

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Efecto de sistemas de labranza en luvisoles dedicados a la producción de pastos

Effect of tillage systems on Luvisols dedicated to pasture production

Santa L. Leyva¹, A. Masaguer² y Aimé Baldoquin¹

¹Universidad de Las Tunas, Carlos J. Finlay s/n, Rpto. Santos, Las Tunas

²Universidad Politécnica de Madrid, España

Correo electrónico: laural@ult.edu.cu

RESUMEN: Se realizó un experimento con el objetivo de determinar la influencia de los sistemas de labranza en las propiedades de los suelos luvisoles, en el municipio de Las Tunas. Los indicadores evaluados fueron: la densidad aparente (ρ_p), la porosidad total (Pt), la porosidad de aireación (Pa), la materia orgánica (MO) y la densidad y biomasa de oligoquetos. Se muestrearon unidades experimentales, en un diseño de parcelas divididas y tres repeticiones, a las profundidades de 0-5, 5-20 y 20-30 cm. Los contenidos de MO y de densidad y biomasa de oligoquetos se evaluaron hasta los 20 cm. Se consideraron dos sistemas: labranza tradicional (LT) y labranza sin inversión del prisma (LSP) en comparación con un control sin labranza (NL). La LSP produjo la menor densidad y la mayor cantidad de espacios porosos en la matriz del suelo, con valores que difirieron significativamente de la LT y la NL, y favoreció el desarrollo de los oligoquetos hasta la profundidad de 20 cm. El mantenimiento de las capas densas en la profundidad de 20-30 cm en la LT disminuyó la porosidad total y restringió el desarrollo de las raíces, con valores de porosidad de aireación muy por debajo del 10 %. Se concluye que la labranza tradicional afectó el contenido de MO a corto plazo, y mantuvo las capas compactas en el horizonte subyacente, por lo que la continuidad de esta práctica en las áreas ganaderas de la región no se justifica ni a corto ni a largo plazo.

Palabras clave: pastizales, manejo de suelo, oligoqueto

ABSTRACT: A trial was conducted in order to determine the influence of tillage systems on the properties of Luvisol soils, in the Las Tunas municipality. The evaluated indicators were: apparent density (ρ_p), total porosity (Pt), porosity of aeration (Pa), organic matter (OM) and Oligochaeta density and biomass. Experimental units were sampled, in a split-plot design and three repetitions, at the depths of 0-5, 5-20 and 20-30 cm. The OM contents and the Oligochaeta density and biomass were evaluated up to 20 cm. Two systems were considered: traditional tillage (TT) and tillage without turning up the soil layer (TWT) compared with a control without tillage (NT). The TWT produced the lowest density and the highest quantity of porous spaces in the soil matrix, with values that differed significantly from TT and NT, and favored the development of Oligochaeta up to the depth of 20 cm. The maintenance of the dense layers in the depth 20-30 cm in the TT decreased the total porosity and restricted root development, with aeration porosity values much below 10 %. It is concluded that traditional tillage affected the OM content at short term, and maintained the compact layers in the underlying horizon, for which the continuity of this practice in the livestock production areas of the region is not justified at short or long term.

Key words: Oligochaeta, pasturelands, soil management

INTRODUCCIÓN

Entre las prácticas agrícolas, la más importante es la labranza. Si se tiene el conocimiento de qué problema se piensa solucionar, esta conduce a la sostenibilidad de los suelos y de la agricultura; en caso contrario, conlleva a la degradación (Amézquita,

1998). Uno de los factores que provocan la degradación física es la compactación, considerada como la principal causa de degeneración del suelo (Pagliari *et al.*, 2003).

Actualmente tienen gran importancia los sistemas conservacionistas de preparación, que preserven

el suelo y el ambiente (Albiero, Da Silva-Maciél y Tunussi, 2011). Para lograr el desarrollo sostenible resulta de vital importancia la selección de las tecnologías más adecuadas en cada caso, y en cada momento. El propósito es que el suelo alcance condiciones ideales para el desarrollo radical, lo cual se relaciona con los sistemas de labranza (Osuna-Ceja *et al.*, 2006).

El volteo del suelo ocasionado por el laboreo tradicional aumenta el flujo de CO₂ a la atmósfera, y como consecuencia disminuye el contenido de MO (López- Garrido *et al.*, 2009); lo que afecta directamente la calidad y la fertilidad debido a la gran influencia de la MO en las propiedades físicas, químicas y biológicas, todas ellas necesarias para el normal desarrollo de las funciones del suelo (Magdoff y Weil, 2004). Espinoza (2010) y López (2010) informaron una pérdida de carbono en los suelos donde se utilizó la labranza tradicional con respecto a la labranza de conservación.

El arado moderno, o de vertedera, es una de las causas principales de degradación de los suelos, problema grave que afronta la agricultura hoy en día. Su uso, así como el de otros aperos han provocado numerosos problemas de calidad ambiental (Huggins y Reganold, 2008). Osorio *et al.* (2009) plantean que la labranza vertical favorece las condiciones del terreno para la conservación y buen uso de dicho recurso, y consiste en disminuir operaciones en relación con la labranza convencional, sin voltear el suelo.

En Cuba una de las principales causas de disminución de los rendimientos es la compactación de los suelos y la presencia de capas endurecidas (adensadas) que causa efectos negativos en el crecimiento de las raíces. Se han realizado estudios que indican que el empleo de la aradura más grada o la combinación de estas con otras labores constituyen una opción para la recuperación de los pastizales (Martínez, 2000; Padilla, 2002). En suelos Ferralíticos, al rehabilitar un pastizal de guinea (*Panicum maximum*), Crespo *et al.* (2006) demostraron que la labor de aradura más grada produjo mejor efecto, ya que aumentó el rendimiento y el porcentaje de área cubierta por el pasto; mientras que la subsolación favoreció el tamaño de los agregados estables. Sin embargo, en suelos luvisoles no se han reportado estudios de la influencia de los sistemas de laboreo, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la labranza sin inversión del prisma y de la labranza convencional en las propiedades de dichos suelos, en sistemas de pastos mejorados o cultivados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización, diseño y tratamientos. La investigación se realizó en 2012, en un ensayo de corta duración, en la unidad agropecuaria granja La Venguita –ubicada en la zona norte del municipio de Las Tunas, Cuba–. Se seleccionó un área de *Pennisetum purpureum* CUBA CT-115, sembrado en 2007, la cual debido a su manejo inadecuado presentaba menos de 30 % de cobertura por el cultivo. El diseño experimental fue de parcelas divididas, con tres repeticiones. Se consideraron dos sistemas: labranza tradicional (LT), realizada con arado ADI-3, a una profundidad de 20 cm y dos pases de grada; y labranza sin inversión del prisma (LSP), con multiarado MAU-250 C para la rotura y cruce a 30 cm de profundidad, un pase de grada intercalado y otro después del cruce, que se compararon con un control sin labranza (NL). El surcado y la siembra del cultivo se realizaron con bueyes.

Procedimiento y mediciones. El procedimiento y las mediciones se efectuaron en mayo de 2012, a los seis meses de concluida la preparación del suelo. Se evaluó la densidad aparente $-\rho_b-$ (cinco muestras en cada unidad experimental) en tres profundidades (0-5, 5-20, 20-30 cm), con el método del cilindro; y la porosidad total (Pt) y la de aireación (Pa), por cálculo (Cairo, 2003). La MO se evaluó a dos profundidades (0-5 y 5-20 cm), por el método de Walkley y Black (1934), y se tomaron 10 muestras de suelo en cada una de las áreas a las profundidades de 0-10 y 10-20 cm para determinar la densidad y la biomasa de los oligoquetos, según Anderson e Ingram (1993).

Análisis estadístico. El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete SPSS® versión 15.0 para Windows. Se determinaron los principales estadígrafos (media aritmética y error estándar de la media). Los datos mostraron una distribución normal y se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). La comparación de medias se hizo por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los sistemas de labranza en la densidad aparente (tabla 1), en los primeros 5 cm, no mostró diferencias significativas entre estos, pero sí difirieron de la NL. Entre 5 y 20 cm la LSP produjo la menor densidad y difirió de la LT y la NL. A partir de los 20 cm la influencia de la LSP fue más efectiva, con valores adecuados de densidad, y difirió significativamente de la LT y la NL. Ello demostró que la aradura con discos realizada en la

LT no profundizó, y se mantuvo una alta compactación en las capas profundas. Según Hernández *et al.* (2006), los suelos con cultivo intensivo presentaron altos valores de densidad en el horizonte Bt, con la formación de un piso de arado, debido a que durante un largo periodo de tiempo no se le realizaron labores de subsolación.

Tabla 1. Influencia de la labranza en la densidad aparente del suelo (mg m^{-3}).

Tratamiento	Profundidad (cm)		
	0-5	5-20	20-30
NL	1,33 ^b	1,42 ^c	1,46 ^b
LT	1,04 ^a	1,30 ^b	1,46 ^b
LSP	0,96 ^a	1,20 ^a	1,34 ^a
EE \pm	0,056	0,033	0,015

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Estos resultados demostraron que la densidad aparente es un buen indicador para evaluar la calidad física de un suelo, a corto plazo, en diferentes sistemas de manejo.

La porosidad total se incrementó en ambos sistemas de labranza (tabla 2) en la capa superficial del suelo (0-5 cm), sin diferir entre ellos, al compararla con los valores medios obtenidos antes de la remoción (NL). En la profundidad de 5-20 cm la LSP mostró valores altos y difirió del resto de los tratamientos, y en la de 20-30 cm las diferencias fueron significativas, con valores superiores en la LSP; mientras que la LT y la NL no difirieron entre sí.

Ello indica que la LSP produjo la mayor cantidad de espacios porosos en toda la matriz del suelo, con valores que difirieron significativamente de la LT y la NL. El mantenimiento de las capas densas en la profundidad de 20-30 cm en la LT disminuyó la porosidad total y restringió el desarrollo de las

raíces, con valores de porosidad de aireación por debajo del 10 %.

Estos resultados demostraron que la LSP favoreció la calidad estructural del suelo, como señalaron Osuna-Ceja *et al.* (2006). En Colombia, en los llanos orientales, Amézquita *et al.* (2004) encontraron un rápido deterioro de las propiedades físicas, cuando utilizaron intensamente el arado de discos y el cultivador. Los cambios en las propiedades físicas afectan la condición superficial del suelo, lo que ocasiona un incremento de la erosión, con la consiguiente pérdida de espesor del horizonte superficial (Prieto-Méndez *et al.*, 2013).

El efecto de los sistemas de labranza en el contenido de MO se presenta en la figura 1. La LSP no mostró diferencias significativas con el tratamiento NL, pero sí con la LT, en las profundidades evaluadas. La LT hasta los 20 cm de profundidad incrementó la porosidad total y de aireación, lo que influyó en la descomposición de los residuos orgánicos, en una mayor oxidación de la MO y en una disminución del 0,4 % de su contenido.

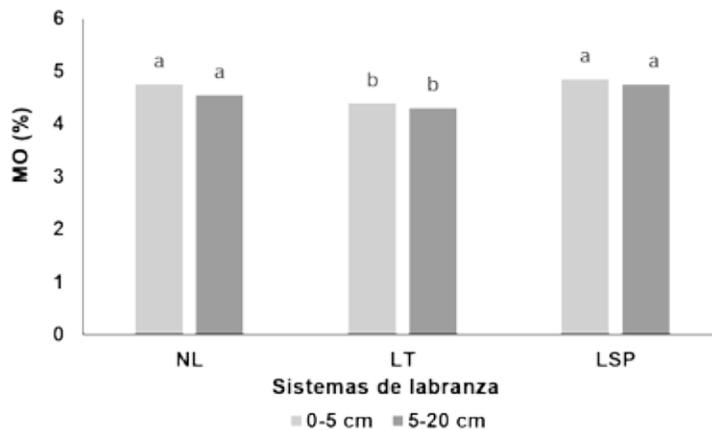
Se estimuló además el rompimiento de los agregados y la susceptibilidad a la disgregación por efecto de la erosión. Tivet *et al.* (2013) demostraron que la protección física de la fracción MOS más lábil por la agregación no es suficiente en suelos donde se aplica la labranza convencional, y observaron un agotamiento general de los grupos funcionales de carbono.

Espinoza (2010), al evaluar el efecto de tres sistemas de labranza, encontró una disminución del 4 % de la MO con el uso de la labranza convencional e incrementos de 16 y 9 % en siembra directa y labranza mínima, respectivamente. Por su parte, López (2010) estudió el laboreo de conservación a corto plazo y halló una pérdida de carbono en la labranza tradicional con respecto a la labranza de conservación, sobre todo en los primeros 10 cm del suelo.

Tabla 2. Influencia de los sistemas de labranza en la porosidad total y de aireación del suelo.

Tratamiento	Pt (%)			Pa (%)		
	Profundidad (cm)					
	0-5	5-20	20-30	0-5	5-20	20-30
NL	47,13 ^b	43,25 ^c	42,55 ^b	10,23 ^c	4,20 ^c	2,76 ^b
LT	58,60 ^a	47,70 ^b	42,59 ^b	29,73 ^a	11,82 ^b	2,68 ^b
LSP	61,70 ^a	52,06 ^a	46,50 ^a	34,93 ^a	19,07 ^a	9,40 ^a
EE \pm	2,24	1,3	0,66	0,41	0,33	0,24

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 1. Variación de la MO en los sistemas de labranza.

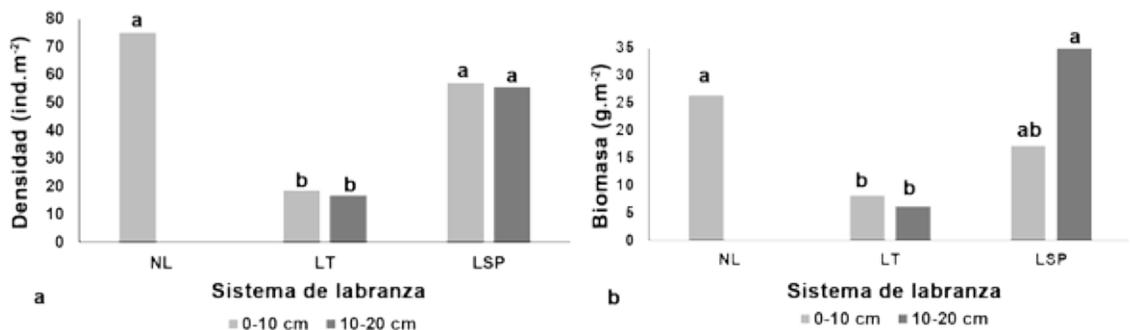
La densidad promedio de oligoquetos para la profundidad de 0-10 cm varió entre 18,3-75 individuos.m⁻², sin diferencias entre los tratamientos NL y LSP, pero sí difirieron de LT que presentó los valores más bajos (fig. 2). Este resultado se atribuye a que en la LSP, la remoción del suelo fue menor y la fauna edáfica quedó protegida con los residuos en la superficie. En el estrato de 10-20 cm la LT y la LSP favorecieron el desarrollo de los oligoquetos pero hubo diferencias entre ellas y los mayores valores se encontraron en la LSP. En este sentido, Masín *et al.* (2011) hallaron en un sitio con labranza convencional un escaso número de oligoquetos, debido a los bajos contenidos de MO y a la remoción permanente del suelo.

La biomasa de los oligoquetos tuvo un comportamiento similar al de la densidad, para ambos estratos. La NL en la capa de 0-10 cm presentó los valores más altos, pero de 10-20 cm no se encontraron oligoquetos; sin embargo, la descompactación en este espesor con ambos tipos de labranza favoreció el flujo

del agua y el aire y la actividad de la macrofauna, y se alcanzaron los mayores valores en la LSP. En estudios con diferentes sistemas de uso y labranza realizados por Botina *et al.* (2012) se halló que la mayor biomasa y abundancia de oligoquetos se presentó en los suelos menos perturbados, y la labranza tradicional mostró el menor índice en general; ello reafirma que la biomasa de los oligoquetos es una potencial herramienta como bioindicador de la calidad del suelo.

Los cambios en las propiedades del suelo con los diferentes sistemas de labranza indicaron la evolución de la calidad de este y muestran el efecto positivo de la LSP, que además puede representar una alternativa para el secuestro de carbono en el suelo y mejorar su funcionamiento.

Los resultados demostraron que LT a base de aradura y grada afectó los contenidos de MO a corto plazo, y mantuvo las capas compactas en el horizonte subyacente, lo que influyó desfavorablemente en el flujo del aire y el agua y en el desarrollo radical



Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 2. Densidad (a) y biomasa de oligoquetos (b) en diferentes sistemas de labranza.

de los pastos, por lo que la continuidad de esta práctica en las áreas ganaderas de la región no se justifica ni a corto ni a largo plazo. La LSP produjo la menor densidad y la mayor cantidad de espacios porosos en la matriz del suelo, y favoreció el desarrollo de los oligoquetos hasta la profundidad de 20 cm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albiero, D., Da Silva-Maciél, A.J & Tunussi, R.D. Características del suelo en respuesta al uso de la herramienta de labranza conservacionista paraplow rotatorio. *Agrociencia* 45: 147-156. 2011.
- Amézquita, E. Hacia la sostenibilidad de los suelos de los Llanos Orientales. IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo, Paipa-Boyacá, Colombia, 1998.
- Amézquita, E., Thomas, R.J., Rao, J.M., Molina, D.L. & Hoyos, P. Use of deep-rooted tropical pastures to build-up an arable layer through improved soil properties of an Oxisol in the Eastern Plains (Llanos Orientales) of Colombia. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103: 269. 2004.
- Anderson, J. M. & Ingram, J. S. I. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2nd ed. CAB International. Wallingford, UK. 1993.
- Botina, B.G., Velázquez, A.I., Bacca, T., Castillo, J. F. & Díaz, L.G. Evaluación de la macrofauna del suelo en *Solanum tuberosum* (solanales: *solanaceae*) con sistemas de labranza tradicional y mínima. *Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.* 16 (2): 69 - 77, 2012.
- Cairo, P. Fertilidad física del suelo y la agricultura orgánica del trópico. CD Biblioteca UCLV, 34 p. 2003.
- Crespo, G.; Otero, L.; Calero, B & Morales, A. Efecto de labores mecánicas en la rehabilitación de un pastizal de Guinea likoni (*Panicum maximum* Jacq.) y en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 40:485, 2006.
- Espinoza, Y. Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales. *Bioagro* 22 (3):177-184. 2010.
- Hernández, A., Morell, F., Ascanio, O., Borges, Y. & Morales, M. Cambios globales de los suelos Ferralíticos Rojos lixiviados (Nitisoles ródicos éutricos) de la provincia La Habana. *Cultivos Tropicales*, 27 (2): 41-50. 2006.
- Huggins, D.R. & Reganold, J.P. No-till. The quiet revolution. *Scientific American* 299 (1):70-77. 2008.
- López- Garrido, R., Díaz-Espejo, A., Madejón, E., Murrillo, J. M. & Moreno, F. Carbon losses by tillage under semi-arid Mediterranean rainfed agriculture (SW Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(3), 706-716. 2009.
- López, Rosa. Laboreo de conservación. Efectos a corto y largo plazo sobre la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos. Tesis presentada para optar por el grado de doctora en ciencias. Universidad de Sevilla, España. 2010.
- Magdoff, F. & Weil, R.R. Soil organic matter management strategies. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*, 45-65. 2004.
- Martínez, H.L. Rehabilitación o renovación de pastizales. Taller XXXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 2. 2000.
- Masín, C.E., Rut, R.A & Maitre, M.I. Evaluación de la abundancia y diversidad de lombrices de tierra en relación con el uso del suelo en el cinturón hortícola de Santa Fe (Argentina). *Cienc. Suelo* 29 (1). 2011.
- NRAG-128:2009. Norma Ramal. Sustratos orgánicos y mezclados. Métodos físicos de ensayo. 1 edición. CTNR – 05. Dirección de Calidad del Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba
- Osorio Saravia, J.F., Rodríguez Aldana, A.A., Sánchez Gutiérrez, G., Hayek Cárdenas, H.; Linares Murcia, C.H., Barragán Guijano, E & Osorio Saravia, J.C. Influencia del sistema de labranza sobre las propiedades del suelo y la dinámica poblacional de insectos y arvenses con dos genotipos en el cultivo de maíz. Ibagué (Colombia). *UTOLIMA* 21 p.: (Es). 2009.
- Osuna-Ceja, E., Figueroa-Sandoval, B., Oleschko, K., Flores-Delgadillo, Maria., Martínez-Menes, M. & González-Cossío, F. Efecto de la estructura del suelo sobre el desarrollo radical del maíz con dos sistemas de labranza. *Agrociencia* 40: 27-38. 2006.
- Padilla, C. Método de laboreo y fertilización química del suelo en la recuperación de un área forrajera de guinea (*Panicum maximum* Jacq). *Rev. cubana Cienc. agríc.* 36 (2): 173-179. 2002.
- Pagliai, M., Marsili, A., Pieranna, S., Vignozzi, N & Pellegrini, S. Changes in some physical properties of a clay soil in central Italy following the passage of rubber tracked and wheeled tractors of medium power, *Soil and Tillage Research*, 73: 119–129. 2003.
- Prieto-Méndez, J., Prieto-García, F., Acevedo-Sandoval A. & Méndez, M.A. Indicadores e índices de calidad de los suelos cebaderos del sur del estado de Hidalgo, México. *Agronomía mesoamericana* 24(1):83-91. 2013.
- Tivet, F., S de Moraes Sá J.C., Lal, R., Bastos Pereira M.D.M., Briedis, C., Letourmy, P., Pinheiro, L.A., Borszowski, P.R & Hartman, D.D.C. Assessing humification and organic C compounds by laser-induced fluorescence and FTIR spectroscopies under conventional and no-till management in Brazilian Oxisols. *Geoderma* 207: 71–81. 2013.
- Walkley, A. & Black, T. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 63:251-264. 1934 .