

Efecto de la incorporación de residuos vegetales sobre algunas propiedades físicas de tres suelos venezolanos

Effect of organic residues incorporation on some physical properties in three Venezuelan soils

Carmen Rivero T¹, Jorge Paolini²

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Edafología Maracay. Apdo. 4579, Aragua, Venezuela

²Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Departamento de Ecología

RESUMEN

Se evaluó, a nivel de invernadero, el efecto de la incorporación de residuos de leguminosas (*Canavalia ensiformes*, *Crotalaria juncea* y *Phaseolus mungo*) y gramíneas (*Sorghum bicolor*), así como mezclas de ambos sobre la estabilidad de los agregados, el diámetro medio ponderado de los mismos y la retención de humedad de tres suelos venezolanos: dos alfisoles y un inceptisol, procedentes, los primeros, de los estados Yaracuy y Portuguesa y el tercero del estado Guárico. Las dosis de residuos fueron equivalentes a 10 Mg.ha⁻¹, incorporados homogéneamente a 15 kilos de suelo; la experiencia tuvo una duración de 120 días. Los resultados solo evidencian tendencias hacia efectos positivos, al producirse pequeños incrementos temporales en la estabilidad de agregados y en la retención de humedad.

Palabras Clave: suelo, materia orgánica, estabilidad de agregados, humedad.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate organic residues incorporation of vegetable origin on some soil physical properties in a greenhouse. Three soils were used: 2 Alfisols and 1 Inceptisol, all from agricultural areas in Venezuela (Yaracuy, Portuguesa and Guárico states).

A rate of organic residue equivalent to 10 Mg.ha⁻¹, coming from the following plants: *Sorghum bicolor*, *Canavalia ensiformes*, *Crotalaria juncea* and *Phaseolus mungo*, alone and in a mixture 1:1 sorghum to each legume. The effects of the organic matter incorporation on soil physical properties were determined by: water stable aggregates and moisture retention. Physical parameters showed tendency towards positive effects, although of temporal character.

Index words: soil, organic matter, aggregate stability, soil moisture

INTRODUCCIÓN

Usar residuos orgánicos (RO), es una alternativa ante la degradación violenta de los suelos asociada a bajos tenores de materia orgánica (MO) en los mismos, planteándose la necesidad de evaluar el efecto de aplicaciones de RO sobre propiedades del suelo, tales como la estructura y la retención de humedad.

Las sustancias orgánicas actúan como agentes cementantes de los macro y micro agregados, al incrementar la cohesión entre partículas, ser agentes enlazantes, y floculan las arcillas como consecuencia de la presencia de grupos funcionales (como los carboxílicos) y de la formación de puentes con cationes polivalentes (Oades, 1984; Clement, 1975 y Eagle, 1975).

Hamblin y Davies (1977) y Hamblin y Greeland (1977), indicaron que solo algunas fracciones de la MO, como los ácidos poliurónicos, son responsables de la estabilidad de los agregados del suelo. Fortun et al. (1989) y Fortun et al. (1989), lo atribuyen a la presencia de fracciones fúlvicas, mientras que Haynes y Swift (1990), señalan que dicha estabilidad correlaciona mejor con el contenido de carbohidratos extraídos en agua caliente que con el carbono orgánico o el de carbohidratos hidrolizables.

La adición de residuos frescos también ha sido señalada. Al respecto, Christensen (1986), logró incrementar el número de agregados de diámetro entre 1-20 mm, en un suelo franco arenoso, al añadir directamente los residuos de paja.

El efecto sobre la retención de humedad depende de: 1) el efecto positivo sobre la estructura mejorando el transporte y almacenamiento de agua y 2) la MO incrementa la retención de agua del perfil de suelo, por su carácter altamente hidrofílico (Stevenson, 1982), mejorando la infiltración de agua, disminuyéndose las pérdidas por escorrentía y por evaporación directa (Igue, 1984). Por otra parte, la MO al reducir escorrentía, y favorecer la agregación lleva a menores riesgos de erosión, tanto hídrica como eólica. (Kiehl, 1985).

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el invernadero del Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, en Maracay.

Los suelos usados presentan problemas químicos o físicos, asociados a bajos niveles de MO; y corresponden a áreas de importancia agrícola en el país. Estos suelos se denominarán en adelante: Yaritagua, ubicado en la Estación Experimental Yaracuy del FONAIAP (estado Yaracuy), Valle de la Pascua, situado en la zona de Valle de la Pascua, (estado Guárico) y Turén, ubicado en la Colonia Agrícola Turén (estado Portuguesa) estos últimos pertenecientes a productores. El Cuadro 1, muestra las características de dichos suelos. Estos fueron secados, pasados por tamiz de 4 mm, y colocados en recipientes plásticos de las siguientes dimensiones: 35 cm de diámetro y 14.5 cm de profundidad, conteniendo 15 kilos de suelo cada uno.

Los residuos utilizados, se seleccionaron según su adaptabilidad y resistencia: sorgo (*Sorghum bicolor*), canavalia (*Canavalia ensiformes*), crotalaria (*Crotalaria juncea*) y frijol (*Phaseolus mungo*); se incorporó material de cuarenta y cinco días de edad,

Cuadro 1. Características de los suelos utilizados.

Características	Suelo Yaritagua	Suelo Valle de La Pascua	Suelo Turén
pH	6.40	5.00	6.90
Conductividad mScm ⁻¹	0.12	0.027	0.25
Materia orgánica gKg ⁻¹	6.4	4.1	27.0
Fósforo mgKg ⁻¹	6.30	2.0	7.6
Potasio mgKg ⁻¹	51.9	21.7	106
Carbono orgánico gKg ⁻¹	3.7	2.4	15.7
Nitrógeno gKg ⁻¹	1.5	0.8	4.0
Arena %	37.6	79.6	0
Limo %	39.6	11.6	43.2
Arcilla %	22.8	8.8	56.8
Clasif. Textural	Franco	Areño-francoso	Arcillo-limoso
Clasif. Taxonómica	Alfisol	Alfisol	Inceptisol

dividido en trozos de aproximadamente 4 cm e incorporado homogéneamente al suelo; su caracterización se ilustra en el Cuadro 2.

Los tratamientos usados fueron:

T1 = Testigo

T2 = 10 Mg de sorgo/ha

T3 = 10 Mg de canavalia/ha

T4 = 10 Mg de crotalaria/ha

T5 = 10 Mg de frijol/ha

T6 = 5 Mg DE SORGO/ha + 5 Mg de canavalia/ha

T7 = 5 Mg DE SORGO/ha + 5 Mg de crotalaria/ha

T8 = 5 Mg DE SORGO/ha + 5 Mg de frijol/ha

Cada tratamiento tuvo tres repeticiones en disposición totalmente aleatorizada, se llevó el suelo a capacidad de campo y se incubó por 28 días, al fin de los cuales se sembró el primer ciclo de maíz, HIBRIDO PB-8, durante 5 semanas, se cosechó y se dejó el suelo en reposo durante 1 mes, luego se plantó un segundo ciclo de maíz. No se realizó fertilización química. A la cosecha se evaluó estabilidad de agregados, diámetro medio ponderado y retención de humedad a 0, 33 y 300 KPa; se usó la metodología indicada por PLA (1983). El procesamiento estadístico se realizó con el paquete SAS (1989).

Cuadro 2. Características de los residuos utilizados

Residuo	Carbono %	Nitrógeno %	Fósforo %	C/N	Fad* %	Celulosa %	Lignina %
Sorgo	18.34	1.50	0.18	12:1	38.74	25.51	4.20
Crotalaria	29.32	3.33	0.34	9:1	34.68	25.14	7.48
Canavalia	20.50	4.09	0.29	5:1	21.79	21.79	4.66
Frijol	24.95	3.10	0.30	8:1	34.68	14.64	4.30

* = Fibra Acido Detergente

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de agregados estables al agua: La Figura 1 muestra el comportamiento del suelo Yaritagua, el cual fue idéntico para Valle de la Pascua. No hubo efecto del residuo sobre la estabilidad de los agregados de mayor diámetro y de diámetro intermedio, salvo el uso de residuos de frijol, el cual provocó un incremento, no significativo, de 4 % en relación al testigo, en el caso de los primeros. Para los agregados menores (0.1mm - 0.4mm), la mayoría de los tratamientos incrementaron la estabilidad. En el suelo Turén, algunos tratamientos (sorgo, sorgo+canavalia, y sorgo+crotalaria) incrementaron, de manera no significativa, la estabilidad de los agregados de mayor tamaño. Los resultados no son concordantes, en su mayoría, con los citados en la literatura (Harris et al, 1966; Edwards y Bremner, 1967; Oades, 1984). Sin embargo, los mismos pudieran explicarse gracias a dos factores principales: momento de muestreo no adecuado para detectar efectos considerados

como transitorios (Chaney y Swift, 1986), o uso de una metodología que no detecta las pequeñas diferencias que se estarían generando por efecto de tratamientos. (Florentino, 1992). (Comunicación personal).

Se hace necesario diseñar experimentos que incluyan muestreos sistemáticos, en el tiempo, y varios ciclos de incorporación de residuos, por cuanto los mayores cambios podrían estar sucediendo en los primeros días. A esto se une la necesidad de usar metodologías más precisas que lleven a una identificación más exacta del efecto de tratamiento.

Diámetro medio ponderado de agregados estables al agua (DMP): Para los suelos Yaritagua y Valle de la Pascua (ilustrado en la Figura 3 para el suelo Yaritagua), los tratamientos, a excepción de la adición de residuos de frijol, no lograron incrementar el DMP. Ahora bien, para el primero la degradación física es bastante avanzada, y esto hace pensar en la aplicación de residuos en grandes cantidades y por largos períodos, a fin de obtener el efecto benéfico de esta práctica. En tanto que el suelo Valle de la Pascua es un suelo arenoso en cuyo caso el efecto que se logra es básicamente sobre los microagregados y es de carácter temporal. Al respecto N'Dayegamiye y Angers (1993) indican que los residuos propician una formación rápida de macroagregados de vida media corta.

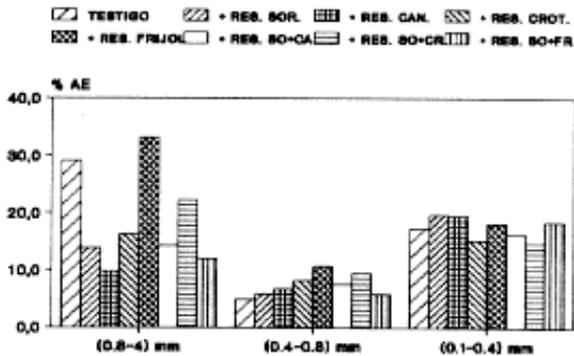


Figura 1. Efecto de la incorporación de residuos sobre el porcentaje de agregados estables al agua (suelo Yaritagua).

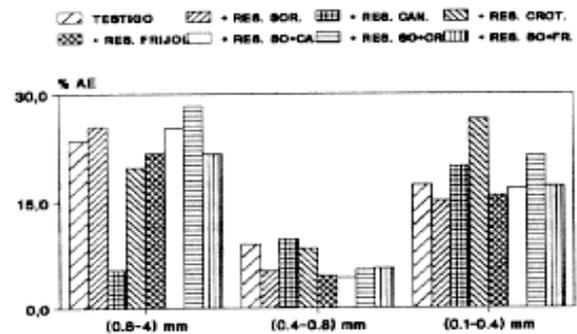


Figura 2. Efecto de la incorporación de residuos sobre el porcentaje de agregados estables al agua (suelo Turén).

En el suelo Turén (Figura 4), se produjeron incrementos, no significativos, del DMP, para cuatro de los siete tratamientos (sorgo, frijol, sorgo+canavalia y sorgo+crotalaria). El uso de sorgo, solo o mezclado, estuvo asociado a los incrementos, ésto parece indicar mayor efectividad de materiales ricos en carbono, que inducirían niveles importantes de polisacáridos, ácidos poliurónicos, proteínas o lignina residual, productos de la degradación microbiana del residuo, los cuales son altamente cementantes de las partículas inorgánicas; y por la otra, a la presencia de productos directos de esa actividad microbiana, tales como los micelios de hongos (Kiehl, 1985; Fortun y Fortun, 1989).

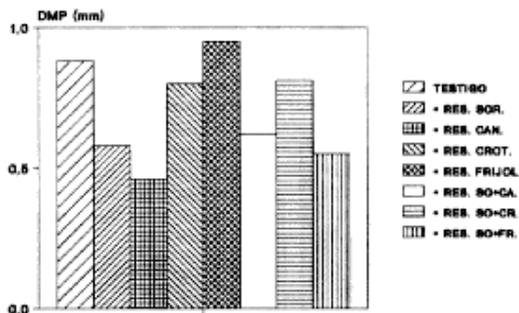


Figura 3. Efecto de la incorporación de residuos sobre el diámetro medio ponderado (DMP) de agregados estables al agua (suelo Yaritagua)

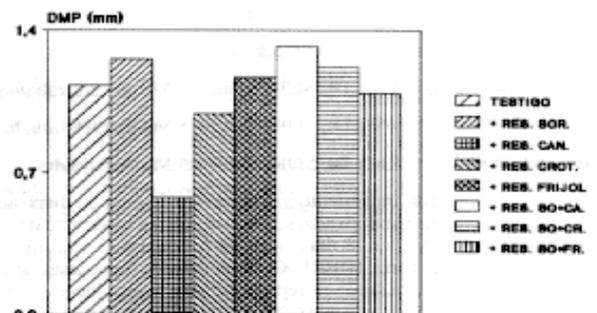


Figura 2. Efecto de la incorporación de residuos sobre el porcentaje de agregados estables al agua (suelo Turén).

Retención de humedad: Se midió la retención de humedad a 0, 33 y 300 KPa para cada suelo. La Figura 5 ilustra el caso del suelo Yaritagua. En éste la incorporación de los residuos no ocasionó grandes variaciones en el contenido de agua gravimétrica del suelo, en condiciones de saturación, sólo la incorporación de sorgo y canavalia produjeron un escaso incremento, no significativo, 1.78 y 0.66 % respectivamente en comparación al testigo; ahora bien, a mayor tensión, 33 KPa, se produjeron incrementos, no significativos, en la retención de humedad para todos los tratamientos, variaciones poco perceptibles en algunos casos (uso de residuos de sorgo) pero en otros podrían resultar agrónomicamente importantes (mezcla sorgo+canavalia, mezcla sorgo+frijol y el frijol) donde los incrementos fueron de 3.92; 2.11 y 1.98 % respectivamente, en relación al testigo.

A 300 KPa, todos los tratamientos aumentaron, en forma no significativa, el contenido de humedad del suelo, incrementos que no alcanzaron ni a una unidad en valor absoluto, siendo valedera la consideración de su importancia agronómica, para el mantenimiento de una cierta reserva de agua a tensiones relativamente altas. El comportamiento del suelo Valle de la Pascua, a 0 KPa, fue similar al suelo Yaritagua, Figura 6. Los incrementos observados, en relación al testigo, oscilan desde 1.14 % (uso de frijol), hasta 3.11 % (uso de la mezcla sorgo+canavalia). Estos resultados, aún cuando no significativos estadísticamente, son importantes en función de las características de este suelo arenoso y con una baja capacidad para retener y almacenar agua.

La retención de humedad a 33 KPa, siguió un patrón similar ya que todos los tratamientos incrementaron, no significativamente, el agua gravimétrica retenida, los valores estuvieron entre 0.59 % (uso de canavalia) y 1.66 % (uso de mezcla sorgo+frijol). A 300 KPa, el residuo mas eficiente fue la mezcla sorgo+frijol con un incremento de 0.32 % mas que el testigo En el suelo Turén, en condiciones de saturación, el comportamiento fue errático, Figura 7: algunos tratamientos incrementaron la retención de humedad (sorgo, canavalia, crotalaria y mezcla sorgo+crotalaria) y otros provocaron descensos (frijol y mezclas sorgo+canavalia y sorgo+frijol).

A 33 KPa el comportamiento se hizo similar al obtenido para los otros dos suelos (Figura 7). Todos los tratamientos incrementaron la retención de agua, en relación al testigo, incrementos que oscilaron entre 0.98 % (uso de mezcla sorgo/frijol) y 4.00 % (uso de sorgo)

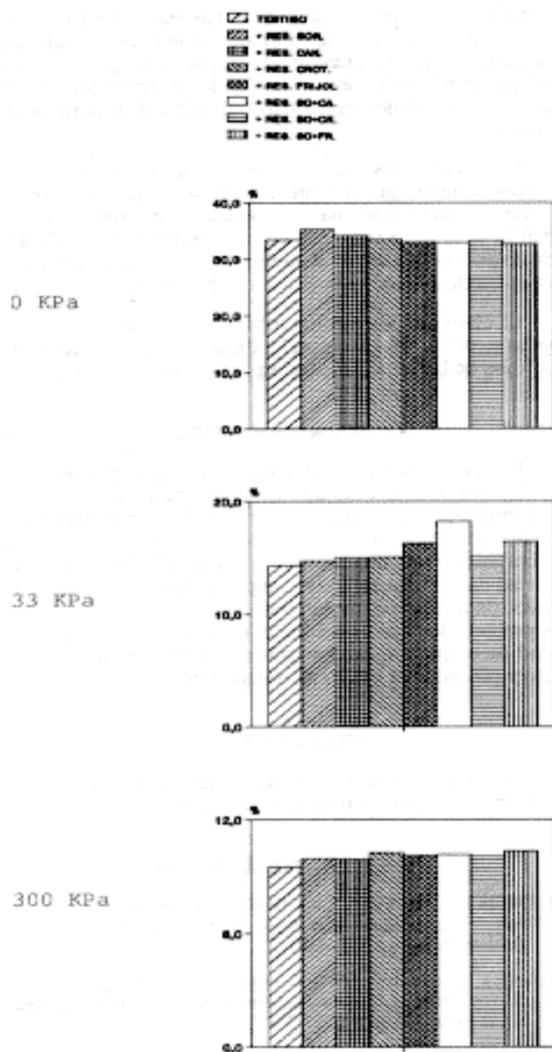


Figura 5. Efecto de la incorporación de residuos sobre la retención de humedad (suelo Yaritagua).

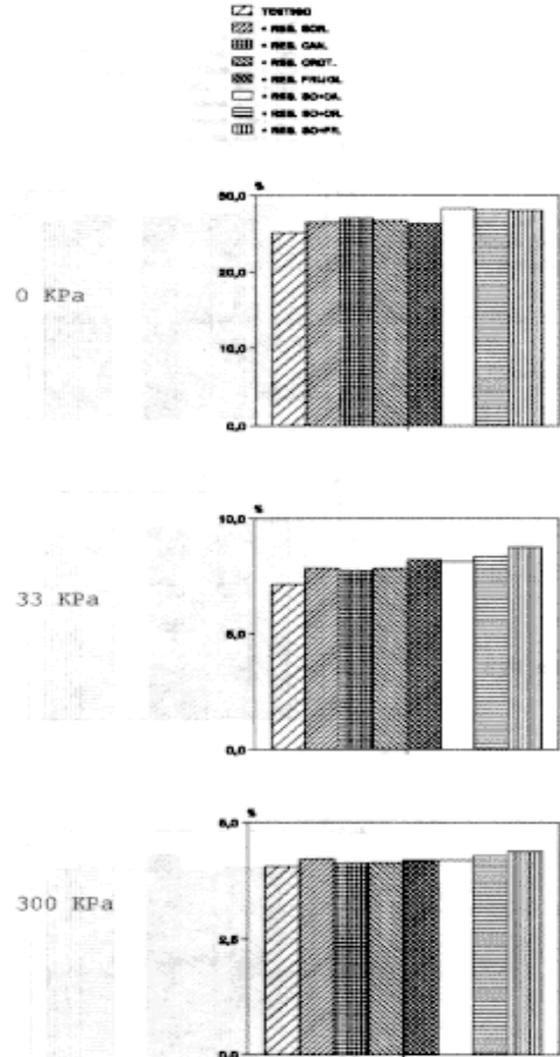


Figura 6. Efecto de la incorporación de residuos sobre la retención de humedad (suelo Valle de La Pascua).

Ahora bien, a 300 KPa, el comportamiento fue similar al observado a 33 KPa (Figura 7), es decir, hubo incrementos, no significativos, para todos los tratamientos, solo varió el que la mayor eficiencia se logró al usar residuos de frijol. Los resultados concuerdan con los obtenidos por otros investigadores, aún cuando, no se logró detectar diferencias estadísticas entre los tratamientos. Al respecto, Fairbour y Gardner (1972), señalan que la incorporación de material vegetal fresco al suelo, incrementa el contenido de agua en el perfil, actuando como un "mulch" vertical; resultados similares son indicados por Lawson y Lal (1979), quienes lograron incrementos en la retención de agua por el suelo, sobre todo en la primera estación después de incorporar el residuo; comportamiento similar han obtenido Wade y Sánchez (1983), Igue (1984).

El incremento en la retención de humedad del suelo es consecuencia de la alta afinidad de los coloides orgánicos por el agua. Ahora bien, el efecto de la adición de residuos sobre la retención de agua por el suelo, especialmente a relativamente altas tensiones, tiene una connotación para cada suelo. Así, para los suelos Yaritagua y Valle de la Pascua el efecto es mayor, desde el punto de vista agronómico, que para el suelo Turén, debido a la baja capacidad de retención de los primeros, mientras que en el suelo Turén el uso de los residuos provocaría un efecto mejorador de la tasa de infiltración y de la permeabilidad ("mulch" vertical).

Estos pequeños incrementos aún cuando no significativos estadísticamente pueden ser de gran importancia en períodos críticos de intensa sequía (frecuentes en las zonas estudiadas) cuando el cultivo presenta un escaso desarrollo radical, por cuanto podría significar, al menos, la sobrevivencia de las plantas, evitándose la pérdida completa de la siembra.

Es claro que los efectos sobre las propiedades físicas evaluadas es de carácter temporal indicando la necesidad de un uso continuo de la práctica de incorporar residuos al suelo.

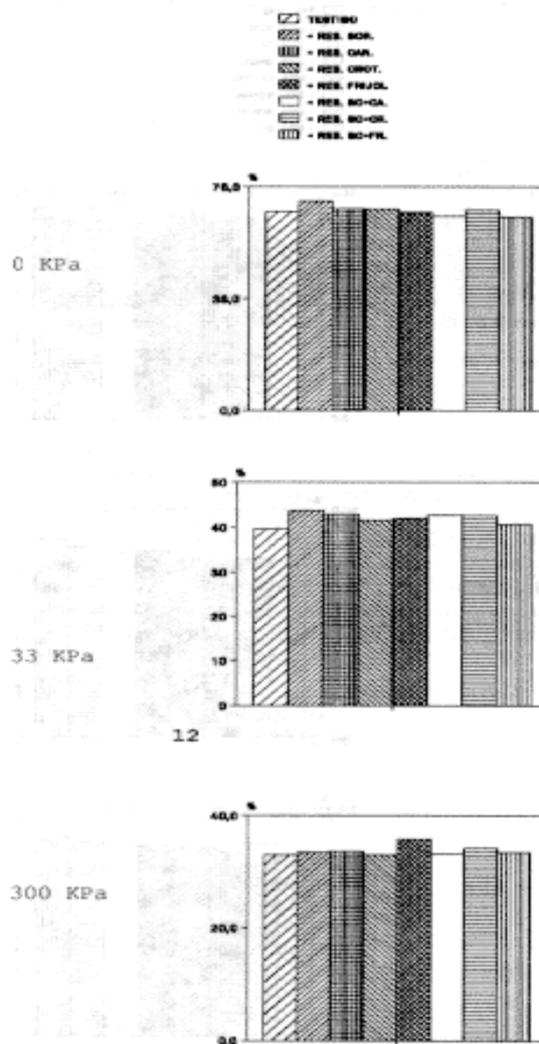


Figura 5. Efecto de la incorporación de residuos sobre la retención de humedad (suelo Yaritagua).

CONCLUSIONES

Durante el tiempo en el cual se llevó la experiencia no fue posible detectar efectos estadísticamente significativos sobre ninguna de las variables físicas evaluadas, sin embargo, se detectaron tendencias positivas sobre todas, que pudieran resultar agrónomicamente importantes. Estos resultados señalan la necesidad de evaluar, en nuevas experiencias conducidas durante mayor tiempo, los cambios inducidos por el uso de RO sobre las propiedades físicas del suelo, planteándose además la necesidad de emplear metodologías que permitan diferenciar con mayor precisión el efecto de tratamiento.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al CDCH-UCV, por el soporte financiero de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- CLEMENT, C. R. 1975. Low fertility experiments at Hurley soil physical conditions and crops productions M.A.F.F Technical Bulletin N 29. pp 388-405.
- CHANEY, K. and R. S. SWIFT. 1986. Studies on aggregate stability: II. The effect of humic substances on the stability of reformed soil aggregates. J. Soil Sci. 37:3 37-343.
- CHRISTENSEN, B. 1986. Straw incorporation and soil organic matter in macro-agregates and particle size separates. J. Soil Sci 37:125-135.
- EAGLE, E. J. 1975. Low fertility experiments. Soil physical conditions and crop productions. M.A.F.F. Technical Bulletin N 29. pp 334-359.
- EDWARDS, A. and BREMNER, J. 1967. Microaggregates in soil. Soil Sci. 18:64-73.

- FAIRBOURN, M. and H. GARDNER. 1972. Vertical mulch effects on water storage. *Soil Sci Soc. Am. Proc.* 36: 823-827.
- FORTUN, C. y A. FORTUN. 1989. Diversos aspectos sobre el papel de la materia orgánica humificada en la formación y estabilización de los agregados del suelo. *An. Edafol. Agrobiol.* 48:185-204.
- FORTUN, A., C. FORTUN and C. ORTEGA. 1989. Effect of manure and its humic fractions aggregate stability of a sandy-loam soil. *J. Soil Sci.* 40:293-298.
- FORTUN, C., A. FORTUN and G. ALMENDROS. 1989. The effect of organic materials and their humified fractions on the formation and stabilization of soil aggregates. *Sci Total Environ.* 561-568.
- HAMBLIN, A. P. and D. B. DAVIES. 1977. Influence of organic matter on the physical properties of some east anglian soils of high silt content. *J. Soil Sci.* 28:1132.
- HAMBLIN, A. P. and D. J. GREELAND. 1977. Effect of organic constituents and complexed metal ions on aggregate stability of some east anglian soils (England) *J. Soil Sci.* 28:410-416.
- HARRIS, R. F., G. CHESTERS and O. N. ALLEN. 1966. Dynamics of soil aggregation. *Adv. Agron.* 18:107-169.
- HAYNES, R. J. and R. S. SWIFT. 1990. Stability of soil aggregate in relation to organic constituents and soil water content. *J. Soil Sci.* 40:73-83.
- IGUE, K. 1984. Dinámica de materia orgánica e seus efeitos nas propiedades do solo. *Adubacao Verde no Brasil. Fundação Cargill* pp 232-267.71.
- KIEHL, E. J. 1985. *Fertilizantes Orgánicos*. Editora Agronomica "Ceres". Ltda. Sao Paulo. Brasil. 192 p.
- LAWSON, T. L. and R. LAL. 1979. Response of maize to surface and buried straw mulch on a tropical alfisol. In *Soil Tillage and Crop Production*. R. LAL (Ed). *Proceeding Series 2* Ibadan, Nigeria pp. 63-74.
- N'DAYEGAMIYE, A. and A. ANGERS. 1993. Organic matter characteristics and water-stable aggregation of sandy loam soil after 9 year of wood-residue applications. *Can. J. Soil Sci.* 73:115-122.
- OADES, J. M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implication for management. *Plant and Soil* 76:319-337.
- PLA, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. *Alcance Revista de la Facultad de Agronomía* N 32. 93 p.
- SAS Institute Inc. 1989 *SAS/STAT User's Guide Release 6.07*. Editions Cary. NC: SAS Institute Inc. 846 P.
- STEVENSON, F. J. 1982. *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley and Sons. New York. 443 p.
- WADE M. K. AND P. A. SANCHEZ. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the Amazon basin. *Agron. J.* 75:39-45.