

## Uso alternativo de abonos órgano-minerales en suelos ferralíticos rojos compactados

Ariany Colás Sánchez, Joaquín Machado de Armas, Bladimir Díaz Martín, Pedro Cairo Cairo, Ismaray Padrón Hernández.

Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara. CP: 54830.

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

---

**RESUMEN.** La degradación del suelo constituye el primer problema ambiental de Cuba. Los suelos ferralíticos rojos en la provincia de Villa Clara presentan como principales limitantes la compactación y el riesgo de erosión, debido a la degradación física. El experimento fue montado bajo condiciones controladas, en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) con el objetivo de estudiar el efecto de abonos órgano-minerales sobre las propiedades físicas y biológicas del suelo. El sustrato utilizado en el estudio fue el suelo ferralítico rojo compactado. Se establecieron 8 tratamientos con 4 réplicas: Control (sin fertilización); NPK (50-50-50 kg/ha); (4 t/ha) Compost + Zeolita; (4 t/ha) Compost + Dolomita; (4 t/ha) Humus + Zeolita; (4 t/ha) Humus + Dolomita; (4 t/ha) Cachaza + Zeolita; (4 t/ha) Cachaza + Dolomita, respectivamente. La respiración basal se evaluó mediante la determinación del CO<sub>2</sub> desprendido por la actividad de los microorganismos. Los indicadores físicos evaluados fueron: Factor de estructura (FE), Agregados Estables al Agua, Límite Superior e Inferior de Plasticidad (LSP y LIP) y el Índice de Plasticidad (IP). El diseño experimental utilizado fue el completamente aleatorio. Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete de programas profesional *STATGRAPHICS Plus* versión 4.1 y SPSS ver. 8.0 sobre Windows 2000. Los resultados demuestran que la aplicación de los abonos órgano-minerales al suelo provocó aumentos en el factor de estructura y agregados estables y, además, contribuyó a la estimulación de la vida microbiana y, por consiguiente, al aumento de la actividad respiratoria, CO<sub>2</sub>.

Palabras clave: Órgano-minerales, estructura del suelo, actividad microbiológica.

**ABSTRACT.** The soil degradation constitutes the first environmental problem in Cuba. The Red Ferralitic soil in Villa Clara province, it has as main restrictive: the compacting and erosion risk, due to the physical degradation. The experiment was developed under controlled conditions, in the Agricultural Research Institute (CIAP) with the objective of studying the effect of organ-minerals fertilizers on the physical and biological soil properties. The substrate used in the study was: the Red Ferralitic soil, it was 8 treatments with 4 replicates: Control (without fertilization); NPK (50-50-50 kg/ha); (4 t/ha) Compost + Zeolite; (4 t/ha) Compost + Dolomite; (4 t/ha) Casting + Zeolite; (4 t/ha) Casting + Dolomite; (4 t/ha) Sugar Cane Filter Cake + Zeolite; (4 t/ha) Sugar Cane Filter Cake + Dolomite. The basal respiration was evaluated by means of the determination of the CO<sub>2</sub> removed by the activity of the microorganisms. The evaluated physical indicators were: Structure factor, Stable aggregates in water, Superior and Inferior Limit of Plasticity and Index of Plasticity. The used experimental design was at random one. For the statistical analysis was used the package of professional programs *STATGRAPHICS* Version 4.1 and SPSS 8.0 on Windows 2000. The results demonstrate that the organ-minerals fertilizers caused an increase in the structural factor and stable aggregates in water and also contributed to the stimulation of microbial life and to the increase of the respiratory activity (CO<sub>2</sub>.)

Key words: Organ-minerals, soil structure, activity of the microorganisms.

## INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo constituye el primer problema ambiental de Cuba. Es el recurso natural con mayor deterioro en el archipiélago. Más del 70 % de nuestra

superficie agrícola se cataloga como de baja productividad (Tamayo, 2002).

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos y el suelo, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y

sostenibles que contribuyan a la conservación del medio ambiente (Cervantes, 2004).

Los suelos ferralíticos rojos en la provincia de Villa Clara ocupan un área de importancia, siendo dedicados a varios cultivos. Pueden tener como limitantes, entre otras cosas, la compactación y el riesgo de erosión, debido a la degradación física (Pineda, 2002).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de abonos órgano-minerales sobre las propiedades físicas y biológicas del suelo ferralítico rojo compactado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este experimento en condiciones controladas se empleó un diseño experimental completamente aleatorio. El sustrato utilizado en el estudio fue un suelo ferralítico rojo compactado, tomado del municipio de Remedios en un área dedicada a la producción de cultivos varios. El mismo se tomó a una profundidad de 0 a 20 cm, fue secado al aire y tamizado a 4 mm.

Posteriormente se llenaron cada una de las macetas hasta 1 kg de suelo estableciéndose los tratamientos siguientes: Testigo; NPK (50-50-50 kg/ha); (4 t/ha) Compost + Zeolita; (4 t/ha) Compost + Dolomita; (4 t/ha) Humus + Zeolita;

(4 t/ha) Humus + Dolomita; (4 t/ha) Cachaza + Zeolita; (4 t/ha) Cachaza + Dolomita.

Para caracterizar las propiedades físicas del suelo en estudio se realizaron los análisis siguientes: Permeabilidad (log 10k), Factor de Estructura, Limite Superior de Plasticidad (LSP), Límite Inferior de Plasticidad (LIP), Índice de Plasticidad (IP).

La respiración basal se evaluó mediante la determinación del CO<sub>2</sub> desprendido por la actividad de los microorganismos según Alef (1995).

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete de programas profesional STATGRAPHICS Plus versión 4.1 y SPSS ver. 8.0 sobre Windows 2000. Posteriormente, se aplicaron análisis de varianza de clasificación simple Anova. La comparación de medias de tratamientos se realizó mediante la prueba Student-Neuman-Kews (SNK).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los abonos órgano-minerales sobre el estado estructural y la consistencia del suelo

La influencia de los tratamientos sobre el factor de estructura y los agregados estables del suelo se ilustra en las figuras 1 y 2, respectivamente.

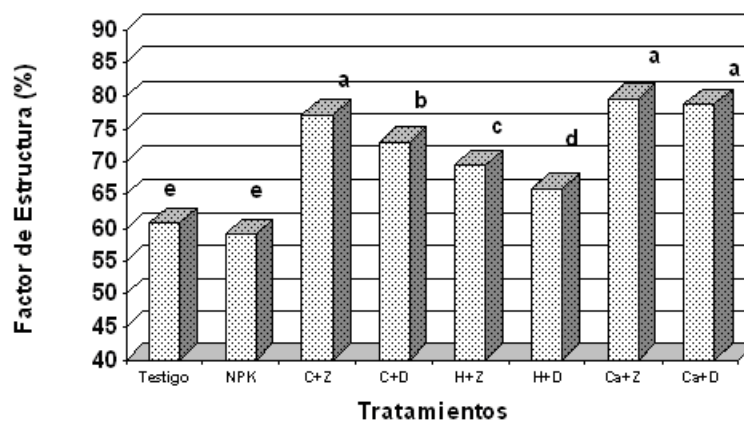


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre el Factor de Estructura.

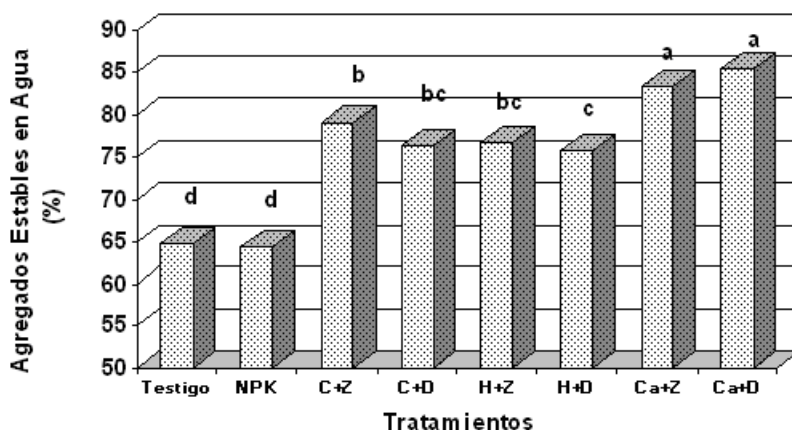


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre los Agregados Estables al Agua.

El factor de estructura cambia de la categoría de regular (Testigo y NPK) a bueno en el resto de los tratamientos. Existen diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos desde el punto de vista estadístico, los mayores aumentos se lograron al combinar Compost 4 t/ha + Zeolita 4 t/ha, (77,12 %) y 4 t/ha Cachaza + Zeolita y Dolomita, respectivamente (79,53 % 78,65 %).

García (2002), logró una notable mejoría en las propiedades físicas del suelo ferralítico rojo lixiviado de montaña, al aplicar residuos orgánicos y minerales naturales.

Del Pino (2005), logró resultados muy favorables y semejantes a los nuestros al aplicar materia orgánica en el mismo tipo de suelo, lo cual se tradujo en un aumento significativo del factor de estructura con respecto al estado inicial.

Es de destacar el efecto de los tratamientos sobre los Agregados Estables, que cambian de categoría de bueno (Testigo y NPK) a excelente en las combinaciones de humus, compost y cachaza con zeolita y dolomita, lo cual demuestra la efectividad de los materiales que se estudian en el mejoramiento de las propiedades físicas (figura 2). Los mayores aumentos se logran con las combinaciones de cachaza (83,34 % y 82,51 %). Vázquez (2003), logró efectos notables sobre este indicador al aplicar la dolomita combinada con cachaza y compost, a diferentes profundidades, en suelos

oscuros plásticos dedicados a la caña de azúcar. Además, Cairo (1982), citado por Domínguez (2002), encontró relaciones significativas entre la Materia Orgánica y los indicadores estructurales del suelo y comprobó que esta puede convertirse en un factor del rendimiento de los cultivos de los suelos rojos por su influencia integral en el suelo.

Al evaluar el efecto de los tratamientos sobre el índice de permeabilidad se evidencian diferencias significativas entre estos con el Testigo y NPK, para los cuales este indicador se evalúa de adecuado y cambia a la categoría de excelente al aplicar los materiales órgano-minerales. Los mayores aumentos cuantitativos se logran al combinar el compost con la zeolita y la dolomita.

Cairo *et al.* (2000), al hacer un resumen sobre el efecto de diferentes abonos orgánicos y minerales señala el efecto mejorador sobre el estado estructural del suelo, de la caliza, el compost, la ceniza y la zeolita.

Rodríguez (2003), al aplicar la caliza fosfatada combinada con materiales tanto de origen orgánico como mineral, logró aumentos en este indicador, aunque no existieron cambios de categoría.

Como consecuencia de las transformaciones de la estructura también se originan cambios en la plasticidad del suelo; incrementa significativamente el límite inferior de plasticidad (LIP %), lo cual permite que se aproxime mucho más la humedad de tempero del suelo al valor de la

capacidad de campo, lo cual favorece al suelo desde el punto de vista agrícola.

En este caso, el índice de plasticidad del suelo es evaluado como poco plástico, desde el punto de

vista cuantitativo. Disminuye a medida que se aplican los tratamientos, lo cual sin lugar a dudas se traduce en una mayor aireación del suelo, favoreciendo sus condiciones para el laboreo (Tabla 1).

**Tabla 1. Efecto de los tratamientos sobre algunos indicadores de la plasticidad**

Tratamientos	LIP (% hbss)	IP (% hbss)	log 10k
Testigo	31,24 cd	11,48 a	1,92 c
NPK (50-50-50 kg/ha)	30,67 d	11,86 a	1,88 c
Compost 4 t/ha + Dolomita 4 t/ha	33,12 bc	7,17 b	2,42 a
Compost 4 t/ha + Zeolita 4 t/ha	33,75 b	7,88 b	2,40 a
Humus 4 t/ha + Dolomita 4 t/ha	35,79 a	6,94 b	2,20 b
Humus 4 t/ha + Zeolita 4 t/ha	34,40 ab	7,81 b	2,18 b
Cachaza 4 t/ha + Dolomita 4 t/ha	33,35 bc	8,85 ab	2,24 b
Cachaza 4 t/ha + Zeolita 4 t/ha	33,39 bc	9,65 ab	2,26 b
EE (X) ±	± 0,57	± 0,82	± 0,02

(a, b, c): medias con letras no comunes en una misma columna difieren por SNK a ( $p < 0,05$ ).

### Efecto de los tratamientos sobre la respiración basal del suelo

Los valores obtenidos para la tasa de respiración basal variaron entre 1,75 y 3,41 meq  $\text{CO}_2/\text{g}^{-1}$  suelo. El análisis de medias de SNK revela diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo al nivel de 5 % (Tabla 2).

**Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre la producción de  $\text{CO}_2$  (meq  $\text{CO}_2/\text{g}^{-1}$  suelo) de los microorganismos del suelo**

Tratamientos	meq $\text{CO}_2/\text{g}$ suelo
Testigo	2,18 bc
NPK (50-50-50 kg/ha)	1,88 c
Compost 4 t/ha + Dolomita 4 t/ha	2,43 b
Compost 4 t/ha + Zeolita 4 t/ha	1,75 c
Humus 4 t/ha + Dolomita 4 t/ha	3,16 a
Humus 4 t/ha + Zeolita 4 t/ha	2,03 bc
Cachaza 4 t/ha + Dolomita 4 t/ha	3,41 a
Cachaza 4 t/ha + Zeolita 4 t/ha	3,36 a
EE (X) ±	± 0,13

(a, b, c): medias con letras no comunes en una misma columna, difieren por SNK a ( $p < 0,05$ ).

Estos resultados son similares a los encontrados en otras investigaciones para suelos localizados en distintas regiones de Canadá: Gupta y Germida (1988), señalan valores comprendidos entre 1,5 y 3,5 meq  $\text{CO}_2/\text{g}^{-1}$  suelo, en suelos cultivados y naturales; Chang y Trofymow (1996) indican valores de 2,47 a 4,70

meq  $\text{CO}_2/\text{g}^{-1}$  suelo, en suelos de bosques. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Insam *et al.* (1991), los que encontraron valores comprendidos entre 0,09 y 0,38 meq  $\text{CO}_2/\text{g}^{-1}$  suelo, en suelos agrícolas de Estados Unidos.

Los mayores aumentos de la respiración se lograron en los tratamientos en que se combinaron el humus con la dolomita y la cachaza con zeolita y dolomita, lo cual puede deberse a que en los suelos estudiados prevalecen ciertas condiciones que influyen favorablemente sobre la actividad microbiana, como el contenido de humedad y la disponibilidad de nutrimentos (Ruiz, 2002), pero además, existe un mayor porcentaje de materia orgánica para nuestras condiciones, que provee de fuentes de carbono y energía a la población microbiana. Esto se traduciría en un mayor desarrollo de los microorganismos y una actividad microbiológica, lo cual se refleja en una mayor producción de  $\text{CO}_2$ .

Ruiz y Paolini (2002), en estudios realizados en los suelos de la Cuenca del Lago de Valencia, demostraron que la incorporación de materiales orgánicos fácilmente biodegradables a través de esas aguas residuales estimuló la actividad microbiana autóctona del suelo.

**CONCLUSIONES**

1. Los indicadores del estado estructural del suelo que más reflejaron el efecto de los tratamientos fueron: agregados estables y el factor de estructura.
2. La población microbiana de suelos se favoreció con la aplicación de los tratamientos, principalmente en aquellos en que se aplicó la cachaza combinada con dolomita y zeolita.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alef, K. (1995): Soil respiration. [5], pp. 214-219 in: K Alef & P Nannipieri P (eds.). *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, London, 576 pp.
- Cairo, P. y O. Fundora (1994): *Edafología*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 476 pp.
- Cairo, P.; J. Machado y P. Torres (2000): Minerales naturales alternativos, su uso en el mejoramiento de los suelos degradados. Informe final de Proyecto Territorial, CITMA, Villa Clara, Cuba.
- Cervantes, M. (2004): Abonos Orgánicos. Disponible en: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). [Consultado: 5 de diciembre 2005].
- Chang, S. y J. Trofymow (1996): "Microbial respiration and biomass (substrate-induced respiration) in soils of old-growth and regenerating forests on northern" Vancouver Island, British Columbia, *Biol. Fertl. Soils*. 23: 145-152.
- Del Pino, Ivía (2005): Estudio de la influencia de diferentes niveles de gallinaza sobre la fertilidad de cinco tipos de suelo de importancia económica en Villa Clara. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Cuba.
- Domínguez, L. (2002): Estudio de lagunas alternativas para el mejoramiento y conservación de los suelos ferralíticos rojos de montaña. Tesis de Diploma, Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray, UCLV, Cuba.
- García, S. (2002): Efecto combinado de residuos orgánicos y minerales naturales sobre las propiedades de un suelo ferralítico rojo lixiviado de montaña. Tesis de Diploma, Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray, UCLV, Cuba.
- Gupta, V. V. y J. J. Germida (1988): "Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation". *Soil Biology and Biochemistry* 20: 777-786.
- Insam, H.; C. Mitchel; and J. Dormaar (1991): "Relationships of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols". *Soil Biol Biochem*. 23 (5): 459-464.
- Pineda, Emma (2002): Factores asociados con la respuesta de la caña de azúcar a los fertilizantes minerales. Tesis de doctorado, INICA, Cuba.
- Rodríguez, Martha (2003): Alternativas para el mejoramiento de los suelos ferralíticos rojos con el uso de minerales naturales y abonos orgánicos. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Cuba.
- Ruiz, Magaly y J. Paolini (2002): Respiración basal y respiración inducida por sustrato en suelos de la cuenca del Lago de Valencia. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencias del Suelo, Centro de Convenciones "Plaza América", Varadero, Cuba.
- Ruiz, Magaly (2002): Características de la materia orgánica y la actividad biológica de suelos de la Depresión del Lago de Valencia sometidos a diversas formas de manejo. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencia del Suelo, Maracay, Venezuela, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, 257 pp.
- Tamayo, R. (2002): El suelo muere lentamente. Suplemento Científico Técnico. Disponible en: [www.jrebelde.cubaweb.cu](http://www.jrebelde.cubaweb.cu).
- Vázquez, Lucrecia (2003): Estudio sobre la efectividad de la dolomita en el mejoramiento de los suelos oscuros plásticos. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Cuba.

Recibido: 5/3/2006

Aceptado: 2/6/2006