CONTENIDO DE ARCILLA EN AGREGADOS ESTABLES AL AGUA CON DIFERENTES TAMAÑOS DE FRAGMENTOS GRUESOS DE ROCA EN DOS SUELOS DEL ESTADO TACHIRA.

Ruth P. Mujica¹; Adriana Florentino¹; Efraín Visconti²

¹ Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay; ² Universidad Nacional Experimental del Táchira, Departamento de Ingeniería Agronómica, San Cristóbal. E-mail: ruthpatricia.mujica@gmail.com; florentinoa@agr.ucev.ve; evisconti@gmail.com

RESUMEN.

Con el fin de conocer la relación entre la estabilidad de los agregados y el contenido de arcilla se realizó esta investigación en dos suelos agrícolas con presencia de fragmentos gruesos de roca (FGR) del estado Táchira. Se utilizaron muestras compuestas de suelos (0-20 cm) provenientes de dos zonas hortícolas. Los Tratamiento (T) utilizados fueron: T1: Agregados +FGR con tamaño entre 5000-8000 μm ; T2: Agregados +FGR con tamaño entre 5000-2000 μm ; T3: Agregados entre 1000-2000 μm sin FGR. Se realizaron pruebas de estabilidad de agregados y a las diferentes fracciones de agregados estables (AE) se les determinó: distribución de tamaño de partículas para calcular el porcentaje de arcilla (%A) asociada a cada fracción. Los resultados muestran que el suelo 2 (mayor contenido de arcilla y carbono orgánico total) tiene mayor estabilidad de agregados que el suelo 1. En el suelo 2, tanto en T1 como en T2 y T3 predominan los agregados estables $>250 \mu\text{m}$, y dentro de éstos los de mayor tamaño (46,08; 70,22 y 88,65 % respectivamente) con clase de estabilidad muy alta para todos. Dentro de los tratamientos con FGR se obtuvo mayor estabilidad al agua en los agregados de T2 entre 2000-5000 μm , debido quizás a una mayor interacción de la fracción fina del suelo con este tamaño de fragmentos.

Palabras clave: Estabilidad estructural, suelos pedregosos tropicales, estado Táchira.

INTRODUCCIÓN

En la productividad de los suelos juega un papel importante la agregación y la estabilidad de los agregados al agua que permite una mayor retención de humedad, infiltración y permeabilidad, así como una mejor relación del espacio poroso (aire-agua), buena penetración de las raíces y mayor resistencia a la erosión. Al realizar un mal uso y manejo del suelo se deteriora su estructura, lo cual conduce inevitablemente a su degradación. Sin una buena agregación la productividad del suelo no será la óptima. Los fragmentos gruesos de rocas tienen diferentes efectos sobre las propiedades de los suelos, entre ellas, actúan como “mulch” protector frente al impacto de las gotas de lluvia, reduciendo el sellado e incrementando la infiltración, y al mismo tiempo reduciendo las pérdidas de agua por evaporación (movimiento de agua sólo por difusión de vapor) después de las lluvias (Pla, 1999). En los procesos de agregación del suelo intervienen directamente la materia orgánica y la fracción arcilla; comprender cómo participan la materia orgánica y las arcillas

en la estabilidad de los agregados de los suelos con presencia de fragmentos gruesos de rocas, constituye un aspecto importante para interpretar mejor cómo estos fragmentos intervienen tanto en la agregación como en la estabilidad estructural. En tal sentido, los mecanismos que se pueden estar presentando son: los FGR se recubren de capas de partículas arcillosas y de materia orgánica que permiten la unión de varios fragmentos en un mismo agregado y, por otra parte, los fragmentos de roca producen intersticios o cavidades que favorecen la acumulación de materia orgánica promotora de la agregación (Visconti, 2006). Por tal motivo el objetivo de esta investigación fue determinar la estabilidad de los agregados al agua de dos suelos del estado Táchira con FGR, evaluando el contenido relativo de arcilla en cada uno de las diferentes fracciones de agregados que resultaron estables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las zonas de estudio están ubicadas: 1) en la localidad de El Molino, Municipio José María Vargas a 2050 msnm y 2) en El Páramo La Sabana, municipio Independencia, a 1297 msnm. El muestreo de los suelos (cuya diferencia fundamental está en el contenido de arcilla-CA) se hizo (Suelo 1-bajo CA y Suelo 2-alto CA) tomando muestras compuestas provenientes de estas dos zonas de gran importancia agrícola en el estado Táchira, bajo cultivo de hortalizas (Suelo 1: papa, cebolla, brócoli, ajo y coliflor en rotación por más de 20 años y Suelo 2: cebolla, tomate, pimentón, ajo y maíz en rotación también por más de 20 años, manejadas convencionalmente) tomadas en cuadrícula, a una profundidad de muestreo de 0-20cm. Las muestras de ambos suelos fueron secas al aire y tamizadas para obtener diferentes tamaños de agregados, identificados como: Tratamiento 1(T1): Agregados +FGR con tamaño entre 5000-8000 μm ; Tratamiento 2 (T2): Agregados +FGR con tamaño entre 2000-5000 μm . Tratamiento 3 (T3): Agregados entre 1000-2000 μm sin FGR. Se realizaron pruebas de estabilidad de agregados (AE) utilizando el método de tamizado en húmedo de Yoder (1936) descrito por Pla, (1983), siendo ésta una modificación del método el cual sólo toma en cuenta agregados entre 2-4 mm para la estabilidad de los agregados; luego a las diferentes fracciones de agregados estables (AE) se les determinó la distribución de tamaño de partículas para calcular el porcentaje de arcilla, utilizando el método de Bouyoucos (1962) adaptado por Day, (1965) y descrito por Pla (1983), el cual fue cambiado en que se utilizaron 10 g de suelo de diferentes fracciones de agregados estables (FAE) al agua en vez de 40 g de suelo fino < 2 mm, tal como está establecido en la metodología original. Se determinó también para cada FAE el contenido de carbono orgánico total (COT) por el método de oxidación de la materia orgánica de Walkey y Black (1934) modificado. Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de media, utilizando el paquete estadístico InfoStat (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Distribución de agregados estables al agua.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la distribución de tamaño de agregados estables al agua >0.25 mm (macroagregados) para el Suelo 1. Se puede observar que en T1, con tamaños de agregados iniciales entre 5000-8000 μm , existe un mayor predominio (71,93 %) de microagregados (< 250 μm) con respecto a los macroagregados (> 250 μm) y dentro de los macroagregados los que pertenecen al rango de 2000-8000 μm (14,80%).

En general destaca que, los agregados de este tratamiento tienen muy baja estabilidad, según Florentino (1998). T2 sigue una tendencia similar a T1 y en T3 (sin FGR) los macroagregados (entre 1000-2000 μm) superan a los microagregados.

Cuadro 1. Distribución de agregados estables en los diferentes tratamientos. Suelo 1

Tratamiento (Tamaño inicial de agregados para la prueba de estabilidad (μm))	Rango de tamaño de agregados estables(μm)	Agregados estables (%)
T1 (5000-8000)	2000-8000	14,8(a)
	1000-2000	5,14(a)
	250-500	2,84(a)
	< 250	71,93
T2 (2000-5000)	2000-5000	17,86(b)
	1000-2000	1,44(a)
	500-1000	5,58(a)
	250-500	4,27(a)
	< 250	70,85
T3 (1000-2000)	1000-2000	50,87(b)
	500-1000	0,90(a)
	250-500	3,01 (a)
	< 250	47,02

Letras diferentes (entre paréntesis) indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

En cuanto al Suelo 2 se puede observar (Cuadro 2) que tanto en T1 como T2 y T3 predominan los agregados estables $>250 \mu\text{m}$, y dentro de éstos los de mayor tamaño (46,08; 70,22 y 88,65 % respectivamente) con clase de estabilidad muy alta para todos, asociado al mayor contenido de arcilla y con presencia expansibles (Visconti, 2010 datos aún no publicados, comunicación personal).

Cuadro 2. Distribución de agregados estables en los diferentes tratamientos. Suelo 2.

Tratamiento	Tamaño de agregados(μm)	Agregados estables (%)
T1 (5000-8000)	2000-8000	46,08(b-c)
	1000-2000	26,04(a)
	500-1000	8,08(a)
	250-500	3,74(a-b)
	< 250	16,06
T2 (2000-5000)	2000-5000	70,22(b)
	1000-2000	15,37(a)
	500-1000	8,37(a)

	< 250	2,27
T3 (1000-2000)	1000-2000	88,65(b)
	500-1000	4,45(a)
	250-500	2,19(a)
	< 250	4,71

Letras diferentes (entre paréntesis) indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

2. Contenido relativo de arcilla en cada fracción de agregados estables al agua.

Cabe destacar que las clases texturales son muy variables, tanto entre tratamientos (F, FL, Fa en T1, F-Fa en T2 y aF-Fa en T3) como entre tamaños de agregados estables (AE). Al respecto, Mujica (2009) encontró correlaciones positivas ($r=0,796$) entre el contenido de arcilla y la estabilidad de los agregados con FGR, en especial en los agregados de mayor tamaño, sin embargo, esta correlación fue negativa ($r=0,774$) entre los agregados estables y la relación % COT/% Arcilla.

Cuadro 3. Distribución de tamaño de partículas minerales y contenido de carbono orgánico total (COT) en las diferentes fracciones de agregados estables al agua. Suelo 1.

		Distribución de tamaño de partículas (DTP)									
Trat	Tamaño de agregados (μm)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Arena muy fina (%)	Arena fina (%)	Arena media (%)	Arena gruesa (%)	Arena muy gruesa (%)	Clase textural	COT (%)
T1	5000-8000	25,63 b	38,51	35,86	4,86	7,95	5,95	5,55	11,55	F-FA	3,84
	2000-5000	11,22 a	37,95	50,82	15,37	6,65	5,15	4,85	18,8	F	3,98
	1000-2000	3,23 a	46,07	50,71	9,41	5,8	4,2	4,1	27,2	Fa	3,98
	500-1000	3,23 a	51,14	45,63	15,38	8,25	8,5	11,15	2,35	Fa-FL	3,98
	250-500	2,87 a	57,13	40	19	10,4	10,5	0,1	0	FL	4,11
T2	2000-5000	11,17 b	38,83	50	12,95	6,45	4,75	4,75	21,1	F	3,58
	1000-2000	1,59 a	27,92	70,49	8,34	3,8	3,4	4,35	50,6	Fa	3,71
	500-1000	1,61 a	37,68	60,71	34,06	7,65	8,3	9,15	1,55	Fa	3,98
	250-500	11,50 b	48,09	40,42	22,17	5,95	12,05	0,05	0,2	F	4,25
T3	1000-2000	0,63 a	18,88	80,49	27,74	6,7	4,95	8,9	32,2	aF	2,97
	500-1000	10,00 b	19,58	70,42	21,22	9,7	7,35	19,4	12,75	Fa	2,39
	250-500	11,34 b	33,3	55,35	16,65	25,6	12,9	0,1	0,1	Fa	4,25

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

En el suelo 2 (Cuadro 4) se puede observar que, en general, el contenido de arcilla es mayor para todos los tratamientos y tamaños de AE, en relación al otro suelo. En T1, ésta varía entre 37,81 % (500-1000 μm) y 47,70 % (5000-8000 μm), y en T3 con un % A de 51,88% para los diferentes tamaños de AE. Las clases texturales no son muy diferentes debido al predominio de la fracción arcilla en este suelo.

Cuadro 4. Distribución de tamaño de partículas minerales y contenido de carbono orgánico total (COT) en las diferentes fracciones de agregados estables al agua. Suelo 2.

Trat	Tamaño de agregados(μm)	Distribución de tamaño de partículas (DTP)									COT (%)
		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Arena muy fina (%)	Arena fina (%)	Arena media (%)	Arena gruesa (%)	Arena muy gruesa (%)	Clase textural	
T1	5000-8000	47,70 a	52,3	0	0	0	0	0	0	AL	6,10
	2000-5000	42,94 a	42,06	15	11,2	2,5	0,85	0,25	0,2	A-AL	5,76
	1000-2000	42,89 a	47,11	10	4,95	2,3	0,6	0,3	1,85	AL	6,46
	500-1000	37,81 a	47,19	15	7,05	1,75	0,95	3,6	1,65	FAL	7,02
	250-500	41,69 a	43,25	15,06	3,66	2,9	8,2	0,25	0,05	AL	7,02
T2	2000-5000	42,89 a	47,11	10	6,65	2,35	0,65	0,2	0,15	AL	6,83
	1000-2000	47,94 a	37,14	14,92	9,57	2	0,5	0,3	2,55	A	6,10
	500-1000	43,87 b	41,2	14,92	6,77	2,3	1,05	3,65	1,15	A-AL	6,64
	250-500	46,74 a	43,26	10	0	1,2	7,55	0,8	0,45	AL	7,22
T3	1000-2000	51,88 c	38,12	10	3,1	2,25	0,85	0,3	3,5	A	7,62
	500-1000	51,88 c	38,12	10	3,8	2,4	0,7	0,1	3	A	6,46
	250-500	51,88 b	38,12	10	3,8	2,4	0,7	0,1	3	A	7,42

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

En este sentido, Poessen y Lavee (1994) señalan que en suelos con FGR, éstos ejercen un efecto más beneficioso en suelos arcillosos que en suelos arenosos y que la proporción óptima de FGR varía entre 10 a 30 % (v/v); valores superiores comienzan a presentar efectos negativos. En Venezuela, Linares (2002) en un estudio realizado sobre un suelo bajo bosque natural de textura areno-francosa encontró una alta estabilidad, asociada a un alto contenido de materia orgánica en el suelo (6-8%). Se infiere que, en suelos pedregosos con alto contenido de arcilla, la estabilidad de los agregados está más asociada a ésta, mientras que en suelos con bajo contenido de arcilla pero alto contenido de COT, es la materia orgánica la que determina mayormente su estabilidad.

CONCLUSIONES

- El mayor contenido relativo de arcilla en cada una de las fracciones de agregados estables se encontró en el suelo 2 para todos los tratamientos.
- Al comparar los tratamientos del suelo 1, el más estable (estabilidad moderada) es el T3, mientras que T1 y T2 muestran una estabilidad baja, por eso podemos inferir que los FGR en este suelo aportan muy poco a la estabilidad a los agregados.
- En cuanto al suelo 2, con mayor contenido de arcilla y de COT, tanto en T1 como T2 y T3 predominan los agregados estables $>250 \mu\text{m}$ y, dentro de éstos, los de mayor tamaño (46,08; 70,22 y 88,65 % respectivamente) con clase de estabilidad

muy alta para todos, asociada al mayor contenido de arcilla y a la presencia de arcillas expansibles en este suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Florentino, A .1998. Guía para la evaluación de la degradación del suelo y dela sostenibilidad del uso de la tierra; selección de indicadores: valores críticos. Instituto de Edafología.Facultad de Agronomía.Universidad Central de Venezuela. Maracay.18 p.

INFOSTAT 2002. InfoStat, versión 1.1. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

Linares, A. 2002. Evaluación de la calidad estructural de un suelo ultisol degradado sometido a manejo conservacionista durante tres años para la producción de sorgo (*Sorghum bicolor*) en Chaguaramas- Estado Guárico. Trabajo para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela Maracay.97 p.

Mujica, R. 2009. Distribución del contenido de arcilla y materia orgánica en agregados estables al agua con fragmentos gruesos de roca en suelos agrícolas del estado Táchira. Trabajo de Grado, Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, 51 p.

Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnostico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Alcance N° 32. Revista de la Facultad de Agronomía, UCV-Maracay. Venezuela. 93 p.

Pla, I. 1999. Suelos pedregosos. Características y propiedades de los suelos pedregosos. Memorias del Taller sobre Suelos pedregosos, CIDIAT, Mérida Venezuela. 33-39 p.

Poesen, J.; Lavee, H.1994. Rock fragments in top soils: significance and processes. Catena, 23(1-2), 1-28.

Visconti, E. 2006. Efectos de los fragmentos gruesos de roca en la retención de agua en el suelo. Trabajo especial. Postgrado en Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay.

Walkley, A. y I. A. Black. 1934. An examination of the Detjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification on the chromic acid titration methods. Soil Science. 37: 29-38.