

**Evaluación de la fertilidad del suelo Ferrítico en hortalizas bajo condiciones de cultivo protegido.**

AUTORES: Lisbet Font Vila<sup>1</sup>  
Bernardo Calero Martín<sup>2</sup>  
Pavel Chaveli Chávez<sup>3</sup>

Fecha de recibido: 10 noviembre de 2010

Fecha de aceptado: 6 febrero 2011

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [suelos@eimanet.co.cu](mailto:suelos@eimanet.co.cu)

**RESUMEN**

En la provincia de Camaguey, el 40% de las casas de cultivo se encuentran ubicadas en los suelos ferríticos, estos se caracterizan por tener una fertilidad natural baja. En estos sistemas productivos no se ha estudiado la nutrición para obtener buenos rendimientos conservando la fertilidad del suelo. En este sentido, se realizó una investigación cuyo objetivo fue evaluar la aplicación de fertilizante fosfórico de fondo en combinación con abonos orgánicos, sobre el estado de fertilidad del suelo ferrítico, para lograr una producción sostenible de las hortalizas. Se seleccionaron tratamientos de un experimento con diferentes dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, abono orgánico de fondo y humus de lombriz. Se utilizaron como índices evaluativos la actividad respiratoria y celulolítica, la nitrificación del suelo, pH (KCl), MO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y se tuvo en cuenta los rendimientos del cultivo. Los resultados mostraron que la aplicación de abonos orgánicos, humus de lombriz y fertilizante fosfórico en las dosis estudiadas, provocó cambios en el estado microbiológico del suelo, resultando perjudicial la combinación de los materiales orgánicos con la dosis máxima de fertilizante fosfórico (900 Kg ha<sup>-1</sup>). La adición de materiales orgánicos logra suplir las necesidades de carbono en estos suelos. Se obtuvo un mejor equilibrio entre los indicadores microbiológicos y los rendimientos del cultivo, cuando se combina los materiales orgánicos con la dosis mínima y media de fósforo (300 y 600 Kg ha<sup>-1</sup>) o cuando se aplican estos sin la fertilización mineral.

**PALABRAS CLAVE/** Cultivo protegido, Fertilización, fertilidad del suelo, indicadores microbiológicos

---

<sup>1</sup> Investigadora del Instituto de Suelos. Dirección Provincial; Camaguey

<sup>2</sup> Investigador del Instituto de Suelos.

<sup>3</sup> Investigador del Instituto de Suelos. Dirección Provincial; Camaguey

## **Evaluation of the Ferritic soils fertility in vegetables under conditions of protected cultivation.**

### **ABSTRACT**

In the province of Camaguey, 40% of the cultivation houses is located in the Ferritic soils, these they are characterized to have a low natural fertility. In these productive systems the specialists have not studied the nutrition with this type of soil, for what a handling of the fertilization is ignored adapted to obtain good yields conserving the fertility of the soil. In this sense, it was carried out an investigation whose objective was to evaluate the application of phosphoric fertilizer of bottom in combination with organic fertilizers, on the state of fertility of the Ferritic soil to achieve a sustainable production of the vegetables. Treatments of an experiment were selected with different dose of  $P_2O_5$ , organic fertilizer of bottom and casting. They were used as evaluative index the breathing activity, soil celulolitic and nitrifying capacity, pH(KCl), MO,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  and the yields of the cultivation. The results showed that the application of organic fertilizers, casting and phosphoric fertilizer in the studied doses, caused changes in the soil microbiologic state, being harmful the combination of the organic materials with the maximum dose of phosphoric fertilizer ( $900 \text{ Kg ha}^{-1}$ ). The addition of organic materials is able to replace the necessities of carbon in these soils. A better balance was obtained between the microbiológic indicators and the yields of the cultivation, when it combines the organic materials with the minimum and half dose of phosphorous ( $300$  and  $600 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) or when these are applied without the mineral fertilization.

**KEYWORDS/** protected culture, fertilization, fertility of the soil, microbiologic indicators.

### **INTRODUCCIÓN**

El cultivo protegido ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos en cualquier momento del año, (Casanova *et al.* 1999); a la vez que ha hecho posible alargar el ciclo del cultivo, no obstante, González (1999) refiere que el éxito de estas instalaciones radica en la calidad de las variedades recomendadas, la capacidad de modificar las condiciones ambientales y la protección del cultivo mediante el control del riego aéreo y terrestre, la fertilización y las atenciones culturales. Aún cuando existe una guía que regula todas las actividades en esta forma de producción, se plantea que es necesario ajustar las recomendaciones a las condiciones de cada lugar, sobre todo en la nutrición debido a que las características del suelo y el clima en cada región son diferentes.

En la provincia de Camaguey, el 40% de las instalaciones se encuentran ubicadas en los suelos ferríticos, los cuales se caracterizan por tener una fertilidad natural baja y alta fijación del fósforo que se añade con los fertilizantes, por lo que se ha determinado para algunos cultivos la conveniencia de realizar un enfosfatamiento inicial a fin de obtener óptimos

resultados. También, se han reportado por Pérez *et al.* (2003) deficiencias de este elemento en las hortalizas bajo condiciones protegidas, a las dosis que normalmente se aplican por fertirriego y mucho más aún si no se hace uso de algunas cantidades de abono orgánico de fondo que puedan contribuir a mejorar esa situación.

Además, en estos sistemas productivos no se ha estudiado la nutrición con este tipo de suelo, por lo que se desconoce un manejo de la fertilización adecuado para obtener buenos rendimientos conservando la fertilidad del suelo. En este sentido, se realizó una investigación cuyo objetivo fue evaluar la aplicación de fertilizante fosfórico de fondo en combinación con abonos orgánicos, sobre el estado de fertilidad del suelo ferrítico para lograr una producción sostenible de las hortalizas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en condiciones de producción en casas de cultivo protegido de hortalizas de la Empresa Cítrico Sola, ubicadas sobre suelo Ferrítico Rojo Típico (Hernández y Ascanio, 2005) que corresponde a un Rhodic Eutruxtox (USDA, 2006).

De un experimento de Tomate *variedad FA 179*, se seleccionaron tratamientos contrastes evaluar el efecto conjunto del abono orgánico y el fertilizante mineral (1, 2, 3, 4, 5,6), los mismos se relacionan en la Tabla 1: dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, abono orgánico de fondo y de humus de lombriz aplicado en la hilera de las plantas, los nutrientes aplicados por fertirriego fueron N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O: 98, 36, 154 kg ha<sup>-1</sup>. Las variedades utilizadas son de la firma Israelita, cuyas características aparecen en MINAG (1999) La preparación del suelo, siembra, riego, atenciones culturales y fitosanitarias se realizaron siguiendo el Manual para casas de Cultivo.

Tabla 1: Tratamientos contrastes sobre la fertilización mineral y orgánica.

t.ha <sup>-1</sup>			Kg ha <sup>-1</sup>	t.ha <sup>-1</sup>			Kg ha <sup>-1</sup>
TRA	AO	HL	FM	TRAT	AO	HL	FM
<b>1</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
<b>2</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>300</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>900</b>
<b>3</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>600</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Las muestras se llevaron al Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes, se secaron al aire a temperatura ambiente y se almacenaron bajo techo durante dos meses antes de realizar los análisis. Se utilizaron como índices evaluativos del estado microbiológico del suelo: la respiración basal (RB), la respiración inducida por carbono (RIC) y la inducida por carbono y nitrógeno (RICN), la capacidad nitrificadora real (NR) y potencial del suelo (NP) y el grado de descomposición de la celulosa (DC) (Font, 2008). Paralelo a las determinaciones

microbiológicas se analizaron químicamente las muestras de suelo en las áreas seleccionadas. Se le determinó pH (KCl), MO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> y se tuvo en cuenta los rendimientos medios del cultivo en el periodo 1991-1996. Los datos se procesaron estadísticamente mediante un ANOVA de clasificación simple y se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan con una confiabilidad del 95 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estado microbiológico del suelo Ferrítico en los tratamientos estudiados denota en primer lugar que la aplicación de abonos orgánicos, humus de lombriz y/o fertilizante fosfórico incrementó la respiración basal del suelo, lo que indica un aumento del número de microorganismos viables y de las reservas energéticas de la materia orgánica del suelo (Tabla 2), excepto en el tratamiento donde se utilizan los abonos orgánicos con la dosis máxima de fertilizante fosfórico (5), aún cuando la determinación química de los contenidos de materia orgánica no tuvo diferencias significativas (Tabla 3); se aprecia además que existen contenidos de fósforo y potasio, así como valores de pH adecuados para que los microorganismos realicen sus funciones (Tabla 3).

Tabla 2: Actividad respiratoria del suelo en algunos tratamientos.

TRAT	AO	HL	FM	RB	IRC	IRN	IRCN
t.ha <sup>-1</sup>			Kg ha <sup>-1</sup>	mg CO <sub>2</sub> . g s <sup>-1</sup>			
1	15	3	0	16.72abc	3.52c	10.84	74.36 b
2	15	3	300	12.94bc	17.86c	12.32	30.18 d
3	15	3	600	21.34ab	18.04c	13.64	31.68 d
4	30	6	0	25.96 <sup>a</sup>	3.04c	6.36	59.4c
5	30	6	900	7.92c	107.8 <sup>a</sup>	4.84	112.6 4 <sup>a</sup>
6	0	0	0	10.18c	65.28b	14.08	74.36 b
<b>Esx</b>				<b>2.65*</b>	<b>4.52*</b>	<b>3.96ns</b>	<b>3.49*</b>

Valores con letras distintas difieren a  $P \leq 0,05$  según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan

Asimismo, con el empleo de estos materiales se logran reducir las limitaciones del carbono, fenómeno reportado por otros autores en estos suelos plantados con cítricos bajo diferentes manejos de la fertilización. (Font *et al.*, 2002). Es válido señalar que estos materiales proporcionan las condiciones favorables para el desarrollo de la microflora, como se aprecia en (Tabla 2) los incrementos de la respiración a la adición de fuentes de carbono fácilmente degradables

como la glucosa y nitrógeno no son notables en este último no ha diferencias significativas entre las variantes (IRN), excepto en el caso de la dosis máxima estudiada donde se observa una estimulación de los microorganismos a la adición de esta fuente carbonada, este hecho señala la presencia de nitrógeno biológicamente disponible en el suelo para este incremento de la respiración (IRC), lo cual se manifiesta en el IRN, no obstante, esta estimulación de la actividad microbiana ha agotado las reservas energéticas en la materia orgánica del suelo como se presenta en la RB.

Tabla 3: Características químicas del suelo en los tratamientos estudiados.

TRAT	AO	HL	FM	pH	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MO
t.ha <sup>-1</sup>			Kg ha <sup>-1</sup>	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	mg 100 g s <sup>-1</sup>		%
1	15	3	0	6.8a	6.27 <sup>a</sup>	6.64d	10.64ab	4.34
2	15	3	300	6.78a	6.23 <sup>a</sup>	15.59c	9.16b	4.09
3	15	3	600	6.6a	5.98 <sup>a</sup>	21.14c	7.78b	4.15
4	30	6	0	6.63a	6.13 <sup>a</sup>	5.86d	10.32ab	4.89
5	30	6	900	6.5a	5.97 <sup>a</sup>	40.76a	8.57b	4.42
6	0	0	0	5.8b	5.22b	6.28d	10.16ab	4.27
<b>Esx</b>				<b>0.18*</b>	<b>0.18*</b>	<b>1.88*</b>	<b>1.48*</b>	<b>0.26ns</b>

AO: abono orgánico; HL: humus de lombriz; FM: Fertilizante mineral (SPT)

Valores con letras distintas difieren a  $P \leq 0,05$  según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan

Es interesante destacar que el incremento total de la respiración, o sea cuando se proporcionan las condiciones óptimas a la microflora (C/N =10) permiten demostrar que la afectación de la respiración basal de suelo en el tratamiento con la dosis máxima estudiada es consecuencia de una reproducción enérgica de microorganismos, además provoca una mineralización intensa de la materia orgánica del suelo que ha traído una disminución de sus reservas energéticas (Tabla 2), o sea en este caso el incremento de la actividad microbiológica resulta perjudicial ya que se han agotado en el suelo elementos energéticos presentes en la materia orgánica, lo que trae consigo una mayor degradación del suelo y pérdida de su fertilidad.

Un comportamiento similar encontraron Alfonso *et al.* (2004) en las reservas energéticas de la materia orgánica del suelo, a consecuencia de la aplicación de dosis elevada de nitrógeno al cultivo de la papa en suelos Ferralíticos de la Habana. De ahí la importancia que tiene el estudio de la actividad microbiológica del suelo, la cual tiende a buscar el equilibrio que hace falta en el suelo para la no alteración de procesos microbiológicos y bioquímicos que lejos de beneficiar en un momento determinado trae consigo la desestabilización del sistema.

En el comportamiento de la actividad celulolítica, (Fig. 1) se observa un aumento de la descomposición de la celulosa en los tratamientos con fósforo, lo

cual se justifica debido a la utilización activa de este elemento por los microorganismos celulolíticos en la descomposición de esta fuente de carbono (Fernández y Novo, 1988). Esto denota una alta mineralización del carbono, que en el caso de la dosis máxima estudiada de fertilizante fosfórico, abono orgánico y humus de lombriz resulta perjudicial, si se tienen en cuenta los resultados obtenidos en la respiración.

En el caso de la nitrificación ocurre diferente, se observa una afectación de la capacidad de estos grupos microbianos en oxidar el amonio a nitrato con el incremento del fertilizante fosfórico. Algunos autores como Primavesi (1990) reportaron un efecto favorable del fósforo en la nitrificación; resultados similares obtuvieron Font *et al.* (2005) en estos suelos, con la aplicación de fósforo en agroecosistemas cítricos hasta  $150 \text{ Kg ha}^{-1}$ , en el caso que ocupa, este comportamiento se pudiera atribuir a un efecto tóxico de los nitrificantes, ya que al aplicar cantidades excesivas de fósforo, pueden ocurrir reacciones químicas con el hierro, elemento abundante en este tipo de suelo; además, la nitrificación de forma general, resultó inferior a la reportada bajo condiciones diferentes en estos suelos (Font, 2008) y en otros suelos (Chaveli *et al.*, 2002; Chaveli *et al.*, 2006).

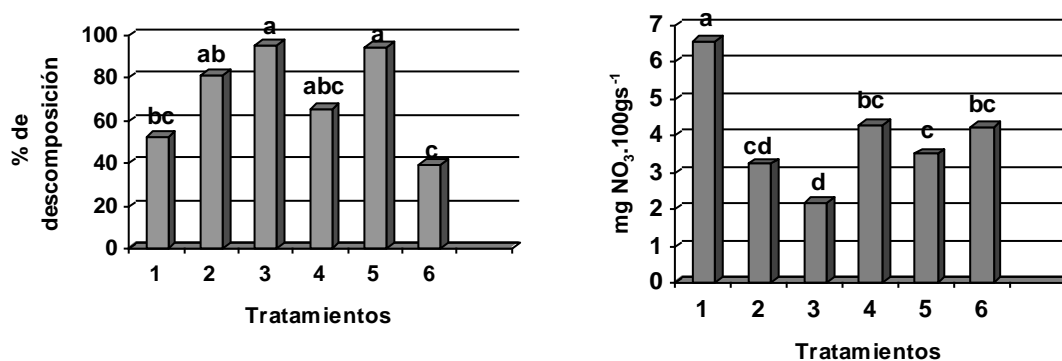


Fig 1: Comportamiento de la actividad celulolítica y nitrificadora en los tratamientos estudiados.

Al vincular la actividad respiratoria con los rendimientos del cultivo (Fig.2) se observa un aumento en los rendimientos a partir de la combinación del fertilizante fosfórico con los abonos orgánicos y estos últimos en la dosis máxima estudiada (4), sin embargo, a pesar de obtenerse con la combinación de los tres abonos en las mayores concentraciones (5) un incremento de los rendimientos, en este tratamiento se produjo una alta mineralización de la materia orgánica del suelo, la cual provocó una disminución de sus reservas energéticas (RB), aunque los nutrientes liberados hayan sido asimilados por el cultivo, esto trajo consigo una afectación en la fertilidad del suelo.

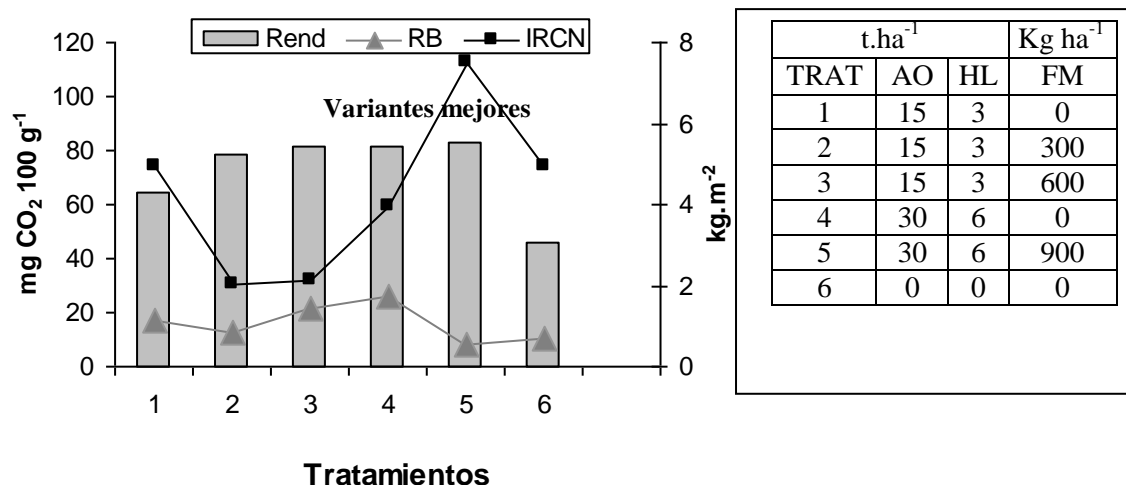


Fig 2: Relación de la actividad respiratoria con los rendimientos en los tratamientos estudiados

## CONCLUSIONES

- La aplicación de abonos orgánicos, humus de lombriz y fertilizante fosfórico en las dosis estudiadas, provocó cambios en el estado microbiológico del suelo, resultando perjudicial la combinación de los materiales orgánicos con la dosis máxima de fertilizante fosfórico (900 Kg ha<sup>-1</sup>)
- La adición de materiales orgánicos logra suplir las necesidades de carbono en estos suelos.
- Se obtuvo un mejor equilibrio entre los indicadores microbiológicos y los rendimientos del cultivo, cuando se combina los materiales orgánicos con la dosis mínima y media de fósforo (300 y 600 Kg ha<sup>-1</sup>) o cuando se aplican estos sin la fertilización mineral

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, C.A.; Monedero, M.; Calero, B.; González, B.; Pascual J.A.; La'O, M.; Uriarte, R. (2004). Recuperación de los suelos degradados dedicados a cultivos varios del agroecosistema del sur de La Habana". Segundo lugar en el concurso Andrés Aguilar Santelises 2004, otorgado por La Sociedad Latinoamericana de La Ciencia del Suelo en su *Congreso XVII*, celebrado en Cartagena Colombia. 54 p.
- Casanova, A. (1999) .Guía técnica para la producción protegida de hortalizas en Casas de Cultivo tropical con efectos de "sombra". MINAGRI. Instituto de Investigación Hortícola "Liliana Dimitrova." Habana. p 13-21.



- Chaveli, P.; Font, L.; Gandarilla, J.; Calero, B.; Mendoza, L. (2002) .Estudio microbiológico de un Suelo Pardo sin Carbonato propenso a la erosión para un manejo agrícola sostenible. Centro Agrícola No 4, 66-70
- Chaveli, P.; Font, L.; Calero, B.; López, P.; Francisco, A.M.; Caballero, R.D. y Valenciano, M. (2006). Evaluación de algunos indicadores microbiológicos en dos suelos arroceros de la provincia de Camagüey, Cuba. *ITEA*. 102(1):3-12.
- Fernández, C. y Novo, R. (1988). Vida microbiana en el suelo. 1ª y 2ª Parte. Ed. Pueblo y Educación: 525p.
- Font L. (2008). Estimación de la calidad del suelo: Criterios físicos, químicos y biológicos. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. p.105
- Font, L.; Calero, B.; Del Castillo, A. (2002). Estado microbiológico del suelo, base del manejo integral de un agroecosistema citrícola. *LEISA. Rev de Agroecología*. **18(3)**.
- Font L.; Chaveli, P.; Calero, B.; Guerra, A.; López, P. y Valenciano, M. (2005). Evaluación del estado microbiológico de un Cambisol Ferrálico cultivado de papa con diferentes manejos de fertilización. *Centro Agrícola* 1:71-79.
- González, L.J. (1999). Agricultura con techo / L j González. Juventud Rebelde. (491) 4 en RED, 16 de mayo.
- Hernández, A. y Ascanio O. (2005). The development of Soil Classification in Cuba. Vol 38. No 12:1342-1346.
- MINAG. (1999). Manual para casa de cultivo protegido. Asociación Nacional de Cultivos Varios. Instituto de Investigaciones Hortícolas " Liliana Dimitrova ". p 50 - 55.
- Pérez, D. (2003). Informe final del proyecto "Producción Sostenible de Hortalizas en Casas de Cultivo Protegido Ubicadas en Suelo Ferrítico". Dirección provincial de Suelos. Archivo, 43 p.
- Primavesi, A. (1990). Manejo Ecológico do Solo. A agricultura em regioes tropicales. 9ª ed. Nobel, Brasil. 549p.
- USDA (United States Department of Agriculture).(2006). Keys to soil taxonomic. Soil conservation service. Tenth Edition. 324 p.