

CONTRIBUCIÓN DE LAS FRACCIONES ADSORBENTES AL INTERCAMBIO CATIONICO DE SUELOS ARROCEROS DE LA LLANURA SUR HABANA – PINAR DEL RÍO

Contribution of Exchanger Particles to the Cation Exchange Capacity in Rice Soils from the Flat Areas of South of Havana and Pinar del Río

Lazara Otero^{1†}, Vicente Gálvez¹, Norys Navarro¹, Guillermo Díaz², Luis Rivero¹ y Antonio Vantour¹

RESUMEN

Se presentan las estimaciones del aporte de la materia orgánica y la arcilla al intercambio cationico de suelos Gley Nodular ferruginosos, cultivados con arroz, de la Llanura Sur Habana - Pinar del Río mediante el método de regresión lineal múltiple. Los resultados revelan que la supremacía del intercambio cationico en estos suelos es responsabilidad de la fracción mineral (arcilla tipo 1:1), con empobrecimiento en la calidad adsorbente de la materia orgánica contenida en la capa superficial de los suelos, donde precisamente es menor el contenido arcilloso y se desarrolla el sistema radical del arroz. Dada la pobre capacidad coloidal de los suelos, el cultivo puede carecer de nutrimentos.

Palabras clave: fracciones intercambiadoras, capacidad de intercambio cationico.

SUMMARY

An estimated contribution of organic matter and clay to the cationic exchange by multiple linear regression in Gley Nodular ferruginous rice soils from the flat areas of South Havana and Pinar del Río is presented. The results show that the supremacy of the cationic exchange in these soils is a responsibility of the mineral fraction (clay type 1:1), with impoverishment of the adsorption capacity of organic matter in the top soil layer, where precisely the clay

content is less and in which the root system develops. Because of poor colloidal capacity of the soils, the crop may lack nutrients.

Index words: exchangers particles, cationic exchange capacity.

INTRODUCCIÓN

Para la evaluación de la naturaleza del intercambio cationico de Vertisoles, Otero *et al.* (1998) propusieron dos métodos: uno analítico y otro estadístico, con los cuales caracterizaron la participación de cada fracción coloidal en los mismos. Estas metodologías de investigación se han extendido a otras áreas de Cuba con cultivo de arroz; así, mediante la aplicación del método analítico, se reveló la degradación en la fertilidad que experimentan los Vertisoles con cultivo de arroz de la Provincia Granma, ya que, además de disminuir la capacidad de intercambio cationico (CIC) y la capacidad cambiadora específica de las fracciones con los años de cultivo, se intensifica la desaturación de los suelos, fundamentalmente de calcio cambiante y se propicia el deterioro de la estabilidad estructural (Otero *et al.*, 1997).

Los resultados del aporte de las fracciones coloidales al intercambio cationico de los suelos, además de expresar el estado en que se encuentra el complejo adsorbente y caracterizar su fertilidad, dan idea de la finalidad que deben lograr las prácticas de mejoramiento y la afectación que puede provocar el resto de los factores del medio. El presente trabajo se realizó en suelos hidromórficos que, por naturaleza, son de baja productividad y fertilidad para algunos cultivos; existen áreas en que han sido tan severamente explotados, que en la actualidad son casi estériles, dada la pérdida aun más intensiva de bases cambiables, nutrimentos e incidencia de otros factores negativos, como salinización y sodicidad (Gálvez *et al.*, 1998).

¹ Instituto de Suelos. Autopista Costa-Costa, Km. 8½., Apdo. 8022, 10800 Capdevila, Boyeros. Ciudad de la Habana, Cuba.

[†] Autor responsable (larnee@ceniai.inf.cu)
Telefax: (537) 45 3946.

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Gaveta Postal 1, 32700 San José de las Lajas. La Habana, Cuba

El objetivo del presente artículo es presentar la cuantificación del aporte que realizan la materia orgánica y la arcilla mediante la aplicación del modelo de regresión lineal múltiple, a la capacidad adsorbente de suelos Gley Nodular ferruginosos, influenciados por las condiciones que proporciona al medio, el cultivo del arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la unidad de producción de arroz "Caribe", situado en el municipio Los Palacios, entre las coordenadas 22° 11' 11" y 22° 19' 23" N y entre 83° 17' 54" y 83° 27' 56" O, y en la empresa de semilla de arroz "Corojal", situada en el municipio Artemisa, entre las coordenadas 22° 37' 01" y 22° 41' 24" N y entre 82° 46' 13" y 82° 49' 47" O. Ambas se encuentran en la llanura Sur Habana - Pinar del Río, en el occidente de la República de Cuba.

La primera arrocera se dedica a arroz de consumo; mientras que la segunda se dedica a la obtención de semillas, ambas están establecidas sobre suelos Gley Nodular ferruginosos (Hernández *et al.*, 1999).

Estos suelos son de color oscuro en los primeros centímetros, con textura limo-arenosa que pasa a pardo claro o pardo oscuro amarillento, presentando coloraciones moteadas de gris, amarillento azulado y rojizo, características de gley, de textura limo-arcillosa. Poseen más de 5% y hasta 50% de concreciones de hierro en la masa del suelo, con drenaje superficial moderado, e interno deficiente. La caracterización química de perfiles tipo de ambas arroceras (Ministerio de la Agricultura, 1985) se muestra en el Cuadro 1.

Se reporta que presentan bajo contenido de materia orgánica y diferente categoría de acidez que coincide con la baja saturación de bases cambiables del complejo adsorbente. Dentro de las bases predomina el calcio, seguido por el magnesio y el sodio se incrementa en las profundidades inferiores del perfil, acentuado en los suelos que ocupan las posiciones más bajas. Se reporta, además, bajo contenido de nutrimentos y presencia de aluminio cambiabile.

Para la realización del presente trabajo, se evaluaron los resultados de muestras adquiridas en puntos representativos, colectadas cada 20 cm hasta 60 cm de profundidad en la unidad de producción "Caribe" y en la empresa de semilla "Corojal".

Se estimó la contribución de la materia orgánica y de la arcilla en el intercambio catiónico de los suelos, mediante ecuaciones de regresión lineal múltiple, que relacionan los contenidos porcentuales de la materia orgánica y de la arcilla con la capacidad adsorbente del suelo. En las ecuaciones de regresión múltiple obtenidas:

$$Y = AX_1 + BX_2 + C$$

donde: Y es la capacidad de intercambio catiónico ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ de suelo), X_1 es el porcentaje de materia orgánica, X_2 es el porcentaje de arcilla y C es el término independiente o valor de la ordenada en el origen.

La participación media de estas fracciones en porcentaje se calcula de la sustitución de sus valores porcentuales promedio en la ecuación respecto a la media de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

Cuadro 1. Caracterización química de perfiles pertenecientes a las arroceras "Caribe" y "Corojal".

| Profundidad cm | pH | | MO [†] % | Bases cambiables | | | | | | Saturación % |
|-------------------|---|-----|----------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| | H ₂ O | KCl | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | CCB [‡] | CIC [§] | |
| | cmol _c kg ⁻¹ de suelo | | | | | | | | | |
| Caribe | | | | | | | | | | |
| 0 a 15 | 5.8 | 4.8 | 2.26 | 1.60 | 1.10 | 0.14 | 0.20 | 3.04 | 5.40 | 56.29 |
| 17 a 30 | 5.9 | 5.0 | 1.22 | 3.50 | 2.25 | 0.06 | 0.34 | 6.15 | 8.50 | 72.35 |
| 40 a 60 | 6.0 | 5.2 | - | 3.00 | 2.40 | 0.10 | 1.00 | 6.50 | 11.20 | 58.03 |
| Corojal | | | | | | | | | | |
| 0 a 15 | 6.5 | 5.3 | 1.55 | 9.78 | 3.79 | 0.15 | 0.41 | 14.13 | 16.21 | 87.17 |
| 15 a 40 | 6.7 | 5.4 | - | 12.75 | 6.48 | 0.15 | 0.75 | 20.13 | 20.36 | 98.87 |
| 40 a 70 | 6.7 | 5.7 | - | 16.15 | 7.22 | 0.20 | 2.05 | 25.62 | 25.62 | 100.00 |

[†] MO = materia orgánica, [‡] CCB = capacidad de cambio de bases, [§] CIC = capacidad de intercambio catiónico.

La materia orgánica fue determinada por Walkley y Black (Jackson, 1964), la arcilla por Kachinsky (Kaurichev *et al.*, 1984) y la capacidad de intercambio catiónico por el método Schatchabell (Ministerio de la Agricultura, 1988) que se basa en la utilización del acetato de amonio pH 8.5, en la cuantificación de las cargas negativas del suelo, saturadas con CaCl₂ 0.5 N, posterior al desplazamiento de las bases cambiables con acetato de amonio pH 8.5.

Los valores de la estadística descriptiva de estos componentes se presentan en el Cuadro 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Unidad de Producción de Arroz "Caribe"

De acuerdo con los resultados del Cuadro 2, la capacidad de intercambio catiónico media de los suelos (CIC), pertenecientes a la unidad de producción de arroz "Caribe", se clasifica de muy baja a baja, la materia orgánica (MO) media del suelo como poco humificado y el porcentaje de arcilla valora la textura desde arena hasta arcilla arenosa (Ministerio de la Agricultura, 1984).

Las ecuaciones encontradas por cada profundidad en la unidad de producción "Caribe" se reportan en el Cuadro 3.

En todos los casos fue más importante el intercambio mineral que el orgánico, que representa entre 41.36 y 64.81%, con tendencia a aumentar con la profundidad desde 20 cm, acorde al incremento de la arcilla del suelo y con la aparición de la capa gleyzada, en que resulta bastante escaso el volumen de raíces que pueden desarrollarse. La reactividad de esta fracción (arcilla) fue bastante homogénea en los primeros 40 cm del espesor de suelo, indicando los valores de los intercambios específicos y la existencia de arcilla del tipo 1:1. En las ecuaciones obtenidas, el coeficiente del contenido orgánico es negativo, que indica que no siempre aumenta el valor de la capacidad de intercambio catiónico con el incremento de la concentración porcentual de la materia orgánica, debido a diferencias en la composición cualitativa de la materia orgánica que es determinante en el aporte a la capacidad adsorbente de los suelos. La participación de la materia orgánica al intercambio catiónico no llegó a 15%, determinado por el escaso

Cuadro 2. Parámetros estadísticos del contenido de las fracciones intercambiadoras y la capacidad adsorbente de los suelos.

| Profundidad cm | Propiedad | Media | Desviación estándar | Error estándar | Número de muestras |
|-------------------|--|----------------|------------------------|----------------|-----------------------|
| | | Caribe | | | |
| 0 a 20 | CIC cmol _c kg ⁻¹ | 6.89 | 1.92 | 0.51 | 14 |
| | % Materia orgánica | 0.99 | 0.32 | 0.09 | 14 |
| | % Arcilla | 9.24 | 5.37 | 1.43 | 14 |
| 20 a 40 | CIC cmol _c kg ⁻¹ | 9.63 | 4.49 | 1.25 | 13 |
| | % Materia orgánica | 0.60 | 0.34 | 0.09 | 13 |
| | % Arcilla | 24.81 | 17.42 | 4.83 | 13 |
| 40 a 60 | CIC cmol _c kg ⁻¹ | 14.33 | 3.33 | 0.89 | 14 |
| | % Materia orgánica | 0.41 | 0.19 | 0.05 | 14 |
| | % Arcilla | 44.87 | 12.07 | 3.23 | 14 |
| | | Corojal | | | |
| 0 a 20 | CIC cmol _c kg ⁻¹ | 22.26 | 3.20 | 0.76 | 18 |
| | % Materia orgánica | 2.61 | 0.81 | 0.19 | 18 |
| | % Arcilla | 34.54 | 7.25 | 1.71 | 18 |
| 20 a 40 | CIC cmol _c kg ⁻¹ | 22.36 | 3.95 | 0.99 | 16 |
| | % Materia orgánica | 1.34 | 0.28 | 0.07 | 16 |
| | % Arcilla | 36.91 | 7.18 | 1.79 | 16 |
| 40 a 60 | CIC cmol _c kg ⁻¹ | 25.56 | 4.55 | 1.07 | 18 |
| | % Materia orgánica | 0.69 | 0.29 | 0.07 | 18 |
| | % Arcilla | 43.66 | 7.04 | 1.66 | 18 |

Cuadro 3. Ecuaciones y aporte de la arcilla y la materia orgánica al intercambio catiónico de los suelos Gley Nodular ferruginosos del establecimiento arrocero "Caribe".

| Profundidad cm | Ecuación de regresión | R ² | Intercambio de las fracciones | | | |
|-------------------|---|----------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| | | | Materia orgánica | | Arcilla | |
| | | | Participación | Intercambio específico | Participación | Intercambio específico |
| | | | % | cmol _c kg ⁻¹ | % | cmol _c kg ⁻¹ |
| 0 a 20 | CIC = 4.9015 - 0.8753 MO + 0.3083 Arcilla | 0.66** | 12.52 | 87.52 | 41.36 | 30.83 |
| 20 a 40 | CIC = 4.4002 - 1.6818 MO + 0.2517 Arcilla | 0.94** | 10.47 | 168.0 | 64.81 | 25.17 |
| 40 a 60 | CIC = 6.5432 - 1.6357 MO + 0.1885 Arcilla | 0.45* | 4.68 | 163.0 | 59.02 | 18.85 |

* = significancia 0.05, ** = significancia 0.01.

contenido orgánico y por la degradación de sus propiedades coloidales producto del cultivo continuado del arroz y de la introducción intensiva de las labores de manejo, que se refleja en la capa más superficial de los suelos.

Sreekala *et al.* (2002) indicaron que la cantidad y la habilidad de la fracción orgánica del suelo son los responsables de mantener las propiedades fisico-químicas y el aumento de la demanda de nutrimentos, por lo que éstos resultan los dos factores responsables de asegurar una productividad estable en un tiempo determinado o, en su caso, de la degradación del suelo. De hecho, se percibe que el intercambio catiónico de estos suelos es responsabilidad de la fracción arcillosa de escasa capacidad de retención, por lo que los suelos pueden carecer de humedad (Bonilla y Cancino, 2001), ante déficit de riegos. En estas condiciones, es de gran conveniencia la aplicación de zeolita a los mismos, de mejoradores orgánicos-minerales o de mejoradores orgánicos de alta capacidad de intercambio catiónico ya humificados, para que el proceso de reducción que recibirá el suelo durante el cultivo del arroz minimice la degradación de sus cualidades adsorbentes.

De acuerdo con Molina (2000), las sustancias orgánicas que se incorporan, además de propiciar el movimiento de aire, agua y nutrimentos, permiten incrementar el crecimiento, la penetración radical y las propiedades biológicas, favoreciendo la proliferación de microorganismos benéficos; todo el conjunto de las condiciones mejoradas puede dar lugar a que el propio cultivo produzca mayor cantidad de residuos, siendo otra fuente de material orgánico del suelo.

Navarro (1998) describió propiedades negativas de los suelos de la Granja "Caribe", acentuadas por la degradación que provoca el monocultivo del arroz, proponiendo, como medidas de recuperación, la aplicación de materia orgánica, la incorporación de

zeolita, la rotación de cultivos y el manejo diferenciado. Dichas recomendaciones son respaldadas por los resultados encontrados con la aplicación del modelo de regresión lineal múltiple.

Empresa de Semillas de Arroz "Corojal".

Los resultados mostrados en el Cuadro 2 valoran que la capacidad de intercambio catiónico media de los suelos (CIC) de la empresa "Corojal" está en el intervalo de medianamente alto, los contenidos orgánicos los valoran de poco humificado a medianamente humificado, y la textura media es limo-arcillosa (Ministerio de la Agricultura, 1984).

Las ecuaciones reportadas por cada profundidad en la empresa "Corojal" se presentan en el Cuadro 4.

El análisis de la contribución de la fracción mineral y orgánica al intercambio catiónico de los suelos de la empresa arrocera "Corojal" por el método de regresión detecta, en la profundidad de 0 a 20 cm, la menor significación de las ecuaciones, debido a la heterogeneidad de la composición cualitativa de la materia orgánica a esa profundidad, en la que inciden más directamente las variables de manejo y el cultivo intensivo del arroz, influyendo diferencialmente sobre la conservación y degradación de sus cualidades adsorbentes y sobre la interacción materia orgánica:arcilla. Se distingue la supremacía del intercambio mineral en todas las profundidades, el cual aumenta en sentido descendente como la CIC y la arcilla, siendo la participación media de esta fracción en la profundidad de 40 a 60 cm de 87.38% y muy baja en la capa superficial (< 50%). El intercambio específico de la fracción mineral en "Corojal" es mayor y más heterogéneo, que en la unidad "Caribe", coincidiendo con su composición cualitativa textural algo diferente.

En este análisis se revela una participación muy pobre de la materia orgánica de 0 a 20 cm y de

Cuadro 4. Ecuaciones y aporte de la arcilla y la materia orgánica al intercambio catiónico de los suelos Gley Nodular ferruginosos de la empresa "Corojal".

| Profundidad cm | Ecuación de regresión | R ² | Intercambio de las fracciones | | | |
|-------------------|--|----------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | | | Materia orgánica | | Arcilla | |
| | | | Participación | Intercambio específico | Participación | Intercambio específico |
| | | | cmol _c kg ⁻¹ | % | cmol _c kg ⁻¹ | |
| 0 a 20 | CIC = 13.9770 - 0.1442 MO + 0.2506 Arcilla | 0.31* | 1.69 | 14.42 | 38.89 | 25.06 |
| 20 a 40 | CIC = 4.5834 + 2.8497 MO + 0.3780 Arcilla | 0.55** | 17.08 | 284.97 | 62.41 | 37.79 |
| 40 a 60 | CIC = 3.4671 - 0.3517 MO + 0.5116 Arcilla | 0.63** | 0.95 | 35.16 | 87.38 | 51.15 |

* = significancia 0.10, ** = significancia 0.01.

40 a 60 cm; como en el área anterior, es negativo el signo del coeficiente de la materia orgánica afectado por la influencia de la composición cualitativa de este componente. De 20 a 40 cm, el signo fue positivo y se obtuvo mayor reactividad de la materia orgánica que en las profundidades superior e inferior, reflejando que parte de dicha materia orgánica es proveniente de la profundidad de 0 a 20 cm.

Paván y Dias (1998) manifestaron que la interacción entre la arcilla y la materia orgánica modifica o distribuye las cargas negativas y, con ello, las magnitudes de los componentes permanentes y variables aportados por la arcilla y la materia orgánica, cuya relación específica puede ser MO:arcilla de hasta 50:1. Al respecto, Rivero (1999) reportó que las cargas negativas de la materia orgánica oscilan entre 100 y 300 cmol_c kg⁻¹, con la CIC seis veces mayor que la arcilla.

El intercambio específico, obtenido para ambos cambiadores, indica interrelaciones diferenciadas de las partículas fundamentales en el espesor de suelo, influenciadas por la variación contrastante del contenido y de la calidad de la materia orgánica de las tres profundidades; de 0 a 20 cm y de 40 a 60 cm, la arcilla es más reactiva que la materia orgánica, la cual presenta una reactividad muy pequeña; de 20 a 40 cm, la materia orgánica es 7.54 veces más reactiva que la arcilla. En los resultados es preocupante el poco aporte detectado por la fracción orgánica en la profundidad de 0 a 20 cm, que es la de mayor influencia en la fertilidad y donde hubo el mayor contenido orgánico. En este caso, pueden existir, además de los efectos desfavorables del sistema de cultivo, otros elementos degradantes del medio que influyen negativamente en la calidad de la materia orgánica, como es la salinidad.

En las muestras de suelos de esta empresa, se obtuvo correlación altamente significativa entre la CIC y el contenido arcilloso, sin embargo, no

se verificó dependencia del intercambio catiónico con el contenido orgánico, a excepción de la profundidad de 20 a 40 cm ($r = 0.74$, $P = 0.01$), por haber recibido la porción más dinámica de la materia orgánica de la profundidad de 0 a 20 cm. Aunque los mayores contenidos de materia orgánica no son detectados precisamente de 20 a 40 cm, los resultados indican que la fracción orgánica acumulada posee cualidades reactivas mayores que en la capa superficial, donde los suelos reciben directamente la influencia de los ciclos sucesivos de inundación que provocan la alternancia de períodos de oxidación-reducción, lo cual degrada a los suelos arroceros (Navarro *et al.*, 1990); y que, a su vez, concuerdan con los datos mostrados en el Cuadro 4. En esta área, como en la anterior, las limitadas propiedades coloidales de la arcilla y de la materia orgánica influyen negativamente en la fertilidad de los suelos, pues determinan la baja retención de nutrientes.

Implicaciones de las Peculiaridades Adsorbentes de las Fracciones Coloidales

En el establecimiento "Caribe", es menor el contenido orgánico y de arcilla con menor intercambio específico que en la empresa "Corojal", por lo que la capacidad de intercambio catiónico de los suelos es más pequeña.

En ambos casos, se obtiene que en la profundidad en que se desarrolla el sistema radicular del arroz, hay bajo contenido de arcilla, la cual es del tipo 1:1, que trae como consecuencia pobre retención de los nutrientes, además de influir en la dispersión de los suelos y en dificultades con las propiedades hidráulicas de los mismos, si se considera el peso del contenido de arcilla en las funciones de pedotransferencia (Perfect *et al.*, 2002), siendo el contenido y la capacidad coloidal de la porción orgánica necesaria para la productividad de dichos

suelos, aunque Pennell *et al.* (1995) consideraron que lo más importante para predecir los procesos en los cuales interviene la materia orgánica, es la medición de su área superficial.

Se aprecia en ambas áreas ubicadas en suelos Gley Nodular ferruginosos, características coincidentes, debido a las particularidades que introduce el cultivo continuado del arroz en la degradación de sus propiedades coloidales, en la fracción orgánica de los suelos.

Wang y Huang (2001) demostraron la influencia efectiva de la materia orgánica en la adsorción de potasio de varios suelos; sin embargo, los compuestos orgánicos son muy afectados por las prácticas de manejo (Campbell *et al.*, 2001). Ha de esperarse deficiencia de potasio en las plantas de arroz, pues, además de poseer estos suelos bajo contenido de bases, la degradación de la materia orgánica reduce su posible conservación en el suelo. La deficiencia se debe, además, a la actividad coloidal de la fracción mineral; de hecho, el tipo de arcilla no permite la fijación de este elemento, por lo que tiene posibilidades de ser lavado, si las dosis a aplicar sobrepasan la posibilidad de retención. Doberman y Fairhurst (2001) reportaron que la deficiencia de potasio en el arroz disminuye el rendimiento y contribuye a la incidencia de patógenos que atacan a las hojas; estos autores consideraron a los suelos con propiedades similares a los estudiados, dentro de los grupos de suelos sensibles a la deficiencia de dicho elemento.

Díaz *et al.* (1999) se han pronunciado por el uso de prácticas culturales que minimicen las pérdidas de carbono orgánico en suelos de bajo déficit hídrico, pues éstos constituyen un índice confiable de la productividad de los cultivos y de su influencia en la capacidad de almacenaje de agua. La pobre actividad orgánica de los suelos limita el secuestro de carbono y nitrógeno necesarios para el cultivo y para la biota del suelo, que, a su vez, son considerados los indicadores más sensibles de la calidad del suelo a escala regional (Brejda *et al.*, 2000).

Paván y Días (1998) consideraron que las prácticas conservacionistas de materia orgánica constituyen el camino más corto para la sostenibilidad. Bird *et al.* (2002) demostraron la conveniencia de la utilización de la paja de arroz para incorporar nutrimentos al suelo, para reducir los fertilizantes nitrogenados y para el estado de las sustancias húmicas, mientras que Ferrer *et al.* (2002)

han aprovechado la paja de arroz en compostaje con lodos para el mejoramiento de suelos arroceros.

La naturaleza del intercambio catiónico de los suelos objetos de estudio revela la necesidad de introducir, en el cultivo del arroz, el suplemento orgánico y el fraccionamiento de los fertilizantes minerales, como parte de un manejo integrado y diferenciado. Este manejo diferenciado pudiera contemplar la rotación con leguminosas y el empleo de los residuos de cosecha (Gregorich *et al.*, 2001).

Además de lo anterior, el déficit de actividad coloidal de la materia orgánica y la limitada actividad de la arcilla pueden influir en la incidencia de la composición química del manto freático cuya incidencia es temporal, y la del agua de riego, en la implantación de la salinidad en estos suelos, debido a la selectividad del tipo de arcilla por el ión Na^+ , al limitado efecto de la materia orgánica para contrarrestar su adsorción y a la débil capacidad amortiguador de los suelos para oponerse a los cambios de estado (Fassbender, 1975), por lo que en condiciones potenciales y actuales de salinidad sería conveniente, además, el uso de materiales cálcicos eficientes para las condiciones de suelo y cultivo (Sharma y Singh, 2002), combinado con prácticas de manejo conservacionistas, entre ellas soluciones específicas de manejo integrado del agua (Wilson *et al.*, 2000).

La evaluación integral de los resultados llama a reflexionar sobre la necesidad de velar en el cultivo del arroz, no sólo por el tenor de la materia orgánica de los suelos, sino por su calidad; así como la valoración del manejo del cultivo y del medio para que el contenido orgánico se traduzca en mejoría de las condiciones del suelo.

CONCLUSIONES

La aplicación del modelo de regresión lineal múltiple caracterizó la naturaleza del intercambio catiónico de los suelos Gley Nodular ferruginosos con cultivo de arroz, estudiados en la Llanura Sur Habana – Pinar del Río. La mayor contribución es de la fracción mineral, con pérdidas de la capacidad reactiva de la fracción orgánica en la capa más superficial de los suelos. Los resultados señalan la necesidad de implementar labores de manejo diferenciado que, además de conservar el contenido y la capacidad de adsorción de la materia orgánica, preserven la fertilidad de los suelos.

LITERATURA CITADA

- Bird, J.A., A.J. Eagle, W.R. Horwath, M.W. Hair, E.E. Zilbert y C. van Kessel. 2002. Long-term studies find benefits, challenges in alternative rice straw management. *California Agric.* 56-2: 69-75.
- Bonilla M., C. y J. Cancino V. 2001. Estimación del contenido de humedad del suelo mediante el empleo de funciones de pedotransferencia. *Agric. Téc. (Chile)* 61: 326-338.
- Brejda, J.J., T.B. Moorman, D.L. Karlen y T.H. Dao. 2000. Identification of regional soil quality factors and indicators. I. Central and Southern High Plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 2115-2124.
- Campbell, C.A., R.P. Zentner, F. Selles, B.C. Liang y B. Bloment. 2001. Evaluation of a simple model to describe carbon accumulation in a Brown Chernozem under varying fallow frequency. *Can. J. Soil Sci.* 81: 383-394.
- Díaz-Zorita, M., D.E. Buschiazzi y N. Peinemann. 1999. Soil organic matter and wheat productivity in the semiarid Argentine Pampas. *Agron. J.* 91: 276-279.
- Doberman, A. y T. Fairhurst. 2001. Manejo del potasio en arroz. *Informaciones Agron.* 45: 1-5, 12.
- Fassbender, H.W. 1975. Química de suelos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Turrialba. San José, Costa Rica.
- Ferrer, E., E. Altarriba, S. Calvet, R. Canet y F. Pomares. 2002. Aprovechamiento agrícola de la paja de arroz y los lodos de depuradora mediante compostaje. *Agrícola Vergel* 247: 390-394.
- Gálvez, V., L. Otero y N. Navarro. 1998. Reflexiones sobre los suelos de la llanura sur de Pinar del Río. *Agric. Orgánica* 4: 14-15.
- Gregorich, E.G., C.F. Drury y J.A. Baldock. 2001. Changes in soil carbon under long-term maize in monoculture and legume-based rotation. *Can. J. Soil Sci.* 81: 21-31.
- Hernández, A., J.M. Pérez, D. Bosh, L. Rivero y colaboradores. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. *Agrinfor*. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Omega. Barcelona, España.
- Kaurichev, L., N. Panov, M. Stratonovich, I. Grechim, V. Savich, N. Ganzhara y A. Mershin. 1984. Prácticas de Edafología. MIR. Moscú, Rusia.
- Ministerio de la Agricultura. Dirección General de Suelos y Fertilizantes. 1984. Manual de interpretación de los índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Ministerio de la Agricultura. Dirección General de Suelos y Fertilizantes. 1985. Suelos de la Provincia La Habana según el mapa a escala 1:50 000. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Ministerio de la Agricultura. 1988. Determinación de los cationes intercambiables y la capacidad de intercambio cationico. pp. 15-27. *In*: Norma Ramal de calidad del suelo. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Molina, E. 2000. Nutrición y fertilización del pejibaye para palmito. *Informaciones Agron.* 38: 1-7.
- Navarro, N. 1998. Degradación de los suelos provocados por el monocultivo en la Granja arrocera "Caribe". *Agric. Orgánica* 4: 16-17.
- Navarro, N., A. Pedroso y S. Almogoea. 1990. Características químicas de los suelos dedicados al cultivo continuado del arroz. *Cienc. Agric.* 40: 93-100.
- Otero, L., N. Navarro y F. Ortega-Sastriquer. 1997. Degradación de Vertisoles por el cultivo del arroz. *Agrotécnica de Cuba* 27 (2-3): 64-68.
- Otero, L., F. Ortega-Sastriquer y M. Morales. 1998. Participación de la arcilla y la materia orgánica en la capacidad de intercambio cationico de Vertisoles de la Provincia Granma. *Terra* 16: 189-194.
- Paván, M.A. y J.C. Dias. 1998. A importancia de materia orgánica nos sistemas agrícolas. IAPAR. Londrina, Paraná, Brasil.
- Pennell, K.D., S.A. Boyd y L.M. Abriola. 1995. Surface area of soil organic matter reexamined. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 1012-1018.
- Perfect, E., M.C. Sukop y G.R. Haszler. 2002. Prediction of dispersivity for undisturbed soil columns from water retention parameters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 696-701.
- Rivero, T.C. 1999. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades químicas y físicas del suelo. pp. 53-72. *In*: Univ Central de Venezuela, Facultad de Agronomía (ed.). Materia orgánica del suelo. Revista Alcance 57. Maracay, Venezuela.
- Sharma, V.C. y R.P. Singh. 2002. Acid soils of India: their distribution, management and future strategies for higher productivity. *Fertiliser News* 47: 45-48, 51-52.
- Sreekala, V., M. George, N. Neelakantan y P. John. 2002. Carbon dynamics of organic matter decomposition in soil. *Fertiliser News* 47: 65-66.
- Wang, F.L. y P.M. Huang. 2001. Effects of organic matter on the rate of potassium adsorption by soils. *Can. J. Soil Sci.* 81 (Special issue): 325-330.
- Wilson, C.E., T.C. Keisling, D.M. Miller, C.R. Dillon, A.D. Pearce, D.L. Frizzell y P.A. Counce. 2000. Tillage influence on soluble salt movement in silt loam soils cropped to paddy rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1771-1776.