



LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y SU IMPORTANCIA EN EL EMPLEO DE BIOPRODUCTOS EN LA PROVINCIA DE SANCTI SPÍRITUS

The fertility of soils and their importance in the bioproductos employment in the country of Sancti Spíritus

Alfredo A. Calderón Puig[✉], Yosnel Marrero Cruz, José V. Martín Cárdenas e Isoel Mayo

ABSTRACT. The work was carried out in the farm «Batey Colorado» of the Several Crops Enterprise «Valle Caonao» in Meneses, municipality of Yaguajay, on Lixiviated Red Ferralitic soil. Were carried out soils samplings to determine the following chemical properties: the soil reaction, organic matter content, phosphorus and exchangeable cations. For the two electric machines of central pivot (EMCP) the soil reaction is manifested as acid and lightly acid, organic matter content overcome in both cases 3 % considered as means, the phosphorus like very high for the soils of both MEPC. Exchangeable cations: the potassium is reported as high in both cases, the calcium and magnesium as very low, and for the sodium, the values are low those that are appropriate for this of soil type. The knowledge of the contained of nutritious of the soil and the employment of biological products, facilitate to carry out an appropriate handling of the fertilization, improving the nutrition of the plants that are cultivated and getting a reduction of the doses of the used fertilizers.

Key words: soil, nutritious, fertility, sampling

RESUMEN. El trabajo se realizó en la granja «Batey Colorado» de la Empresa Cultivos Varios «Valle Caonao» en Meneses, municipio de Yaguajay, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. Se realizaron muestreos de suelo para determinar las propiedades químicas siguientes: la reacción del suelo, el contenido de materia orgánica, el de fósforo y el tenor de los cationes cambiables. Para las dos máquinas eléctricas de pivote central (MEPC) la reacción del suelo se manifestó como ácida y ligeramente ácida, los contenidos de materia orgánica superan en ambos casos el 3 % por lo que se consideran como medios y el fósforo estuvo muy alto para los suelos de ambas (MEPC). En relación a los cationes cambiables: el potasio se reporta como alto en ambos casos, el calcio como bajo por lo general, el magnesio como bajo y para el sodio los valores son bajos, los que resultan adecuados. El conocimiento de los contenidos nutrimentales del suelo y el empleo de productos biológicos, posibilita realizar un manejo adecuado de la fertilización, mejorando la nutrición de las plantas que se cultiven y consiguiendo una reducción de las dosis de los fertilizantes empleados.

Palabras clave: suelo, nutrientes, fertilidad, muestreo

INTRODUCCIÓN

La introducción en la agricultura cubana de la variedad de maíz FR-Bt-1 en la campaña 2010, requirió del conocimiento de algunas propiedades químicas de los suelos Ferralíticos Rojos ubicados en la granja «Batey Colorado» de la Empresa de Cultivos Varios «Valle Caonao», para estudiar la aplicación de EcoMic[®] y Fitomas-E[®] en el comportamiento de esta variedad y sus rendimientos, entidad donde se siembra una extensa área de la misma.

El maíz FR-Bt-1, es una variedad sintética de genotipo amplio, resistente a la palomilla del maíz y tolerante al herbicida glufosinato de amonio, cuyas características son: mayor heterosis que una variedad de polinización abierta, panojas bien desarrolladas que dispersan polen por un largo periodo de tiempo, garantizando el llenado de las mazorcas y alta flexibilidad de adaptación a las condiciones cambiantes típicas de la producción en el trópico y que posee un alto potencial de rendimiento.

Los biofertilizantes sólidos que se producen bajo la denominación EcoMic[®] están formulados a partir de esporas, micelios y raicillas infestadas de especies nativas de hongos micorrizógenos (HMA), que se mantienen en un soporte sólido (patente OCPI # 22641). El EcoMic[®] se aplica a la semilla antes de la siembra, es capaz de incrementar el sistema radical de las plantas, incrementando la eficiencia en la absorción de nutrientes

M.Sc. Alfredo A. Calderón Puig; M.Sc. Yosnel J. Marrero Cruz y José V. Martín Cárdenas, Especialistas del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700; Isoel Mayo, Ingeniero Agroindustrial, granja «Batey Colorado», Empresa Cultivos Varios «Valle Caonao», Iguará, Yaguajay, Sancti Spíritus.

✉ calderon@inca.edu.cu; ymarrero@inca.edu.cu

y de agua, al explorar más sitios que las plantas no micorrizadas, así como aumenta también la resistencia de los cultivos a los daños causados por el estrés por salinidad y sequía entre otros beneficios, mejorando la calidad de los cultivos y el incremento de los rendimientos (1).

El FitoMas-E® es un fitoestimulante, obtenido como derivado de la industria azucarera cubana, producido a base de sustancias bioquímicas de alta energía propias de los vegetales superiores, principalmente aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos, que puede aplicarse directamente al área foliar de la planta, así como en sistemas de fertirriego durante cualquier fase fenológica de un cultivo, independientemente de la parte del vegetal que constituya el interés económico de la cosecha, con acción fitoestimulante, suministro de nutrientes y antiestrés. Estimula el crecimiento y desarrollo de las raíces, tallos y hojas, mejora la nutrición de las plantas, potencia la acción de los fertilizantes químicos, permitiendo reducir sus dosis, incrementa la resistencia de las plantas a los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad y temperatura, aumentando los rendimientos (2).

La utilización de estos dos productos biológicos fue necesario insertarla dentro del escalado del maíz FR-Bt-1 en Cuba. La introducción de estos bioproductos en la tecnología de producción de esta variedad de maíz la hacen más ecológica y, a su vez, le proporcionan un impacto económico, al reducir las dosis de fertilizantes minerales, posibilitando la sustitución de importaciones en el uso de insumos químicos empleados, el maíz transgénico debe garantizar altos rendimientos y tendrá una importante absorción de nutrientes, que no se garantizará de forma sostenible por el nivel de fertilidad del suelo.

Tomando en consideración estas cuestiones se planteó como objetivo realizar un diagnóstico de algunas de las propiedades químicas del suelo utilizado en la siembra de maíz transgénico con el empleo de dos bioproductos de origen nacional, sin comprometer la fertilidad de las áreas empleadas en cada campaña por el alto potencial de rendimiento de la variedad BR-Bt-1, manteniendo el equilibrio suelo-planta-microorganismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la superficie agrícola de dos máquinas eléctricas de pivote central (MEPC), en la granja «Batey Colorado» de la Empresa Cultivos Varios «Valle Caonao», en Meneses, municipio de Yaguajay, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (3), correlacionado a Nitisol Ródico Eútrico (4).

Se realizó un muestreo inicial de suelos con barrena, en el que se tomaron dos muestras compuestas por diez submuestras en forma diagonal a la profundidad de 0-20 cm. Las muestras después del proceso de secado, cuarteado y molinado se llevaron al laboratorio de suelos del Instituto

Nacional de Ciencias Agrícolas para realizar las determinaciones.

Los análisis químicos se realizaron según las técnicas establecidas para el laboratorio. Se efectuaron las técnicas que se mencionan a continuación: pH, medido potenciométricamente en la relación suelo: agua (1:2,5); el contenido de materia orgánica por digestión húmeda con dicromato en medio ácido (Walkley-Black). Los cationes intercambiables por: extracción con NH_4AC , 1 mol.L⁻¹ a pH 7 y determinación por valoración con EDTA (Ca y Mg) y fotometría de llama (Na y K), de acuerdo con la metodología establecida (5). Además, se realizaron las determinaciones de fósforo disponible por extracción con ácido sulfúrico, según la técnica de Oniani (6). Para establecer las categorías del pH y de la fertilidad para cada nutriente se empleó como referencia las tablas de interpretación propuestas (7).

Los análisis estadísticos se realizaron por el paquete estadístico Statgraphics_Plus-5.1-Pro_Esp., realizándose una comparación de las muestras en cada propiedad agroquímica estudiada, el método utilizado para discernir entre las muestras, fue el procedimiento de Duncan de comparaciones múltiples.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del trabajo serán discutidos por separado para cada una de las máquinas eléctricas de pivote central, cuyas características se expresan más adelante, mostrándose los resultados en las figuras que se presentan, abarcando desde la reacción del suelo (pH) hasta la capacidad de cambio de bases (CCB).

La máquina eléctrica de pivote central Kuban-7 está ubicada en la intersección de la carretera al poblado de «Batey Colorado» con la carretera de Rancho Chico a Meneses, en un relieve con cierta ondulación en la parte norte, limitando con áreas de pastos, por el oeste y el este limita con plantaciones de mango y por el sur con cultivo de yuca. El cultivo precedente fue la papa.

La máquina eléctrica de pivote central Kuban-3 está ubicada sobre un relieve predominantemente llano, situada entre la carretera de Rancho Chico a Meneses y la del Tranque a Iguará, por el norte limita con cultivos de yuca, por el sur y el oeste con cultivos de maíz y por el este con la carretera a Iguará. El cultivo precedente también fue la papa.

MÁQUINA ELÉCTRICA DE PIVOTE CENTRAL KUBAN-7

La reacción del suelo se ilustra en la Figura 1, se manifiesta como ácida aunque solo el valor de la muestra 6 se comporta como ligeramente ácida, reportándose un p-valor de 1,00 superior a 0,05, por lo que no existen diferencias significativas entre las muestras.

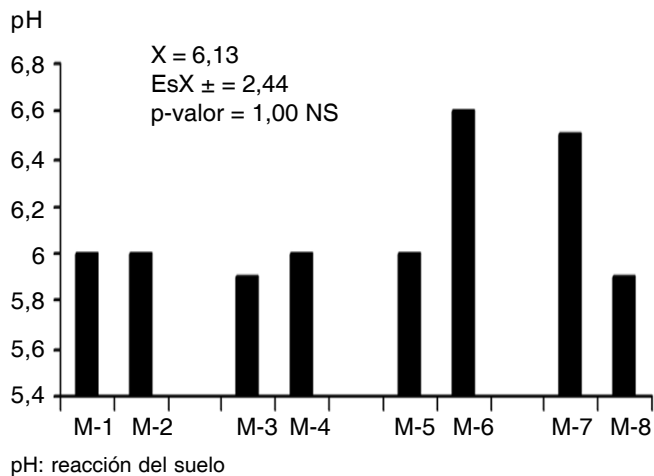


Figura 1. La reacción del suelo en la máquina Kuban-7

En experimentos desarrollados en pastos al este de La Habana, en condiciones de campo, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (FRL) se determinaron pH de 6.5 considerando la reacción de este suelo como ligeramente ácida (8), lo cual es muy similar a lo obtenido por otro autor, que investigando el funcionamiento del EcoMic® y Fitomas-E® en el cultivo del boniato, en un suelo FR al norte de la actual provincia de Mayabeque, informó pH ligeramente ácidos (9), señalando además, que ese suelo Ferralítico Rojo presentó una reacción adecuada para la mayoría de los cultivos por lo que no debe interferir en el empleo de los bioproductos.

En la Figura 2 se muestran los contenidos de materia orgánica, que son superiores a 3 %, lo cual se considera como media para estas condiciones de suelo y no se presentan diferencias significativas al obtenerse un p-valor de 1,00.

Sin embargo, en una finca con suelo Ferralítico Rojo Lixiviado en la provincia de Mayabeque, varios autores (10, 11, 12) reportaron contenidos bajos de materia orgánica, asociados a la explotación intensiva de diferentes cultivos y el inadecuado manejo del suelo.

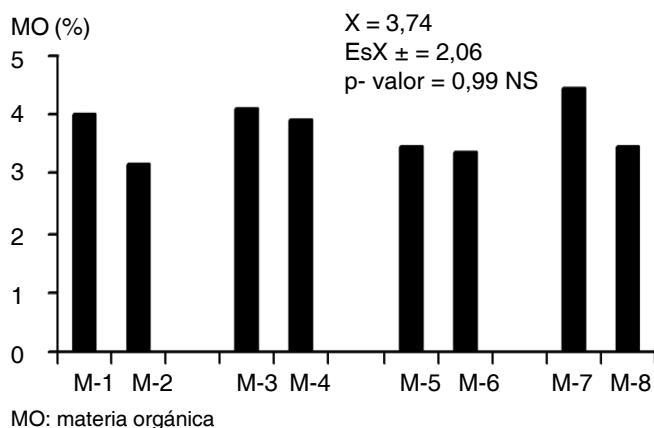
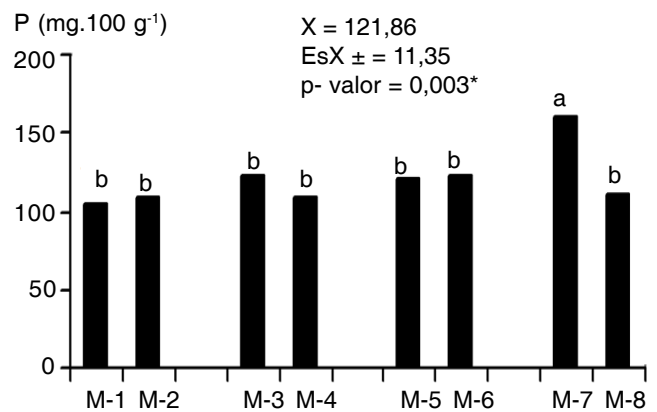


Figura 2. La materia orgánica del suelo en la máquina Kuban-7

En el manejo inadecuado de los agroecosistemas de la Empresa de Cultivos Varios Güira de Melena, en la anterior provincia de La Habana, varios autores explicaron que los resultados encontrados estuvieron influenciados por un conjunto de factores limitantes de la agroproductividad de las tierras en esa empresa, siendo el bajo contenido de materia orgánica el segundo fenómeno que más impactos severos causa al recurso suelo (13). Como los contenidos de MO en estos suelos son medios, es recomendable la aplicación de prácticas de manejo agrícola que tiendan a la conservación y aumento de dicho contenido.

Para el fósforo, como se muestra en la Figura 3, los tenores encontrados en las superficies de esta máquina fueron superiores a 100 mg.kg^{-1} , lo que significa que para todas las muestras estos contenidos son muy altos. Lo cual pudiera ser causa de que estos suelos fueron dedicados, durante muchos años, al cultivo de la caña de azúcar y desde hace un tiempo esas superficies agrícolas pasaron a la producción de alimentos, siendo actualmente explotadas con el cultivo de la papa, por lo que han estado expuestas durante mucho tiempo a las fertilizaciones minerales fosfóricas con altas dosis de este nutriente.



P: fósforo

* Medias con letras iguales no difieren para 95 % de confianza según test de Rangos Múltiples de Duncan

Figura 3. El contenido de fósforo del suelo en la máquina Kuban-7

Realizando investigaciones en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado se encontraron tenores muy elevados de este nutriente (10, 11, 12). En otros resultados fue reportado un desequilibrio en los nutrientes, debido a los contenidos elevados de P_2O_5 (13). La asociación simbiótica planta-hongo se ve afectada por una baja o elevada concentración de P (14).

Se puede apreciar en la Figura 4, que los valores de potasio se encuentran en los rangos de 0.44 a $0.51 \text{ cmol.kg}^{-1}$, los que se consideran como tenores ligeramente altos para estos suelos y no se reportan diferencias significativas entre las muestras, al obtenerse un p-valor de 1,00 superior a 0,05.

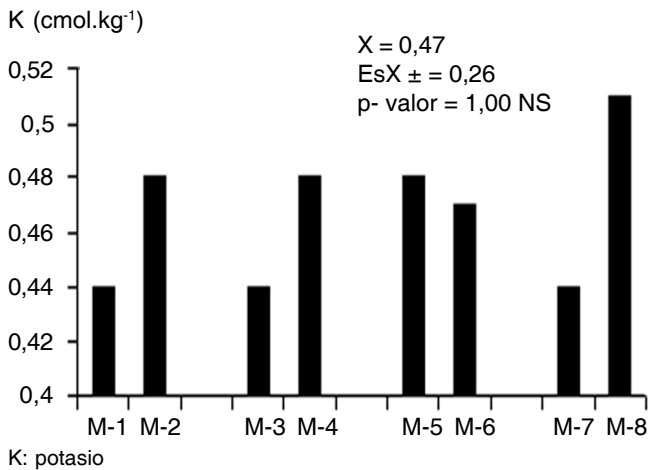


Figura 4. Contenidos de potasio en la máquina Kuban-7

Este es otro nutriente que se ha suministrado a estos suelos en elevadas dosis cuando eran dedicados al cultivo de la caña de azúcar, y actualmente, reciben suministros elevados para la cosecha de papa, pero también pudiera estar asociado este fenómeno a los materiales de origen de estos suelos. En otros estudios se ha reportado un desequilibrio en los nutrientes, debido a los contenidos elevados de K_2O (13).

El contenido de calcio se observa en la Figura 5, se determinaron contenidos desde 10 hasta 14.5 $cmol.kg^{-1}$, los que se consideran bajos para estos suelos, sin mostrar diferencias estadísticas entre las muestras al lograr un p-valor de mayor de 0,05. Los valores más bajos de este elemento pudieran deberse al lavado de las bases en estos suelos.

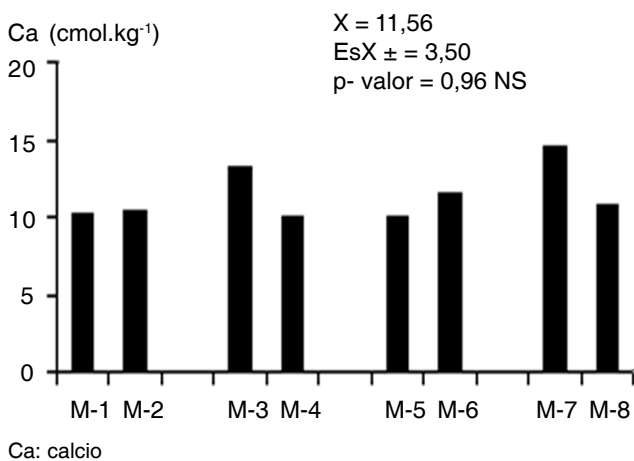


Figura 5. Contenidos de calcio en el suelo de la máquina Kuban-7

En estudios realizados en una finca en la antigua provincia de La Habana, muy próximo a la capital de Mayabeque, se encontraron niveles muy similares para este catión, los que se consideran como bajos para este tipo de suelo al ser inferiores a 20 $cmol.kg^{-1}$ (12).

En la Figura 6 se muestra el contenido de magnesio, el que fluctuó entre 1.3 y 4.3 $cmol.kg^{-1}$, se encontró un p-valor superior a 0,05 por lo que no se manifestó diferencias estadísticas entre las muestras. La mayoría de las muestras reportan contenidos que se consideran como medios, los contenidos más bajos pudieran deberse a un lavado de este nutriente. También este catión se encuentra en niveles propios para estos suelos y son similares a los reportados en otros trabajos (12).

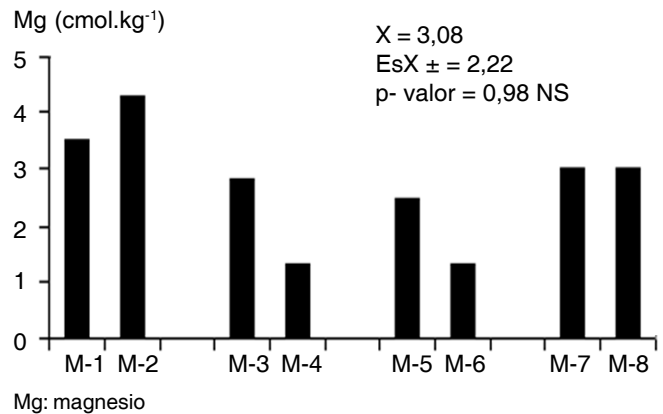


Figura 6. Contenidos de magnesio en el suelo de la máquina Kuban-7

Los valores de sodio aparecen en la Figura 7 y fueron inferiores a 0.13 $cmol.kg^{-1}$, por lo que se valoran como adecuados para este tipo de suelo y no se manifiestan diferencias significativas entre las muestras, toda vez que el p-valor obtenido es superior a 0,05. En suelos Ferralíticos Rojos se han reportado tenores para el sodio desde 0,04 a 0,13, en correspondencia con los obtenidos en este trabajo (11, 12, 15).

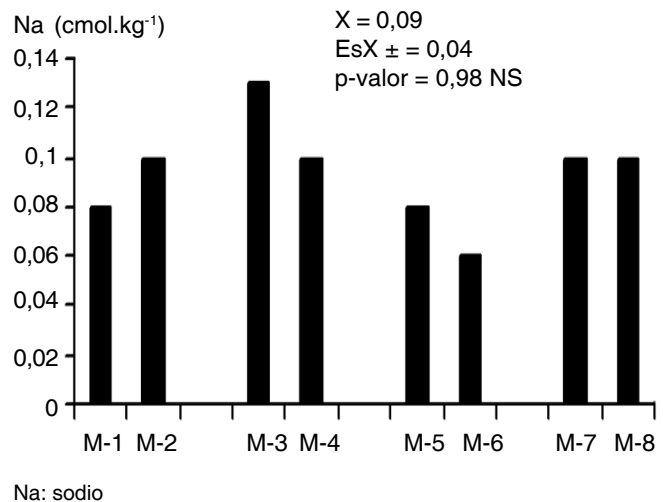


Figura 7. Contenidos de sodio en el suelo de la máquina Kuban-7

Por su parte, en la Figura 8 se muestra la capacidad de cambio de base (CCB) en el suelo de esta máquina, la cual logró un valor de 14.60 $cmol.kg^{-1}$, correspondiendo el mayor porcentaje al catión Ca^{++} con 77.40 %, seguido

del Mg^{++} con 19 %, el K^+ con algo más del 3 %, y el Na^+ en un nivel adecuado para este tipo de complejo absorbente. La CCB oscila para estos suelos desde 10-15 $cmol.kg^{-1}$ y, además, son suelos saturados en Ca^{++} donde este ocupa más del 70 % de la CCB (16).

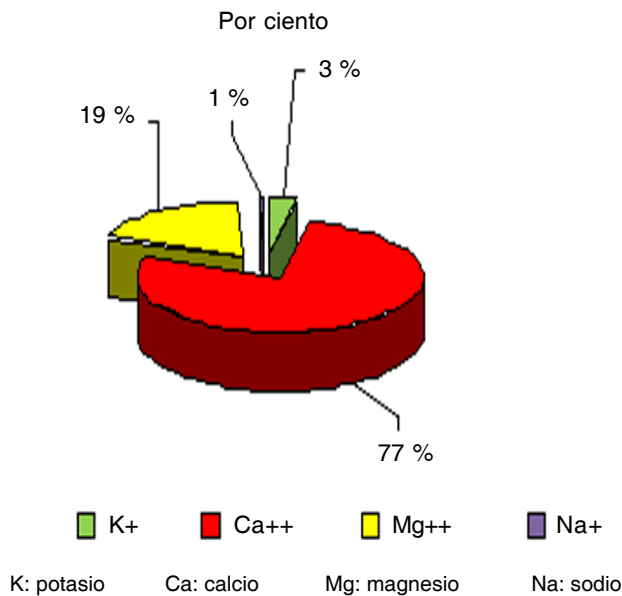
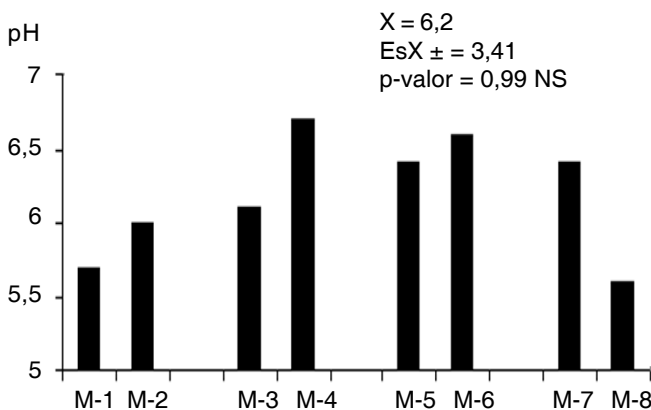


Figura 8. Representación del porcentaje de los cationes en relación con la CCB en el suelo de la máquina (Kuban-7)

MÁQUINA ELÉCTRICA DE PIVOTE CENTRAL (KUBAN-3)

El equilibrio ácido-básico, en la superficie agrícola de esta máquina, se ilustra en la Figura 9; se encontraron valores que se ubican en la categoría de ácido para la mayoría de las muestras y ligeramente ácido solamente en las muestras 4 y 6, con los valores más altos. No se reportan diferencias significativas ya que estas muestras alcanzan, en su comparación, un p-valor de 0,99 superior al establecido de 0,05.



pH: reacción del suelo

Figura 9. La reacción del suelo en la máquina Kuban-3

Para suelos que han sido muy explotados agrícolamente (perturbados) el pH por lo general tiende al incremento¹. Sin embargo, estas áreas objeto de estudios, actualmente destinadas a la producción del cultivo de la papa, que han recibido la aplicación de fertilizantes minerales para el nutrimento del cultivo, es quizás, la causa de que su reacción del suelo se mantenga como ácida y ligeramente ácida, lo que ocurre también en los suelos de la máquina Kuban-7.

En otros trabajos el pH fue evaluado de muy ácido, presentando ligeras variaciones de un perfil a otro en los dos primeros horizontes, pues existe mayor equilibrio en las profundidades, esto puede estar relacionado con que los primeros horizontes experimentan muchas transformaciones debido a las labores que se realizan, fundamentalmente en la preparación de suelo tradicional y, en ocasiones, al efecto residual de aporte de algunos fertilizantes químicos que tienden a acidificar el medio; esto ha proporcionado que en muchos casos esto constituya una limitante para los cultivos agrícolas (17).

Para la materia orgánica, como se presenta en la Figura 10, se reportan contenidos que se estiman en las categorías de medios, para todas las muestras. El p-valor alcanzado es también superior a 0,05 por lo que no se reportan diferencias estadísticas entre las muestras.

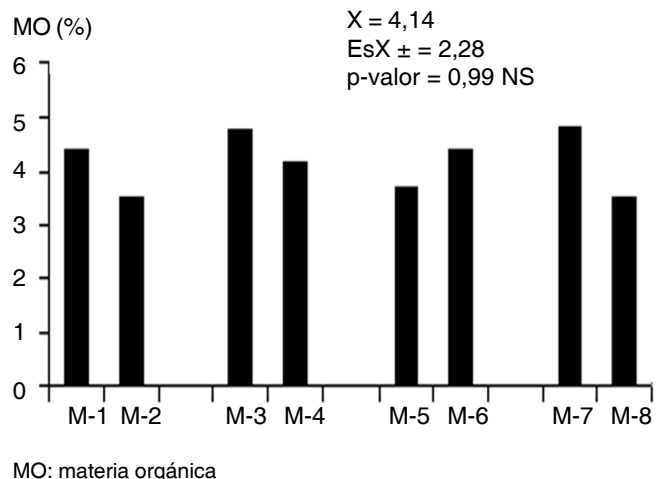


Figura 10. La materia orgánica del suelo en la máquina Kuban-3

Estos suelos a pesar de su uso intensivo y continuado durante el año, reciben altas dosis de fertilizantes minerales y también los residuos de las cosechas que se incorporan como material para el reciclaje de los nutrientes, siendo quizás la causa de que se mantengan estos contenidos de materia orgánica.

¹ Hernández, A. y Morell, F. Función ecológica de los suelos y su transformación de los ecosistemas a agroecosistemas: suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados. Conferencia. En: Encuentro Nacional de Papa, INCA, La Habana, 2005.

Este suelo muestra estar mejor conservado, que los reportados por estudios de otros investigadores, que han encontrado un contenido bajo de materia orgánica en área de cultivo intensivo (11), lo que pudiera estar asociado a factores antrópicos (18).

Para el fósforo, como se ilustra en la Figura 11, todos los tenores fueron muy altos, el mayor contenido lo reporta la muestra 7, manifestándose diferencias estadísticas entre las muestras, al lograr la comparación de las mismas un p-valor inferior a 0,05.

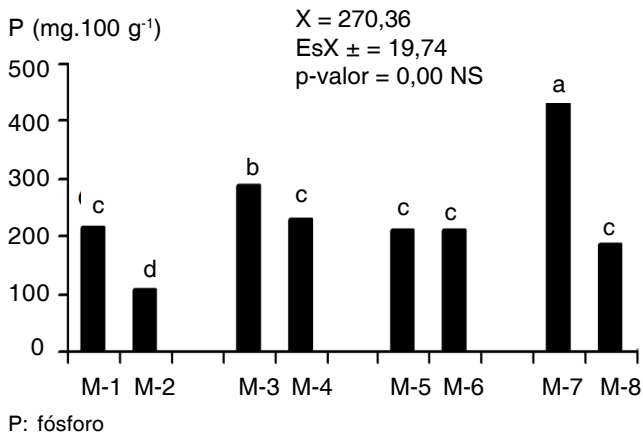


Figura 11. El contenido de fósforo del suelo en la máquina Kuban-3

Estos tenores muestran cómo un tipo de enfosfatamiento de estos suelos por las aplicaciones constantes de fertilizantes minerales con altos contenidos de fósforo, cuando los mismos eran explotados con el monocultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*) y actualmente con la producción anual de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Tenores muy elevados han reportado otros autores, muy similares a los obtenidos en este estudio (12, 15).

El comportamiento del potasio se reporta en la Figura 12, los contenidos se valoran como altos para este catión en estos suelos, lo que demuestra que el suelo está abastecido del mismo, debido quizás a los materiales de origen y las aplicaciones de este nutriente en las continuas fertilizaciones con este elemento. Se han reportado en este tipo de suelo tenores de potasio superiores a 1,0 cmol.kg⁻¹ (11, 12).

El calcio que aparece en la Figura 13 asume valores desde bajos a medios.

En la valoración del comportamiento de las propiedades físico-químicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, se plantea que en los perfiles estudiados y distribuidos se observa que los contenidos de Ca²⁺ en la capa superficial generalmente son bajos, a pesar, de que este catión predomina en el complejo absorbente, cuya causa pudiera estar dada por el continuo lavado del elemento (20).

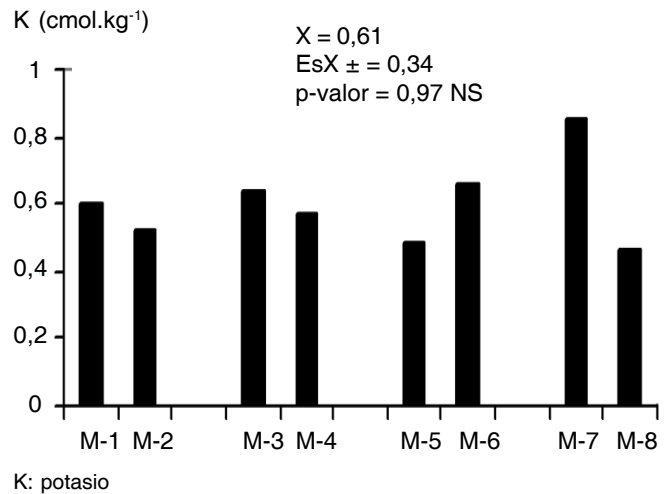


Figura 12. El contenido de potasio del suelo en la máquina Kuban-3

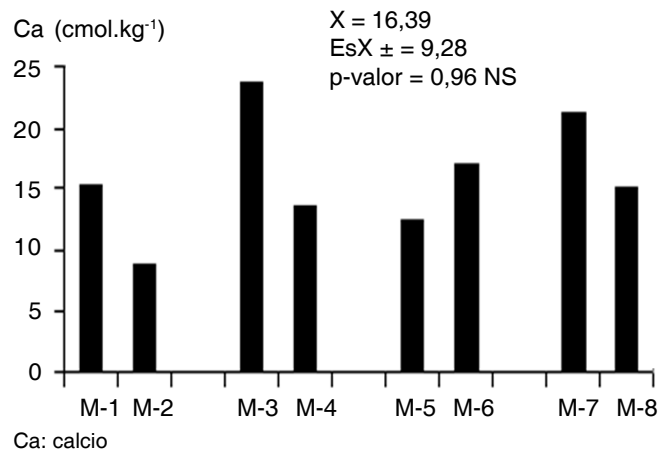
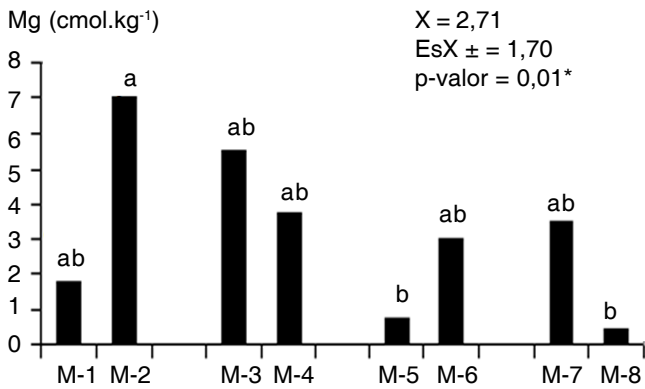


Figura 13. El contenido de calcio del suelo en la máquina Kuban-3

El magnesio se presenta en la Figura 14, con resultados considerados como bajos en las muestras 1, 5 y 8, pero los correspondientes a las otras cinco muestras se ubicaron en la categoría de medios, encontrándose diferencias significativas para las muestras, al obtenerse un p-valor de 0,01. Resultados similares se han reportado en otros estudios en suelos Ferralíticos Rojos (11, 12), quizás el comportamiento del magnesio se deba también al lavado de esta base en el funcionamiento de estos suelos. Parte de los nutrientes absorbidos del suelo son almacenados temporalmente en la biomasa micorrízica, contribuyendo a la reducción de la inmovilización causada por las reacciones de absorción con los coloides del suelo, la precipitación y las pérdidas por lixiviación (19).

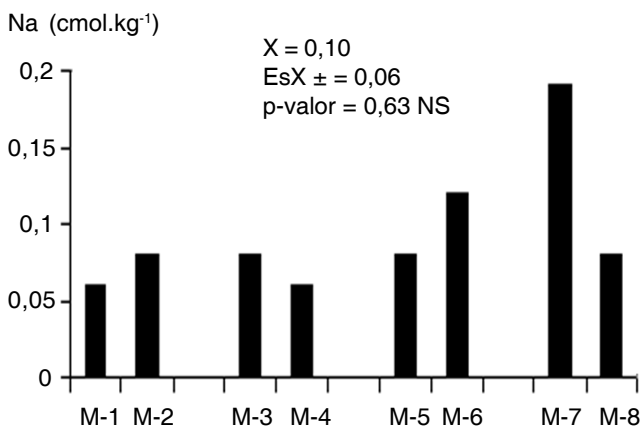
El sodio se muestra en la Figura 15, reportándose contenidos inferiores a 0,19 cmol.kg⁻¹ y solamente en las muestras 6 y 7 estuvo por encima de 0.1 cmol.kg⁻¹, estos contenidos son adecuados para estos suelos, también en otros análisis se han reportado valores similares (12), lo cual corrobora estos resultados y que son contenidos que no comprometen en nada el desarrollo de los cultivos.



Mg: magnesio

* Medias con letras iguales no difieren para 95 % de confianza según test de Rangos Múltiples de Duncan

Figura 14. El contenido de magnesio del suelo en la Kuban-3

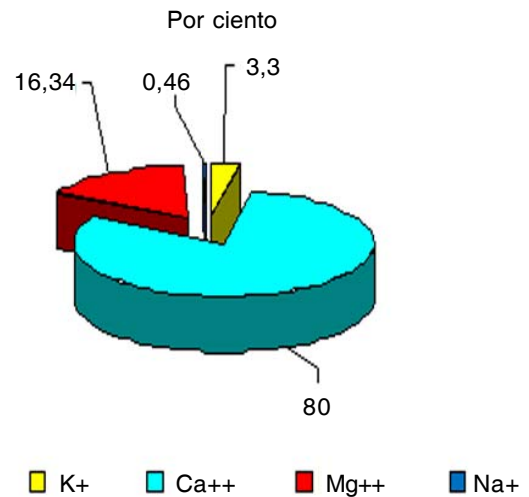


Na: sodio

Figura 15. El contenido de sodio del suelo en la Kuban-3

En la Figura 16, se muestra la capacidad de cambio de base (CCB) encontrada en este suelo, donde se obtuvo un valor de 19.77 cmol.kg⁻¹, el que comparado con el de los suelos de la Kuban-7 es superior en 4 cmol.kg⁻¹, correspondiendo el mayor porcentaje al catión Ca⁺⁺ con 77.40 %, seguido del Mg⁺⁺ con 18.56 %, el K⁺ con algo más del 3 %, y el Na⁺ en un nivel adecuado para este tipo de complejo absorbente. En este suelo también se corroboran los resultados encontrados en estudios de perfiles de suelo, donde se plantea que la CCB debe estar entre 10 y 15 cmol.kg⁻¹ (16).

Los suelos Ferralíticos Rojos merecen especial atención por ser los más productivos del país, y porque constituyen la base alimentaria de la población de las provincias de Mayabeque, Artemisa, La Habana, Matanzas, Ciego de Ávila y Sancti Spíritus, los cuales sufren un proceso de degradación provocada por el hombre.



K: potasio Ca: calcio Mg: magnesio Na: sodio

Figura 16. Representación del porcentaje de los cationes en relación con la CCB en el suelo de la máquina (Kuban-3)

Se deben tener en cuenta los altos tenores de fósforo y potasio para establecer los programas de fertilizaciones, como factores que pueden limitar el desarrollo de los cultivos con alta calidad biológica y comprometer los rendimientos de los cultivos.

Los factores que afectan la respuesta de las plantas a la colonización por hongos micorrízicos (EcoMic[®]) comprenden la dependencia que posee el cultivo de la micorriza, el estado de los nutrientes del suelo y la calidad del inóculo de los hongos micorrízicos arbusculares con que se trabaje. Por lo que la efectividad de la inoculación no solo depende de la selección adecuada de la cepa de HMA empleada, sino del suministro de nutrientes o riqueza del sustrato en que crecen las plantas (19, 20). De todos los factores con fines productivos que influyen en la dinámica de las comunidades de HMA y su asociación con las plantas, los más importantes son las prácticas agrícolas. Así, el laboreo del suelo o largos períodos de barbecho, como también secuencias de rotación de cultivos incluyendo plantas hospederas y no hospederas afectan el desarrollo, la actividad y la diversidad de los HMA (21).

La imperante necesidad de buscar vías que mejoren la eficiencia en la utilización de los fertilizantes minerales y el auge adquirido por la implantación de tecnologías cada vez menos agresivas al ecosistema y los recursos naturales, han dado nueva vida e impulso notable a la idea del uso de los biofertilizantes producidos con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y los fitoestimuladores, como es el caso del FitoMas-E[®] (9).

En Cuba, el arribo de los años 90 trajo además de severas limitaciones para la adquisición de los insumos necesarios, nuevas concepciones acerca del manejo de la fertilización mineral, condicionada por una creciente

preocupación, a escala internacional, por la conservación del entorno. Es por ello que se recurre a la utilización, en escala creciente, de productos biológicos que actúan de forma coordinada en la interfase suelo-raíz (11).

REFERENCIAS

1. Plana, R.; González, P. J.; Dell'Amico, J. M.; Fernández, F.; Calderón, A. y Marrero, Y. Efecto de dos inoculantes micorrízicos arbusculares (base líquida y sólida) en el cultivo del trigo duro (*Triticum durum*). *Cultivos Tropicales*, 2008, vol. 29, no. 4, p. 35-40.
2. Montano, R.; Zuasnar, R.; García, A.; Viñals, M. y Villar, Y. J. FitoMas-E. Bionutriente derivado de la industria azucarera. *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 2007, vol. XLI, no. 3, p. 14-21.
3. MINAG. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los Suelos de Cuba. La Habana. *Agrinfor*, 1999, 64 p.
4. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for soil resources. FAO, Rome. *World Soil Resources Reports*, 2006, no. 103, 128 p.
5. Paneque, V. M.; Calaña, J. M.; Calderón, M.; Borges, Y.; Hernández, T. y Caruncho, M. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. Ediciones_INCA, 2010, 92 p. ISBN: 978-959-7023-50-0.
6. ONN. Calidad del suelo-determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. *Norma cubana-52*. Editado por: Oficina Nacional de Normalización. La Habana, 1999, 12 p.
7. Paneque, V. M. y Calaña, J. M. La fertilización de los cultivos. Aspectos teóricos prácticos para su recomendación. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. La Habana, 2009, 29 p.
8. Calderón, M. y González, P. J. Respuesta del Pasto Guinea (*Panicum maximum*, cv. Likoni) cultivado en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado a la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 3, p. 33-37.
9. Fundora, L. R.; González, J.; Ruiz, L. A. y Cabrera, J. A. Incrementos en los rendimientos del cultivo del boniato por la utilización combinada del Fitoestimulante Fitomas-E y el biofertilizante ECOMIC® en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 3, p. 14-17.
10. Morell, F.; Hernández, A.; Fernández, F. y Toledo, Y. Caracterización agrobiológica de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la región de San José de las Lajas, en relación con el cambio en el manejo agrícola. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 4, p.13-18.
11. Mujica, Y. y Medina, N. Respuesta del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la formulación líquida de cuatro cepas de *Glomus* en condiciones de campo. Comunicación corta. *Cultivos Tropicales*, 2008, vol. 29, no. 3, p. 23-25.
12. Calderón Puig, Alfredo A.; Lara Franquiz, David O. y Cabrera Rodríguez, Adriano. Confeción de mapas temáticos para evaluar la fertilidad del suelo en las áreas agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 1, p. 11-18.
13. John, C. M.; Vantour, A.; La O, M.; González, L.; Garea, E. y Matiatu, L. Evaluación con el uso de un SIG de los factores limitantes de los suelos para la sostenibilidad de la Empresa Guira de Melena. En II Simposio de Edafología y Nutrición de las Plantas. Congreso Científico del INCA (17:2010, nov 22–26, La Habana). Memorias. [CD-ROM] La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2010. ISBN 978-959-7023-48-7.
14. Cuadros, G. A.; Gómez, R. y Facundo, N. Asociación simbiótica entre hongos micorrízicos arbusculares y el sistema radicular de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.): efecto de la formononetina y la disponibilidad de fósforo en el suelo. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 2011, vol. 12, no. 1, p. 77-85.
15. Martín, G. M.; Arias, L. y Rivera, R. Selección de cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) más efectivas para la *Canavalia ensiformis* cultivada en suelo Ferralítico Rojo. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 1, p. 27-31.
16. Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Academia de Ciencias de Cuba, 1973, p. 69.
17. Díaz, J. R. y Bouza, H. La erosión y su influencia en la variación de las propiedades físico-químicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados del Sector Occidental de la Sierra de los Órganos. Pinar del Río. *CIGET*, 2003, vol. 5, no. 4. ISSN 1562-3297.
18. Hernández, A.; Morell, F.; Ascanio, M. O.; Borges, Y.; Morales, M. y Yong, A. Cambios globales de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (Nitisoles Ródicos Eutricos) de la provincia La Habana. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 2, p. 41-50.
19. Rivera, R.; Fernández, F.; Hernández, A.; Martín, J. R. y Kalyanne Fernández. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica. Una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso. El Caribe. Ediciones_INCA. 2003. 166 p.
20. Rivera, R.; Ruiz, L.; Riera, M.; Simó, J., Fundora, L. R.; Calderón, A.; Martín, J. V.; Marrero, Y. y Joao, J. P. La efectividad del biofertilizante ECOMIC® en el cultivo de la yuca. Resultados de las campañas de extensiones con productores. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 1, p. 5-10.
21. Marrero, Y.; Rivera, R.; Plana, R.; Simó, J. y Ruiz, C. L. Influencia del laboreo sobre el manejo de la simbiosis micorrízica efectiva en una secuencia de cultivos sobre un suelo Pardo con Carbonatos. *Cultivos Tropicales*, vol. 29, no. 2, p. 11-15.

Recibido: 30 de marzo de 2011

Aceptado: 20 de septiembre de 2012

¿Cómo citar?

Calderón Puig, Alfredo A.; Marrero Cruz, Yosnel; Martín Cárdenas, José V. y Mayo, Isoel. La fertilidad de los suelos y su importancia en el empleo de bioproductos en la provincia de Sancti Spiritus. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 2, p. 16-23.