



Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,
A.C.
México

Otero, Lázara; Ortega Sastriquez, Fernando; Morales, Marisol
Participación de la arcilla y la materia orgánica en la capacidad de intercambio catiónico de Vertisoles
de la provincia Granma
Terra Latinoamericana, vol. 16, núm. 3, julio-septiembre, 1998, pp. 189-194
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316301>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PARTICIPACION DE LA ARCILLA Y LA MATERIA ORGANICA EN LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO DE VERTISOLES DE LA PROVINCIA GRANMA

Participation of Clay and Organic Matter on the Cationic Exchange of Vertisols of Granma Province

Lázara Otero¹, Fernando Ortega Sastriquez² y Marisol Morales¹

RESUMEN

Se determinó la parte del intercambio catiónico que corresponde a la fracción mineral y a la orgánica de los Vertisoles estudiados, así como la capacidad de intercambio específica de la materia orgánica y la arcilla. Estas evaluaciones se realizaron empleando un método analítico y un método de cálculo matemático.

Palabras clave: *Cambiadores, capacidad de adsorción, intercambio específico.*

SUMMARY

The influence of mineral and organic fractions on cation exchange capacity of soil was studied, so as the specific exchange capacity of clay and organic matter on Vertisols of Granma province. These evaluations were analyzed by chemical and mathematical methods.

Index words: *Exchangers, adsorption capacity.*

INTRODUCCION

En la Segunda Clasificación Genética de los suelos de Cuba (Academia de Ciencias, 1975) y en la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, 1979 (Instituto de Suelos, 1980) los Vertisoles fueron denominados Oscuros Plásticos (Vertisuelos), tomando como base para su clasificación el régimen hídrico relacionado con la evolución del paisaje.

La provincia Granma, situada en el oriente de la República de Cuba, es una región de gran importancia económica para el país, puesto que en ella se cultivan la caña de azúcar, arroz, pastos y otras especies. De

¹ Instituto de Suelos del MinAgr., Apartado Postal 8022, Ciudad Habana, Cuba.

² Centro de Arqueología y Etnografía, Buenos Aires 111, Ciudad Habana, Cuba.

acuerdo con los datos del mapa 1:25 000 (Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes, inédito)¹⁾ en esta provincia los suelos Oscuros Plásticos ocupan 41.38 % de la porción llana, por lo que representan 17.8 % del área agrícola total provincial (Hernández *et al.*, 1989).

A pesar de ocupar estos suelos un peso importante en la agricultura de la provincia, su alto potencial productivo se ve afectado por fenómenos degradantes como salinidad, alcalinidad, mal drenaje; en muchos de los casos, inducidos por la propia actividad antrópica, que determina particularidades específicas en el intercambio catiónico de los mismos. Resulta de gran importancia la caracterización y la participación de los “cambiadores” en el intercambio catiónico de los suelos, ya que permite evaluar la degradación y las medidas de mejoramiento.

La caracterización de la participación de la materia orgánica y la arcilla en la capacidad de intercambio catiónico total se realiza con el empleo de métodos analíticos y estadísticos, que conllevan en el primer caso a la remoción de uno de esos dos componentes y obtención por diferencia con la capacidad de intercambio catiónico total, el aporte de cada una de estas fracciones (Williams, 1932). La otra vía utilizada consiste en establecer correlaciones múltiples para obtener ecuaciones de regresión que relacionan estos componentes (Wright y Foss, 1972; Somani, 1983).

En el presente trabajo se caracteriza la participación de la fracción mineral y orgánica en la capacidad de intercambio de Vertisoles de la provincia Granma (República de Cuba), así como el intercambio específico de la materia orgánica y la arcilla que contienen, utilizando ambos métodos de estudio.

¹⁾ Caracterización de los perfiles del mapa 1:25 000.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en ocho municipios (Media Luna, Río Cauto, Cauto Cristo, Bayamo, Jiguaní, Manzanillo, Niquero y Yara), en los cuales hay existencia de los suelos en estudio. Se realizó la valoración de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los Vertisoles y de su relación con los contenidos de materia orgánica y arcilla evaluados para la realización del mapa 1:25 000 a nivel provincial, para lo cual se valoraron los resultados de 810 perfiles de Vertisuelos. Posteriormente se procedió a determinar las ecuaciones de regresión que correlacionan linealmente a estos parámetros zonalmente.

Para la determinación analítica de la participación de la materia orgánica y la arcilla en el intercambio catiónico, se efectuó un muestreo a nivel provincial teniendo en cuenta las variaciones espaciales y como base perfiles de Vertisuelos descritos por Vantour *et al.* (1988), Hernández *et al.* (1989) y Orellana *et al.* (1990). El intervalo de los contenidos de los principales parámetros que caracterizan a 20 muestras de 0 a 20 cm seleccionadas, aparecen en el Cuadro 1. Se eliminó la fracción orgánica mediante calcinación lenta a 350 °C, durante seis horas (Mitchell, 1932), determinándose la capacidad de intercambio catiónico total por el método Schatchabell (Instituto de Suelos, 1985) en la muestra inalterada y en la tratada con el procedimiento descrito. El intercambio de la fracción orgánica se obtuvo por la diferencia entre el intercambio catiónico de la muestra sin alterar y la muestra tratada.

El contenido de materia orgánica se determinó según Walkley Black y la arcilla dispersando el suelo con pirofosfato de sodio al 4 %, con uso de majador y lectura de dicha fracción por el método de la pipeta (Orellana *et al.*, 1984).

El intercambio catiónico específico de los cambiadores fue obtenido por cálculo, a partir de la participación de éstos en el intercambio, la CIC del suelo y los contenidos porcentuales de arcilla y materia orgánica en las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSION

La valoración de los datos del mapa 1:25 000 informa que la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos es alta, ya que en todos los horizontes genéticos más que 70 % de los suelos poseen una CIC entre 40 y 70 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, siendo más frecuente el

Cuadro 1. Rango de las propiedades fundamentales de las muestras a las cuales se les determinó la participación de la arcilla y la materia orgánica en el intercambio catiónico, por el método analítico.

Propiedades	Rango	Promedio	CV	S_x
			%	
CIC $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	30-70	57.65	18.94	2.44
% V	57.7-98.9	80.15	13.05	2.33
pH	5.8-8.1	7.42	8.84	0.15
% Materia orgánica	2.45-13.22	4.66	51.08	0.53
% Arcilla	30.97-52.71	43.29	16.03	0.22
% CaCO_3	0.12-35	9.22	104.16	2.15

rango de 50 a 60 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, que se hace más probable a medida que aumenta la profundidad, y poco frecuentes valores menores y mayores que 40 y 70 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, respectivamente (Cuadro 2).

El análisis de las tendencias de la CIC, la materia orgánica y la arcilla, indica la fuerte dependencia que tiene la fracción mineral en las características adsorbentes de estos suelos, ya que aunque la CIC tiene poca variación, tiende a aumentar con la profundidad, al igual que la arcilla; mientras que la materia orgánica tiende a decrecer. Son suelos saturados y de reacción muy débilmente alcalina en la superficie; con la profundidad aumenta el grado de alcalinidad y saturación por bases (Cuadro 3).

El horizonte Ap, que se refiere a la capa arable de los suelos arroceros tiende a tener menor CIC, porcentaje V, materia orgánica, porcentaje de arcilla y pH que el horizonte A1 de los suelos restantes dedicados a otros cultivos, por la influencia que provocan los ciclos sucesivos de oxidación-reducción en este horizonte (Navarro, 1988).

A nivel provincial no se encontró una ecuación de ajuste única que relacionara el valor de la CIC con el porcentaje de MO y el porcentaje de arcilla, lo que es debido a la anisotropía del intercambio catiónico (Otero, 1993); que presenta los valores mayores hacia Bayamo y Jiguaní y los menores hacia Yara y Manzanillo. Esta tendencia puede ser explicada a que los suelos Oscuros Plásticos ubicados en la zona de Bayamo y Jiguaní son los más arcillosos (en superficie 57.1 y 61.94 % como promedio, respectivamente), y son los de mayor contenido medio de materia orgánica (3.49 y 3.36 %, respectivamente); inversamente a la zona de Yara-Manzanillo que presenta empobrecimiento de arcilla en superficie (48.39 %), por su traslado a los horizontes inferiores y menor contenido medio de materia orgánica (2.13 %).

Las ecuaciones de regresión encontradas en el procesamiento estadístico de los contenidos de arcilla,

Cuadro 2. Intervalos de frecuencia (%) de los valores de la CIC ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) de los Vertisoles de la provincia Granma (según los datos del mapa 1:25 000).

Horizontes	Intervalos ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$)					N
	<40	40-50	50-60	60-70	70-100	
Frecuencia						
%						
A _p	18.82	24.70	22.35	17.64	16.47	85
A ₁	11.71	23.45	29.71	21.99	12.84	725
A ₁₁	8.67	26.57	33.38	19.20	9.54	554
A ₁₂	8.79	22.70	36.16	17.92	11.05	293
AC	5.83	28.81	38.03	19.54	7.78	638

materia orgánica y capacidad de intercambio de los municipios en estudio se presentan en el Cuadro 4. La evaluación particular de las ecuaciones encontradas para cada zona indica que existen diferencias locales en la capacidad adsorbente de los suelos y en la interrelación arcilla-materia orgánica dado por el contenido arcilloso, y la cantidad y la calidad de la materia orgánica, que nos indica de la necesidad de realizar las labores de manejo y de mejoramiento de suelo diferenciadas para cada región, en lo cual incide el fondo de tierra ocupado por cada subtipo de suelo en cada localidad y otras características edafoclimáticas específicas.

Al respecto, Peñafuerte (1991) demostró que el manejo del suelo Oscuro Plástico producto del cultivo del arroz, conlleva a pérdida de grupos funcionales activos de la materia orgánica, lo que conduce a la disminución de la capacidad intercambiadora de los suelos. En las regiones norte y este de la provincia (municipios Río Cauto, Cauto-Cristo y municipio Jiguaní, respectivamente), no fue posible ajustar los datos analizados a ecuaciones, lo que se atribuye a la influencia espacial que ejerce la salinidad en las propiedades adsorbente de los suelos. Estos tres municipios están comprendidos en la Faja I de clima relativamente seco, en que los Vertisuelos presentan características diferenciales con los ubicados en la Faja II de clima de humedad alternante (Hernández *et al.*, 1989) donde fueron ajustadas las ecuaciones por zonas particulares.

González *et al.* (1990) reportaron presencia de montmorillonita Na-Ca en perfiles de suelos ubicados en puntos de la zona norte, lo cual no sólo verifica la formación de esa arcilla en medio salino, sino también propiedades coloidales diferenciales de los suelos de esa región, heredados de ese mineral secundario.

Dada la alta significación estadística de las ecuaciones obtenidas, es posible cuantificar la participación de la arcilla y la materia orgánica en el intercambio catiónico de los suelos Oscuros Plásticos comprendidos dentro de la zona demarcada para cada ecuación; así como evaluar la influencia del uso y manejo de los mismos sobre sus propiedades físico-químicas. En sentido general éstas indican, que a la arcilla le corresponde de 44.6 a 60.7 % del intercambio total, con una capacidad específica media de 42.54 a 68.6 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. siendo la fracción orgánica de 6.7 a 16.2 veces más reactiva que la arcilla (Cuadro 5). Las diferencias obtenidas divide la provincia en cuatro zonas diferenciadas en relación con las propiedades adsorbentes de los Vertisoles: la región de clima más seco (Río Cauto, Cauto-Cristo y Jiguaní), Manzanillo, Bayamo y Guacanayabo (Yara, Niquero y Media Luna).

Drake y Mato (1982) han señalado que el método regresivo resulta más exacto que los que conllevan remoción de la arcilla o de la materia orgánica, ya que se trabaja con datos analíticos procedentes de muestras sin alterar, siendo su única limitante que no siempre se cuenta con un número suficiente de

Cuadro 3. Valores medios de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), porcentaje de V, de materia orgánica, de arcilla y pH de los Vertisoles de la provincia Granma (según los datos del mapa 1:25 000).

Propiedades	CIC	V	Materia orgánica	Arcilla	pH
Horizontes	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	- - - - - % - - - - -			
A _p	53.96	90.04	2.56	54.04	6.92
A ₁	55.57	97.18	2.98	54.42	7.35
A ₁₁	55.62	98.06	1.59	59.77	7.49
A ₁₂	57.09	98.34	0.92	65.14	7.71
AC	54.97	98.58	-	57.80	7.66

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión entre los contenidos de arcilla, materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico total en Vertisoles de la provincia Granma.

Localización	Número de muestras	CIC cmol _c kg ⁻¹ Rango	X		X ₂	Ecuación de regresión	R ²
			X	X ₁			
Manzanillo	24	20.8-58.0	43.76	44.61	2.73	Y = 4.8121 + 0.4256X ₁ + 6.8856X ₂	0.94**
Bayamo	34	33.2-88.8	59.29	52.46	3.09	Y = 13.3514 + 0.4938X ₁ + 21.4173X ₂	0.46**
Guacanayabo	66	20.8-95.4	56.11	53.90	3.03	Y = 12.8913 + 0.5287X ₁ + 4.8913X ₂	0.65**

Y = CIC cmol_c kg⁻¹. X₁ = porcentaje de arcilla. X₂ = porcentaje de materia orgánica.

* = significancia 0.05. ** = significancia 0.01.

muestras bajo una situación dada para realizar un análisis estadístico preciso.

En el Cuadro 6 se presentan algunos resultados encontrados en el análisis de las muestras individuales a las cuales se les determinó la capacidad de intercambio catiónico de la fracción mineral y total de los suelos. De acuerdo con el resultado obtenido en las fracciones analizadas, es mayor el intercambio por la parte arcilla, ya que representa de 51 a 69 % de la capacidad de cambio total de las muestras analizadas. Por este método se obtienen valores de la CIC de la arcilla un poco mayor que por el método estadístico, puesto que cuantificamos parte de las cargas utilizadas en interactuar con la materia orgánica, por lo que se debe referir con relación a él, como "CIC aparente de la fracción" (Boizezon, 1973).

Dado este análisis, se puede ver que la capacidad de intercambio de la arcilla estuvo entre 55 y 94 cmol_c kg⁻¹.

La arcilla predominante en los suelos estudiados es la montmorillonita, lo cual determina que la mayor parte del intercambio sea mineral. Fernández (1988) encontró en los Vertisoles estudiados presencia de caolinita, lo cual justifica que la capacidad de cambio específico de la arcilla por ambos métodos esté por debajo de la reportada para la montmorillonita que es de 80 a 120 cmol_c kg⁻¹ (Fassbender, 1975; Cairo y Quitero, 1980).

Martínez *et al.* (1988) demostraron que el complejo organo-mineral de estos suelos está formado por una mezcla íntima entre el humus y el mineral arcilloso del tipo esmectita donde una parte

importante de las sustancias orgánicas está unida fuertemente a la red cristalina del mineral arcilloso, y una cantidad menor está en los espacios interlaminares que pudiera limitar la participación de la materia orgánica en el intercambio catiónico de los suelos.

Por ambos métodos de estimación de puede inferir que la materia orgánica de los Vertisoles estudiados deben poseer mayor cantidad de grupos ácidos en la periferia de su estructura (Ortega, 1982), que la de suelos similares en otras regiones, pues posee una reactividad mayor. Al respecto, Garcés y Fernández (1990) reportaron que los ácidos húmicos de Cuba son más reactivos que los de otros lugares del mundo.

Los resultados encontrados en las ecuaciones se enmarcan dentro de los reportados por Garcés (1987), quien cuantificó en suelos cubanos capacidad de cambio catiónico para el humus de 191 a 898 cmol_c kg⁻¹ y para la arcilla de 3 a 65 cmol_c kg⁻¹.

La valoración integral de los resultados encontrados para estos suelos en la provincia Granma permiten destacar que, en los mismos, la participación de la fracción mineral en la capacidad de intercambio catiónico total resulta, en general, mayor que el aporte que realiza la fracción orgánica, sin embargo, Otero (1993) encontró que cuando estos suelos no se cultivan, ambas fracciones presentan una participación equilibrada en la capacidad de intercambio catiónico, por lo cual recomendó para cada municipio, el contenido de materia orgánica que debe ser preservado con el manejo diferenciado para que evite efectos degradativos en su fertilidad.

Cuadro 5. Participación de la materia orgánica y la arcilla según el método regresivo en la capacidad de intercambio catiónico en el horizonte A₁ de Vertisoles de la provincia Granma.

Localización	CIC Relativa				CIC Específica	
	Arcilla		Materia orgánica		Arcilla	Materia orgánica
	cmol _c kg ⁻¹	%	cmol _c kg ⁻¹	%	cmol _c kg ⁻¹	
Manzanillo	18.98	44.57	18.79	44.12	42.54	688
Bayamo	35.99	60.70	14.13	23.83	68.60	457
Guacanayabo	28.50	50.70	14.82	26.36	52.87	489

Cuadro 6. Participación de la materia orgánica y la arcilla en la capacidad de intercambio catiónico de la profundidad de 0 a 20 cm de Vertisoles de la provincia Granma por el método analítico.

Localización	CIC Relativa		CIC Específica	
	Arcilla	Materia orgánica	Arcilla	Materia orgánica
	----- % -----	----- % -----	cmol _c kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹
Punta salina A	52.12	2.81	35.7	1245
Punta salina B	50.58	2.64	34.0	984
Jucarito	43.20	3.03	24.0	528
Central Grito de Yara	49.24	4.43	40.0	677
G ₃	47.63	3.77	45.0	530

CONCLUSIONES

La CIC de la mayoría de los Vertisoles de la provincia Granma está comprendida entre 40 y 70 cmol_c kg⁻¹, lo que se considera alta, dada por el predominio de la arcilla en el intercambio catiónico; aunque la materia orgánica tiene una participación destacada en dicho proceso, cuantificado a través de su participación relativa en el proceso de adsorción como por su capacidad de intercambio específica, por lo cual es recomendable la aplicación de medidas de manejo que preserven su contenido.

La diversidad en los resultados recomienda el manejo diferencial regional de los Vertisoles de la provincia Granma; así como la aplicación del análisis de la participación de las fracciones intercambiadoras en la evaluación de la fertilidad de dichos suelos.

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Madelín Fernández y Antonio Hernández de la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes de la Provincia Granma por su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Antonio Vantour Causse y al Dr. Gustavo Urbano del Instituto de Suelos por sus acertadas recomendaciones.

LITERATURA CITADA

Academia de Ciencias de Cuba. 1975. II Clasificación genética de los suelos de Cuba. Serie Suelos 23. La Habana.

Boizzeson, P. 1973. Les matières organiques des sols ferrallitiques. ORSTOM. Initiation Docum. Tech.21: 9-66.

Cairo, P. y G. Quitero. 1980. Suelos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

Drake, E. y H.L. Moto. 1982. An analysis of the effect of clay and organic matter content on the cation exchange capacity of New Jersey soils. Soil Sci. 133(5): 281-288.

Fassbender, H.W. 1975. Química de suelos. IICA. Turrialba.

Fernández, L. 1988. Caracterización física y mineralógica de los principales subtipos de suelos Oscuros Plásticos de las

provincias orientales cultivados con caña de azúcar. Tesis de Doctorado. Ministerio de Educación Superior. ISCAH, Habana, Cuba.

Garcés, N. 1987. Características actuales del humus de los principales tipos de suelos de Cuba. Tesis de Doctorado. Universidad Agrícola. NITRA. Checoslovaquia.

Garcés, N. y L. Fernández. 1990. Composición elemental de los ácidos húmicos y fúlvicos de algunos suelos de Cuba. Cienc. Agric. 39: 113-121.

González, J.E., A. Marrero, J.M. Pérez y colab. 1990. Disponer de una clasificación para los suelos hidromórficos, así como los factores que inciden en su distribución. Informe del Resultado de Investigación 004-01-02 del Instituto de Suelos, Cuba.

Hernández, A., J. Ruiz, J.M. Torres Font y colab. 1989. Regionalización geográfica de los suelos de Granma en escala 1:250 000 con elementos de mejoramiento para la caña de azúcar. Informe del Resultado de Investigación 004-01-06 del Instituto de Suelos, Cuba.

Instituto de Suelos. 1980. Clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana.

Instituto de Suelos. 1985. Manual de técnicas analíticas del Departamento de Química de Suelos.

Martínez, F., I. Stepanov, F. Ortega Sastriques y N. Marrero. 1988. Fracciones organo-minerales de un suelo Oscuro Plástico (Vertisuelo) dispersadas con ultrasonido. Cien. Agric. 34-35: 114-121.

Mitchell, J. 1932. Origin, nature and importance of soil organic constituents having base exchange properties. J. Amer. Soc. Agron. 24: 256-275.

Navarro, H. 1988. El potencial Redox y su influencia en las propiedades químicas de los suelos en condiciones de inundación. Tesis de Doctorado. Instituto de Suelos, Ciudad Habana, Cuba.

Orellana, R., L. Rivero, R. Delgado, H. Bouza, E. Valero e I. Martínez. 1984. Métodos físicos de investigaciones de los suelos. Instituto de Suelos.

Orellana, R., F. Ortega Sastriques y T. Forbes. 1990. Métodos para caracterizar el estado físico de los suelos Vérticos y el régimen hídrico de los mismos. Informe del Resultado de Investigación 436-01 del Instituto de Suelos, Cuba.

Ortega, F. 1982. La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba. Editorial Academia. La Habana, Cuba.

Otero, L. 1993. Particularidades del intercambio catiónico de los suelos Oscuros Plásticos de la provincia Granma relacionado con su manejo. Tesis de Doctorado. Ministerio de Agricultura. Instituto de Suelos. Ciudad Habana, Cuba.

Peñafrute, F. 1991. Influencia del cultivo continuado del arroz sobre el contenido y composición de la materia orgánica en

- un suelo Oscuro Plástico Gleyzoso Gris. Tesis de diploma. Universidad de la Habana, Facultad de Química, Cuba.
- Somani, L. 1983. The computation of the cation exchange capacity of soils from clay and organic matter content. *An. Edafol. Agrobiol.* 42(3/4): 463-470.
- Vantour, A., L. Otero y M. Morales. 1988. Característica de la fertilidad de los suelos de la provincia Granma. I Resultados de experimentos de macetas. Informa del Resultado de Investigación 436-05. Instituto de Suelos. Cuba.
- Williams, R. 1932. The contribution of organic matter to the base exchange capacity of soils. *J. Agr. Sci.* 22: 845-851.
- Wright, W. y J. Foss E. 1972. Contribution of clay and organic matter to the cation exchange capacity of Maryland soils. *Soil Sci. Amer. Proc.* 36: 115-118.