

# Influencia de combinaciones organo-minerales en la calidad del suelo pardo mullido carbonatado y el rendimiento del banano 'FHIA-18' en altas densidades de población

## Influence of organ-mineral combinations in Inceptisol soil quality and 'FHIA-18' banana yield in high densities

Alianny Rodríguez Urrutia<sup>1</sup>, Bladimir Díaz Martín<sup>1</sup>, Danneys Armario Aragón<sup>2</sup>, Pedro Cairo Cairo<sup>1</sup>, Oralia Rodríguez López<sup>1</sup>, Arnaldo Dávila Cruz<sup>1</sup>, Pedro Torres Artilles<sup>1</sup>, Rafael Jiménez Carrazana<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), MINAGRI.

E-mail: [aliannyru@uclv.edu.cu](mailto:aliannyru@uclv.edu.cu)

**RESUMEN.** El trabajo se realizó en áreas experimentales del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, durante el período 2005 y 2006, con los objetivos de evaluar la influencia de la aplicación de diferentes combinaciones órgano-minerales sobre la calidad del suelo pardo sialítico mullido carbonatado y el rendimiento del banano "FHIA-18" en un sistema de siembra extradenso. Para ello se desarrolló un experimento en condiciones de campo en bloques al azar con 8 tratamientos de fertilización y 4 réplicas, utilizando cachaza, humus, NPK y ceniza. El mejor rendimiento por planta y por hectárea (15,84 kg y 57,02 t, respectivamente) se obtuvo con el tratamiento cachaza 14 kg + ceniza 5 kg + NPK 25 %, superando al testigo sin fertilización en un 34.47 %, y al NPK 100 % en un 11,08. Los tratamientos donde se aplicaron materiales orgánicos combinados con ceniza y 25 % NPK ejercieron mayores efectos positivos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo pardo sialítico mullido carbonatado estudiado, aumentando la calidad del mismo.

**Palabras clave:** Banano, órgano-minerales, propiedades del suelo.

**ABSTRACT.** The work was carried out in the experimental areas of the INIVIT, Santo Domingo during the years 2005 to 2006, with the objectives of evaluating the effect of the application of different organ-minerals combinations on the quality of the inceptisol soil and the yield of the banana tree "FHIA-18" in the high density system. It was developed a field experiments in blocks at random with 8 treatments and 4 replicates using sugar cane filter cake, casting, NPK and ash. The best yield for plant and ha (15.84 kg and 57.02 t) was reached with the treatment sugar cane filter cake 14 kg + ash 5 kg + NPK 25%, overcoming the control without fertilization in 34.47% and to the NPK 100% in 11,08. The treatments where organic materials combined were applied with ash and 25% NPK produced the bigger positive effects on the physical and chemical parameters of increasing the soil quality of Inceptisol soil.

**Key words:** Banana tree, organ-minerals, soil properties.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátanos y bananos (*Musa* spp.) es muy importante para los países en vías de desarrollo tropicales y subtropicales. Se ubica en el cuarto renglón de los alimentos de gran demanda, y de él dependen más de 400 millones de personas. En Cuba es de gran importancia, porque es un renglón estratégico de alta prioridad dentro del programa alimentario y una garantía de la seguridad alimentaria que se puede alcanzar.

Los suelos pardos sialíticos mullidos carbonatados se encuentran bien extendidos en el territorio nacional ocupando un alto porcentaje de los suelos agrícolas. En ellos se observan también los procesos degradativos que continúan ocurriendo en los suelos cubanos, de los cuales el 76,8 % lo constituyen suelos de poca a muy poca productividad; que impiden, entre otros factores limitantes, que los cultivos puedan alcanzar los rendimientos potenciales. (MINAGRI, 2001)

El cultivo de plátanos y bananos demanda de elevados requerimientos nutritivos, sobre todo de potasio y nitrógeno, para obtener altos y estables rendimientos; de no suministrársele los nutrientes necesarios pueden llegar a esquilmar el suelo o no lograr su rendimiento potencial. (Díaz, 2005)

Las limitaciones existentes en Cuba con los fertilizantes químicos, hacen que estos solo lleguen a suplir cerca del 25 % de las necesidades

nutricionales del cultivo, lo que obliga a tener en cuenta otras variantes de fertilización, para suministrarle a éste y al suelo los nutrientes necesarios.

En este trabajo se evalúa la aplicación de diferentes combinaciones órgano-minerales en la calidad del suelo pardo sialítico mullido carbonatado y el rendimiento del banano, cultivar “FHIA-18” en un sistema de siembra extradenso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un experimento en condiciones de campo, utilizando para ello 2 tratamientos controles, con el objetivo de poder comparar los efectos que producen la cachaza, el humus y las diferentes dosis de fertilización química sobre la calidad del suelo y el rendimiento del cultivar de banano “FHIA-18.”

Tabla 1. Caracterización química de los abonos orgánicos utilizados

Parámetros	Cachaza	Humus de lombriz	Ceniza
pH	7,5	7,3	5,5
Conductibilidad eléctrica	1,95	0,50	10,5
Nitrógeno (%)	1,76	2,01	1,27
Fósforo (%)	1,40	1,51	0,82
Potasio (%)	0,79	0,56	3,57
Calcio (%)	3,40	3,94	5,54
Magnesio (%)	0,35	0,47	0,94
Materia Orgánica (%)	54,82	32,93	16,10
Carbono (%)	31,80	19,09	9,34
Relación C / N	18,06	9,50	7,35

El cultivo se plantó el 15 de mayo de 2005 y se cosechó en abril de 2006. Cada tratamiento contó con 48 plantas y un área de 120 m<sup>2</sup> cada uno. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro réplicas.

Los tratamientos aplicados fueron: Testigo sin fertilización, NPK 100%, 14 kg de cachaza + 5 kg de ceniza + 25 % NPK, 10 kg de cachaza + 5 kg de ceniza + 25 % NPK, 5 kg de humus + 5 kg de ceniza + 25 % NPK, 3 kg de humus + 5 kg de ceniza + 25 % NPK, NPK 75 % + 5 kg de ceniza, NPK 50 % + 5 kg de ceniza.

La cachaza, la ceniza y el humus de los diferentes tratamientos se aplicaron de fondo en el momento de la plantación. Los diferentes porcentajes de la fórmula completa (13 - 9 - 17) se aplicaron alrededor de cada planta, equivaliendo la dosis de NPK 25 % a 1.059 kg/ planta, a 50 cm de distancia del seudotallo, a los 60 días de la plantación.

La cachaza y la ceniza provenían del central George Washington del municipio de Santo Domingo. El humus utilizado se obtuvo de estiércoles vacunos del área pecuaria del INIVIT, procesado por la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*).

Se emplearon las distancias de plantación del sistema extradenso (Álvarez, 2004) 3 m en las calles anchas, 2 m en las calles estrechas y 1 m entre plantas, resultando una densidad poblacional de 4 000 plantas. ha<sup>-1</sup>. Se plantó a 40 cm de profundidad. Los cormos empleados fueron previamente calibrados y seleccionados por su peso, utilizándose los de calibre B (1840–2760 g).

Los químicos se realizaron en el Laboratorio Provincial de Suelos de Villa Clara utilizándose los métodos siguientes:

• **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O:** Método de Oniani. Solución extractiva de ácido sulfúrico (0.1N). El P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se determinó colorimétricamente y el K<sub>2</sub>O por fotometría de llama.

Los análisis físicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Suelos y Biofertilizantes del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) utilizando los métodos siguientes:

·**Permeabilidad:** Henin *et al.* (1958) citado por Cairo y Fundora (2005).

·**Factor de Estructura:** Vageler y Alten (1958) citado por Cairo (2001).

·**Agregados estables en agua:** Método de Henin *et al.* (1958) citado por Cairo y Fundora (2005).

Evaluaciones postcosecha realizadas:

·**Peso del racimo de plátano:** se determinó pesando racimos individuales en balanza (kg).

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete Stagrafics Plus ver. 5.0 sobre Windows 2000. Se aplicó Anova de clasificación simple con la prueba de comparación de medias Turkey HSD a  $p \leq 0,05$ .

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mejores resultados en cuanto a rendimiento por planta y por ha fueron los tratamientos Cz<sub>14</sub>+C<sub>5</sub>+NPK<sub>25%</sub> con 15,84 kg/planta (57,02 t/ha), Cz<sub>10</sub>+C<sub>5</sub>+NPK<sub>25%</sub> con 15,05 kg/planta (54,18 t/ha), H<sub>3</sub>+C<sub>5</sub>+NPK<sub>25%</sub> con 14,68 kg/planta (52,85 t/ha), NPK<sub>75%</sub>+C<sub>5</sub> con 14,57 kg/planta (52,45 t/ha). Si comparamos el rendimiento del mejor tratamiento (Cz<sub>14</sub>+C<sub>5</sub>+NPK<sub>25%</sub>) con los testigos utilizados vemos que aumentó el rendimiento por planta en un 34,47 % con respecto al testigo sin fertilización, 11,08 % con respecto a NPK<sub>100%</sub> (figura 1 y tabla 2).

Tabla 2. Incrementos del Rendimiento del banano en los tratamientos aplicados respecto al testigo sin fertilización y a NPK<sub>100%</sub>

Tratamientos	Incremento rendimiento (%)	
	Testigo	NPK <sub>100%</sub>
1. Testigo sin fertilización	0	-17.39
2. NPK <sub>100%</sub>	21.05	0
3. Cz <sub>14</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	34.47	11.08
4. Cz <sub>10</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	27.76	5.54
5. H <sub>5</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	22.5	1.19
6. H <sub>3</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	24.62	2.95
7. NPK <sub>75%</sub> +C <sub>5</sub>	23.68	2.17
8. NPK <sub>50%</sub> +C <sub>5</sub>	18.42	-2.17

Cz – Cachaza; C – Ceniza; H – Humus

Resultados similares han obtenido García y Milián (1994) al evaluar alternativas de fertilización en plátano “Burro CEMSA” (ABB) en el sistema tradicional, recomiendan la aplicación de 15 kg de cachaza + 7,5 kg de ceniza y 25% de NPK por planta lo que permitió incrementos del rendimiento entre 32 y 67,5 %. Milián y otros (1999) reportan similar combinación de fertilización como óptima en el banano “FHIA-18”.

Se observa la tendencia de que los tratamientos donde se aplica materia orgánica (cachaza y humus) en combinación con fertilización química y ceniza presentan rendimientos superiores o iguales estadísticamente a la fertilización química con el 100 % de NPK y a las dosis reducidas de fertilización química conjuntamente con la ceniza.

En todos los casos estudiados los valores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O asimilables se encuentran en la categoría de

muy altos (tabla 3) teniendo en cuenta los criterios de Fundora y Yepis, (2000) debido a los aportes de estos nutrientes que hacen los abonos orgánicos aplicados (Tabla 1). La aplicación de ceniza, cachaza y humus incrementaron los niveles de fósforo y potasio en el suelo con respecto al testigo sin fertilizar, resultado que coincide con Vázquez y otros (1994), Caballero y otros (2000) y Caballero y otros (2001).

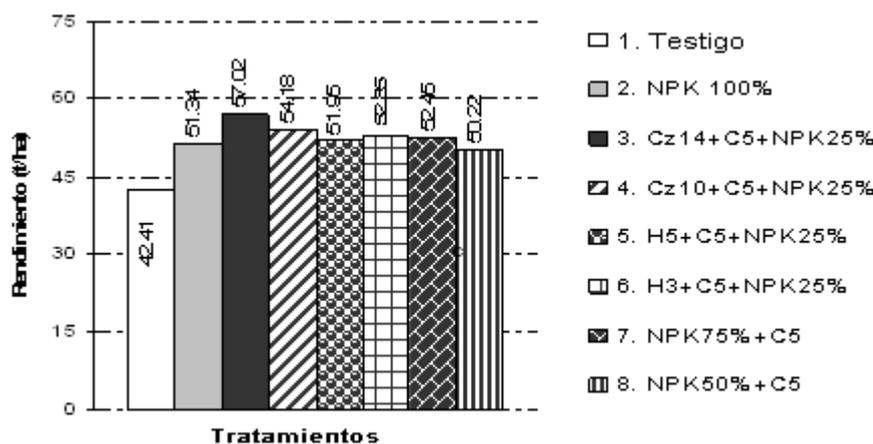


Figura 1. Rendimiento del banano en los tratamientos aplicados y porcentajes de incrementos respecto al testigo sin fertilización y a NPK<sub>100%</sub>  
Cz – Cachaza; C – Ceniza; H – Humus

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre algunas propiedades del suelo

Tratamiento	Perm. (Log 10K)	AE H <sub>2</sub> O (%)	FE (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O (mg/100g)
1-Testigo sin fertilización	1.94 c	57.52 e	61.15 e	58.95 b	29.57 c
2-NPK <sub>100%</sub>	2.00 b	65.75 cd	65.52 d	80.00 a	100.00 a
3-NPK <sub>75%</sub> +C <sub>5</sub>	2.00 b	64.27 d	67.27 cd	80.00 a	67.33 b
4-NPK <sub>50%</sub> +C <sub>5</sub>	2.00 b	62.16 d	67.68 bcd	80.00 a	100.00 a
5-CZ <sub>14</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	2.12 a	74.80 a	71.51 a	80.00 a	100.00 a
6-CZ <sub>10</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	2.11 a	72.16 ab	71.95 a	80.00 a	100.00 a
7-H <sub>5</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	2.11 a	74.61 a	70.61 ab	80.00 a	100.00 a
8-H <sub>3</sub> +C <sub>5</sub> +NPK <sub>25%</sub>	2.11 a	69.25 bc	70.09 abc	80.00 a	99.05 a
EE = ±	0.012	1.07	0.64	1.28	4.50

(a, b, c, d, e), medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Tukey HSD a ( $p < 0.05$ ).

Cz-Cachaza; C-Ceniza, H-Humus

La permeabilidad (Log 10k) aumenta cuando se aplica fertilizante químico en comparación con el testigo sin fertilizar, sin embargo los mayores valores se alcanzan cuando se aplican fuentes de materia orgánica, cachaza o humus, pasando de adecuada en el testigo a excelente en los demás tratamientos. Cuando la permeabilidad (Log 10K) es próxima a 2 los suelos tienden a manifestar un buen estado estructural, aumentando la humedad para el límite inferior de plasticidad, lo que tiende a igualar la capacidad de campo (Cairo y Fundora, 2005) por lo que existe mayor posibilidad de almacenamiento de agua y su disponibilidad para las plantas.

Los agregados estables en agua aumentan en todos los tratamientos en comparación con el testigo sin fertilizar, pasando de la categoría bueno a excelente en los tratamientos fertilizados con cachaza y con humus. Los tratamientos con fertilización química y combinada con ceniza se mantienen en la categoría de bueno. Lo anterior es de gran importancia ya que la baja estabilidad de los agregados en la capa superficial es una de las causas fundamentales del sellamiento de los suelos de los trópicos (Amézquita, 1998) lo que condiciona, entre otros aspectos negativos, su erosionabilidad y encostramiento, que en la actualidad transforma en improductivas miles de hectáreas de suelos agrícolas.

El factor de estructura pasa de ser regular en el testigo sin fertilizar y en la fertilización química sola y combinada con ceniza a bueno en los demás tratamientos, siendo ligeramente superiores en aquellos en los que se aplicó materia orgánica

(cachaza y humus), lo cual coincide con Besnard y otros (1996) y Le Bissonnais (1996) que señalan que los cambios producidos en la estabilidad de la estructura pueden ocurrir en respuesta a cambios operados en el uso y manejo de los suelos y como producto de variaciones significativas que se observan en el contenido total de materia orgánica del suelo. También Ortega (1993) expresa que con la aplicación de cachaza se mejoran las propiedades físicas del suelo tales como índice de plasticidad y factor de estructura.

Los tratamientos de fertilización donde se aplicaron abonos orgánicos (cachaza y humus) combinados con 5 kg de ceniza y 25% NPK ejercieron mayores efectos positivos sobre los parámetros físicos y químicos del suelo pardo sialítico mullido estudiado, aumentando la calidad del mismo.

## CONCLUSIONES

1. Los tratamientos de fertilización donde se aplicaron materiales orgánicos combinados con ceniza y 25 % NPK ejercieron mayores efectos positivos sobre las propiedades del suelo pardo sialítico mullido estudiado, aumentando la calidad del mismo.

2. Las combinaciones de fertilizantes orgánicos (cachaza y humus) con dosis reducidas de fertilizante químico y ceniza y las de fertilizante químico con ceniza resultaron superiores en cuanto a rendimiento por planta y por hectárea respecto a los testigos utilizados.

3. El mejor tratamiento en cuanto a rendimiento por planta resultó ser 14 kg de cachaza + 5 kg de ceniza + 25 % NPK con 57.02 t/ha superando al testigo sin fertilización en un 34.47 % y en un 11,08 % a la fertilización química 100 %.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, J. M.: Instructivo técnico “Tecnología del futuro” 20 pp., 2004.

2. Amézquita, E.: Propiedades físicas de los suelos de los llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. Encuentro Nacional de labranza, Villavicencio, Colombia, 29 pp., 1998.

3. Besnard, C.; J. Chenu and P. Balesdent: “Fate of particulate organic matter in soils aggregate during cultivation,” *Eur. J. S. S.* 47: 495-503, 1996.

4. Caballero, A. R.; J. E. Garandilla; Denia Pérez y Deisy Rodríguez: “Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de huertos intensivos,” *Centro Agrícola*. 27 (4): 18-22, 2000.

5. Caballero, A. R.; J. E. Garandilla; Denia Pérez; O. Pacheco y Mario Sánchez: “Efecto del humus de lombriz combinado con la fertilización en el cultivo del ají Chay,” *Centro Agrícola* 28 (4): 15-18, 2001.

6. Cairo, C. P.: La fertilidad física y la agricultura orgánica en el trópico, 138 pp., “Mejoramiento de la fertilidad de los suelos pardos grisáceos (inceptisoles) dedicados al cultivo del tabaco,” *Centro Agrícola*. Santa Clara. 29(3):37-42, Santa Clara, Cuba.

7. Cairo. C. P. y O. Fundora: *Edafología*, Primera y Segunda partes, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 475 pp., 2005.

8. Díaz, H. R.: Producción de compost y su efecto en el crecimiento y desarrollo del híbrido de banano “FHIA-18”, Trabajo de Diploma, Universidad Central de Las Villas, 59 pp., 2005.

9. Fundora, O y Olga Yepis: Ahorro de fertilizantes en empresas de cultivos varios y la limitación de la contaminación ambiental, XIII Forum Municipal de Ciencia y Técnica, Villa Clara, 2000.

10. García, R. y O. Milián: La ceniza como una fuente alternativa de fertilizante potásico para el plátano *Musa* ABB. Parte I. Efecto sobre el crecimiento y desarrollo. Informe UPEB 17(98): 56-59, 1994.

11. Le Bissonnais, Y.: “Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology,” *European Journal of Soil Science*, 47: 425-437, 1996.

12. Milián, O., M. Hernández, R. García y L. Ruiz. 1999. Alternativas de fertilización y conducción del plátano “FHIA-18 “. Santo Domingo, INIVIT, 8 pp., 1999.

13. MINAG: Instructivo técnico para el cultivo del plátano, 1994.

14. MINAGRI: Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de suelos, Instituto de Suelos. La Habana, 39 pp., 2001.

15. Ortega, N. P.: Efecto residual de la aplicación superficial localizada de cachaza y ceniza en los rendimientos de un quinto retoño de caña de azúcar en los suelos pesados, T. D. FCA. UCLV, 1993.

16. Vázquez, Y. y otros: La ceniza como mejoradora de la fertilidad de los suelos cañeros en la provincia de Villa Clara, FCA, UCLV, 1994.

Recibido: 16/enero/2008

Aceptado: 2/junio/2008