

# CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO DESPUÉS DE SEIS AÑOS DE CULTIVOS EN CALLEJONES CON DOS SISTEMAS DE LABRANZA<sup>1</sup>

Yudis Heredia<sup>2</sup>  
Donald Kass<sup>3</sup>

**Palabras clave:** Poró (*Erythrina poeppigiana*) calliandra (*Calliandra calothyrsus*), madero negro (*Gliricidia sepium*), cultivos en callejones labranza, propiedades físicas del suelo

## RESUMEN

Se evaluaron los cambios en las propiedades físicas del suelo después de seis años de cultivos en callejones con una rotación maíz-frijol, en un suelo de relieve plano y fertilidad media (Andic Eutropept). Se utilizaron las especies arbóreas *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook, *Calliandra calothyrsus* (Meissn.) y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., con y sin labranza. El experimento se inició en 1990 en la Finca Experimental La Montaña, del CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas divididas en el espacio. Debido a la mineralogía haloisítica del suelo, la labranza aumentó la densidad real con una disminución subsecuente del volumen de poros. Particularmente, con respecto a los poros mayores, este efecto fue más marcado con la presencia de árboles.

## CHANGES IN SOIL PHYSICAL PROPERTIES FOLLOWING SIX YEARS OF ALLEY FARMING WITH AND WITHOUT TILLAGE

## ABSTRACT

Changes in soil physical properties were evaluated following six years of alley farming in a maize-bean rotation, on a soil of plane relief and medium fertility (Andic Eutropept). The treatments were the woody species *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook, *Calliandra calothyrsus* (Meissn.) and *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. and a treeless control with and without tillage. The experiment was begun in 1990 on the Montaña Experimental Farm of CATIE. The experimental design was a split-plot in randomized complete blocks. Due to the halloysitic mineralogy of these soils, tillage increased particle density with a consequent reduction in pore volume. This effect was more marked in systems with trees than in those without trees, particularly with respect to macro-pores. ♦

Aunque el papel de los residuos de plantas en la regeneración y mejoramiento de las propiedades físicas y biológicas es bien conocido, existe poca información disponible sobre el papel de los residuos de especies leñosas usadas en sistemas agroforestales (Kang *et al.*, 1990).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los cambios en las propiedades físicas del suelo en seis años de cultivos en callejones con dos sistemas de labranza.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Finca Experimental La Montaña del CATIE, localizada en Turrialba, Costa Rica (9° 53' N y 83° 43' O), con una altitud de 602 msnm. La temperatura media anual es de 21.5° C y la precipitación media anual de 2623 mm, con un período de menor precipitación en los meses de enero a abril. El suelo es de origen aluvial, con una textura media arcillosa y en los primeros 15 cm se clasifica como un Typic Humitropepts, fino, Hallosyítico, Isohipertérmico.

El experimento se estableció en 1990 con una rotación maíz-frijol en cultivos en callejones con tres especies arbóreas. Los tratamientos utilizados fueron: *Calliandra calothyrsus* (Meissn.) (calliandra), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (madero negro), *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook (poró) y monocultivos, con y sin labranza.

Para el análisis de los cambios en las propiedades físicas del suelo, durante los seis años del experimento se utilizó el diseño de bloques al azar, con parcelas divididas en el espacio. La parcela principal correspondió a las especies ar-

<sup>1</sup> Basado en: HEREDIA B. J. Cambios en propiedades químicas y físicas del suelo en seis años de cultivos en callejones con diferentes especies arbóreas con y sin labranza.

<sup>2</sup> M.Sc. en Agroforestería, CATIE Turrialba, Costa Rica.

<sup>3</sup> Profesor/investigador, CATIE Turrialba, Costa Rica. E-mail: dkass@catie.ac.cr

bóreas con un área de 384 m<sup>2</sup> y la subparcela al tipo de labranza, con un área de 192 m<sup>2</sup>. Cada unidad experimental tenía 51, 27 y 15 árboles de madero, calliandra y poró, respectivamente, distribuidos en tres hileras de árboles, a un distanciamiento de 6 x 0.50 m, 6 x 1 m y 6 x 2 m, respectivamente.

Se recolectaron muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm y de cada parcela se obtuvo una muestra compuesta por tres submuestras. Para los análisis de las propiedades físicas se utilizaron metodologías estándar (Forsythe, 1985). Las variables analizadas fueron: capacidad de retención de humedad, distribución del tamaño de poros, conductividad hidráulica, resistencia del suelo a la penetración, densidad aparente y real, porosidad total y capacidad de agua disponible.



Una reducida modificación en las propiedades físicas del suelo, fue uno de los resultados que se observaron con este experimento de maíz-frijol en callejones con tres especies arbóreas (Foto Y. Heredia).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos con árboles no aumentaron la retención de humedad del suelo, en comparación con el monocultivo en las presiones de 1, 5, 10, 33, y 100 kPa (Cuadro 1). La labranza tampoco afectó la retención de humedad a estas presiones. Los efectos de los tratamientos sobre la retención de humedad fueron evidentes a 1500 kPa (Cuadro 1). La labranza redujo la retención de humedad, debido a que disminuye la proporción de poros pequeños.

Estos resultados son diferentes a los encontrados por Lal (1989), quien reporta un mejoramiento significativo en el contenido de humedad disponible y humedad gravimétrica a cero succión, siendo los valores más bajos para los tratamientos sin labranza y los más altos para madero. Rosecrance *et al.*, (1992), reportan que suelos con cultivos en callejones de calliandra y madero negro mantienen significativamente más agua en el rango de 0.3 y 1 bar, que los suelos control.

No hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en la porosidad total,

Cuadro 1 Retención de humedad y capacidad de agua disponible (AWC, cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>), a diferentes presiones (kPa) La Montaña, Turrialba, 1996

Tratamientos	Presión						AWC
	1	5	10	33	100	1500	
Calliandra cl	0.5022a	0.4431a	0.4162a	0.3594a	0.3477a	0.2929ab	0.067a
Calliandra sl	0.5114a	0.4484a	0.4322a	0.3702a	0.3655a	0.3244b	0.046b
Poró cl	0.4694a	0.4403a	0.4261a	0.3584a	0.3487a	0.2869a	0.072a
Poró sl	0.4916a	0.4539a	0.4342a	0.3744a	0.3565a	0.3013ab	0.073a
Madero cl	0.4883a	0.4469a	0.4309a	0.3559a	0.3466a	0.2835a	0.072a
Madero sl	0.4919a	0.4504a	0.4330a	0.3802a	0.3566a	0.3036ab	0.077a
Testigo cl	0.4943a	0.4395a	0.4228a	0.3644a	0.3509a	0.2785a	0.086a
Testigo sl	0.4719a	0.4340a	0.4080a	0.3662a	0.3573a	0.2932ab	0.073a
C.V.	2.89	2.333	4.01	2.02	2.99	2.66	

\*\* cl=con labranza, sl=sin labranza.

Medias con la misma letra en las columnas no son diferentes estadísticamente (Tukey p<0.05)

**Cuadro 2. Fracciones del espacio poroso (diámetro de poros en  $\mu\text{m}$ ) del suelo por tratamiento (PT=porosidad total), La Montaña, Costa Rica, 1996.**

Tratamientos	<296	<59	<29	<9	<3	<0.2	PT
Calliandra cl	0.8574ab	0.7565a	0.7106a	0.6136a	0.5936a	0.5001a	0.5857
Calliandra sl	0.8941a	0.7839a	0.7556ab	0.6472a	0.6390a	0.5671a	0.5720
Poró cl	0.7904b	0.7414a	0.7175a	0.6035a	0.5871a	0.4831a	0.5939
Poró sl	0.8429ab	0.7783a	0.7445ab	0.6420a	0.6113a	0.5166a	0.5832
Madero cl	0.8194b	0.7500a	0.7231a	0.5972a	0.5972a	0.4758a	0.5959
Madero sl	0.8574ab	0.7851a	0.8063b	0.6627a	0.6216a	0.5292a	0.5737
Testigo cl	0.8364b	0.7437a	0.7154a	0.6166a	0.5937a	0.4712a	0.5910
Testigo sl	0.8216b	0.7556a	0.7103a	0.6375a	0.6220a	0.5104a	0.5744

Medias con la misma letra en las columnas no son diferentes estadísticamente (Tukey,  $p < 0.05$ ).

pero sí en la fracción de poros  $<296 \mu\text{m}$  (Cuadro 2) Poró y madero negro con labranza presentaron la mayor proporción de poros grandes ( $>296 \mu\text{m}$ ). La labranza aumentó la porosidad total y la proporción de poros grandes ( $>60 \mu\text{m}$ ). En la fracción de poros  $<29 \mu\text{m}$  y  $<59 \mu\text{m}$ , los tratamientos con

Andriulo *et al.*, (1988), afirman que los suelos con siembra directa presentan mayor velocidad de infiltración que los suelos con labranza convencional. Esta situación es atribuida a los canales de las lombrices, que son más abundantes que en suelos no labrados, a los planos de debilidad que se desarrollan cuando el suelo se seca y a los canales formados por las raíces del cultivo previo, que no son destruidos por las labranzas y que pueden conducir a una orientación preferentemente vertical y continua de los poros más grandes, compensando su reducido número

En este estudio, la falta de cambios importantes en la mayoría de las propiedades físicas del suelo, se puede atribuir a que el ensayo se realizó en suelos con buenas condiciones físicas que no necesitan mucha mejoría

**Cuadro 3. Efecto de la labranza y del cultivo en callejones sobre la resistencia a la penetración (R, MPa), conductividad hidráulica (C,  $\text{cm/h}$ ), densidad aparente ( $D_a$ ,  $\text{t/m}^3$ ) y densidad real ( $D_r$ ,  $\text{t/m}^3$ ) del suelo, La Montaña, Costa Rica, 1996.**

Tratamientos	R	C	$D_a$	$D_r$
Calliandra cl	0.19a	5.970a	1.063a	2.569ab
Calliandra sl	0.34bc	7.677a	1.090a	2.547a
Poró cl	0.22ab	9.093a	1.067a	2.627b
Poró sl	0.37c	7.167a	1.077a	2.583ab
Madero cl	0.17a	12.463a	1.047a	2.590ab
Madero sl	0.35c	12.153a	1.090a	2.557a
Testigo cl	0.19a	6.280a	1.057a	2.583ab
Testigo sl	0.43c	10.043a	1.087a	2.553a
C.V.%	13.50	34.93	3.97	0.78

Cifras con la misma letra en las columnas no son diferentes estadísticamente (Tukey,  $p < 0.05$ ).

labranza superaron significativamente a los sin labranza, presentando mayor proporción de poros en este rango. Esto es de mucha importancia debido a que el agua sólo se mueve libremente en el suelo mediante poros de estas dimensiones (Greenlan, 1977)

Los tratamientos con árboles no mejoraron la conductividad hidráulica saturada, la resistencia a la penetración, la densidad aparente, ni la densidad real del suelo (Cuadro 3). Los resultados del análisis de varianza sólo arrojan diferencias en la resistencia a la penetración y a la densidad real, entre las parcelas con y sin labranza

## CONCLUSIONES

Las únicas propiedades físicas que demostraron diferencias estadísticamente significativas fueron el contenido de agua disponible, la resistencia a la penetración, las fracciones del espacio poroso menores que  $296$  y  $29 \mu\text{m}$  y la densidad real. Se concluye que debido a la mineralogía haloisítica del suelo, la labranza provocó un aumento en la densidad real, con una disminución subsecuente en el volumen de poros. Particularmente, con respecto a poros de mayor diámetro, este efecto fue más marcado ante la presencia de árboles  $\diamond$

Bibliografía en la página siguiente.



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

## ESTUDIOS DE MAESTRÍA

Realice estudios de posgrado en uno de los mejores centros de investigación tropical de América Latina. El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), le ofrece los programas de Maestría en:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| a. Agricultura Ecológica   | c. Manejo y Conservación de Bosques y de la Biodiversidad |
| b. Sistemas Agroforestales | d. Economía ambiental:                                    |

### Requisitos:

- Título de Bachillerato de una universidad reconocida en áreas afines
- Pasar el proceso de Admisión (examen y evaluación curricular)
- Dos años experiencia laboral

**Convocatorias para el examen de admisión en 1997(consultar la fecha exacta en las oficinas del IICA o del CATIE en su país):**

- Ultima semana de abril
- Ultima semana de junio
- Ultima semana de noviembre

**Valor del Examen de admisión: US\$30**

**Para mayor información escriba al:** Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación, CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica. Tel.: (506) 556-1016 ó 556-6431. Fax: (506) 556-0914 ó 556-1533. *E-mail:* posgrado@catie.ac.cr

*"Producir conservando, conservar produciendo"*

*Viene de página anterior*

### BIBLIOGRAFÍA

- ANDRIULO, A.E.; ROSELL, R.A. 1988. Propiedades físicas edáficas en dos sistemas de labranza. Turrialba (C.R.) 38(4):365-375
- FORSYTHE, W. 1985. Física de suelos. Manual de laboratorio. San José. C.R. IICA. 212 p.
- GREENLAN, D. J. 1977. Soil structure and erosion hazard. In: Soil conservation and management in the humid tropics. Ed. by Greenlan, D. J.; Lai, R. EE.UU. John Wiley. p. 17-23
- KANG, B. I.; WILSON, G. F.; LAWSON, I. L. 1990. Alley cropping a stable alternative to shifting cultivation. Ibadan, Nigeria. International Institute for Tropical Agriculture. 22 p.
- LAL, R. 1989. Agroforestry systems and soil surface management of a tropical Alfisol. V. Water infiltrability, transmissivity and soil water sorptivity. Agroforestry systems (Holland) 8(3):217-238
- ROSECRANCE, R.; ROGERS, S.; IOFINA, M. 1992. Effects of alley cropped *Calhandra calothyrsus* and *Gliceria septum* hedge on weed growth, soil properties and taro yields in Western Samoa. Agroforestry systems (Holland) 19(1):57-66. ♦

### ACLARACIÓN:

En la novena edición (Enero-Junio de 1996), por error se consignó al señor Kenneth Birbaum, autor del artículo "Dr. Norman Price: Pionero de los Huertos Caseros Tropicales", como investigador del Jardín Botánico de New York, siendo en realidad estudiante.

En la reseña del M.Sc. Roberto Valdivieso, por error se publicó El Salvador como su país de origen, siendo Bolivia.

En el índice se menciona a Luis Martínez como autor del artículo sobre huertos caseros en el Área de Conservación de Tortuguero, siendo lo correcto Luis Meléndez.

Ofrecemos nuestras disculpas a los interesados.

*La editora*