

# Evaluación de la estabilidad de agregados de dos suelos de Masquefa como respuesta a diferentes dosis de material orgánico compostado

*Iván José Chirinos\**

*Departamento de Ingeniería Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía LUZ.*

Recibido: 14-09-05 Aceptado: 15-11-06

## Resumen

Con el fin de evaluar los efectos de la adición de materia orgánica (M.O.) sobre la estabilidad de agregados, se realizó un estudio en condiciones de laboratorio en dos suelos de Masquefa, Provincia de Barcelona, España. Un suelo de bosque de pinos (P), y otro, producto del corte y relleno del terreno (T). Estos suelos fueron sometidos a tratamientos de 0, 50, 100, y 150 Mg de M.O. / ha., durante un período de incubación de 270 días, manteniendo la humedad a nivel de capacidad de campo (CC). A los 90, 180 y 270 días de incubación se colectó muestra de dichos suelos en las que se determinó la estabilidad de agregados al agua a través de la medición del Diámetro Medio Ponderado de agregados > 0,25 mm (DMP > 0,25 mm) y el % de Agregados Estables al Agua (% AEA). Los resultados del estudio demostraron que el suelo P respondió mejor a la adición de M.O., que el suelo T, verificado al comparar valores de DMP > 0,25 mm y % AEA obtenidos en ambos suelos.

**Palabras clave:** Estabilidad de agregados; DMP > 0,25 mm; % AEA; M.O.

## Evaluation of the aggregate stability of two soils from Masquefa, as response to different dose of composting organic material

### Abstract

With the purpose of evaluate the effects of the addition of organic matter (M.O.) about the aggregate stability was carried out a study under laboratory conditions in two soils of Masquefa, Province of Barcelona, Spain. A soil of pines forest (P), and other, product of the cut and filling of the land (T). These soils were subjected to treatments of 0, 50, 100, and 150 Mg of M.O. /ha., during a period of incubation of 270 days, maintaining the humidity at level of field capacity (FC). At the 90, 180 and 270 days of incubation sample of this floors was collected in those that the stability of aggregates was determined to the water through the mensuration of the Half Pondered Diameter of aggregates > 0.25 mm (DMP> 0.25 mm) and the % of Stable Aggregates to the Water (% AEA). The results of the study demonstrated that the soil P responded better to the addition of M.O., that the soil T, verified when comparing values of DMP> 0.25 mm and % AEA obtained in both soils.

**Key words:** Aggregate stability; DMP> 0.25 mm; % AEA; M.O.

\* Autor para la correspondencia. E-mail: ichirinos@luz.edu.ve

## Introducción

La materia orgánica (M.O.) es un fundamental pero transitorio componente que controla muchas propiedades químicas, físicas y biológicas afectando la habilidad del suelo para producir alimentos, fibras o combustible. Es importante en la difusión de aire, retención e infiltración de agua, reducción de la erosión y controlando la eficacia y destino de los pesticidas aplicados (1).

La provocación de cambios en el ambiente edáfico conducen a una disminución de la productividad de las plantas lo que puede causar una rápida disminución en los niveles de M.O., en el suelo, mientras un incremento en los aportes de restos de cultivos o enmiendas orgánicas puede conducir a la síntesis de nueva M.O., en el suelo (2). De este modo la M.O., es una propiedad dinámica, sensible y que responde a los cambios en el ecosistema (3).

Los tipos de clima y suelo pueden influenciar significativamente la acumulación y almacenamiento de M.O., debido a la interacción de la temperatura y humedad sobre la productividad de las plantas y de la habilidad de los componentes minerales para retener M.O., (4).

En cuanto a la agregación (da origen a la estructura o forma de arreglarse las partículas del suelo) o estabilidad estructural del suelo, esta está relacionada a la M.O de la siguiente manera: la MO o fracciones de ésta son elementos básicos en el proceso de agregación del suelo, mientras la M.O., orgánica secuestrada dentro de los agregados es protegida contra la degradación (5).

En la mayoría de los suelos tropicales, la eliminación de la vegetación nativa y el desarrollo de tierras para la producción de cultivos alimenticios, generalmente lleva a cambios drásticos en las propiedades del suelo. Disminución en las reservas de nutrientes para las plantas, contenido de materia y carbono orgánico, también como la degradación de la estructura son observa-

dos en suelos con arcillas de baja actividad, regularmente aquellos manejados por prácticas de cultivo de baja intensidad (6).

Las consecuencias agronómicas son una disminución en la producción de los cultivos y un incremento en la erosión del suelo (4).

Una buena estructura agregación del suelo es importante para la conservación, y eventualmente el reciclaje de nutrientes en el suelo por minimización de la erosión. Los aportes orgánicos y la M.O., del suelo son el centro de la formación y estabilidad de la estructura del suelo, aunque la textura, mineralogía, y actividad biológica son también importantes (6).

La labranza y eliminación de la vegetación de forma inadecuada reducen el diámetro medio de los agregados del suelo (7), resultando en incremento de la densidad aparente y disminución de la aireación, conductividad hidráulica, y aumento de la erodabilidad (4, 5).

Banbi *et al.*, (8) obtuvieron mejoras de las propiedades físicas de un Inceptisol en la India usando estiércol. Estas mejoras fueron: alta estabilidad de agregados, gran capacidad de retención de humedad, elevada conductividad hidráulica y alta tasa de infiltración.

Los componentes químicos de la M.O., que mayor influencia tienen sobre las propiedades físicas son los ácidos húmicos, aunque recientemente han sido publicados algunos trabajos en los que se sugiere que la "Glomalina", una gluco proteína producida en copiosas cantidades por las hifas de un hongo micorrizico juega el papel más importante en la estabilización de los agregados en el suelo (9).

De acuerdo con la información recabada acerca del efecto de la adición de M.O., sobre la estabilidad de agregados del suelo, este trabajo tuvo como objetivo determinar el grado de influencia que tiene la M.O., y su persistencia sobre la estabilidad estructural de un suelo bajo vegetación de bosque de pinos y otro producto del corte y relleno, además de obtener información acerca de la do-

sis óptima de M.O., que se debe agregar que no cause problemas de contaminación de suelos y acuíferos.

### Material y Métodos

El estudio se realizó en condiciones de laboratorio en el Dpto. de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo de la Universidad de Lleida, en Cataluña, España con muestras de dos (02) suelos (de 0 a 20 cm. de profundidad) de la zona de viña de Masquefa, Provincia de Barcelona, cuyas características químicas y físicas se muestran en la Tabla 1 y Tabla 2 respectivamente. Un suelo proveniente de un bosque de pinos (P), y el otro producto de cortes del terreno original, rellenos y nivelación, y ubicado a tres (03) metros aproximadamente por debajo del suelo original (T). Estos suelos son ricos en carbonato de calcio asociado a las arcillas, formando fragmentos denominados calcilutitas.

El material orgánico empleado consistió en una mezcla de residuos de origen variado (Tabla 3).

Se usaron pequeñas muestras (50 g) de suelo previo a la incubación, secadas al aire y pasadas por tamiz de 2 mm, para determinación de M.O, por el método Walkley Black,

esta fue determinada a partir de análisis de carbono orgánico (CO) vía húmeda, asumiendo una recuperación de 77% de CO de la muestra. Para transformar el valor de CO a M.O se utilizó el factor de Van Bemmelen, que supone que la M.O del suelo contiene un 58% de CO. Los resultados fueron expresados en % de M.O de acuerdo a metodología descrita por *Porta et al.*, (10).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue determinada según metodología descrita por *Porta et al.*, (10) en la cual se empleó acetato de amonio 1N a pH 7 para la CIC total; el Na y el K con el mismo extractor; el Mg intercambiable se determinó con acetato de Na 1N a pH 8,2. El Ca intercambiable se determinó por diferencia ( $Ca = CIC - (Mg + Na + K)$ ), por tratarse de suelos con 100 % de saturación de bases. Los resultados se expresaron en cmol/kg.

La textura fue determinada de acuerdo a metodología descrita por Pla, (11) para lo cual se usaron 40 g de suelo seco al aire y pasado por tamiz de 2 mm. empleando hexametáfosfato de sodio al 10 % como dispersante químico. Este método tiene su fundamento en la Ley de Stokes detallada por Pla, (11). Los valores obtenidos se interpolaron

Tabla 1  
Características químicas de los suelos estudiados.

Suelo	pH	Cationes intercambiables ( cmol*kg <sup>-1</sup> )					C.I.C ( cmol*kg <sup>-1</sup> )
		M.O	Ca	Mg	K	Na	
P	8,3	2,6	10,3	5,4	0,7	2,6	19
T	8,4	0,3	8,4	5,8	0,8	2,2	17

Tabla 2  
Características físicas de los suelos estudiados.

Suelo	Da (gr/cm <sup>3</sup> )	Esq. Grueso <2000 µm (%)	% Arcilla µm	% Limo >2-50 µm	% Arena 50-250 µm	% Arena 250-2000 µm	Clase textural
P	1,43	14	16	56	16	12	Franco Limoso
T	2,02	18	17	58	15	10	Franco Limoso

Tabla 3  
Caracterización del material orgánico compostado usado en el estudio.

P (mg*kg <sup>-1</sup> )	K (mg*kg <sup>-1</sup> )	N (g*100g <sup>-1</sup> )	M.O (%)
9854	26823	2,04	81,8

en el triángulo textural y se obtuvo la textura de los suelos. Esta determinación se efectuó por triplicado.

La densidad aparente (Da) fue determinada en campo empleando el método del hoyo descrito por Pla, (11), del cual se extrajo cierta cantidad de suelo midiendo el volumen que ocupaba dicho suelo, reemplazándolo con agua, previa impermeabilización con material plástico (bolsa plástica).

La estabilidad de agregados al agua fue medida en muestras con tamaños entre 2 y 4 mm de diámetro, con el método recomendado por Pla (11). A través de este método se obtuvo el diámetro medio ponderado de partícula > 0,25 mm (DMP > 0,25 mm) y el % de agregados estables al agua (AEA).

Los suelos fueron sometidos a cuatro (04) tratamientos o dosis de material orgánico compostado, cuya composición aparece en la Tabla 3. Las dosis fueron: 0; 50; 100; 150 Mg de M.O. /ha, calculados en base seca.

Se efectuó la mezcla del suelo con la M.O de forma homogénea y se incubó en bolsa de polietileno (20 kg de suelo + M.O), y se humedeció hasta niveles entre capacidad de campo y punto de marchites permanente (10-20%), cercano capacidad de campo.

Se sometió la mezcla a un período de incubación de 270 días en bolsas de polietileno, manteniendo los niveles de humedad a CC establecidos para cada suelo. Cada tres (03) días la mezcla era movida para airear y homogeneizar.

Trimestralmente (cada 90 días) se colectó muestra para determinar la estabilidad de agregados al agua (DMP > 0,25 mm y

% AEA) según metodología descrita por Pla (11).

Todas las determinaciones se hicieron en tres (03) repeticiones, fueron obtenidos los promedios y se empleó la regresión simple para establecer el grado de correlación entre los diferentes parámetros.

## Resultados y Discusión

La Tabla 4 y las Figuras 1 y 2 contienen los resultados de la determinación de la estabilidad de agregados al agua, obtenidas en muestras tamizadas entre 2 y 4 mm. En ellos se observa que en el caso del suelo P predominan los agregados de 2-4 mm de diámetro en un 83,9% en su estado original.

Luego de la adición del material orgánico en dosis de 50 Mg / ha. el DMP > 0,25 mm disminuyó a 2,06 mm representando un 75,6% (a 90 días de incubación), a los 180 días se incrementa un poco el tamaño a 2,20 mm pero disminuye su presencia a 71,6% manteniéndose más o menos igual a los 270 días de incubación (2,16 mm y 68,9%). Con 100 y 150 Mg de M.O /ha la variación en cuanto a tamaño de agregados y % AEA fue casi despreciable, si se comparan las dosis y tiempo de incubación, aunque registró una leve disminución.

En el caso del suelo T en el material original el DMP fue de 1,46 mm con 75,25%, lo que evidencia una menor estabilidad que el suelo P, debido posiblemente a que el suelo de bosque no ha sido alterado conservando su condición original, con incorporación permanente de M.O., proveniente de la vegetación existente. Este aporte por muchos años de M.O., ha contribuido a la formación de un material orgánico más procesado y es-

Tabla 4  
Estabilidad de agregados al agua (DMP0,25 mm / % AEA)\* en función de la cantidad de M.O. y tiempo de incubación.

Suelo/Trat.	Tiempo de incubación de los suelos			
	0 días	90 días	180 días	270 días
P	2,40 / 83,91			
P-50		2,06 / 75,6	2,20 / 71,6	2,16 / 68,9
P-100		2,17 / 74,8	2,24 / 70,9	2,24 / 68,1
P-150		2,16 / 72,2	2,29 / 72,6	2,19 / 72,4
T	1,46 / 75,25			
T-50		1,51 / 67,58	1,66 / 73	1,45 / 56,6
T-100		1,42 / 72	1,57 / 74,4	1,28 / 58,9
T-150		1,48 / 70,2	1,64 / 73,6	1,39 / 58,3

\*Media de tres (03) repeticiones.; C.V.= 2,1%.

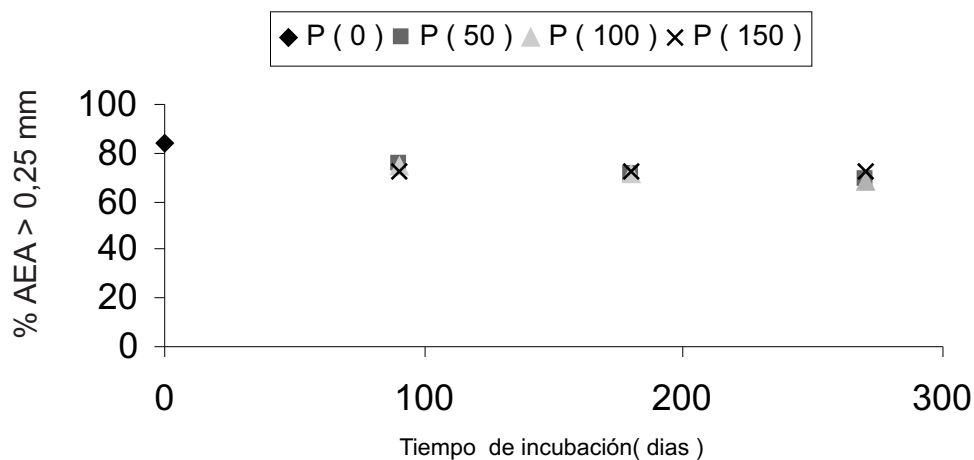


Figura 1. Estabilidad de Agregados en un suelo de bosque vs. dosis de M.O y tiempo de incubación.

table que le ha conferido al suelo una mayor estabilidad. El suelo producto de corte y relleno (T) es más vulnerable al uso y manejo, además de las condiciones climatológicas que puedan prevalecer en la región. Esta vulnerabilidad es producto del bajo contenido de C.O, siendo en el suelo de bosque de 1,5% y en el suelo de corte de 0,2%.

En ambos suelos la estabilidad de los agregados registró un comportamiento similar, es decir, desde los 90 días de incuba-

ción se incrementó hasta los 180 días y luego disminuyó a los 270 días, resultados similares fueron obtenidos en suelos de la misma zona por Ramos et al. (12). Este comportamiento pudo deberse a diversos factores: i) presencia en el suelo de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) ligado a las arcillas, formando unos fragmentos denominados calcilutitas. Estos fragmentos posiblemente limitaron la interacción de los componentes coloidales de la M.O con los coloides minerales (arcillas), los

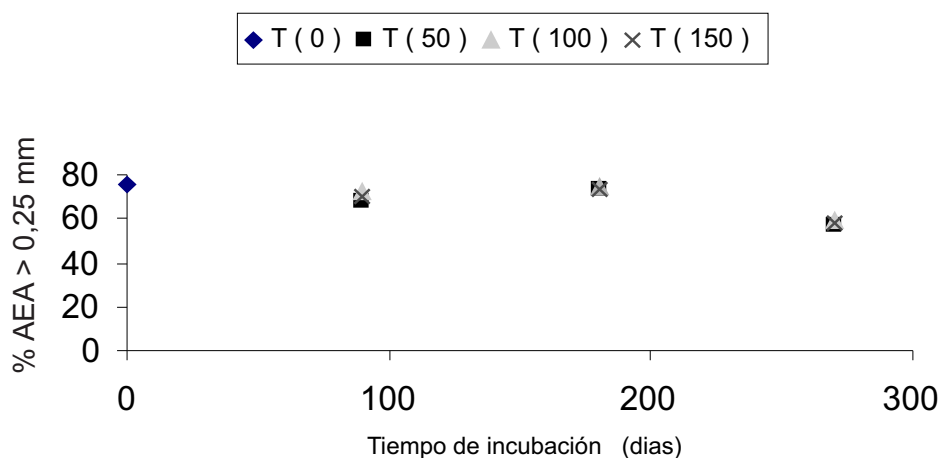


Figura 2. Estabilidad de Agregados en un suelo de corte vs. dosis de M.O y tiempo de incubación.

cuales se unen a través de puentes o enlaces por medio de cationes libres, como Ca, Mg, K, etc.; ii) la M.O libre o no asociada pudo absorber agua la cual pudo pasar entre los agregados provocando pequeñas rupturas de estos; y iii) el material orgánico adicional tenía una elevada concentración de K (26823 mg / kg), reflejado en la Tabla 3. El K (catión monovalente) al estar en elevadas concentraciones pudo competir con cationes divalentes (con mayor fuerza de atracción electrostática) como Ca y Mg, debilitando a los agregados haciéndolos más vulnerables al agua.

En este aspecto Nemati et al., (13) trabajaron en suelo franco arenoso y utilizaron como enmienda lodos residuales provenientes de una industria de papel y celulosa, adicionado en dosis de 8, 16, y 24 Mg / ha y encontraron que la estabilidad de los agregados en este suelo decreció. Según estos autores, la disminución causada por las raíces del cultivo de maíz fue principalmente debida a: i) la remoción de iones Fe y Al que actúan como puentes entre las superficie de las arcillas y la M.O, ii) cambios en las concentraciones de varios cationes liberados del suelo dentro de la solución usada para análisis de estabilidad de agregados. A esto se podría añadir que al suelo pudo ser adicionada cierta cantidad de Na, ya que este elemento generalmente está presente en los

residuos líquidos originados en la industria de papel y celulosa. Este sodio proviene del lavado de los equipos con sustancias limpiadoras ricas en este elemento.

Por otro lado, Debosz et al., (14) compararon el efecto provocado por lodos residuales domésticos y compost en un suelo incubado durante 11 meses. Encontraron que los lodos residuales tuvieron un efecto más inmediato y estable durante el período de incubación, a diferencia del compost cuyo efecto se notó en el 3<sup>er</sup> muestreo, es decir, a los 60 días de incubación aproximadamente.

## Conclusiones

Luego de analizar los resultados obtenidos se concluye:

- i) Los suelos estudiados respondieron de manera diferente a los tratamientos,
- ii) El suelo P mantuvo su estabilidad estructural con  $DMP >$  que en el suelo T, aunque el % AEA haya sido similar,
- iii) Esta diferencia se debe principalmente a las condiciones de manejo a las cuales han estado sometidos ambos suelos, reflejadas en las diferencias marcadas en cuanto a contenido de M.O.

iv) la estabilidad estructural de los agregados en suelo de bosque (P) no experimentó diferencias en función de los tratamientos, lográndose una mayor estabilidad a los 90 días de incubación, debido posiblemente a que la M.O., estaba asociada en gran parte o estaba estabilizada. En el caso del suelo (T), la estabilidad estructural registró una leve variación en función del tiempo de incubación, más no en función de la cantidad de M.O., adicionada, esto fue posiblemente debido al hecho de que estos suelos por ser producto de la transformación severa del terreno, presentan gran capacidad de respuesta, en éste la mayor estabilidad estructural se observó a los 180 días.

v) el tiempo de incubación de la interacción fracción mineral + fracción orgánica dependerá de: 1. origen y naturaleza del material, 2. propiedades físicas y químicas de los suelos, y 3. condiciones microbiológicas de los suelos.

vi) la dosis óptima recomendada en ambos suelos oscila entre 50 y 100 Mg / ha., rango dentro del cual se registró el mayor valor de DMP.

### Referencias Bibliográficas

1. BENBI D.K., BISWAS C.R. **Soil use and Management** (14): 52-54, 1998.
2. DEBOSZ K., PETERSEN S.O., KURE L.K., AMBUS P. **Applied Soil Ecology** 19: 237-248, 2002.
3. EDWARDS A.P., BREMNER J.M. **J Soil Sci** 8: 64-73, 1967.
4. EMERSON W.W. Physical properties and structure. In: J.S. Russell and E.L. Greacen (Eds.). *Soil factors in Crop Production in a Semi-Arid Environment*. Queensland Univ. Press. Brisbane. pp. 78-104, 1977.
5. GREGORICH E., CARTER M., ANGERS D., MONREAL C., ELLERT B. **Can J Soil Sci** 74: 367-385, 1994.
6. LAL R. Modification of soil fertility characteristics by management of soil physical properties and crop production in the tropics. Chap. 7.1. J. Wiley and Sons, Chichester. U.K.I. pp. 249-262, 1978.
7. LAL R. Accelerated erosion and soil carbon dynamics. In: C. Whitman, J. Kimble and R. Lal (Eds.) *Proceedings of the International Symposium: Soil processes and Management Systems: Greenhouse Gas Emissions and Carbon Sequestration*. The Ohio State University, April 5-9, 1993.
8. NEMATI M.R., CARON J., GALLICHAND J. **Soil Sci Soc Am J** 64: 275-285, 2000.
9. PLA I. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela** 32: 91, 1983.
10. PORTA J., LÓPEZ M., ROQUERO, C. **Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente**. 1ª Ed. Madrid. p. 807, 1993.
11. RAMOS M.C., NACCI S. **Bol Soc Española de la Ciencia del Suelo** 3(1): 3-12, 1997.
12. SÁNCHEZ P. Tropical soil fertility research: towards the second paradigm. In: *Transactions of the 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science*. Acapulco, México, Vol. 1, pp. 65-88, 1994.
13. TISDALL J.M., COCKROFT B., UREN N.C. **Aust J Soil Res** 16: 9-17, 1978.
14. WRIGHT S.F., UPDHAYAYA A. **Plant and Soil** 198: 97-107, 1998.