

100353

# ALGUNAS CARACTERÍSTICAS REGULADORAS DEL ENCOSTRAMIENTO DE SUELOS ÁLICOS DEL TRÓPICO HÚMEDO COLOMBIANO

## Soil crusting regulator characteristics of some allic humid tropical soils from Colombia

Dora M. Arias<sup>1</sup>, E. E. Madero<sup>2</sup>, E. Amézquita<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se recolectan muestras de los cinco centímetros superficiales de suelos de la Amazonia en Caquetá (Macagual), de la Orinoquia en Meta (Carimagua), Casanare (Matazul) y Vichada (La Primavera), y de la Zona Andina en Cauca (San Isidro) y en el Valle (CIAT, Palmira). En Cada localidad el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) cuenta con experimentos de manejo para labranza, rotación de cultivos en hilera con pastos, asociación de pastos con leguminosas, arroz y leguminosas, y mulch que pretenden dilucidar el impacto de la intervención del sistema natural. Tras evaluar distribución de partículas, distribución de arenas, contenidos de materia orgánica, óxidos de Fe, Al y Si, y caracterizar la fertilidad, se halló que los suelos de la Orinoquia y Amazonia presentaron variaciones significativas en materia orgánica,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  y  $Si_2O_3$  que permitieron separarlos en tres grupos dada la importancia que existe desde el punto de vista del riesgo a encostramiento: La Primavera y Carimagua (altos en materia orgánica, óxidos y arenas finas pero con baja concentración de arcilla); Matazul y Macagual (bajos en materia orgánica, óxidos y arcilla, y diferentes valores de arena fina); y San Isidro (con las mayores concentraciones de  $Al_2O_3$ , altos porcentajes de  $Fe_2O_3$ , arcilla y arenas finas pero el mas pobre en materia orgánica). Los contenidos de materia orgánica estuvieron significativamente asociados al manejo.

*Palabras claves:* Encostramiento, suelos álicos, trópico húmedo.

### ABSTRACT

It was collected soil samples within 5 cm of the surface from Amazonia soils in Caquetá (Macagual); Orinoquia in Meta (Carimagua), Casanare (Matazul) and Vichada (La Primavera); and in Andean region in Cauca (San Isidro) and Valle (CIAT, Palmira). In each of those sites, the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) has many experiments to know the impact of land husbandry, leguminous associations and rotations and mulches on natural system. After evaluating weighed particle size, sand particle size, soil organic matter, iron, aluminum and silicon oxides, and fertility, it could cluster in three groups according to those characteristics and their importance in governing soil hazard crusting: La Primavera and Carimagua (high organic matter, oxides and fine sand but low in clay); Matazul and Macagual (low in organic matter, oxides and clay but variable sand values); and San Isidro (the greatest in  $Al_2O_3$  concentrations, high in  $Fe_2O_3$ , clay and fine sand but the poorest in soil organic matter). Soil organic matter contents were significantly associated with the kind of management.

*Key words:* Soil crusting, allic soils, humid tropic.

1. Estudiante de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

2. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

3. Físico de suelos. CIAT, Cali, Colombia. A.A. 6713.

## INTRODUCCIÓN

Algunos suelos indudablemente son más susceptibles al encostramiento que otros. La permanencia de la costra superficial formada bajo las condiciones de impacto de lluvia o bajo riego también varían mucho. Por ejemplo, los suelos con predominio de arcillas expansivas forman costras discontinuas. Varios intentos se han hecho para identificar los factores que favorecen este proceso superficial de los suelos, y frecuentemente se hayan inconsistencias cuando algunas relaciones ya demostradas se extrapolaron (Vander Watt y Valentín, 1992; Emerson 1967; Greenland 1977, Quirk 1994).

La inestabilidad estructural del suelo superficial no ha sido considerada en la clasificación taxonómica de los suelos y, consecuentemente, esta característica frecuentemente traspasa los límites entre suelos tanto en las zonas áridas como en las sabanas más húmedas, por ejemplo el fenómeno de escorrentía ocurre menos en las formas cóncavas del relieve que en las convexas (Vander Watt y Valentín, 1992).

Los factores involucrados en el encostramiento del suelo pueden ser intrínsecos al suelo o debido a influencias externas; las propiedades intrínsecas distribución de tamaño de partículas son textura del suelo, mineralogía de arcillas, contenido de carbono, contenido de sexquióxidos, cationes de cambio, contenido de agua, hidrofobicidad y microtopografía, y los factores externos: energía cinética de la lluvia, riego, acción del viento, intensidad de labranza, pisoteo por animales y falta de cobertura (Pla, 1995). El presente artículo tratará únicamente los siguientes factores: porcentaje de arcilla, distribución de arenas, contenido de sexquióxidos y contenido de materia orgánica y hace parte de tres artículos que versaron sobre el tema en los mismos sitios de muestreo.

### Objetivos del estudio

1. Estudiar los valores de arcilla, distribución de arenas, sesquióxidos, sílice y materia orgánica, en suelos de Matazul (Casanere), La Primavera (Vichada), Carimagua (Meta), San Isidro (Cauca), CIAT (Palmira) y Macagual (Caquetá) a dos profundidades (0-2.5 y 2.5-5 cm).
2. Realizar una clasificación de estos suelos basado en estas características.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Análisis de laboratorio

Distribución de partículas por el método del hidrómetro (Bouyoucos, 1927); distribución de arenas por medio de tamizado (Motta, et al., 1990); contenido de materia orgánica según la metodología de combustión húmeda (Walkley and Black 1934); sesquióxidos de Fe, Al y Si, según la metodología de ditionito citrato (Ross G. J. and Wang C. 1993) y análisis de rutina para pH, aluminio y fósforo con las metodologías utilizadas en el laboratorio del CIAT.

### Análisis estadístico

Para la interpretación de datos se tomó como herramienta el análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado, buscando separación de medias por Duncan y correlaciones múltiples entre las propiedades.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fertilidad

Tanto los suelos de Amazonia como los de Orinoquia y el de San Isidro presentaron reacción ácida y concentraciones de aluminio entre 1 y 2.4 cmol/kg (tabla 1); asimismo fueron notables los bajos valores de fósforo (entre 2 - 17 ppm) y pH (4. - 5). CIAT presentó valores diametralmente opuestos, correspondientes a un suelo fértil del Valle del Cauca pero con excesos de fósforo.

### Porcentaje de arcilla

De los resultados presentados en la tabla 1, se tiene que el suelo con mayor contenido de arcilla fue San Isidro oscilando sus valores entre 45-50%; el suelo del ensayo de rotaciones en Matazul rotaciones, también se destacó por la predominancia de materiales muy finos pero de rango inferior al anterior entre 35-40%.

Los suelos restantes: ensayo de labranza en Matazul, ensayo de rotación de asociaciones en La Primavera, ensayo Culticore y Macagual, tuvieron frente a los anteriores un decrecimiento importante en el porcentaje de arcilla, los valores oscilaron entre 30 y 35% aclarando que el suelo de Macagual fue el menos fino

Algunas características reguladoras del encostramiento de suelos álicos del trópico...

Tabla 1. Comparación entre localidades de las modas de algunas características influyentes en la estructura.

Localidad	Profundidad	Matazul- Ensayo de labranza	Matazul- Ensayo de rotaciones	La Primavera- Ensayo de rotación de asociaciones	Carimagua- Culticore	San Isidro	CIAT	Macagual
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-2.5 cm	55125	65201	87588	78083	87128	8426	63749
	2.5-5 cm	53681	66184	92941	75259	78195	8183	65241
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-2.5 cm	16204	22255	29040	31074	46959	2647	14912
	2.5-5 cm	16939	23128	30758	31648	46696	2817	15718
Si <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-2.5 cm	887	1047	1008	972	6563	13144	2947
	2.5-5 cm	863	850	831	707	6896	12686	2635
MO	0-2.5 cm	3.43	4.60	4.87	3.98	2.02	7.13	3.47
	2.5-5 cm	3.55	4.51	4.31	3.88	2.01	6.86	3.86
Arcilla	0-2.5 cm	35.79	39.19	36.23	35.90	53.89	53.89	31.60
	2.5-5 cm	35.28	38.89	35.77	35.74	43.07	52.57	32.76
pH	0-5 cm	4.50	4.50	5.00	4.58	5.23	8.00	5.20
P	0-5 cm	2.20	2.20	3.00	1.70	12.87	40.00	17.00
Al	0-5 cm	1.82	1.82	2.60	2.39	1.14	0.00	1.00
Tamaño de arena dominante	0-2.5 cm	0.5-0.25	< 0.155	< 0.155	< 0.155	< 0.155	< 0.155	< 0.155
	2.5-5 cm	0.5-0.25	< 0.155	< 0.155	< 0.155	< 0.155	< 0.155	< 0.155

de este grupo. En el caso del suelo del CIAT presumiblemente con predominio de arcillas tipo smectitas se acercó mucho al tipo de suelo de textura arcillosa y su concentración estuvo entre 50-60%.

Para la segunda profundidad en seis de los siete suelos disminuyó apreciablemente el contenido de arcilla aunque se esperaba lo contrario dado que es común que la arcilla lixivie en cualquier ambiente, pero se trata de distancias muy cortas entonces cobra más importancia la labranza y el manejo.

Obviamente los suelos con contenidos de arcilla cercanos al 40% presentaran una respuesta muy distinta ante los esfuerzos mecánicos frente a los suelos más gruesos y, también es de suponerse que el suelo de CIAT por cantidad y calidad de arcilla es fuera de serie en lo que respecta a su estabilidad en agua y ante los esfuerzos mecánicos.

#### Distribución de arenas

El tamaño de las arenas es una propiedad física muy importante del suelo para la estabilidad estructural, directamente relacionada con la erosionabilidad. La dominancia de arena fina (<0.125 mm) hace que la estructura del suelo sea más susceptible a las acciones de uso, y que se tenga una menor inestabilidad a la erosión hídrica.

En San Isidro, CIAT, Carimagua, Matazul – ensayo de labranza y Macagual, dominaron los altos porcentajes de arena fina (<0.125 mm) entre 85 y 95%. En la Primavera también fueron altos pero descendieron de 60 a 80% y en los ensayo de rotación en Matazul comenzaron a cobrar importancia los tamaños entre 0.25 y 0.5 mm especialmente en el ensayo de labranza (Tabla 1).

#### Sesquióxidos

San Isidro, La Primavera y Carimagua (tabla 1) se destacaron por tener concentraciones muy altas de óxidos de hierro (entre 92000 y 75000 ppm) y aluminio (entre 46000 y 30000 ppm). En los ensayos de Matazul y Macagual los óxidos de hierro también fueron altos pero comparados con los anteriores algo inferior a ellos, sin embargo los óxidos de aluminio disminuyeron a la mitad. Obviamente el suelo del CIAT contó con la décima parte de estos valores.

En sílice es CIAT quien presentó los valores más altos (13000 ppm), seguido de San Isidro (6500 ppm) y Macagual (2950 ppm) con una excepción en San Isidro en el tratamiento de maíz y, por último, los tres sitios de la Orinoquia con los menores valores (850 – 1000 ppm).

Para la segunda profundidad (tabla 1) en general el contenido de óxido de hierro no tuvo variaciones generales significativas frente a la primera profundidad, excepto para el suelo La Primavera en el cual se dio un ligero incremento vertical. Con óxido de aluminio en todos los tratamientos se observó un ligero incremento en este nivel excepto para San Isidro en donde no hubo cambios perceptibles. El óxido de sílice no mostró diferencias de significancia en profundidad excepto en Matazul – ensayo de rotaciones y La Primavera.

#### Contenido de materia orgánica

Matazul – ensayo de rotación de asociaciones, La Primavera y CIAT (tabla 1), presentaron las concentraciones más altas de materia orgánica (4 – 9%), sabiendo que las dos primeras son de carácter ácido y CIAT calcícola. En Macagual y Carimagua se hallaron valores relativamente medios entre 3.5 y 4%; en Matazul – ensayo de labranza esta osciló alrededor de 3.5% y en San Isidro se caracterizó por valores cercanos al 2%. La materia orgánica se puede considerar de carácter ácido, en las zonas de alta lluviosidad excepto CIAT.

Para la segunda profundidad la mayoría de los suelos se mantuvieron con concentraciones de materia orgánica con el mismo promedio excepto La Primavera y CIAT que bajaron tanto como 0.5 unidades.

La inmensa mayoría de los ambientes se pueden considerar con un contenido de materia orgánica medio a alto. Greenland (1977) considera que en suelos del Reino Unido, contenidos superiores a 5% de materia orgánica humificada oportan la suficiente estabilidad física.

#### Agrupación de los suelos estudiados

Excepto el suelo de CIAT, todos presentaron un alto índice de meteorización:  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 < 0.5$ , y el de Macagual reportó el mayor valor (tabla 1).

Los suelos de La Primavera y Carimagua se caracterizaron por poseer relativamente altos contenidos de materia orgánica,  $Fe_2O_3$  y  $Al_2O_3$ , y arenas finas, pero baja concentración de arcilla.

Matazul – ensayo de labranza y Macagual tuvieron en común los más bajos porcentajes de materia orgánica,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  y arcilla pero difirieron en la cantidad de arena fina. Matazul rotaciones encaja en este grupo pero posee tanta materia orgánica como La Primavera y Carimagua.

San Isidro con alguna influencia volcánica, tiene las mejores concentraciones de  $Al_2O_3$ ; está entre los de mas alto contenido de  $Fe_2O_3$ , arcilla y arena fina, y es el más pobre de todos en materia orgánica de este estudio. CIAT con muy altos rangos de materia orgánica, arcilla y arena fina posee una saludable relación,  $Si_2O_2/Al_2O_3$ : >4.

## CONCLUSIONES

Aunque los suelos de la Orinoquia y Amazonia tuvieron superficialmente como denominador común un alto índice de meteorización, baja fertilidad y alta concentración de aluminio intercambiable, presentaron ciertas variaciones en materia orgánica,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  y  $Si_2O_2$  que permitieron separarlos en tres grupos, dada la importancia que existe desde el punto de vista de su estabilidad física.

El suelo de CIAT, por sus características tan distintas puede considerarse como un buen testigo para comparar la estabilidad estructural.

De acuerdo con los tratamientos, se prevé un mejoramiento de la estabilidad física para aquellos manejos que incorporan leguminosas o pastos mejorados frente al terreno sin intervenir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- G.J. BOUYOUCOS. 1935. The clay ratio as a criterion of susceptibility of soil to erosion. *J. Am soc. Agron.* 27, 738-741.
- W.W. EMERSON. 1967. A classification of soil aggregates based on their coherence in water. *Aust. J. Res.* 5, 47-57.
- D.J. GREENLAND. 1977. Soil damage by intensive arable cultivation: temporary or permanent? *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 13. 281, 193-208.
- B. MOTTA. 1990. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. 5ª. Edición. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Colombia. 365 p.
- J.P. QUIRR. 1994. Interparticle forces: A basis for the interpretation of soil physical behavior. *Advances in Agronomy.* Vol. 13, 121-182.
- I. PLA. 1995. Modeling hydrological processes for guiding soil and water conservation practices. College on Soil Physics. International Centre for Theoretical Physics. Trieste, Italy. 22p.
- G.J. ROSS and C. WANG. 1993. Soil sampling of analysis. M.R. Carter E., Can. Soc. of Soil Sci. Lewis publishers. 239-246 p.
- H. VAN DER WATT y C. VALENTIN. 1992. Soil Crusting: The African view. In: *Soil Crusting. Adv. In Soil Sci.* Pp: 301-338.
- A. WALKLENY and I.A. BLACK. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *In Soil Sci.* 37: 29-38.

Reprinted with permission from Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Originally published in *Suelos Ecuatoriales* 31(2): 215-219, Copyright 2001.