

# Evaluación de las propiedades hídricas de dos suelos de Masquefa (Alt Penedés) como respuesta al uso de diferentes dosis de material orgánico compostado

*Iván José Chirinos\**

*Departamento de Ingeniería de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía,  
Universidad del Zulia.*

Recibido: 29-11-07 Aceptado: 17-10-08

## Resumen

Con el fin de evaluar los efectos de la adición de materia orgánica (MO) sobre las propiedades físicas de los suelos, se realizó un estudio en condiciones de laboratorio en dos suelos de Masquefa en el Alt Penedés, provincia de Barcelona, España: un suelo de bosque de pino (P) y otro producto del corte y relleno del terreno (T). Estos suelos fueron sometidos, bajo condiciones controladas de laboratorio de temperatura y humedad, a tratamientos de 50, 100 y 150 Mg/ha de MO (mezcla de material orgánico de origen animal y vegetal) durante un período de incubación de 270 días, manteniendo la humedad cercana a capacidad de campo (0,33 bar). A los 90, 180 y 270 días de incubación se colectaron muestras de dichos suelos en las que se determinó: la conductividad hidráulica del sello en mm/h, obteniendo (K sat), la tasa de infiltración (mm/h) medida con simulador de lluvia y la pérdida de suelo por erosión (kg/m<sup>3</sup>). Los resultados del estudio demostraron que el suelo P respondió de manera indiferente a los tratamientos usados y el mayor efecto se registró en el suelo T.

**Palabras claves:** MO, K sat, sello, incubación, simulador de lluvia, impacto de gotas.

## Evaluation of the hydric properties of two soils of Masquefa (Alt Penedés) due to the use of different rates of composting organic material

### Abstract

With the purpose to evaluate the effects of the addition of organic matter (MO) about the physical properties of the soils, a study under laboratory conditions in two soils of Masquefa in the Alt Penedés, province of Barcelona, Spain, was carried out: a soil of pine forest (P) and other, product of the cut and filling of the land (T). Three treatments were used: 50, 100 and 150 Mg/ha of MO, during a period of incubation of 270 days, maintaining the near humidity to field capacity. At the 90, 180 and 270 days of incubation sample of this soils was collected in those that it was determined: stability to the impact of the rain drops, obtaining the saturated hydraulic conductivity of the sealing (K sat), the infiltration rate in rain simulator, soil loss for erosion. The results of the study demonstrated that the soil P did not response to the treatments, the better effect was observed in the soil T.

**Key words:** MO, K sat, sealing, incubation, rain simulator, drop's impact.

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

## Introducción

A través de la historia, el hombre, en su afán por satisfacer sus necesidades alimentarias, ha sometido los recursos naturales, especialmente el suelo, a un uso intensivo e irracional, evolucionando en la utilización de tecnología cada vez más sofisticada, la cual abarca desde el uso de agroquímicos hasta maquinarias, cuya utilidad en la mayoría de los casos no se adapta a las condiciones y necesidades existentes.

El empleo de alta tecnología generalmente ha conducido al deterioro de las características microbiológicas, químicas y físicas de los suelos, provocando una disminución, en algunos casos drástica, de su productividad (1, 2).

En muchas regiones del mundo, este deterioro ha conducido a la desertización de grandes áreas (3), originando los conocidos problemas de desnutrición de la población producto de la falta de los alimentos necesarios en la dieta diaria.

En las tierras agrícolas del área mediterránea se ha observado un marcado proceso de transformación en los últimos años (4). Estas transformaciones han sido provocadas por la necesidad de cambio de su uso y manejo, producto de la presión económica, y por la escasez de mano de obra, asociada, por un lado, al abandono de parte de dichas tierras y, por el otro, a la intensificación del uso agrícola de otras tierras con nuevos cultivos, variedades, sistemas y métodos de siembra, y a la mecanización de la mayoría de las operaciones agrícolas (5, 6).

Los nuevos sistemas de manejo contemplan como paso previo la eliminación de irregularidades del relieve natural a fin de suavizar la pendiente, para lo cual se requiere de grandes trabajos de remoción y nivelación de tierras, con cortes, rellenos, eliminación del drenaje natural, etc., con la consecuente remoción de la cubierta orgánica y mineral original del suelo (6, 7). Esto ha permitido el cambio del sistema tradicional de

cultivo, con siembras en curvas de nivel, crecimiento libre de las plantas de viña y estructuras de conservación en base a terrazas estrechas, etc., a los sistemas de manejo y producción altamente mecanizados.

Todas estas prácticas o formas de manejo y uso de la tierra conllevan a la pérdida del contenido orgánico de los suelos, provocan reducción de la estabilidad física, disminución de la capacidad de retención de humedad, permeabilidad, desmejoran las propiedades hídricas de los suelos y derivan en las consecuencias nefastas y trágicas ya conocidas (8).

Existen diferentes fuentes de MO, entre las que destacan los residuos de origen vegetal (restos de cosecha, abono verde) y de origen animal (estiércol). Más recientemente, en algunos países, se ha incrementado el uso de residuos de origen doméstico (restos de alimentos) y de lodos residuales domésticos e industriales.

La aplicación de los residuos como abonos orgánicos a los suelos se ha convertido en la alternativa más aceptable desde los puntos de vista ecológico y económico.

De acuerdo con la situación descrita, se hace necesario realizar estudios para evaluar la mejor forma de uso y manejo de la MO, además de sus efectos sobre la recuperación de los suelos, cuyos resultados permitan un uso más eficiente del agua y de los residuos generados en cualquier actividad, cuya disposición final podría ocasionar problemas de contaminación y de estética.

Orientado en ese sentido, este estudio tuvo como objetivo determinar el grado de influencia y la persistencia de la MO sobre las propiedades físicas de infiltración y conductividad hidráulica saturada de dos suelos del Alt Penedés: un suelo del bosque original no transformado y otro producto del corte del terreno original, y obtener información acerca de la cantidad óptima de MO (Mg/ha) que se debe adicionar, sin que esto cause problemas de contaminación de acuíferos y de suelos.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en condiciones de laboratorio con muestras de dos (02) suelos (de 0 a 20 cm de profundidad) de la zona de viña de Masquefa (Alt Penedés), cuyas características químicas y físicas se muestran en la tabla 1. Un suelo proveniente de un bosque de pinos (P) y otro producto de cortes del terreno original, rellenos y nivelación, y ubicado a tres (03) metros aproximadamente por debajo del suelo original (T). Estos son ricos en carbonato de calcio (60-70%) asociado a las arcillas, que forma fragmentos denominados calcilutitas.

Se usaron pequeñas muestras (secadas al aire y pasadas por tamiz de 2 mm) para la determinación de la MO mediante el método Walkley Black (9).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue determinada según la metodología descrita por Porta (9), en la cual se empleó acetato de amonio 1N a pH 7 para la CIC total.

La textura fue determinada de acuerdo con la metodología descrita por Pla (10), aplicando la Ley de Stokes.

La densidad aparente (Da) fue determinada en campo empleando el método del hoyo descrito por Pla (10).

El método recomendado por Pla (10) para la determinación de la conductividad hidráulica en saturación consistió en someter muestras de suelo (10 mm de espesor) de entre 2 y 4 mm de diámetro al impacto de las gotas de lluvia en un pequeño simulador hasta obtener la mínima tasa de percolación cada 5', que correspondió en todo caso al valor de la conductividad hidráulica saturada del sello (K sat) formado en función de la intensidad de lluvia (entre 70 y 80 mm/h).

Por último, en muestras de suelo con diámetro < 8 mm, se determinó la tasa de infiltración en simulador como lo describe Pla (10).

Los suelos fueron sometidos a cuatro (04) tratamientos o dosis de material orgánico compostado (mezcla de material de origen vegetal y de origen animal humificado), cuya composición aparece en la tabla 2.

Las dosis fueron: 0, 50, 100, 150 Mg/ha de MO, calculados en base seca.

Tabla 1  
Características químicas y físicas de los suelos estudiados.

Cationes intercambiables (cmol*kg <sup>-1</sup> )							
Suelo	pH	MO	Ca	Mg	K	Na	CIC (cmol*kg <sup>-1</sup> )
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

Suelo	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Esq. Grueso >2000 μm (%)	% Arcilla <2 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 2  
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> )	MO (%)
9854	26823	2,04	81,8

Se efectuó la mezcla del suelo con la MO de forma homogénea, se incubó en bolsa de polietileno (20 kg de suelo + MO) y se humedeció hasta niveles cercanos a capacidad de campo.

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

Trimestralmente (90 días) se colectaron muestras para determinar: K sat del sello y tasa de infiltración con simulador, mediante los métodos descritos por Pla (10).

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

## Resultados y discusión

### Estabilidad de agregados ante el impacto de la gota de lluvia

En la tabla 3 se muestran los valores de la conductividad hidráulica saturada del sello (K sat) obtenidos mediante la aplicación del método descrito por Pla (10). En esta se observa que los valores de K sat son menores que los valores de infiltración obtenidos a través del método del simulador de lluvia (tabla 4). Esto es debido a que con el primer método se emplea suelo pasado por tamices entre 2 y 4 mm, mientras que con el segundo método el suelo es pasado por tamiz de 8 mm; además de esto, la altura en el caso del simulador es menor que en el otro método. Esto significa que la energía potencial de las gotas de lluvia con el simulador es menor

que la energía potencial de las gotas de lluvia que caen del pequeño simulador empleado para medir la estabilidad del suelo al impacto de las gotas de lluvia.

Este efecto fue verificado con el tiempo de formación del sello. En el caso del suelo de bosque, este se formó en un tiempo de 7 a 9 minutos en todos los tratamientos con el uso del simulador, con intensidades de 70 a 80 mm/h, y de 4 a 5 minutos con las mismas intensidades con el método de impacto de las gotas de lluvia.

En el caso del suelo T (de corte), el tiempo de formación del sello fue menor. Así, se tiene que con el simulador se formó entre 5 y 6 minutos bajo el mismo rango de intensidades de lluvia, y con el método de impacto se formó entre 3 y 4 minutos con igual intensidad.

### Infiltración determinada en simulador de lluvia y pérdida de suelo por escorrentía

La tabla 4 y las figuras 1 y 2 presentan la variación de infiltración para los dos suelos estudiados. En ellos se observa que en el caso del suelo P (de bosque) la adición de MO provocó un incremento de 12,5% en la tasa de infiltración, solo con las dosis de 100 y 150 Mg/ha en relación con la dosis menor. A los 90 días de incubación, el incremento fue de 22,2% con 100 y 150 Mg/ha, manteniéndose el mismo valor a los 180 días, y a los 270 días mejoró en un 25% con dosis de 50 Mg/ha, y un 33% con 100 y 150 Mg/ha en relación con el valor inicial.

En el suelo T (de corte) el valor de infiltración se mantuvo casi constante durante el tiempo de duración del experimento. En este caso, el efecto de dosis y tiempo de incubación no está reflejado en mejoras muy importantes de la tasa de infiltración.

Tabla 3  
K sat (mm/h)\* obtenidos por el método de estabilidad de agregados al impacto de las gotas.

Tiempo de incubación de los suelos				
Suelo	0 días	90 días	180 días	270 días
P	7			
P-50		9	12	13
P-100		12	14	14
P-150		9	17	16
T	3			
T-50		3	8	9
T-100		6	9	12
T-150		3	9	14

\*Media de tres (03) repeticiones. CV = 2,38%.

Tabla 4  
Variación de la infiltración de los suelos medida en simulador de lluvia (mm/h)\*.

Días de incubación				
Suelo	0 días	90 días	180 días	270 días
P	8			
P-50	8	8	8	10
P-100	9	11	11	12
P-150	9	11	11	12
T	7			
T-50	6	6	6	7
T-100	6	7	7	8
T-150	7	9	9	9

\*Media de tres (03) repeticiones. CV = 2,57 %.

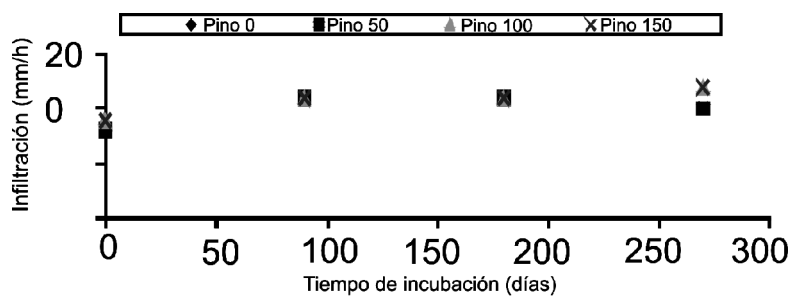


Figura 1. Infiltración en un suelo de bosque medida en simulador vs. tiempo de incubación y dosis de MO.

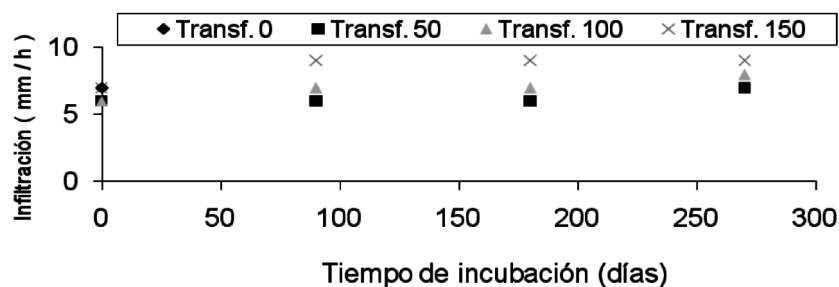


Figura 2. Infiltración en un suelo de corte vs. tiempo de incubación y dosis de MO.

Tabla 5

Pérdida de suelo ( $\text{kg/m}^3$ )\* provocada por erosión, medida en simulador de lluvia, y su relación con el tiempo de incubación de los suelos.

Suelo	Tiempo de incubación de los suelos			
	0 días	90 días	180 días	270 días
P	7,2			
P-50		7,7	7,3	5,2
P-100		8,9	7,99	6,4
P-150		9,2	8,32	6,2
T	16,8			
T-50		19,3	16,6	14,3
T-100		21,8	18,2	15,1
T-150		24,6	22,3	16,5

\*Media de tres (03) repeticiones. CV = 2,74%.

Al comparar los dos suelos se observa que el suelo P tiene una mayor infiltración que T, producto del contenido inicial de MO, lo cual se refleja en una mejor estabilidad de agregados al agua y, consecuentemente, en mejores propiedades hídricas.

Esta característica se refleja en pérdidas de suelo por escorrentía medida en simulador de lluvia. Al observar la tabla 5 se presentan los resultados de pérdida de suelo de los dos suelos estudiados. En el suelo P la pérdida promedio en el suelo original fue de  $7,2 \text{ kg/m}^3$  de agua de escorrentía, mientras que en el caso del suelo T fue 133% mayor. En el suelo P, a los 90 días las pérdidas fueron de 7,7; 8,9 y  $9,2 \text{ kg/m}^3$  con los trata-

mientos 50, 100 y  $150 \text{ Mg/ha}$ , respectivamente.

A simple vista parece contradictorio, pero esos incrementos en pérdida de suelo se debieron posiblemente a la MO no asociada, que al estar libre quedó expuesta a ser transportada en el agua de escorrentía. A los 180 días las cantidades de sólidos escurridos disminuyeron hasta alcanzar niveles por debajo del valor del suelo original a los 270 días. Esta disminución pudo deberse a descomposición de la MO y a su asociación con las partículas minerales del suelo para formar los agregados.

El suelo T registró mayores pérdidas de material debido a su baja estabilidad y a su

baja tasa de infiltración, si se compara con las pérdidas observadas en el suelo P. El suelo T original tuvo pérdidas de 16,8 kg/m<sup>3</sup> de agua de escorrentía. A los 90 días las pérdidas fueron mayores debido también a la cantidad MO libre.

En un experimento Sort et ál. (11) trabajaron en un suelo calcáreo del Mediterráneo, sometido a dosis de 200 y 400 Mg/ha de lodo residual (peso seco) como enmienda. Emplearon simulador de lluvia calibrado a una intensidad de 64 mm/h, aplicada continuamente por 44 minutos. Como resultado obtuvieron una disminución drástica de la erosión con una mayor dosis de la enmienda adicionada.

### Conclusiones

Luego de analizar los resultados obtenidos se concluye:

Los suelos estudiados respondieron de manera diferente a los tratamientos.

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 al contenido de MO.

En cuanto a la K sat, tanto en el suelo de bosque como en el de corte se lograron mejoras poco significativas (5 mm/h como máximo). El comportamiento de ambos suelos fue similar ante la dosis de MO y el tiempo de incubación.

La infiltración fue poco afectada por los tratamientos en el suelo P, y en el suelo T se observó mayor efecto con 150 Mg/ha de MO y, consecuentemente, mayores pérdidas de suelo por escorrentía.

El uso de cualquier enmienda orgánica en los suelos debe estar acompañada de una caracterización completa y detallada del residuo, a fin de conocer si con su uso se adiciona algún elemento o compuesto que pueda tener otro efecto o alterar el efecto espera-

do, y el tiempo de duración del estudio debe ser lo suficiente para tener un seguimiento más exhaustivo del ciclo de esos materiales.

### Referencias bibliográficas

1. GREGORICH E., CARTER M., ANGERS D., MONREAL C., ELLERT B. *Can. J. Soil. Sci.* 74: 367-385, 1994.
2. LAL R. "Accelerated erosion and soil carbon dynamics". En: C. Whitman, J. Kimble, R. Lal (Eds.). *Proceedings of the International Symposium: Soil processes and Management Systems: Greenhouse Gas Emissions and Carbon Sequestration*. The Ohio State University, Columbus (Estados Unidos), April 5-9, 1999.
3. SÁNCHEZ, P. "Tropical soil fertility research: towards the second paradigm". En: *Transactions of the 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science*. Acapulco (México), Vol. 1, pp. 65-88, 1994.
4. MARTÍNEZ J.A. Soil landscape erosion. Gully erosion in the Alt Penedés-Anoia (*Catalonia*) (Tesis doctoral). Universitat de Lleida, Catalunya (España), 1998.
5. BOIXADERA J., PORTA J. "Informació de sols i sostenibilitat de la vinya al Penedés: plans de conservació de sols i aigües". En: *Jornades de Transferència de Tecnologia sobre conservació de sols i aigües en Vinyes*. DMACS-UDL, INCAVI-DARP, Vilafranca del Penedés, Barcelona (España), pp. 70-79, 1993.
6. USÓN A. Medidas de control de la erosión en suelos de viña de la comarca Anoia-Penedés (Barcelona): efectividad y viabilidad (Tesis doctoral). Universitat de Lleida, Catalunya (España), 1998.
7. RAMOS M., NACCI S. *Bol. Soc. Española de la Ciencia del Suelo* 3(1): 3-12, 1997.
8. PICCOLO A. "Decomposition of humic substances in soils". En: N. van Breemen (Ed.). *Decomposition and accumulation of organic matter in terrestrial ecosystems: research, priorities and approaches*. Proc. Workshop, Doorwerth, The Netherlands, 2-4 Sept., 1991.

- 
- EU Ecosystem Research Reports, Bruselas (Bélgica), pp. 89-93, 1992.
9. PORTA J., LÓPEZ M., ROQUERO C. **Edafología para la agricultura y el medio ambiente**. 1.<sup>a</sup> ed. Madrid (España), p. 807, 1993.
10. PLAI. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela**. N° 32, 91 pp., 1983.
11. SORT X., ALCAÑIZ J.M. **Land Degradation & Development** 7: 69-76, 1996.