

ARTICULOS GENERALES

Efecto de abonos orgánicos y minerales naturales sobre las propiedades del suelo, el contenido de nutrimentos de la planta y el rendimiento de café oro

Organic payments and natural minerals effect on the properties of soil, the content of nutriments of the plant and the yield of coffee gold

Alfredo Reyes Hernández¹; Pedro I. Cairo Cairo²; Joaquín Machado de Armas²; Onelio Fundora Herrera², Jesús Reyes Hernández¹; Ana Belkis Manes Suárez¹ y Víctor M. Valero Chongo¹

1. Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray

2. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

E-mail: pedrocc@uclv.edu.cu

RESUMEN. El trabajo se realizó en la localidad de Tope de Collantes, municipio Trinidad, provincia de Sancti Spiritus. Se estudió el efecto sobre un suelo ferralítico rojo lixiviado de los tratamientos: control, control NPK, 15 t/ha de residuo del beneficio húmedo del café, 4 t.ha⁻¹ de compost más 4 t.ha⁻¹ caliza fosfatada y 15 t.ha⁻¹ de residuo del beneficio húmedo del café más 4 t.ha⁻¹ de caliza dolomítica sobre el contenido de nutrimentos y rendimiento en t.ha⁻¹ de café oro durante tres años. Se realizó un muestreo a la profundidad de 0-20 cm antes y después de cada tratamiento, los cuales fueron aplicados en forma de media luna a 50 cm del tallo en la parte interior de las terrazas, para evitar el movimiento de agua y los arrastres de suelo entre parcelas de una plantación de café (variedad Catuay) con 7 años en producción, con pendiente media del 25 % y árbol de sombra Albizia falcataria (L.) Fosberg con 12 años de establecidos. Existió un efecto positivo sobre las propiedades del suelo y el contenido de nutrimentos en las plantas de cafeto por abonos orgánicos, minerales naturales y sus respectivas combinaciones y los tratamientos 15 t/ha de residuo del beneficio húmedo del café, 4 t.ha⁻¹ de compost más 4 t.ha⁻¹ caliza fosfatada, 15 t.ha⁻¹ de residuo del beneficio húmedo del café más 4 t.ha⁻¹ de caliza dolomítica, superaron al control NPK en rendimiento promedio de 0,21; 0,32 y 0,60 t.ha⁻¹ de café oro respectivamente en los tres años de estudio.

Palabras clave: Ferralítico rojo lixiviado, fertilidad del suelo, nutrición del cafeto.

ABSTRACT. The work was carried out in the town Tope de Collantes, municipality Trinidad, Sancti Spiritus province. It was studied the effect, in the Oxisol soil, of the treatments: control, control NPK, 15 t/ha residual of the humid benefit of coffee, 4 t.ha⁻¹ compost 4 t.ha⁻¹ and calcareous phosphate rock ;15 t.ha⁻¹ of residual of the humid benefit of coffee and 4 t.ha⁻¹ of calcareous dolomite rock on the content of nutriments and yield in t.ha⁻¹ of gold coffee during three years. It was carried out a sampling before and after each treatment to the depth of 0-20 cm. The treatments were applied in form of half moon to 50 cm of the stem in the interior part of the terraces, to avoid the movement of water and soil haulages among parcels of coffee plantation (variety Catuay) with 7 years in production, with average slope of 25% and shade tree Albizia falcataria (L.) Fosberg with 12 years old. It was a positive effect on soil properties and the content of nutriments in the coffee plants. The organic payments, natural minerals and its respective combinations and the treatments 15 t/ha residual of the humid benefit of coffee, 4 t.ha⁻¹ of compost 4 t.ha⁻¹ and calcareous phosphate rock ;15 t.ha⁻¹ of residual of the humid benefit of coffee and 4 t.ha⁻¹ of calcareous dolomite rock they overcame the control NPK in yield average of 0,21; 0,32 and 0,60 t.ha⁻¹ of gold coffee respectively in the three years of study.

key words: Oxisol soil, soil fertility, plant coffee nutrition.

INTRODUCCIÓN

Numerosos autores se han dedicado a investigar qué alternativa de fertilización ya sea mineral u orgánica, aplicar en los suelos

ferralíticos rojos dedicados al cultivos del cafeto en Topes de Collantes.

Y uno de ellos es Rivera (1992), que al estudiar estos suelos notó que existían bajos tenores de fósforo asimilable por los valores extremos de acidez, bajos valores de Ca y Mg por las altas precipitaciones que provocan el lavado del suelo, además de alto contenido de aluminio.

En otros estudios sobre la aplicación de dolomita para minimizar la acidez, señala que deben alternarse las fuentes calcáreas para evitar desequilibrio en la relación Ca/Mg, obteniendo sus mejores resultados con la aplicación de estiércol de fondo a razón de 25 t.ha⁻¹.

Otros investigadores como Altieri (1994) y Montesino (1998) consideran que la combinación entre las sustancias orgánicas y fertilizantes químicos representan una alternativa muy útil y realista para aumentar los rendimientos y fertilidad del suelo, y evitar la contaminación del ambiente.

Por lo que nuestro objetivo fue evaluar el efecto de otras fuentes órgano-minerales sobre las propiedades químicas y físicas de un suelo ferralítico rojo lixiviado, contenido de nutrimentos del cuarto par de hojas de las ramas plagiotrópicas de las plantas de cafeto y el rendimiento en t.ha⁻¹ de café oro.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el trabajo se realizó en la localidad de Topes de Collantes, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spiritus.

Se muestran los resultados de los análisis químicos físicos realizados a un suelo Ferralítico rojo lixiviado estudio del efecto de los tratamientos: control, control NPK, 15 t.ha⁻¹ de residuo del beneficio húmedo del café (R.B.H), 4 t.ha⁻¹ de compost más 4 t.ha⁻¹ caliza fosfatada (C.F.) y 15 t.ha⁻¹ de residuo del beneficio húmedo del café más 4 t.ha⁻¹ de caliza dolomítica (C.D.) sobre el contenido de nutrimentos en % del cuarto par de hojas de las ramas plagiotrópicas y rendimiento en t.ha⁻¹ de café oro durante tres años.

Condiciones experimentales generales

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario realizar toma de muestras a las profundidades de 0-20 cm antes y después de aplicados los tratamientos en el mes de abril, y se enterraron en forma de media luna a 50 cm del tallo en la parte interior de las terrazas, para evitar el movimiento de agua y los arrastres de suelo entre parcelas de una plantación de café (variedad Catuay) con 7 años en producción, con pendiente media del 25 % y árbol de sombra *Albizia falcataria* (L.) Fosberg con 12 años de establecidos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres réplicas (N = 15) para un total de 15 parcelas con 10 plantas evaluables cada una, y un área de 20 m² donde se dejaron surcos de bordes entre cada tratamiento. Se aplicó todo el fósforo y el potasio más la mitad del nitrógeno en la misma fecha indicada anteriormente, la otra mitad del nitrógeno a los 60 días después de aplicada la fórmula completa, durante las campañas 2003, 2004 y 2005.

Las plantas a evaluar se marcaron con chapillas que mostraban los números del tratamiento, réplica y planta correspondiente. Las cosechas de los distintos tratamientos fueron llevadas a cabo en los meses de diciembre y enero, evaluándose el rendimiento del cultivo en t. de café oro.ha⁻¹.año⁻¹ siguiendo las normas establecidas por las *Instrucciones técnicas para el cultivo del café y el cacao* del MINAG (1987).

Evaluaciones realizadas en la investigación

Los análisis efectuados a las muestras se realizaron en el Laboratorio de Suelos del CIAP en la UCLV, municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara. El fósforo y potasio asimilables se calcularon por el método de Oniani, según la norma ramal de la agricultura N° 837.

La materia orgánica por el método de Walkley Black, utilizando dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado.

El pH en agua y en cloruro de potasio potenciométricamente, en relación suelo-solución 1:2,5, según Hesse (1971). La acidez hidrolítica (Y_1), acidez de cambio (Y_2) y aluminio cambiante según NRAG 279. La permeabilidad ($\log 10 K$) se determinó según Henin (1958) citado por Cairo (2001).

El Factor de estructura por Vageler y Alten (1931) citados por Cairo (2001). Los Agregados estables al agua según Henin (1958) citado por Cairo (2001). El Límite inferior de plasticidad rollitos de Atterberg (1958) y límite superior de plasticidad por el cono de balancín de Vasiliev citado por Cairo (2001).

Índice de plasticidad mediante la fórmula ($IP = LSP - LIP$) y el Contenido foliar en % de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) según Ríos y otros (1982).

Los datos obtenidos fueron sometidos a procesamiento estadístico con el paquete Statgraphics PLUS 4.1, donde las medias con letras no comunes indican diferencia por Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH tanto en H_2O como en KCl se evalúa de muy ácido, con contenidos de materia orgánica en por ciento de mediano (3,41); fósforo y potasio asimilables de mediano y bajo, respectivamente, con valores de acidez hidrolítica y de cambio catalogados de altas. (Tabla 1)

Consideramos que el suelo presenta una baja fertilidad química, que pudiera estar relacionada con lo expuesto por Brul et al (1995) al expresar que los sistemas tradicionales que se emplearon hace algún tiempo contribuyeron a la degradación del suelo.

Tabla 1. Análisis inicial de las propiedades químicas del suelo en condiciones de producción (2002)

Tratamientos	pH		(%)	(mg.100 gs ⁻¹)		(cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)		
	(H ₂ O)	(KCl)	Materia orgánica	P ₂ O ₅	K ₂ O	Acidez hidrolítica	Acidez de cambio	Aluminio cambiante
Análisis inicial (2002)	4,05	3,51	3,41	8,94	5,78	5,83	2,72	0,40
Es x	0,013	0,14	0,21	0,28	0,28	0,21	0,14	0,14
CV %	0,78	0,90	1,39	1,28	1,09	0,83	1,16	0,799

Al evaluar estos indicadores después de tres años de aplicados, los tratamientos superan al testigo y el control NPK solo supera al tratamiento 3 en el contenido de fósforo asimilable. (Tabla 2) El mayor contenido de fósforo se registró cuando se aplicó residuo del beneficio húmedo del café con caliza

dolomítica (12,75 mg.100 g⁻¹), que pudiera estar motivado por el propio aporte del residuo del beneficio húmedo del café, además de que Cabrera (1998b) obtuvo como resultado aumentos del contenido de fósforo al aplicar dicha fuente mineral.

Tabla 2. Análisis final de las propiedades químicas del suelo en condiciones de producción (2005)

Tratamientos	pH		(%)	(mg.100 gs ⁻¹)		(cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)		
	(H ₂ O)	(KCl)	Materia orgánica	P ₂ O ₅	K ₂ O	Acidez hidrolítica	Acidez de cambio	Aluminio cambiante
1. Testigo	4,03 ^d	3,22 ^d	3,44 ^d	8,95 ^d	5,68 ^e	6,71 ^a	3,15 ^a	0,83 ^a
2. N-P-K	4,67 ^c	3,75 ^c	3,80 ^c	11,47 ^b	5,74 ^d	6,43 ^b	3,09 ^a	0,38 ^b
3. R.B.H	4,84 ^b	3,95 ^b	5,24 ^b	11,21 ^c	7,14 ^b	5,80 ^d	2,38 ^b	0,20 ^c
4. Compost + C.F.	5,27 ^a	4,37 ^a	5,31 ^{ab}	12,71 ^a	6,39 ^c	5,21 ^e	1,75 ^d	0,20 ^c
5. R.B.H+ C.D.	5,25 ^a	4,41 ^a	5,38 ^a	12,75 ^a	7,88 ^a	5,98 ^c	1,97 ^c	0,16 ^d
Es x	0,06*	0,014*	0,019*	0,048*	0,058*	0,06*	0,15*	0,58*
CV %	0,21	0,64	0,74	0,73	0,73	0,17	1,07	2,84

El potasio en las variantes donde se aplicaron las fuentes orgánicas y minerales naturales fue superior con respecto al testigo y el control NPK, al estar estos avaluados de mediano contenido, perteneciendo el valor más relevante dentro de esta categoría al tratamiento 5 (7,88 mg.100 g⁻¹), lo que reafirma lo ya expuesto por Cairo (2001) sobre la relación entre la caliza dolomítica y el potasio asimilable e intercambiable del suelo.

Respecto al efecto de las diferentes variantes sobre la acidez hidrolítica, la acidez de cambio y el aluminio cambiante se aprecia que disminuyeron respecto al testigo; con un efecto más marcado con la variante donde se utilizó el tratamiento 4

con un valor de acidez de cambio (1,75 cmol⁽⁺⁾.kg⁻¹), aunque todas las variantes tuvieron un efecto positivo en comparación con el testigo y el control NPK. Esto pudiera estar relacionado también con las ventajas que brinda la aplicación de compost en la estructura del suelo, aumento del fósforo asimilable e incremento del pH. (Cairo, 1992).

La Tabla 3 muestra los resultados del análisis inicial de algunas de las propiedades físicas, donde la permeabilidad se evalúa de excelente, con índice de plasticidad de 12,68 (medianamente plástico), factor de estructura de 63,66% (regular) y agregados estables de 46,83 % (satisfactorio)

Tabla 3. Análisis inicial de algunas de las propiedades físicas del suelo en estudio (2002)

Tratamientos	(log 10 K)	(% de H.b.s.s)		Índice de plasticidad	(%)	
	Permeabilidad	Límite inferior	Límite superior		Factor de estructura	Agregados estables
Análisis inicial (2002)	2,03	28,42	41,10	12,68	63,66	46,83
Es x	0,26	0,21	0,19	0,02	0,28	0,28
CV%	2,83	0,17	0,11	0,35	0,90	0,14

Al analizar tres años después estos indicadores (Tabla 4) se aprecia que los mismos en el tratamiento 1 han variado con respecto al análisis inicial, empeorando la condición física del suelo: la permeabilidad es regular, disminuyen el factor de estructura y los agregados estables, aunque se mantienen en la misma categoría de evaluación, y el índice de plasticidad se elevó.

Las alternativas resultan ser muy superiores respecto al testigo y control NPK, con los resultados más relevantes la variante donde se aplicó 15 t.ha⁻¹ de residuo del beneficio húmedo de café más 4 t.ha⁻¹ de caliza dolomítica que presentó un 70,54 % de factor de estructura y 58,54 % de agregados estables (bueno).

Para el resto de los indicadores físicos se aprecia que hubo una diferencia con respecto al control NPK, que

podría estar relacionada con lo expuesto por Cairo y Fundora (1994) al expresar que estas enmiendas órgano-minerales tienen influencia sobre los agregados, ya que al aumentar el calcio conjuntamente con la materia orgánica, aumenta la permeabilidad y la cohesión del suelo, frena el estallido de los agregados y modera la dispersión de los coloides, indicando Cairo (2001) que se pone de manifiesto cierto grado de fertilidad general.

Los resultados no relevantes mostrados con el control NPK pudieran estar muy relacionados con lo expuesto por Kolmans y Vázquez (2001) al expresar que el uso del abonamiento químico puede afectar los microorganismos beneficiosos y favorecer los patógenos, puede disminuir la concentración de otros por antagonismo y provocar alteraciones en el pH.

Tabla 4. Análisis final de algunas de las propiedades físicas del suelo en estudio (2005)

Tratamientos	(log 10 K)	(% de H.b.s.s)		Índice de plasticidad	(%)	
	Permeabilidad	Límite inferior	Límite superior		Factor de estructura	Agregados estables
1. Testigo	1,96 ^d	28,36 ^d	44,45 ^a	16,09 ^a	59,32 ^d	45,40 ^e
2. N-P-K	2,03 ^c	28,80 ^b	43,85 ^b	15,05 ^b	65,62 ^c	46,76 ^d
4. R.B.H.	2,07 ^a	28,81 ^b	43,45 ^d	14,64 ^c	69,68 ^b	50,86 ^b
5. Compost + C.F.	2,06 ^{ab}	28,55 ^c	41,15 ^e	12,60 ^d	70,20 ^{ab}	47,86 ^c
8. R.B.H.+ C.D.	2,04 ^{bc}	28,86 ^a	43,50 ^c	14,64 ^c	70,54 ^a	58,54 ^a
Es x	0,068*	0,085*	0,048*	0,14*	0,14*	0,15*
CV%	0,49	0,35	0,19	0,36	0,36	0,54

En la Tabla 5 se pone de manifiesto la incidencia de los distintos tratamientos sobre el contenido de nutrimentos (cuarto par de hojas) realizado a las plantas de café evaluadas por cada tratamiento.

En el primer año todos los tratamientos: el orgánico (residuo del beneficio húmedo del café) u orgánico más mineral natural (3, 4 y 5) superon significativamente al testigo absoluto en dos nutrimentos, uno de los cuales es siempre el calcio, mientras que el 3 y el 5 lo superan además respecto al fósforo (0,16 y 0,154 %) y el 4 lo hace en relación con el potasio (1,84 %) catalogado de adecuado según Carvajal (1984).

Al control NPK lo superan significativamente todos los tratamientos respecto al calcio, mientras que los tratamientos 4 y 5 lo hacen en relación con el nitrógeno, con 3,28 % y 3,30 %; aunque todos se evalúan de satisfactorios, según Rivera (1992).

El segundo año el efecto de los tratamientos investigados respecto al testigo y al control NPK fue más generalizado, ya que con el paso del tiempo la cesión paulatina de los nutrimentos de los materiales aplicados y su efecto acumulativo se hace significativa con más frecuencia: todos los tratamientos aumentan significativamente sobre el testigo el fósforo y el potasio, y el calcio sólo se exceptúa para residuo del beneficio húmedo más caliza dolomítica (1,52 %), pero con notable tendencia al aumento; mientras que el nitrógeno es superado por el residuo del beneficio húmedo del café más caliza dolomítica y compost más caliza fosfatada.

La disminución del contenido de nitrógeno en el cuarto par de hojas de este año con respecto al anterior pudiera estar relacionada con la no existencia de condiciones favorables que permitieran a las plantas acumular dicho nutrimento en el momento del muestreo, que debe hacerse coincidir según Cavajal (1984) con el inicio de la fructificación.

En el tercer año el control NPK superó a los tratamientos investigados (3, 4 y 5) en cuanto a los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio, no así para el calcio y el magnesio; pero es sorprendente la superioridad de los mismos con respecto al

testigo, aspecto que corrobora lo expuesto por Arzola y otros. (1980) cuando expresan que es conocida la capacidad de los abonos orgánicos de suministrar nutrimentos durante un lapso más dilatado que los inorgánicos.

Tabla 5. Análisis foliar realizado a las plantas de cafeto del experimento en condiciones de producción

Tratamientos	(2003)				
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Testigo	3,06 ^d	0,13 ^c	1,52 ^c	1,22 ^c	0,45 ^c
N-P-K	3,26 ^b	0,17 ^a	1,80 ^a	1,14 ^d	0,60 ^b
R.B.H.	3,13 ^c	0,16 ^{ab}	1,57 ^b	1,36 ^a	0,65 ^a
Compost + C.F.	3,28 ^{ab}	0,137 ^c	1,84 ^a	1,26 ^b	0,58 ^b
R.B.H.+ C.D.	3,30 ^a	0,154 ^b	1,61 ^b	1,27 ^b	0,65 ^a
Es x	0,004*	0,002*	0,006*	0,004*	0,007*
CV (%)	0,21	2,68	0,66	0,55	1,95
Tratamientos	(2004)				
Testigo	2,21 ^e	0,11 ^c	1,37 ^e	1,23 ^d	0,64 ^d
N-P-K	2,27 ^d	0,13 ^{bc}	1,65 ^d	1,15 ^e	0,68 ^c
R.B.H.	2,38 ^c	0,16 ^b	1,99 ^b	1,39 ^b	0,74 ^b
Compost + C.F.	2,57 ^b	0,14 ^{bc}	2,24 ^a	1,29 ^c	0,72 ^b
R.B.H.+ C.D.	2,60 ^a	0,19 ^a	1,96 ^c	1,52 ^a	0,79 ^a
Es x	0,08*	0,06*	0,003*	0,044*	0,082*
CV (%)	0,36	1,85	0,28	0,59	1,99
Tratamientos	(2005)				
Testigo	2,67 ^e	0,12 ^d	1,49 ^d	1,22 ^c	0,61 ^d
N-P-K	2,95 ^a	0,17 ^a	2,04 ^a	1,15 ^d	0,64 ^c
R.B.H.	2,72 ^d	0,16 ^{ab}	1,78 ^b	1,38 ^a	0,70 ^b
Compost + C.F.	2,83 ^b	0,14 ^c	1,73 ^c	1,28 ^b	0,69 ^b
R.B.H.+ C.D.	2,77 ^c	0,15 ^{bc}	1,74 ^c	1,40 ^a	0,72 ^a
Es x	0,003*	0,023*	0,32*	0,038*	0,08*
CV (%)	0,27	2,72	1,27	0,25	0,32

En la Tabla 6 se aprecia que todas las variantes órgano-minerales han incidido de forma positiva y superan al tratamiento 2 en el rendimiento en t.ha⁻¹ de café oro; aunque con el tratamiento 3 es inferior al control para el 2005.

Al hacer el análisis del rendimiento promedio de los tres años de conjunto, existe diferencia significativa entre estos tratamientos, llegando a superar los tratamientos 3, 4 y 5 al control NPK en 0,21; 0,60 y 0,32 t.ha⁻¹ de café oro.

Los resultados obtenidos con las variantes antes mencionadas en el rendimiento por unidad de área

del cultivo del café, concuerdan con lo referido por Altieri (1994); Montesino (1998) y Goya (1998). Rodríguez y Pérez (1999), al hacer uso de estos productos, también obtuvieron respuesta directa y favorable en el rendimiento de los cultivos.

El rendimiento de 2,38 t de café oro.ha⁻¹.año⁻¹ alcanzado con el tratamiento 4 en el año 2004 es similar al logrado por Rivera (1999) en Topes de Collantes (2,20-2,80) en suelo ferralítico rojo lixiviado.

Tabla 6. Efectos de los distintos tratamientos sobre el rendimiento

Tratamientos	t.ha ⁻¹ de café oro			
	2003	2004	2005	Promedio
1. Testigo	0,73 ^e	1,04 ^e	0,98 ^d	0,92 ^e
2. N-P-K	1,00 ^d	1,57 ^d	1,88 ^b	1,48 ^d
3. R.B.H.	1,28 ^c	2,03 ^b	1,75 ^c	1,69 ^c
4. Compost + C.F.	1,56 ^b	1,97 ^c	1,87 ^b	1,80 ^b
5. R.B.H.+ C.D.	1,71 ^a	2,38 ^a	2,14 ^a	2,08 ^a
Es x	0,005*	0,004*	0,006*	0,005*
CV (%)	0,79	0,42	0,64	0,58

CONCLUSIONES

1. Existe un efecto positivo sobre las propiedades del suelo y el contenido de nutrimentos en las plantas de café por los abonos orgánicos, minerales naturales y sus respectivas combinaciones.

2. Los tratamientos 3, 4 y 5 superan al control NPK en rendimiento promedio de 0,21; 0,32 y 0,60 t.ha⁻¹ de café oro en los tres años de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arzola, N.; J. Machado y O. Fundora *Suelos, plantas y abonado*, Pueblo y Educación, La Habana, 1980. Ed.

2. Altieri, M. A.: "Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable". *Agricultura técnica*, 54(4): 371-386, 1994.

3. Brul, P.; T. Deiters, and B. Van Elzakker: *Principios y práctica de la agricultura orgánica en el trópico*, San José, Costa Rica; Fundación Güilombé, 1995.

4. Cabrera, M. T.: *Estudio de la aplicación de diferentes fuentes minerales y compost en un suelo Ferralítico rojo* (Trabajo temático productivo. N° 119. Sector II), Santa Clara, Cuba, Empresa Geomina del Centro, 1998b.

5. Cairo, P.: *Uso de la zeolita natural como fertilizante y mejorador de los suelos de mal*

drenaje dedicados a la caña de azúcar, Trabajo presentado en VIII Seminario Científico, I Taller Internacional sobre Fertilización de los Trópicos INCA, La Habana, 1992.

6. Cairo, P.: *La fertilidad física del suelo y la agricultura orgánica en el trópico*, UCLV, Santa Clara, Cuba, 2001.

7. Cairo, P. y O. Fundora: *Edafología*. Pueblo y Educación, La Habana, 1994. Ed.

8. Carvajal, J.: *Cafeto, cultivo y fertilización*. Instituto Internacional de la Potasa, Quito, 1984.

9. Goya, Sonia Alejandra: *Propuesta para mejoramiento de la fertilidad de los suelos en el municipio Manicaragua*, Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Agricultura Sostenible, UCLV, Santa Clara, Cuba, 1998.

10. Hesse, P. R.: *Textbook of soil chemical analysis*, John Murray, London, 1971.

11. Kolmans, E. y D. Vásquez.: *Manual de Agricultura Ecológica: Programa Agroecológico. Campesino a Campesino*, ANAP, Villa Clara, 12, 59 pp.

12. MINAG: *Instrucciones técnicas para el cultivo del café y el cacao*, Pueblo y Educación, La Habana, 1987.

13. Montesinos, C.: "La fertilidad en la agricultura orgánica", *Chile Agrícola*, 235: 247-251, 1998.

14. Ríos, C.; M.Muñoz ; M.Salazar y T.Ruquis: *Métodos para realizar el análisis de los alimentos en los laboratorios agroquímicos*, CIDA, La Habana, 1982.

15. Rivera, R.: *Metodología para calcular los requerimientos de nutrientes y dosis de fertilizantes para el café*, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, 1992.

16. Rivera, R.: Nutrición y fertilización del *Coffea arabica* (L) en Cuba, Capítulo VI, en *El cultivo del café en Cuba. Investigaciones y resultados* (pp. 368), La Habana, 1999.

17. Rodríguez, D. y L.Pérez: *Efecto integral de minerales y compost en suelos oscuros plásticos*, Trabajo de curso, UCLV, Santa Clara, Cuba, 1999.

Recibido: 4/12/2008

Aceptado: 26/2/2009