

TRACCIÓN ANIMAL

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación de tecnologías de preparación de suelos con tracción animal

Evaluation of technologies of soil farming with animal traction

MSc. Mayra Wong Barreiro, MSc. José A. Martínez Cañizares, MSc. José García Lamas, Ing. Amaury Rodríguez González, MSc. Damián Lora Cabrera

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. Este trabajo tiene como objetivo evaluar dos tecnologías con tracción animal en labores de preparación de suelos en la UCTB Experimental de Campo del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) situada en la finca “Pulido”, municipio Alquízar, provincia de Artemisa, Cuba, a partir del comportamiento de las propiedades físicas del suelo y su incidencia en la compactación. Para este estudio se determinaron las propiedades físicas del suelo: humedad, dureza y densidad aparente, antes y después de la preparación del suelo en el área experimental objeto de estudio. También en condiciones de explotación se determinaron los indicadores: profundidad, anchura y velocidad de trabajo en las labores de preparación de suelo de las dos tecnologías utilizadas. Al comparar las tecnologías se obtuvo como resultado una disminución en por ciento de la densidad aparente de T_2 con respecto a T_1 por capas de suelo. De 0-10 cm disminuye en 3,5 %; en casi un 5 % de 10-20 cm disminuye T_2 con respecto a T_1 . En el caso de la dureza, el comportamiento es similar al de la densidad, observándose una disminución al comparar las dos tecnologías.

Palabras clave: animales de trabajo, labranza, indicadores.

ABSTRACT. This work has as objective to validate two technologies (T_1 and T_2) with animal traction in soil preparation in the Experimental Unit of the Institute of Agricultural Engineering Research (IAgric) located in the farm “Pulido”, Alquízar municipality, Artemisa province, Cuba, starting from the physical properties of the soil and its hardness. For this study and validation were determined the physical properties of the soil: humidity, hardness and apparent density among other, before and after the plowing of the soil in the experimental area of study. Under conditions of exploitation were determined the following indicators: depth, width and work speed in the soil farming with the two technologies. When comparing the technologies it was obtained a decrease in the percent of the apparent density of T_2 with regard to the T_1 for the layers of the soil. In the layer 0-10 cm it diminishes in 3.5 %; in the layer 10-20 cm the T_2 diminishes almost 5 % with regard to the T_1 . In the case of the hardness, the behavior is similar to that of the density, being observed a decrease when comparing the two technologies.

Keywords: work animals, farm, indicators.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de degradación de nuestros suelos es la compactación producida entre otros aspectos por un excesivo laboreo y uso de implementos inadecuados como el arado de discos. Estas prácticas además, tienen un alto costo energético y hacen disminuir el contenido de materia orgánica del suelo (Treto, 2005).

El hombre genera la compactación cuando no se adoptan las medidas necesarias en el manejo y aplicación de las labores agrícolas; esto es, cuando se aplica la mecanización con la humedad inadecuada en el suelo, el uso de equipos pesados, el sobrelaboreo, el uso de implementos a la misma profundidad durante años; todo lo cual trae por consecuencia la formación

de una capa endurecida llamada también “piso de arado (Bravo y Florentino, 1999; Hernández, 2000; Castellanos, 2012). Este problema está conduciendo a un rápido deterioro físico, químico y biológico de una gran proporción de suelos, trayendo como consecuencia un fuerte descenso en el rendimiento agrícola de los cultivos y el deterioro del medio ambiente.

La preparación de tierras es un componente esencial en el proceso de establecimiento y desarrollo de los cultivos, es crucial para el crecimiento de las plantas y el rendimiento de los cultivos y al mismo tiempo es parte vital en el manejo integrado de plagas y enfermedades (Auberto *et al.*, 1996; Font, 2013).

Por un largo período de tiempo las técnicas para la preparación de suelos con tractor han sido los arados de discos, y con tracción animal los arados de vertedera y arados convencionales de madera (FAO, 2000). En las condiciones de los suelos cubanos, estas tecnologías tradicionales de laboreo han producido una gran degradación de los suelos, un mayor enyerbamiento, incremento de las áreas erosionadas y otros múltiples daños, a veces irreversibles (Ríos, 2004; Ríos y Ponce, 2005).

El uso de la labranza convencional o tradicional en la agricultura ha generado una situación poco favorable desde el punto de vista de la conservación de los recursos productivos, implicando un especial deterioro del recurso suelo (Venegas, 1990¹; Córdoba, 2010). En condiciones normales cuando se efectúa la labranza tradicional, más sembrar, aplicar pesticidas y cosechar, estudios estiman que se cubre el 90% del terreno con las huellas de las máquinas que intervienen en el proceso, como consecuencia de ello se compacta el suelo en una densidad mayor que la que tenía antes de la aradura (Zacharo, 2012).

Los sistemas de producción con labranza de conservación pueden ayudar a reducir la erosión, reduce los costos de producción por hectárea en cuanto a la pasada de maquinaria, reduce la compactación, combustible y necesidades de equipos (Fuentes *et al.*, 2004; Aguilar, 2013).

En la agricultura cubana, prevalece el empleo de una tecnología básica en la preparación de los suelos para la siembra: laboreo con inversión del prisma. A esta tecnología pertenecen todos los implementos tradicionales y sus diferentes combinaciones, entre ellos los arados de vertederas y los de discos que voltean el prisma de suelo; logrando la fragmentación de la capa arable; produciendo de esta forma efectos negativos sobre los diferentes procesos que se producen en el suelo y sus propiedades.

La tecnología en la que se utilizan implementos con corte horizontal vertical como el multiarado y el tiller en la tracción motorizada y el multiarado 6 en 1 en la tracción animal sin inversión del prisma; no se mezclan las capas de suelo ni se entierran las semillas, favoreciendo la descomposición de la materia orgánica y reduciendo el enyerbamiento.

Las características físicas del suelo son una parte necesaria en la evaluación de la calidad de este recurso porque no se puede mejorar fácilmente (Singer y Erwing, 2000²). Dentro de estas propiedades se tienen la composición granulométrica, textura, estructura, color, densidad, porosidad, consistencia, permeabilidad y temperatura (Martín, 2006; Font, 2014).

La compactación del suelo se puede conocer a través del cambio provocado en propiedades del suelo como la densidad de volumen, porosidad total, índice de poro, volumen específico, (Girón *et al.*, 2001).

La densidad aparente del suelo se modifica con cualquier tipo de labranza y sólo se mantiene inalterable con el sistema de labranza cero, cualquier sistema de labranza modifica la estructura del suelo y, dependiendo del contenido de humedad de éste, la labranza favorece o destruye la estructura, repercutiendo en el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Navarro *et al.*, 2000).

La densidad aparente se incrementa con la profundidad encontrándose particularidades en dependencia del estado o manejo del suelo. El uso inadecuado por técnicas convencionales crea una capa mullida superficialmente, pero un perfil compactado inferior. León *et al.*, (2005) comprobaron que a 10-20 cm de profundidad la densidad aparente del suelo bajo un manejo convencional alcanza un nivel que se torna imposible de atravesar para la mayoría de las raíces, para las que una densidad aparente de 1,6 g/cm³ es tomada como límite. La alta densidad del suelo no solo afecta el desarrollo radical directamente sino también dificulta el buen drenaje de estos suelos concentrándose la humedad en las capas superiores, lo que demuestra la afectación de la circulación del agua del suelo y el riesgo de erosión. Los estudios realizados por López *et al.*, (2000) concuerdan con los de Luttrell *et al.*, (1977³), quienes mencionan que los cambios en la densidad aparente en labranza de conservación son menores que en la labranza convencional ya que, en seis años bajo este sistema, la densidad aparente decreció de 1,43 g/cm³ a 1,40 g/cm³, mientras que en la labranza convencional ésta se incrementó 1,37 g/cm³ a 1,53 g/cm³. La tendencia actual en el laboreo de los suelos debe ser el uso de sistemas de labranza que permitan un ahorro de energía y propicien un deterioro mínimo de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Figuerola y Ventura, 1990⁴; Cruzaley, 1992⁵; Font, 2008).

Este trabajo tiene como objetivo evaluar dos tecnologías con tracción animal en labores de preparación de suelos en la UCTB IAgri Alquízar, situado en la finca "Pulido", provincia Artemisa a partir del comportamiento de las propiedades físicas del suelo y su incidencia en la compactación.

MÉTODOS

Este trabajo se realizó en un área ubicada en la UCTB Experimental del IAgri situado en la finca "Pulido", municipio Alquízar, provincia Artemisa. El área utilizada para la investigación midió 0,5 ha, presenta un suelo ferralítico rojo, bajo contenido de materia orgánica y está compactado. El cultivo anterior cosechado en esta área es el boniato.

Para la investigación se dividió en dos el área de experimentación; 0,25 ha para el muestreo de los indicadores de la

¹ VENEGAS, C.: *Labranza conservacionista*. IPA Carillanca, pág. 3-10, 1990.

² SINGER, M. Y J.: *Erwing. Soil quality*, En: Handbook of Soil Science. Chapter 11 (ed. Sumner, M. E), CRC Press, Boca Raton, pp. 271-298, Florida, USA, 2000.

³ Luttrell, D.H; C.W., Bockhop and W. G.: *Lovely. The effect of tillage operations on soil physical conditions*, Transactions of the ASAE 64, page. 103-107, 1977.

⁴ FIGUEROA, S. B. Y E.: *Ventura. Instructivo para la evaluación del proyecto. Efecto de la labranza en la estructura del suelo y su relación con el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Salinas, San Luis Potosí. México, 1990.

⁵ CRUZALEY, S. R.: *Efecto de la labranza en la estructura del suelo y su relación con el desarrollo y rendimiento de maíz*. Memoria del XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Acapulco, pág. 57, 1992.

tecnología 1 (T_1) y 0,25 ha para la tecnología 2 (T_2) donde se determinaron las propiedades físicas del suelo: humedad, densidad aparente y resistencia a la penetración (dureza) de suelo.

El muestreo para determinar las propiedades físicas del suelo se realizó antes y después de la preparación del suelo. La humedad del suelo se determinó por el método gravimétrico según NC 110 (2010). En el caso de la densidad aparente se utilizó la NC ISO 11272 (2003). Para realizar el muestreo se aplicó el método del cilindro en 3 puntos que forman una diagonal en el área que se empleará la tecnología (T_1); asimismo en el área en que se empleará T_2 . En cada uno de los puntos se tomaron muestras por capas de suelo en profundidades de 0-10, 10-20 y 20-30 cm. Se efectuaron las mediciones de resistencia a la penetración por el método de penetrometría (Bernal *et al*, 2004; Font, 2014).

Para la evaluación agrotécnica de los aperos que conforman las tecnologías en las diferentes labores que integran la preparación de suelos, se utilizó las normas NC 34-51 (1987); PG-CA-043 (2013)⁶. Se determinó en condiciones de explotación indicadores tales como profundidad, anchura y velocidad de trabajo, tanto de los aperos utilizados en una u otra tecnología. Para el análisis descriptivo de las variables se calculó en Excel los principales estadígrafos (media, desviación estándar, desviación típica y coeficiente de variación).

Para las labores de subsolación, roturación y cruce se empleó en T_2 el multiarado 6 en 1 y en T_1 el arado de vertederas de tracción animal. En ambos casos se utilizó la grada de púas para el mullido del suelo.

Durante el desarrollo de las investigaciones se utilizaron bueyes con un estado físico normal cuyo peso osciló entre 700 y 900 lb.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad del suelo determinada fue de 26%. Este valor se considera dentro del rango considerado para el laboreo. Según lo planteado por Quesada *et al*. (2006), el grado de humedad que contenga el suelo, es el factor más importante a tener en cuenta a la hora de trabajar sobre él, para evitar se dañe su estructura. La humedad óptima para el laboreo es cuando se encuentra entre 17 a 21%, y se le denomina Tempero, aunque algunos autores consideran un rango algo mayor.

En los gráficos de las Figuras 1 y 2 se observa el comportamiento de la densidad aparente en las tecnologías 1 y 2 (T_1 y T_2) antes y después de la preparación de suelo, donde se advierte que los valores de la densidad aparente en los 3 puntos varían de bajo a alto desde la superficie del suelo, esta propiedad está muy relacionada con la compactación. El estudio demostró que antes de la preparación existe compactación desde la superficie de suelo y esto se corresponde con los valores de densidad aparente obtenidos; originado por la tecnología de preparación de suelo que tradicionalmente se utilizó con anterioridad (utilizando tracción motorizada) y que nunca antes esta área fue explotada utilizando los animales como fuente energética.

Después de la labranza disminuyen los valores de densidad

aparente en ambas tecnologías; mejorando la compactación hasta los 20 cm. En el horizonte de 20 a 30 cm no se aprecian diferencias significativas, no hubo impacto de la aplicación de las tecnologías.

Asimismo, en el gráfico de la Figura 3 se observa una disminución en porcentaje de la densidad aparente de T_2 con respecto a T_1 por capas de suelo; de 0-10 cm de profundidad disminuye en 3,5%; de 10-20 cm disminuye en casi un 5%.

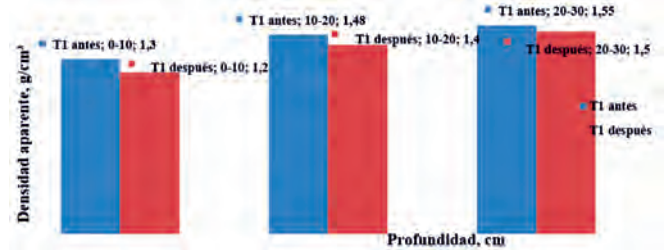


FIGURA 1. Comportamiento de la densidad aparente de la tecnología T_1 antes y después de la preparación de suelo.

Según estudios realizados por Mamani *et al*. (2001⁷), evaluando implementos de labranza de tracción animal, plantean que la densidad aparente y la porosidad del suelo antes de la labranza es similar hasta los 20 cm. de profundidad. En este caso objeto de estudio, se comportó de la misma manera que en investigaciones anteriores.

Según Santana y Fuentes (1998⁸) la densidad de la mayoría de los suelos está entre 1,1 y 1,5 g/cm³ partiendo desde las arcillas hasta las arenas. Esto lo corrobora Cid (2011) para suelos ferralíticos rojos la densidad aparente es de 1,11g/cm³; de lo que se infiere que los valores obtenidos se encuentran por encima de este lo cual es un indicador de la compactación existente.

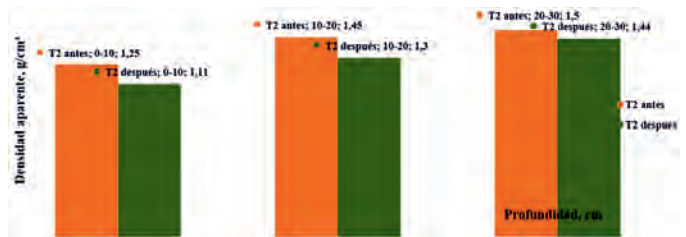


FIGURA 2. Comportamiento de la densidad aparente en la tecnología T_2 antes y después de la preparación de suelo.

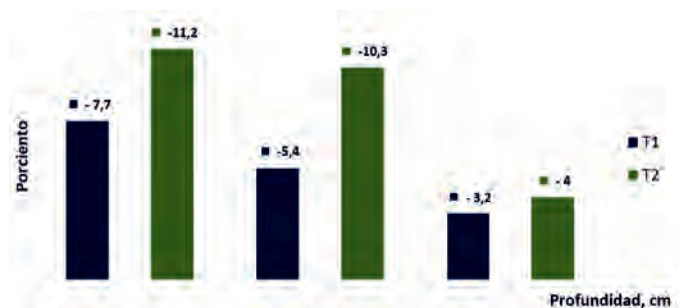


FIGURA 3. Comportamiento de la densidad aparente en las tecnologías (T_1 y T_2) de preparación de suelos con tracción animal.

⁶ PG-CA-043. Sistema de gestión de la calidad. Pruebas de maquinaria agrícola. Evaluación tecnológica explotativa, pág. 1-13. IAgric 2013.

⁷ MAMANI, P.; R. BOTELLO.; B. CONDORI.; H. MOYA y A. DEVAUX: "Efecto del tipo de labranza con tracción animal en las características físicas del suelo, conservación de la humedad y en el crecimiento y producción del cultivo de la papa", Revista Latinoamericana de la Papa. 12(1): 130-151, 2001.

⁸ SANTANA M. y J. FUENTES: "Preparación sustentable del suelo", Revista Cañaveral, Cuba, 4(4): 7-8, 1998.

En los gráficos de las Figuras 4 y 5 se observa que los valores de dureza obtenidos tanto en T₁ como en T₂ disminuyen después de la preparación de suelo. La aplicación de las tecnologías se identifica como impacto tecnológico por el principio de trabajo de los arados que produjeron variaciones en la dureza del suelo; con una ligera disminución de T₂ con respecto a T₁. Se infiere la identificación de un impacto ambiental debido a la no inversión del prisma de suelo utilizando el multiarado 6 en 1.

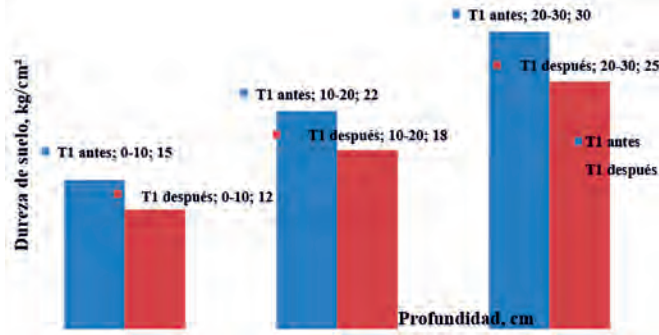


FIGURA 4. Comportamiento de la dureza en la tecnología tradicional (TT) antes y después de la preparación de suelo.

En la evaluación agrotécnica de los aperos que componen las tecnologías de labranza T₁ y T₂, se determinaron en condiciones de explotación los siguientes indicadores: profundidad,

ancho y velocidad de trabajo en las labores de preparación de suelo. Los valores determinados aparecen reflejados en las Tablas 1 y 2. Se observa que en el caso de la subsolación utilizando el multiarado 6 en 1 no se pudo llegar a la profundidad de 25 a 40 cm según establece la exigencia, por la alta compactación existente en la capa de 20 a 30cm y se corrobora con los valores de densidad y dureza obtenidos. En el resto de las labores los valores obtenidos se corresponden con los establecidos en las exigencias agrotécnicas por labor tanto para T₂ como para T₁ (Ríos et al., 2011).

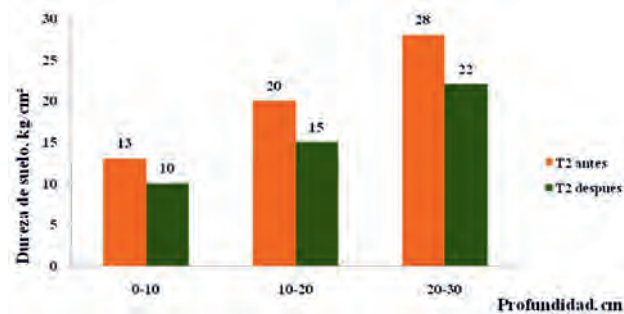


FIGURA 5. Comportamiento de la dureza en la tecnología conservacionista (TC) antes y después de la preparación de suelo.

TABLA 1. Tecnología T₁ utilizada en la preparación de suelo

Labor	Agregación	Ancho de trabajo (cm)	Profundidad de trabajo (cm)	Velocidad de trabajo (m/s)
Rotura	Yunta+ arado 1½	25	14	1,0
Cruce	Yunta+ arado 1½	30	15	1,16
Mullir	Yunta+grada de púas	150	14	1,11

TABLA 2. Tecnología T₂ utilizada en la preparación de suelo

Labor	Agregación	Ancho de trabajo (cm)	Profundidad de trabajo (cm)	Velocidad de trabajo (m/s)
Subsolar	Yunta+ cincel 6 en 1	6,5	18	1,2
Rotura	Yunta+ cincel+saeta 200 mm	35	14	1,09
Cruce	Yunta+cincel+saeta 400 mm	65	17	0,83
Mullir	Yunta+grada de púas	150	14	1,09

CONCLUSIONES

- En el área experimental objeto de estudio existe compactación desde la superficie de suelo y esto se corresponde con los valores de densidad aparente obtenidos; originado por la tecnología de preparación de suelo que tradicionalmente se utilizó (con tracción motorizada).
- Los valores de la densidad aparente disminuyen después

- de la preparación de suelo en T₂ con respecto a T₁; en 3,5% de 0-10 cm y en casi un 5 % de 10-20 cm de profundidad.
- Los valores de dureza disminuyeron después de preparar el suelo en un 18% y 25% en T₁ y T₂ respectivamente.
- Los valores de profundidad, velocidad y ancho de trabajo obtenidos en la evaluación agrotécnica se corresponden con los establecidos en las exigencias agrotécnicas por labor; excepto en la subsolación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, V.; L. HERNÁNDEZ; M. FIGUEROA y N. DUARTE: *Impacto de la preparación del suelo sobre las características físicas del suelo, calidad y rendimiento de las raíces de yuca*, [en línea]. Revista La Calera. ISSN: 1998-8850. Vol. 11 No. 17 pp. 26-32, 2013. Disponible en: <http://lacalera.una.edu.ni/index.php/calera/article/view/168/0> [Consulta: 18/03/2015].
- AUDBERTO, M.; M. OLIVEROS Y D. VILLARROEL: *La preparación de tierras y su importancia en la producción de los cultivos*, [en línea]. FONAIIP DIVULGA NO 52, 1996. Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd52/tierras.

[htm](#)[Consulta: 18/04/2015].

- BRAVO, C. y A. FLORENTINO.: “Nivel de cobertura, conservación de suelos y aguas bajo diferentes sistemas de labranza”, *Revista de la Facultad de Agronomía*, ISSN: 0041-8285, 25: 57-74, 1999.
- BERNAL, N; G. MONTEALEGRE; S. NOLÁN RAMIREZ Y L. RAMIREZ.: *Efecto de cuatro métodos de labranza sobre las propiedades físicas y la pérdida del suelo [en línea] 2004*, Disponible en: www.condesan.org/e-foros/Paramo2004/RamirezL.pdf[Consulta: 10/03/2015].
- CASTELLANOS, M.: *Manual de preparación de suelos con tracción animal [en línea] 2012*, Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1358>[Consulta: 10/03/2015].
- CID, G.: Propiedades físicas de algunos suelos de Cuba y su uso en modelos de simulación, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 20(2): 42-46, 2011.
- CÓRDOBA, J.: *Preparación de suelos para el establecimiento de pasturas*, [en línea], 2010. Disponible en: <http://es/slides/hare.net/caosorio3/> [Consulta: 12/05/2015].
- FAO: *Labranza de conservación ¿fin del arado?*, [en línea] 2000, Disponible en: <http://www.fao.org/Noticias/2000/000501-s.htm> [Consulta: 12/05/2015].
- FONT, R. D.: *Diferentes sistemas de preparación del suelo [en línea]*, 2008. <http://www.monografias.com/trabajos81/diferentes-sistemas-preparacion-del-suelo/diferentes-sistemas-preparacion-del-suelo2.shtml> [Consulta: 12/05/2015].
- FONT, D. y P. RODRÍGUEZ: “Valoración de diferentes sistemas de preparación del suelo con tracción mecánica y animal sobre algunas propiedades físico-mecánicas edáfica en la producción del boniato”, *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761, 3(2): 17-23, 2013.
- FONT, D.: *Tecnologías sostenible de preparación del suelo en la producción de boniato (ipomea batataslam)*. *Revista electrónica editada por MEGACEN, Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. No. 1*, [en línea], 2014. Disponible en: <http://cienciapc.idict.cu/index.php/cienciapc/article/viewArticle/317> [Consulta: 14/05/2015].
- FUENTES, A; N. CASTELLANO; P. COUSO; A. CÁRDENAS y J.M. PÉREZ: *Indicaciones prácticas de conservación de suelos para los agricultores (ingeniería medio ambiental)*, Ed. Instituto de Suelos. Minag, ISBN 959-246-072-9, La Habana, 2004.
- GIRÓN, S. V; E. ANDREU; J. L., HERNANZ: “Stress relaxation of five different soil samples when uniaxially compacted at different water contents”, *Soil and Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 62: 85-99, 2001.
- HERNÁNDEZ, R. M.: “Efectos de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas de los ultisols en el estado de Guarico-Venezuela”, *Agronomía Tropical*, ISSN: 0002-192X, 50 (1): 9–29, 2000.
- LEÓN, Q. G; J. C. HERNÁNDEZ.; F. PEÑA; M. RIVEROL y Y. BERNAL: “Efectos de los sistemas de manejo sobre el estado físico de un suelo pardo grisáceo (Inseptisol) del Escambray”, *Centro Agrícola*, ISSN: 0253-5785, E-ISSN: 2072-2001, (1): 2005.
- LÓPEZ, M. J. D.; G. GUTIÉRREZ. Y S. BERÚMEN: *Labranza de conservación usando coberturas de abono orgánico en alfalfa*. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, ISSN: 0186-3231, 18(2): 61-71, abril- junio, 2000.
- MARTÍN, R.: *Indicadores para evaluar la calidad del suelo. Posibilidades de empleo para evaluación de la sustentabilidad. Manejo de suelos para una agricultura sostenible [en línea] 2006*, Disponible en: http://www.insuelos.org.ar/Informes/Manejo_Suelos. [Consulta: 14/05/2015].
- NAVARRO, B. A.; F. S. BENJAMÍN; M. O. VÍCTOR y V. G. FÉLIX: Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. *Terra Latinoamericana* ISSN: 0187-5779, 18(1): 2000.
- NC 110: 2010 *Calidad del suelo, Determinación de humedad* La Habana, Vig. 2010.
- NC ISO 11272–2003: *Calidad del suelo. Determinación de la densidad aparente base suelo seco*, La Habana, Vig. 2003.
- NC 34-51:87: *Arados y subsoladores. Métodos de ensayo*, 14pp., La Habana, Vig. 1987.
- QUESADA, R; H. MILLÁN y L.R. PARRA: *Mecanización, Transporte y Medio Ambiente [en línea] 2006*, Disponible en: www.SpecSysSoft.com/fineprint/home.htm [Consulta: 14/05/2015].
- RÍOS, A, y F. PONCE: *Tracción animal, mecanización y agricultura sostenible*, [en línea], 2005. Disponible en: <http://desal.org.mx/spip/spip.php?article28> [Consulta: 9/04/2015].
- RÍOS, A; P. SOTTO; M. WONG; F. GONZÁLEZ; L. VILLARINO y J. GARCÍA: *Tracción animal y labores manuales*, Ed. IAgri, ISBN 978-959-285-013-2, La Habana, 2011.
- TRETO, E.: *Avances en el manejo de los suelos y la nutrición orgánica*, [en línea], 2005. Disponible en: <http://www.desal.org.mx/plan.php3>. [Consulta: 09/04/2015].
- ZACHARO, E.: *Preparación de suelo*, [en línea], 2012. Disponible en: http://prezi.com/bvmhqwy_gw7j/preparacion-de-suelo [Consulta: 9/04/2015].

Recibido: 15/03/2015.

Aprobado: 01/4/2016.

Publicado: 30/4/2016.

Mayra Wong Barreiro, Inv., Instituto de Ingeniería Agrícola. Ave. Camilo Cienfuegos y 27. Arroyo Naranjo, La Habana, Cuba. Correo electrónico: dptomecan2@iagric.cu

José A. Martínez Cañizares, Correo electrónico: dptomecan1@iagric.cu

José García Lamas, Correo electrónico: dptomecan6@iagric.cu

Amaury Rodríguez González, Correo electrónico: dptomecan8@iagric.cu

Damián Lora Cabrera, Correo electrónico: dptomecan2@iagric.cu