona aledaña a Topes de Collantes, con las siguientes características químicas (Tabla 1).

Tabla 1. Características químicas del suelo

Campaña	pH (KCl)	M.O. (%)	P ₂ O ₅ (mg/100 g ⁻¹)	K ₂ O (mg/100 g ⁻¹)	Y ₁ (cmol ⁺ kg ⁻¹)	Y ₂ (cmol ⁺ kg ⁻¹)	Al ³⁺ (cmol ⁺ kg ⁻¹)	CIC (cmol ⁺ kg ⁻¹)
2013	3,07	2,08	2,78	7,12	8,20	2,77	2,57	7,92
2014	3,55	2,85	3,97	7,88	6,23	2,03	1,92	8,37

En ambas campañas, el suelo presentó bajos niveles de fertilidad, con alta acidez y aluminio tóxico, materia orgánica ≤ 3 %, así como bajos valores de P₂O₅ y K₂O.

Se montó un experimento en el que se aplicaron tres dosis de humus de lombriz cuyas proporciones

de suelo fueron: humus 3:1, 5:1 y 7:1; equivalentes al 25, 16,6 y 12 %, respectivamente, más un testigo de suelo solo.

El humus fue obtenido a partir de estiércol vacuno (Tabla 2) con las características siguientes:

Tabla 2. Caracterización del humus de lombriz

Campaña	pH	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
2013	8,79	2,29	0,75	1,45	1,88	0,63
2014	7,58	1,77	0,45	1,60	2,07	0,48
Media	8,18	2,03	0,60	1,52	1,97	0,56

Para preparar los sustratos previamente se tamizó el suelo con una malla de 5 mm de diámetro, luego se mezcló con la materia orgánica (humus de lombriz) en las proporciones establecidas, haciendo mediciones volumétricas con una lata de 20 L para el suelo y el humus.

De cada variante se llenaron 24 bolsas de 1,4 L, las que se acanteraron en un diseño de bloques aleatorios y se tomaron 10 bolsas por bloque para las evaluaciones.

Las bolsas medían 22 cm de alto y 14 cm de ancho, y en cada una de ellas se sembraron dos semillas de Co-

ffea arábica L., variedad Isla 5-7, para dejar una después de la germinación.

A los dos meses posteriores a la siembra se evaluó el suelo en los indicadores: P_2O_5 , M.O., pH, aluminio, acidez hidrolítica (Y_1), acidez cambiante (Y_2), por los métodos de análisis de laboratorio descritos a continuación:

pH: Potenciométrico. En H_2O y en KCl: relación suelo-solución 1:2,5 (Comité Técnico de Normalización no. 3, 1999a).

Fósforo y potasio asimilables: Oniani. Fósforo por colorimetría y potasio por fotometría de llama. Extracción con ácido sulfúrico 0,1 N, relación suelo-solución 1:2,5; 3 min. (Comité Técnico de Normalización no. 3, 1999).

Acidez hidrolítica (Y_1), Acidez cambiante (Y_2) y aluminio por valoración; extracción con acetato de sodio (NaOAc 1 N, pH = 8).

Valoración, utilización como solución extractiva KCl (1 N), valorado posteriormente con NaOH 0,1 N ($Y_2 = a \times f \times 0,02 \times 1,5 \times 100/p$) (Al Cam. = $a \times f \times 0,02 \times 100/p$).

M.O.: Wakley and Black. Colorimetría. Oxidación con dicromato de potasio 1 N y ácido sulfúrico concentrado.

A los siete meses posteriores a la germinación se evaluaron las posturas en los indicadores altura y área foliar.

Se utilizó un vivero tipo umbráculo, destinado a la producción de posturas de cafetos y se siguieron las instrucciones técnicas en las actividades complementarias.

Los resultados se procesaron de acuerdo al diseño utilizado mediante el paquete estadístico SPSS. Se aplicó ANOVA, correlación y regresión a las variables que más se relacionaron. Las medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan para $p \leq 0,05$.

Resultados y discusión

En ambos años el análisis estadístico reflejó que, al aumentar el contenido del humus de lombriz en el sustrato, existió una mejoría en sus propiedades al incrementar los contenidos de P_2O_5 y materia orgánica, y disminuir la acidez hidrolítica y el aluminio cambiante (Tabla 3).

Tabla 3. Principales características agroquímicas de los sustratos

Campaña	Mezcla	Ac Hid. ($cmolkg^{-1}$)	P_2O_5 ($mg\ 100\ g^{-1}$)	M.O. (%)	Al ($cmolkg^{-1}$)
2013	3:1	2,57c	37,80 a	3,80 a	0.41 c
	5:1	5,25b	25,50 b	3,40 ab	0.79 b
	7:1	5,30b	15,84 c	2,83 b	0.95 a
	SS	6,26 a	2,78 d	1,73 c	2.57 c
ES±		0,04 **	0,54**	0,03**	0,03**
CV %		2,56	9,08	5,70	7,44
2014	3:1	4,62 c	40,02 a	6,48 a	0.18 c
	5:1	5,39 b	25,38 b	5,97 ab	0.27 bc
	7:1	5,73 b	24,01 b	5,48 b	0.36 b
	SS	6,40 a	3,97 c	3,05 c	1.95 a
ES±		0,10**	0,89**	0,137**	0,037***
CV %		5,61	13,24	5,56	12,65

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

El contenido de fósforo tuvo un cambio de categoría desde niveles bajos en el suelo solo, hasta niveles altos en la menor proporción de abono orgánico (7:1), según la tabla de interpretación de Fundora y Yepis (2000). Además, este nutriente continuó su incremento hasta obtener su mayor valor en la proporción 3:1 en las dos campañas (Tabla 3).

Este aumento pudiera ser atribuido al aporte de la M.O. y su efecto solubilizador. Según Almeida *et al.* (2007), al exponer los resultados de unir roca fosfórica con diferentes biomásas para formar *compost*, que liberan nutrientes, los ácidos orgánicos producidos por la biomasa y los microorganismos actúan sobre la roca liberando P_2O_5 .

El suelo se encontraba con bajos contenidos de M.O. (*Tabla 1*), a pesar de que el proceso de mineralización es más lento producto del efecto inhibitorio que tiene un pH bajo sobre la actividad bacteriana, como lo puntualizó Jhons (2006); pero los sustratos preparados representan dosis que temporalmente hacen subir la M.O., y por tanto la actividad microbiana se incrementa, y cuando se trata de humus de lombriz se destaca que una de las características que distingue este abono es su carga biológica, como las bacterias amonificantes, aminolíticos y actinomicetos, entre otros (Peña, 2007) y (Alvarado y col., 2012). Otro atributo importante del humus de lombriz lo constituye la presencia de enzimas y sustancias reguladoras y estimuladoras del crecimiento (Martínez y col., 2008).

Estos contenidos de P_2O_5 son adecuados para que las posturas se nutran sin carencia de fósforo y se corresponden con los obtenidos por Sánchez y col. (2006), quienes determinaron que el P_2O_5 subió a 39,78; 61,34 y 71,85 mg/100 g de suelo al emplear las proporciones de suelo: M.O. 7:1, 5:1 y 3:1, respectivamente, empleando humus de lombriz, así como también subió el pH en correspondencia con los niveles de M.O. aplicados, logrando las mejores posturas con la proporción 5:1.

Un análisis de regresión cuadrática sirvió para una mejor definición de la relación entre el Al y la M.O. del suelo; se encontró una fuerte dependencia, con un R^2 de 0,99 ** que se ajusta a la ecuación: $Al = 5,90 - 3,72 \times M.O. + 0,65 \times M.O.^2$ que indica un descenso parabólico del contenido de Al por los incrementos en M.O.

Este resultado se corresponde con Franchini y Malavolta (2005), quienes plantean que para la corrección de la acidez y neutralización de los niveles tóxicos de Al, alternativamente pueden ser aplicados residuos orgánicos vegetales al suelo, que representan un efecto semejante al encalado.

Diferentes análisis estadísticos (Fernández, 1999; Rivera y col., 2003 y Sánchez y col., 2012) han demostrado que las variables de crecimiento en las posturas de café estaban estrechamente correlacionadas entre sí. En el presente trabajo se presentan la altura y el área foliar, teniendo en cuenta su carácter integrador.

En la *tabla 4* se ofrecen los valores de la altura de las posturas alcanzada en las dos campañas. A los siete meses posteriores a la siembra, como puede apreciarse, el suelo solo resultó un medio muy deficiente para obtener posturas de buena altura, donde solo alcanzaron 10,6 cm y no cumplen los requisitos establecidos por Soto (1980).

Tabla 4. Crecimiento y área foliar de las posturas

Tipo de sustrato	Altura (cm)		Área foliar (cm ²)	
	2013-2014		2013-2014	
3:1	29,0 a	26,4 a	460 a	431 a
5:1	27,6 ab	24,8 ab	427 ab	400 ab
7:1	23,5 c	21,0 c	363 c	366 c
Suelo solo	10,1 d	11,1 d	213 d	204 d
Es±	0,440***	0,813***	11,60***	15,09***
CV %	5,04	9,98	4,93	7,90

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

Las posturas de 2013 fueron superiores a las de 2014, pero en ambos años, en el sustrato 3:1, no tuvo diferencias significativas con variante que recibió un 16,6 % (5:1), lo que indica que con esta proporción de M.O. en este medio de cultivo las cualidades son adecuadas.

Con la adición de materia orgánica se mejoró considerablemente el suelo y se produjo un cambio que per-

mitió lograr plantas de hasta 29 cm el primer año y de 26,4 cm el segundo, en la mezcla 3:1.

Al evaluar el área foliar (*Tabla 4*) se observaron valores, en sentido general, que se corresponden con los índices considerados adecuados por diferentes investigadores como Soto (1980), Fernández (1999) y Sánchez (2001), con la excepción del tratamiento testigo (suelo

solo), donde solamente se alcanzó un 45 % del área que obtuvo la mejor variante que fue 460 cm² (3:1).

Con la proporción 7:1 (12,5 % de M.O.) se lograron posturas de menor área foliar. Esto se corresponde con lo dicho anteriormente respecto a la altura.

Para obtener buenas posturas se plantea por Sánchez (2001) que las cualidades del sustrato son determinantes, y que se pueden buscar alternativas para reducir el consumo de abono orgánico, como pueden ser las micorrizas, los abonos verdes u otras.

En esta investigación se confirma que el suelo solo sin mejoramiento alguno produce posturas muy pequeñas y de escaso desarrollo foliar con mala calidad.

Conclusiones

- Con la inclusión del humus de lombriz en el sustrato aumentaron los contenidos de P₂O₅ y el porcentaje de materia orgánica, y disminuyeron la acidez y el Al cambiante.
- Las mejores posturas se obtuvieron cuando el sustrato tenía una mezcla con 16,6 % (5:1) o más de humus de lombriz.
- En este suelo se logran posturas de muy baja calidad si no se mezcla con materia orgánica.

Bibliografía

- Almeida De, E.; Pereira, F. y R. Ralich: Polvo de roca para revitalizar suelos en el sur de Brasil, *Leisa*, 22(4): 31-33, 2007.
- Alvarado, Karen; Matos, K. y A. Blanco: Evaluación de cinco sustratos en el desarrollo de estacas de ruda, *Agricultura Orgánica*, 18 (1): 19-21, 2012.
- Comité Técnico de Normalización no. 3: Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio, *Norma cubana*, 52:12 Pp., 1999.
- Comité Técnico de Normalización no. 3: Calidad del suelo. Determinación del pH, *Norma cubana ISO 10390*: 11, Pp., 1999a.
- Díaz, W.; Caro, P.; Bustamante, C.; Sánchez, C.; Maritza Idilia Rodríguez; Vázquez, E.; Grave de Peralta, G.; Ramajo, J.; Ramos, R.; Delira Navarro; Fernández, I.; Martínez, F.; Yojana Rodríguez; Arañó, L.; Yero, A. y N. Moran: *Instructivo Técnico Café Árabe*, Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, 137 Pp., 2013.
- Fernández, F.: Efecto del uso de las asociaciones micorrízicas arbusculares (v.a.) diferentes sustratos y algunas rizobacteriáceas sobre la producción de posturas de café” [inédito]. Tesis de candidatura, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Mayabeque, 1999.
- Ferrás, Y.: “Influencia de compuestos organominerales en las propiedades físico-químicas de sustratos y el desarrollo de posturas de café” [inédito]. Tesis de candidatura, Mención Café, Universidad de Sancti Spiritus, 2016.
- Fundora, O. y Olga Yepis: Ahorro de fertilizantes y prevención de la contaminación ambiental, En: *Forum Provincial de Ciencia y Técnica* (Villa Clara), Santa Clara, Cuba, 2000.
- Franchini, J. y E. Malavolta: Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais, *R. Bras-ci Solo*, 23: 533-542, 2005.
- González, C.; Sánchez, C. y R. Cupull: Efectos de la combinación de la dolomita y materia orgánica, en sustratos para la producción de posturas de café, *Centro Agrícola*, 36(1): 15-18, 2009.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y N. Castro: *Clasificación de los Suelos de Cuba 2015*, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba, 89 Pp., 2015.
- Jhons, Clara: Fertilizantes órgano-minerales, una alternativa en el manejo ecológico de los suelos Ferralíticos Rojos, En: *Lecturas recomendadas de suelo. Curso de postgrado del Centro de Estudios para la Transformación Agrícola Sostenible*, CETAS, 9 Pp., 2006.
- Martínez, F.; Clara García y Teresa Forbes: Producción de humus de lombriz a partir de la cachaza, *Agricultura Orgánica*, 14 (1): 47-48, 2008.
- Peña, Elizabeth: Humus de lombriz su generalización en la producción orgánica de posturas en cepellón, *Agricultura Orgánica*, 13(3): 42-43, 2007.
- Rivera, R.; Fernández, F.; Hernández, A.; Marín, J. R. y Kelayne Fernández: *El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible*. Estudio de caso. El Caribe: La Habana, 160, Pp., 2003.
- Sánchez, C.: “Uso y manejo de los hongos micorrizógenos arbusculares y los abonos verdes en la producción de posturas de cafetos” [inédito]. Tesis de candidatura, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Mayabeque, 2001.
- Sánchez, C.; Rivera, R. y C. González: Producción de posturas y establecimiento de nuevas plantaciones de café en el macizo Guamuhaya, basada en el uso de abonos verdes, *Café Cacao*, 11(2): 46-51, 2012.

Sánchez, C; y col.: Efectos de la fertilidad del sustrato en la eficiencia micorrízica de posturas de cafeto en un suelo ferralítico Rojo Lixiviado, *Café Cacao*, 7(1): 27-32, 2006.

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

Injerto de cuña sobre patrón decapitado en plantaciones establecidas

Alternativa desarrollada por la Estación Experimental de Tercer Frente con la finalidad de obtener mayores rendimientos en la producción de café (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). Alarga la vida útil de plantaciones envejecidas, se utilizan clones altamente productivos para lograr mejores rendimientos en la producción, y se mantienen las características genotípicas y fenotípicas de la planta madre para la propagación de material selecto.



Injerto logrado



Proceso de injerto



Plantación injertada



Atenciones culturales