

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar en la compactación del suelo

Influence of mechanized harvesting of sugarcane in soil compaction

Dr.C. Yanoy Morejón Mesa, Dr.C. Roberto González Valdés, Dr.C. Armando E. García de la Figal,
Ing. Ernesto Vega Tigasi, Ing. Jorge L. Pérez Cuellar

Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. El presente trabajo se realizó en la Cooperativa de Producción Agropecuaria “Amistad Cuba-Nicaragua” de la Empresa Azucarera “Héctor Molina Riaño”, específicamente en los campos 31 y 32 del bloque # 84, durante las zafas 2008-2009 y 2009-2010, con el objetivo de determinar el efecto de la compactación mediante el estudio de las propiedades físico-mecánicas del suelo ferralítico rojo compactado antes y después de la cosecha, considerando la cosechadora y el medio de transporte de caña. En el campo que presenta cepa soca (campo 31) el promedio de la densidad (ρ) aumenta después de la cosecha $0,30 \text{ g/cm}^3$ ($0,94 \text{ g/cm}^3$ a $1,24 \text{ g/cm}^3$) y la humedad disminuye un 3%, el índice de estabilidad estructural decrece $0,08\%$ y la porosidad disminuye un 10%. En el campo que presenta cepa cuarto retoño (campo 32) el promedio de la densidad (ρ) también aumenta después de la cosecha $0,24 \text{ g/cm}^3$ ($1,00 \text{ g/cm}^3$ a $1,24 \text{ g/cm}^3$), la humedad aumenta un $12,20\%$; el índice de estabilidad estructural aumenta $0,12$ y la porosidad disminuye un 4%, el índice de estabilidad estructural se determinó empleando el método seco, estos resultados de densidad están influenciado por la variación de humedad ocasionado por las precipitaciones. Este incremento de densidad puede influir en los rendimientos. Los resultados obtenidos de las presiones específicas muestran que el medio de transporte que ejerce mayor presión sobre el suelo, es el camión marca KAMAZ y de las cosechadoras, la de marca KTP2-M, siendo favorable utilizar los equipos de estera lisa para la cosecha de la caña y disminuir la compactación de los suelos.

Palabras clave: suelos agrícolas cañeros, propiedades físico-mecánicas.

ABSTRACT. The present work was carried out in the Agricultural Production Cooperative “Amistad Cuba-Nicaragua” belonging to the Sugar Company “Héctor Molina Riaño”, in the fields 31 and 32 of the block # 84, during harvest period 2008-2009 and 2009-2010 with the objective of to determine the compaction considering the physical-mechanical properties of the compacted red ferralitic soil before and after the harvest, considering the harvester machine and the means of transport. In the field that presents soca stump (field 31) the average of the density (ρ) it increases after the crop $0,30 \text{ g/cm}^3$ ($0,94 \text{ g/cm}^3$ to $1,24 \text{ g/cm}^3$) and the humidity its reduce in 3%, the index of structural stability falls a $0,08\%$ and the porosity a 10%. In the field that presents stump fourth sprout (field 32) the average of the density (ρ) it also increases after harvest in $0,24 \text{ g/cm}^3$ ($1,00 \text{ g/cm}^3$ to $1,24 \text{ g/cm}^3$), the humidity increases a $12,20\%$; the index of structural stability increases a $0,12\%$ and the porosity its reduce a 4%, the index of structural stability was determined with the dry method, , these results of density are influenced by the variation of humidity caused by the precipitations. This increment of density can influence in the yields. The results obtained of the specific pressures show that the means of transport that it exercises bigger pressure on the floor, it is the KAMAZ truck and from the harvester’s machine, is the KTP2-M, being feasible to use the teams of flat mat for the sugar cane harvest and to reduce the compaction of the soils.

Keywords: sugarcane agricultural soils, physical and mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

En los tiempos actuales, el deterioro de la estructura de los suelos se incrementa, como consecuencia de la intensificación del uso agrícola, basado en una fuerte y repetida mecanización, sin rotaciones de cultivos. Este deterioro ha sido mucho más acentuado y acelerado en las regiones

tropicales y subtropicales, debido a las particulares interacciones de las características de los suelos y el clima, con las prácticas de manejo.

La preparación de suelos es uno de los componentes más importantes en la restauración de las propiedades físicas alte-

radas, pero su inadecuado manejo puede influir, negativamente, en la conservación de este medio natural.

El uso indiscriminado de labores de mecanización, ha llevado al desarrollo de capas subsuperficiales altamente compactadas las cuales coinciden con la zona de mayor desarrollo radical para la mayoría de los cultivos. Esta situación genera un descenso en la permeabilidad del suelo al agua y al aire, así como también, una alta resistencia a la penetración, lo que origina una inhibición del crecimiento radical de las plantas que allí se establezcan (Pla, 1990; Kviz *et al.*, 2014).

Estas raíces al no poder penetrar profundamente, traen como consecuencia un aumento de la susceptibilidad de los cultivos a la sequía y un menor aprovechamiento de los nutrientes, por esta razón se produce una disminución en los rendimientos (Materchera *et al.*, 1993).

El uso y manejo de los suelos está limitado por las características naturales de los mismos, el clima y por las condiciones socioeconómicas prevalecientes. Para el desarrollo y manejo de los suelos disponibles es indispensable conocer y entender sus potencialidades y limitaciones a nivel local y regional. Muchas de las áreas ya explotadas agrícola y, en especial, las de posible expansión futura, presentan una combinación de limitaciones climáticas, de suelos y topografía que afectan su potencial para producción agrícola sustentable y dificultan su desarrollo. Además, estimaciones recientes han puesto de manifiesto las grandes y a veces insuperables dificultades para el mantenimiento de la productividad de muchos de los suelos de reserva con las tecnologías actualmente disponibles (Pla, 199).

Varios han sido los autores, que han investigado el efecto de la compactación de los suelos agrícolas originado por el tráfico de los medios que intervienen en el proceso de producción entre los cuales se pueden citar: Threadgill (1982); Bakker y Davis (1995); Radford *et al.*, (2000); Seker e Isildar (2000); Li y col (2001); Hamza y Anderson (2005) y Chen y Yang (2013).

Específicamente sobre la compactación durante la cosecha mecanizada autores como: Jorajuria y Draghi (2000); Eliasson (2005); Han-Sup *et al.*, (2006); Gebauer *et al.*, (2012); Rodríguez y Valencia (2012), obtuvieron resultados interesantes, puesto que demostraron la relación existente entre el número de pases y el peso de los medios mecanizados sobre la compactación de los suelos agrícolas.

Partiendo de los antecedentes descritos, surge la necesidad de realizar estudios sobre la compactación que presenta el suelo ferralítico rojo compactado dedicado al cultivo de la caña de azúcar, durante la cosecha mecanizada con cosechadoras de caña KTP-2M, tomándose como referencia la CPA Amistad Cuba-Nicaragua, perteneciente a la Empresa Azucarera Héctor Molina Riaño, situada en la provincia Mayabeque, Cuba.

MÉTODOS

Metodología para determinar la densidad aparente del suelo (Método Cilindro Cortante)

La presente metodología tiene por objetivo establecer el procedimiento a seguir para determinar la densidad aparente

de los suelos ferralíticos rojos compactados perteneciente al bloque 84 de los campos 31 y 32, antes y después de la cosecha mecanizada.

Materiales

- Pesafiltros;
- Balanza analítica con precisión de $\pm 0,1$ kg;
- Regla milimetrada con precisión de ± 1 mm;
- Barrena de suelo (patente C. No. 22316);
- Cilindro de acero;
- Cuchillo.

Procedimiento para el cálculo

Para proceder a la determinación de la densidad aparente del suelo se debe plantear la expresión (1).

$$\rho = \frac{M_{muestra} - M_p}{V_p} \quad (1)$$

donde:

- ρ -Densidad aparente del suelo, g/cm³;
- Muestra- Masa de la muestra de suelo, g;
- M_p- Masa del pesafiltro, g;
- V_p- Volumen del pesafiltro, mm³.

Para proceder a la determinación del volumen del pesafiltro se debe plantear la expresión (2).

$$V_p = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (2)$$

donde:

- r- radio del pesafiltro, mm;
- h- Altura del pesafiltro, mm.

Densidades para el cultivo de caña:

- Densidad óptima para el aprovechamiento de los cultivos al 100% es de 1,00 g/cm³ (Ferralíticos rojos).
- Densidad de 1,10 a 1,25 (Suelos Ferralíticos rojos en general). Hay que hacer mejoramiento de suelo.
- Densidad mayor de 1,25 necesita mejoramiento del suelo y no es productivo.

Metodología para determinar la humedad del suelo

Como variable de control se determinó la humedad del suelo, en las zonas de muestreo de la resistencia. El método empleado fue el gravimétrico con secado a la estufa 105 °C de temperatura durante 24 horas, hasta alcanzar una masa constante.

Materiales

- Pesafiltro;
- Estufa de 0-200 °C;
- Balanza analítica con precisión de $\pm 0,1$ kg;
- Barrena de suelo (patente C. No. 22316);
- Cuchillo.

Procedimiento para el cálculo

El valor de la humedad del suelo se puede calcular mediante la siguiente expresión (3).

$$H_s = \frac{M_{muestra(h)} - M_{muestra(s)}}{M_{muestra(s)} - M_p} \cdot 100 \quad (3)$$

donde:

Hs-Humedad del suelo, %;

Muestra (h)- Masa de muestra húmeda del suelo, g;

Muestra (s)- Masa de la muestra seca del suelo, g;

Mp- Masa del pesafiltro, g.

Metodología para determinar el % variación de la resistencia a la penetración

La compactación del suelo se determinó mediante la medida de la resistencia a la penetración. Uno de los métodos más empleados en el ámbito mundial para este tipo de estudios.

Materiales

- Penetrómetro (SC 900 soil meter compaction);
- Machete;
- Guataca.

Procedimiento para el cálculo

El valor de la resistencia a la penetración se puede calcular mediante la siguiente expresión.

$$\Delta R_p = \frac{R_{pd} - R_{pa}}{R_{pd}} \cdot 100 \quad (4)$$

donde:

ΔR_p -Por ciento de variación de resistencia a la penetración, %;

R_{pd} -Resistencia a la penetración después de la cosecha, kPa;

R_{pa} - Resistencia a la penetración antes de la cosecha, kPa.

Metodología para determinar las presiones específicas de la maquinaria sobre el suelo durante la cosecha. (Método de Chudakov, 1977)

La carga en cada rueda depende del tipo de rodamiento (estera o ruedas).El tipo de neumático y la presión del mismo juegan un importante papel en la compactación del suelo. En general la utilización de altas cargas por rueda, el uso de neumá-

ticos de sección angosta, costura diagonal y con altas presiones de inflado, contribuye a agravar los problemas de compactación.

Las presiones específicas sobre el suelo de las tecnologías mecanizada de cosecha se determinó mediante el procedimiento propuesto por Chudakov (1977). Uno de los métodos más empleados en el ámbito mundial para este tipo de estudios.

Materiales

- Una báscula de precisión ± 1 kg. (centro de limpieza del Héctor Molina);
- Una cinta métrica con precisión de ± 1 mm.

Procedimiento para el cálculo:

$$P_{me} = \frac{CN}{Ac} \quad (5)$$

donde:

P_{me} - Presión media específica, kPa;

Ac - Área de contacto del neumático con el suelo, m²;

CN - Carga sobre el neumático, kN.

$$Ac = b \cdot L \quad (6)$$

donde:

b-Ancho del neumático, m;

L-Longitud de la huella del neumático, m.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la densidad del suelo y la humedad en función de la profundidad

Para proceder a juzgar la compactación del suelo Ferralítico rojo compactado del bloque # 84 campo 31 y 32 de la CPA: Amistad Cuba –Nicaragua, se determinaron las principales propiedades físico- mecánicas antes y después de la cosecha mecanizada con cosechadora de caña KTP2-M y los medios de transporte de caña de azúcar.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de densidad aparente ρ y humedad H en función de la profundidad, antes y después de la cosecha mecanizada para el campo 31.

TABLA 1. Resultados de la densidad del suelo y la humedad en función de la profundidad para el campo 31

Campo 31	Profundidad (cm)	Densidad ρ (g/cm ³)	Promedio ρ (g/cm ³)	Humedad H (%)	Promedio H (%)
Antes de la cosecha	0-10	0,848	0,94	41,459	42,40
	10-20	1,005		42,152	
	20-30	0,933		43,311	
Después de la cosecha	0-10	1,152	1,24	40,144	38,84
	10-20	1,299		37,523	
	20-30	1,278		38,998	

Como se puede observar la densidad aparente aumenta a partir de los 10 cm de profundidad, después de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar alcanzando un máximo de 1,299 g/cm³ de 10 a 20 cm de profundidad y de 20 a 30 cm de profundidad alcanza 1,278 g/cm³, aspecto que dificulta el crecimiento radicular de la caña de azúcar por el paso de la combinada y el medio de transporte.

En el campo cuarto retoño (campo 32), la densidad aparente antes de la cosecha presenta un valor promedio de 1,00 g/cm³ con una de humedad de 24,05% y con un 3,76% de materia orgánica y después de la cosecha alcanzó un valor promedio de 1,24 g/cm³ con una humedad de 36,25% y 3,45% de materia orgánica llegando a compactarse el suelo con una variación de

0,24 g/cm³ y con una humedad 12,2% y 0,31% de materia orgánica después de la cosecha, debido a este proceso las partículas del suelo sufren un re arreglo, aumentando el contacto entre ellas.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de densidad aparente ρ y humedad H en función de la profundidad, antes y después de la cosecha mecanizada para el campo 32.

TABLA 2. Resultados de la densidad del suelo y la humedad en función de la profundidad para el campo 32

Campo 32	Profundidad (cm)	Densidad ρ (g/cm ³)	Promedio ρ (g/cm ³)	Humedad H (%)	Promedio H (%)
Antes de la cosecha	0-10	0,837	1,00	27,506	24,05
	10-20	1,105		22,604	
	20-30	1,062		22,027	
Después de la cosecha	0-10	1,232	1,24	36,406	36,25
	10-20	1,266		35,958	
	20-30	1,237		36,391	

Como se observa la densidad aparente aumenta a partir de los 10 cm de profundidad después de la cosecha alcanzando un máximo de 1,266 g/cm³ a nivel de 10 a 20 cm de profundidad y de 20 a 30 cm de profundidad se obtiene una densidad de 1,237 g/cm³, que tiende a dificultar el crecimiento radicular de la caña de azúcar por el tránsito de la cosechadora de caña KTP2-M y el medio de transporte.

Resultados de la resistencia a la penetración del suelo en función de la humedad y profundidad

La diferencia de la resistencia a la penetración de los campos 31 y 32 se observa en la Figura.1 el campo que mayor compactación presenta es el campo 32 antes de la cosecha como consecuencia que el campo presenta cuarto retoño (4 cortes), las labores de cultivo realizadas, la influencia del clima, fertilizantes, riego, las precipitaciones, etc. Todos estos factores y el transcurso del tiempo han ido compactando el suelo partiéndose de un estudio realizado en su primera versión y datos obtenidos del historial del campo.

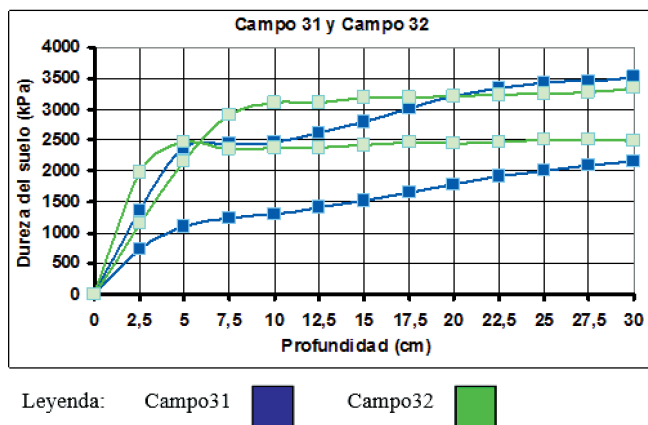


FIGURA 1. Variación de la de la resistencia a la penetración campo 31 y 32.

Como se muestra en la Figura 1, la resistencia del campo 31 alcanzó valores de 1,3 MPa a los 10 cm de profundidad, alcanzando 1,7 MPa a los 20 cm de profundidad y 2,1 MPa a los 30 cm de profundidad antes de la cosecha, en relación al campo 32 que presenta valores de resistencia a la penetración de 3 MPa a los 10 cm de profundidad, 3,2 MPa a los 20 cm de

profundidad y 3,3 MPa a los 30cm de profundidad antes de la cosecha con una diferencia media de la resistencia de 1,7 MPa a los 10 cm de profundidad, 1,5 MPa a los 20 cm y 1,2 MPa a los 30 cm de profundidad entre el campo 31 y 32 presentando mayor compactación el campo 32.

Después de la cosecha el campo 31 alcanzó valores de 2,4 MPa a los 10 cm de profundidad, 3,2 MPa a los 20 cm de profundidad y 3,5 MPa a los 30 cm de profundidad, en relación al campo 32 que presenta valores de resistencia de 2,3 MPa a los 10 cm de profundidad, 2,4 MPa a los 20 cm de profundidad y 2,5 MPa a los 30 cm de profundidad con una diferencia media de la resistencia de 0,1 MPa a los 10 cm de profundidad, 0,8 MPa a los 20 cm de profundidad y 1 MPa a los 30 cm de profundidad entre el campo 31 y 32 presentando una disminución de la resistencia a la penetración el campo 32 como consecuencia a las precipitaciones caídas que redujo la compactación del suelo en relación al campo 31.

Estos resultados de resistencia de penetración que presentan los campos 31 y 32 se representan con más exactitud en el % de variación de resistencia a la penetración, lo cual brinda la posibilidad de constatar como se produce la compactación respecto a la profundidad.

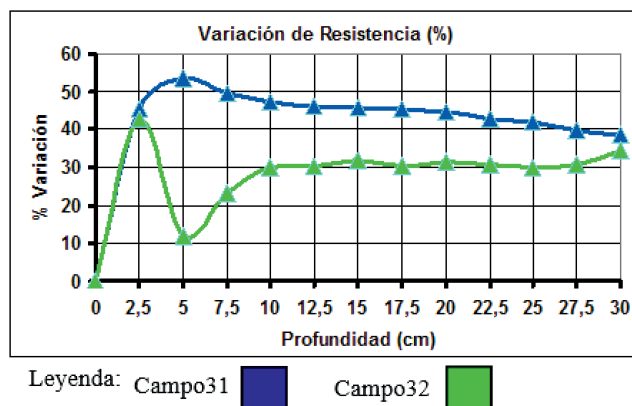


FIGURA 2. Variación de la resistencia campo 31 y 32.

En la Figura 2 se observa que el porcentaje de variación de la resistencia en el campo 31 es superior al del campo 32, alcanzando valores de 53,78% a 5 cm de profundidad, mientras que en el campo 32 se obtienen valores de 42,62% a 2,5 cm de

profundidad, evidenciándose que el campo 31 presenta mayor compactación que el 32, esto se debe fundamentalmente al muestreo del campo que se realizó a los 4 días después de las precipitaciones caídas.

Resultados de las presiones específicas de la maquinaria sobre el suelo durante la cosecha

Las presiones medias específicas de los medios de cosecha y transporte de la caña de azúcar sobre el suelo, se muestran en la Figura 3 los valores que mayor influencia presentan en la deformación del suelo corresponden al camión KAMAZ con 653,78 kPa que corresponde al puente directriz o delantero y el puente motriz 245,166 kPa, al camión HINO con 490,33 kPa en el puente directriz y 367,75 kPa en el puente motriz y la combinada KTP2-M con 205,94 kPa en el puente directriz y 330,97 kPa en el puente motriz. Es válido señalar que las presiones medias específicas de la cosechadora de caña CAMECO de esteras alcanza una presión de 52,20 kPa resultando ser la de menor influencia, siendo factible utilizar este tipo de máquinas.

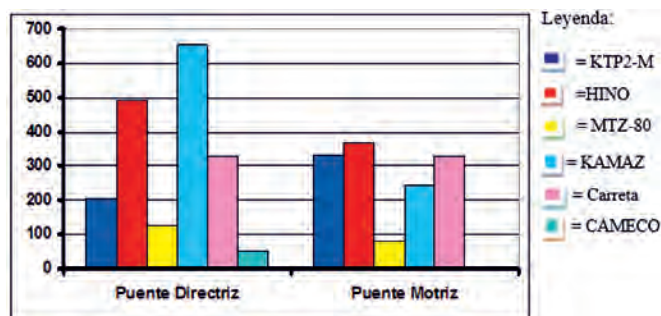


FIGURA 3. Presiones medias específicas de la combinada y el medio de transporte.

CONCLUSIONES

- En el campo de soca (campo 31) el promedio de la densidad aparente aumenta después de la cosecha de un $0,94 \text{ g/cm}^3$ a $1,24 \text{ g/cm}^3$ y la humedad varía de un 42,4% a 38,8%. Estos resultados de densidad superiores a 1,1 unidades de% pueden influir en los rendimientos del cultivo; no obstante el índice de estabilidad y la porosidad son favorables para la producción.
- En el campo cuarto retoño (campo 32) el promedio de la densidad aparente aumenta después de la cosecha de un $1,00 \text{ g/cm}^3$ a $1,24 \text{ g/cm}^3$ al igual que en el caso anterior y la humedad varía de 24,05% a 36,25%; estos resultados de densidad están influenciados por la variación de humedad ocasionados por las precipitaciones. El incremento de densidad de $0,24 \text{ g/cm}^3$ como promedio en el horizonte A (de 0 a 30cm) puede influir en los rendimientos.
- El campo 31 resultó estar más compactado que el campo 32, considerando el aumento de humedad que presentó este último, ocasionado por las abundantes precipitaciones, obteniéndose en el campo 31 un porcentaje de variación de la resistencia de 11,16 unidades porcentuales más que el porcentaje de variación del campo 32.
- Los resultados de la investigación muestran que los medios de transporte que ejercen mayor presión sobre el suelo, son: camión KAMAZ alcanzó 653,78 kPa (puente directriz) y 245,166 kPa (puente motriz); camión HINO alcanzó 490,94 kPa puente (directriz) y 367,75 kPa (puente motriz).
- La presión que ejercen las cosechadoras sobre el suelo es para la KTP2-M de 205,94 kPa (puente directriz) y 330, kPa (puente motriz); y la cosechadora de caña CAMECO con rodamiento de esteras de 52,20 kPa, siendo favorable utilizar los equipos de estera para la cosecha y disminuir la compactación de los suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKKER, D.M. & DAVIS, R. J.: "Soil deformation observations in a Vertisol under field traffic", *Australian Journal Soil Research*, ISSN: 0004-9573, 33: 817–832, 1995.
- CHEN, H.; YANG, Y.: "Effect of Wheel Traffic and Tillage on Soil Water Infiltration in Annual Two-crop Region of Northern China Plain", *Frontiers in Environmental Engineering (FIEE)* E-ISSN 2326-5787, 2(2): 2013.
- CHUDAKOV A.D.: *Fundamentos de la teoría y el cálculo de tractores y automóviles*, 434pp., Editorial MIR, Rusia, 1977.
- ELIASSON, L.: "Effects of forwarder tyre pressure on rut formation and soil compaction. *Silva Fennica*, ISSN: 0037-533, 39(4): 549–557, 2005.
- GEBAUER, R.;NERUDA, J.; ULRICH R.; MARTINKOVÁ M.: *Soil Compaction—Impact of Harvesters' and Forwarders' Passages on Plant Growth*, pp. 179-198. Sustainable Forest Management—Current Research. ISBN: 978-953-51-0621-0. USA, 2012.
- HAMZA M, ANDERSON W.K.: "Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions". *Soil and Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 82: 121–145, 2005.
- HAN-SUP; H.; PAGE-DUMROESE, D.; SANG-KYUN, H.; TIROCKE, J.: "Effects of Slash, Machine Passes, and Soil Moisture on Penetration Resistance in a Cut-to-length Harvesting", *International Journal of Forest Engineering*. E-ISSN: 1913-2220, 11-24, 2006.
- JORAJURIA D.; L. DRAGHI: "Sobrecompactación del suelo agrícola. Parte I: Influencia diferencial del peso y del número de pasadas", *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, ISSN 1415-4366, 4(3): 445-452, 2000.
- LI YX, TULLBERG JN, FREEBAIRN D.M.: "Traffic and residue cover effects on infiltration". *Australian Journal Soil Researc*, ISSN: 0004-9573, 39: 239-247, 2001.
- MATERECHERA, S. A., A. M. ALSTON, J. M. KIRBY & A. R. DEXTER: "Field evaluation of laboratory techniques for predicting the ability of roots to penetrate strong soil and of the influence of root on water sorptivity", *Plant and Soil*, ISSN: 0032-079X, 149: 149-158, 1993.
- PLA, I.: "La degradación y el desarrollo agrícola de Venezuela" *Agronomía Tropical*, ISSN 0002-192X, 40(1-3): 7-27, 1990.
- RADFORD BJ, BRIDGE BJ, DAVIS R.J.: "Changes in the properties of a Vertisol and responses of wheat after compaction with harvester traffic", *Soil and Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 54: 155-170, 2000.

RODRÍGUEZ, L.A.; VALENCIA, J.J.: "Impacto del tráfico de equipos durante la cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)", *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, ISSN 1415-4366, 16(10): 1128-1136, 2012.

SEKER C, ISILDAR A.A.: "Effects of wheel traffic porosity and compaction of soil". *Turkish Journal Agricultural and Forestry*, ISSN:1300-011X, 24: 71-77. 2000.

THREADGILL, E.D. "Residual tillage effects as determined by cone index", *Transaction of the ASAE*, ISSN: 0001-2351, 25: 859-863, 1982.

Recibido: 08/08/2015.

Aprobado: 01/4/2016.

Publicado: 30/4/2016.

Yanoy Morejón Mesa, M.Sc. Ing., Prof. Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP: 32700. Correo electrónico: yym@unah.edu.cu

Roberto González Valdés, Correo electrónico: rvaldes@unah.edu.cu

Armando E. García de la Figal, Correo electrónico: areloy@unah.edu.cu

Ernesto Vega Tigasi, Correo electrónico: yym@unah.edu.cu

Jorge L. Pérez Cuellar, Correo electrónico: yym@unah.edu.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

**...sistemas integrales de ingeniería agrícola,
nuestra contribución a la seguridad alimentaria...**

IAgric
Instituto de Investigaciones
de Ingeniería Agrícola

**desarrollamos
y comercializamos**

- Elementos para Sistemas de Riego.
- Implementos y Equipos de Mecanización Agropecuaria.
- Asistencia Técnica especializada para la instalación, y explotación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de riego y drenaje y equipos y máquinas agrícolas.
- Servicios de pruebas y validación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de capacitación y entrenamiento especializados en los campos de la ingeniería agrícola.

INFORMACIÓN: Unidad de Producciones Tecnológicas y Comercial
Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27 Arroyo Naranjo
E-mail: agriccomercial@minag.cu Teléfonos(537) 691 2533 / 691 2665