

AGRICULTURA Y CONSERVACIÓN

ARTÍCULO ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.25963.75045>

Influencia de sistemas de labranza sobre algunas propiedades físicas y químicas en suelo cultivado de frijol

Influence of tillage systems about some physical and chemical properties in a soil cultivated with bean

M.Sc. Amaury Rodríguez-González¹, M.Sc. José Antonio Martínez-Cañizares¹, Dr.C. Javier Arcia-Porrúa^{II}, Dr.C. Antihus Hernández-Gómez^{III}

¹Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

^{II}Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Marianao, La Habana, Cuba.

^{III}Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. Una de las causas que ha ocasionado la degradación de los suelos es la aplicación intensiva de tecnologías convencionales altamente productivas. En Cuba a pesar de los avances en materia de laboreo aún prevalece la labranza convencional basada en el uso de arados y gradas de disco, los cuales actúan nocivamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, de ahí la importancia que tiene buscar alternativas que atenúen tales efectos. El presente trabajo evalúa el comportamiento de dos tecnologías de preparación de suelo, la primera basada en implementos de discos (Labranza Convencional) y la segunda en implementos de cincel que no invierten el prisma (Labranza Conservacionista). Para ello se tomaron inicialmente cinco puntos de muestreo a lo largo de una diagonal, a tres profundidades diferentes 0-10, 11-20, 21-30 cm, a partir de ese momento se fraccionó el área en dos parcelas iguales, en las cuales se establecieron los sistemas de labranza evaluados. Para visualizar los cambios producidos se ubicaron 9 puntos de muestreo para un total de 27 puntos para cada área respetando las mismas profundidades evaluadas inicialmente. Los resultados indican cambios favorables a favor de la labranza conservacionista ya que se observó una disminución significativa de la densidad aparente de un 7 %, un ligero aumento de la porosidad de un 4 %, así como un ligero aumento del contenido de materia orgánica y una ligera disminución del índice de plasticidad.

Palabras clave: aplicación intensiva, degradación, suelo, alternativas.

ABSTRACT. One of the causes that have caused the degradation of the soils is the intensive use of highly productive conventional technologies. In Cuba in spite of the advances in farming the conventional tillage based on the use of implements and disk tiers still prevails, which act noxiously in the physical, chemical and biological properties of the soil, of there the importance to look for alternatives that attenuate such effects. The present work evaluates the behaviour of two technologies of soil farming, the first based on disks implements (Conventional Tillage) and the second in chisel implements that don't turn down the layer of soil (Conservationist Tillage). Initially were took five sampling points throughout a diagonal, in three different depths 0-10, 11-20, 21-30 cm, and then the area was divided in two same parcels, in which the two farm systems were settled down. To visualize the produced changes 9 sampling points were located for a total of 27 points for each area at the same depths evaluated initially. The results indicate favourable changes in favour of the conservationist farming, and were observed a significant decrease of the apparent density of 7 %, a slight increase of the porosity of 4 %, as well as a slight increase of the content of organic matter and a slight decrease of the index of plasticity.

Keywords: intensive application, degradation, soil, alternatives.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de degradación del suelo pueden originar la disminución de la productividad de los cultivos, tales procesos pueden ser atenuados con la aplicación de sistemas de labranza conservacionista capaces de aminorar paulatinamente dichos

efectos, (Rodríguez *et al.*, 2015).

Una de las principales causas de la degradación física, química y biológica de los suelos está dada por la actividad humana (Trasar-Cepada *et al.*, 2008), dicha degradación implica

un cambio en la calidad del suelo, provocando una disminución de los rendimientos de cultivos.

En Cuba los sistemas de preparación de suelo que prevalecen hasta la fecha son de tipo convencional basados en implementos y gradas de discos, los cuales causan la inversión del primas del suelo donde la temperatura y la actividad de los microorganismos son cinco veces mayor, provocando además una mayor emisión de CO₂ a la atmosfera (Martínez *et al.*, 2014). Los cuales están contribuyendo a la degradación de los suelo en proporción masiva, FAO (2000).

Varios son los estudios realizados a nivel internacional sobre el efecto de sistemas de labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y su incidencia el rendimiento de cultivos, destacándose Cui *et al.* (2010), Álvarez *et al.* (2012), Meira *et al.* (2011), Arvidsson y Hakansson (2014)

En nuestro país investigaciones relacionadas sobre el cambio en las propiedades físicas y químicas del suelo bajo el uso de sistemas de labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo son escasas por lo que el objetivo del presente trabajo es evaluar los cambios en las propiedades físicas y químicas de un suelo ferralítico rojo compactado bajo dos sistemas de labranza convencional y conservacionista

MÉTODOS

El estudio se realizó en el año 2014-2015, en la UCTB del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IA-gric) ubicada en Pulido (Latitud 22°, 46' 49,2" N y Longitud 82°, 36' 06,69" W) perteneciente al Municipio Alquizar, provincia de Artemisa (Figura 1). Se seleccionó un área que ha sido dedicada a cultivos varios por más de 20 años bajo labranza convencional, la cual fue dividida en dos parcelas de 0,45 ha cada una. El suelo es Ferralítico Rojo compactado (Hernández *et al.*, 1999). El cultivo utilizado en la experimentación fue el frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). Para evaluar posibles cambios en las propiedades de suelo se tomaron como línea base cinco puntos a lo largo de la diagonal del campo a tres profundidades 0-10, 11-20, 21-30 cm para un total de 15 muestras.

A partir de ese momento se establecieron dos sistemas de labranza, la primera fundamentada en el uso de tecnología de labranza convencional basada en implementos de discos (Arado y grada de discos) y la segunda en el uso de implementos conservacionista (Multiarado y tiller). La Tabla 1, muestra cada una de los sistemas de labranza utilizados.



FIGURA 1. Ubicación geográfica Finca Pulido, Municipio Alquizar, provincia Artemisa.

Para evaluar los posibles cambios producidos en las propiedades físicas y químicas del suelo con el uso de los sistemas de labranza se establecieron en cada parcela tres replicas, en las cuales se establecieron tres puntos de muestreo, tomando un total de 27 muestras distribuidas en nueve puntos a las mismas profundidades mencionadas anteriormente, las mismas fueron toma-

das antes y después de la cosecha del cultivo. Los resultados de los análisis de las propiedades de suelo fueron medidos una vez cosechado el cultivo.

TABLA 1. Sistemas de labranza utilizados

Fuente energética	Labranza convencional		Labranza conservacionista	
	Implemento (número de órganos)	Labor	Implemento (número de órganos)	Labor
Tractor (14 kN)	Arado (Tres discos)	Rotura	Multiarado (Dos órganos)	Rotura
	Grada (28 discos)	Mullido	Tiller (11 órganos)	Mullido
	Arado (Tres discos)	Cruce	Multiarado (Dos órganos)	Cruce
	Grada (28 discos)	Mullido	Tiller (11 órganos)	Mullido

Diseño experimental

Se utilizó el diseño en parcelas simples; donde las parcelas se colocan una al lado de la otra, agrupándose en bloques, de modo que cada parcela contiguas facilita las labores técnicas de cultivo y se ajusta a las prácticas establecidas para evitar en lo posible las vueltas innecesarias de la maquinaria agrícola¹

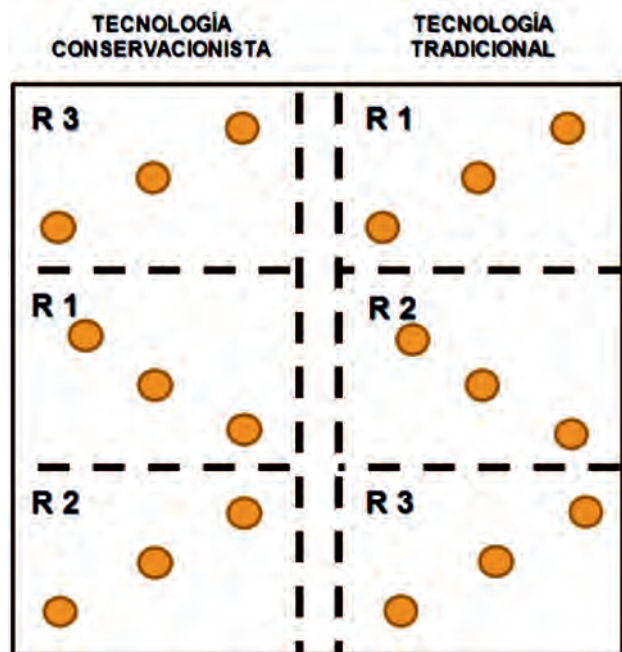


FIGURA 2. Diseño experimental en parcelas simples y distribución de puntos de muestreo en cada replica.

Análisis de suelo realizado. Métodos utilizados

Materia orgánica del suelo (MOS)

Se realizó mediante el método de Walkley-Black para determinar carbono orgánico. Según el manual de procedimientos del

laboratorio del Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar².

Humedad del suelo

Se utilizaron cilindros de acero inoxidable de volumen 100 cm³, los cuales fueron pesados al momento de haber tomado la muestra con balanza electrónica con 0,1 g de precisión, una vez pesadas fueron sometidas al proceso de secado a 105 °C durante 24 horas, luego fueron pesadas nuevamente para obtener el peso seco y proceder al cálculo, utilizando la siguiente expresión:

$$HS = \frac{PSH - PSS}{PSS - PA} \times 100 \tag{1}$$

donde:

- HS: Humedad de suelo, %;
- PSH: Peso de suelo húmedo, g;
- PSS: Peso de suelo seco, g;
- PA: Peso del anillo, g;

Metodología para la determinación de las propiedades físicas del suelo

Densidad aparente

Se determinó por el método de los anillos con volumen conocido de 100 cm³, utilizándose los mismos puntos y procedimiento utilizado para determinar la humedad de suelo. Su cálculo se realizó mediante la expresión utilizada por Sánchez (2010).

Porosidad

Se determinó a partir de la densidad de la fase sólida y la densidad aparente del suelo³, mediante la expresión:

$$Pt = [1 - (Da \div Dr)] \times 100 \tag{2}$$

dónde:

- Pt: Porosidad total, %;

¹ LERCH, G.: La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas, Ed. Científico-Técnico, La Habana, 1977.

² INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR: Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica, 96pp., La Habana, 1990.

³ RODRÍGUEZ-FUENTES, H, Y RODRÍGUEZ-ABSI, J.: Métodos de análisis de suelos y plantas. Criterios de interpretación. 1a. ed. Ed. Trillas. 187 pp. 2002.

Da: Densidad aparente, g cm^{-3} ;
Dr: Densidad real g cm^{-3} ó peso específico.

Límite de plasticidad

Se determinó por el método de Vasiliev según el manual de procedimientos de laboratorios del INICA⁴.

Metodología para el procesamiento estadístico de los resultados experimentales

Se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS, Versión 5.1, para el análisis exploratorio y se realizó la prueba

de contrastes t para determinar si existían diferencias significativas entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diferentes propiedades, a lo largo del tiempo, son capaces de detectar alteraciones en la calidad del suelo debido al modo de manejarlo⁵. Los datos que se muestran en la Tabla 2 son resultados del análisis del levantamiento de las propiedades físicas y químicas antes de establecer los sistemas de labranzas evaluados con vista a determinar las variaciones producidas por los sistemas de labranza tradicional y conservacionista.

TABLA 2. Propiedades de suelo evaluadas

Profundidad (cm)	MOS (%)	Humedad (%)	Da (g cm^{-3})	RP (Pa)	Porosidad (%)	IP (%)
0-10	2.23	23.2	1.26	11	54.78	14.61
11-20	2.19	22.4	1.36	20	50.72	10.53
21-30	2.06	23.8	1.24	18	55.61	11

MOS- Materia orgánica del suelo, Da- Densidad aparente, RP- Resistencia a la penetración, IP- Índice de Plasticidad.

Influencia de los sistemas labranza evaluados sobre las propiedades física y químicas del suelo evaluadas.

Al evaluar la influencia de los sistemas de labranza evaluados, se destaca un ligero incremento en el contenido de MOS, al ser preparado el suelo con el sistema de labranza conservacionista, éste comportamiento motivado presumiblemente por la no inversión del prisma del suelo en contraposición con la labranza tradicional.

La Figura 2 muestra el contenido de materia orgánica del suelo (MOS) al comparar la influencia de los dos sistemas de labranza evaluados (convencional y conservacionista). Se observa una tendencia, fundamentalmente en las capas superficiales, al incremento del MOS al ser preparado el suelo con el sistema de labranza conservacionista con respecto a la labranza convencional, asociado a la no inversión del prisma, que aunque no resultó estadísticamente significativo, puede indicar un beneficio potencial de este tipo de labranza para el secuestro de carbono en el suelo. Resultados similares encontraron Janssen (1984); Campbell *et al.* (1999) y Rodriguez *et al.* (2015)

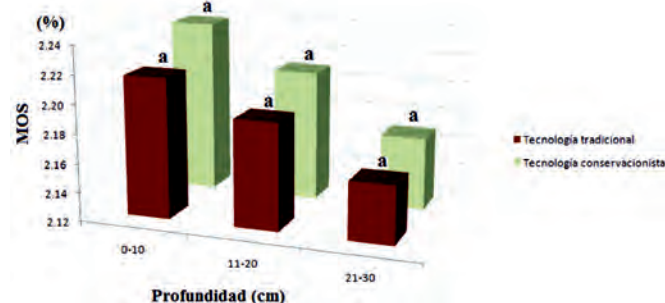


FIGURA 2. Influencia de los sistemas de labranza evaluados sobre el contenido de materia orgánica hasta la profundidad de 30 cm.

La Figura 3 muestra el comportamiento de la densidad aparente (Da) del suelo bajo los dos sistemas de labranza en estudio, observándose cambios estadísticamente significativos de esta variable en los sistemas evaluados a favor de la labranza conservacionista, con una disminución de la Da del 7% como promedio, se observa además que los valores más altos se encontraron en la profundidad de 11-20 cm, lo cual puede estar dado por el laboreo intensivo a lo largo de los años con implementos y gradas de discos creando una capa compactada a esta profundidad. Según destaca (Urquiza Rodríguez, 2002)⁶, este tipo de degradación es común en los suelos donde se utiliza la maquinaria agrícola de manera intensiva

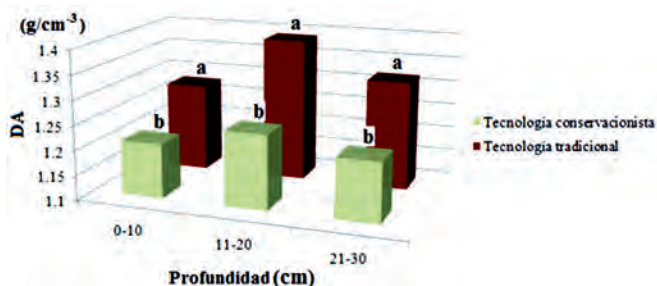


FIGURA 3. Influencia de los sistemas de labranza evaluados sobre la densidad aparente del suelo hasta la profundidad de 30 cm.

La Tabla 3, muestra los resultados obtenidos en la porosidad total (Pt), resultados que permiten corroborar lo anteriormente planteado sobre el efecto de la disminución de la densidad aparente sobre el aumento de la porosidad, que para las áreas evaluadas presenta incrementos del 4% como media a favor de la tecnología de labranza conservacionista. No obstante estos

⁴ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR: Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica, 96pp., La Habana, 1990.

⁵ LARSON W.E. Y PIRCE F.J.: The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management, pp. 37- 51. In: DORAN, J.W. et al., Ed. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: ASA/SSSA, USA, 1994.

⁶ URQUIZA RODRÍGUEZ, M.N.: Manejo sostenible de los suelos, 21 pp., Compendio. Sobre la base de los informes presentados por las Provincias Ciego de Ávila, Camagüey y Sancti Spíritus en el Taller Objetivo 4: Capacidad 21 Proyecto: Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el archipiélago Sabana- Camagüey, Cuba, 2002.

incrementos resultan pequeños dado el periodo evaluado de aplicación de la tecnología y deben incrementarse paulatinamente con el uso continuado de la misma. Estudios similares reportan también cambios favorables en la porosidad a favor de labranzas reducidas (Strudley *et al.*, 2008).

TABLA 3. Influencia de los sistemas de labranza evaluados sobre la porosidad hasta la profundidad de 30 cm

Profundidad (cm)	Tecnología Tradicional Porosidad (%)	Tecnología Conservacionista Porosidad (%)
0-10	53,28	56,47
11-20	49,52	54,93
21-30	53,19	56,06

La variación del contenido de humedad del suelo ha sido uno de los parámetros en los que más se enfatiza en los estudios de sistemas de labranza de conservación, atribuyéndole ventajas cuando se presentan condiciones de estrés hídrico (Erenstein, 2006), fundamentalmente en sistemas bajo agricultura de conservación.

La Figura 4 muestra el contenido de humedad en el suelo en el momento de la toma de muestra de las diferentes propiedades en estudio, no presentando diferencias significativas para las áreas evaluadas con los dos sistemas de labranza, sin embargo se puede estimar un ligero incremento de ésta propiedad en la labranza conservacionista.

Varios autores⁷ y Munawar *et al.*, 1990) atribuyen una mayor disponibilidad de agua del suelo al efecto de rastrojos y residuo de cosecha en la superficie en sistemas bajo agricultura de conservación, con mínima o cero labranzas. Resultados similares encontraron Bescansa *et al.* (2006) al comparar sistemas de cultivos bajo labranza conservacionista y convencional.

La Figura 5, muestra el comportamiento del índice de plas-

ticidad para los sistemas de labranza evaluados, observándose que a pesar de no existir diferencias significativas si existe una ligera disminución de éste cuando es utilizando la tecnología conservacionista. Los valores en el rango de 15-18% indican una alta plasticidad⁸ y ⁹.

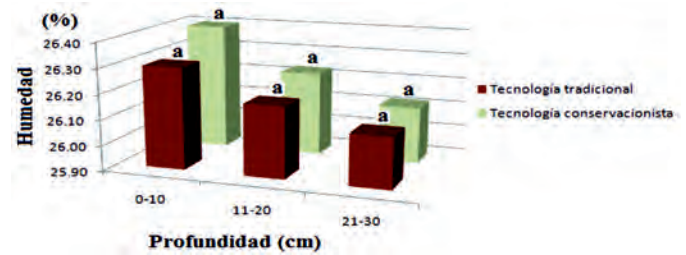


FIGURA 4. Influencia de los sistemas de labranza evaluados sobre la humedad del suelo hasta la profundidad de 30 cm.

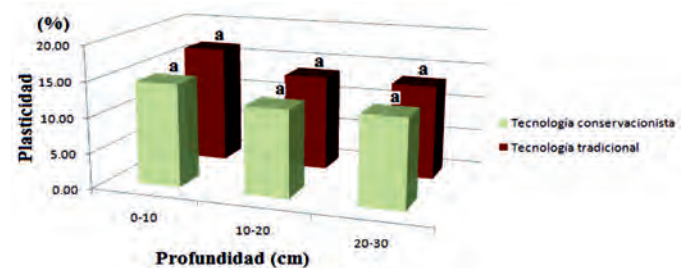


FIGURA 5. Influencia de los sistemas de labranza evaluados sobre la plasticidad hasta la profundidad de 30 cm.

En la Tabla 4 se muestra el comportamiento del rendimiento del cultivo, observándose una respuesta positiva bajo la labranza conservacionista con respecto al área de labranza tradicional, expresada en un incremento del rendimiento de más de 20 kg.ha⁻¹, no observándose diferencias en la cantidad de granos por vaina.

TABLA 4. Rendimiento del cultivo

Cultivo: Frijol		
Sistemas de labranza	Rendimiento (Kg/ha)	Valor de la Producción (peso/ha)
Labranza Convencional	405.25	8058.84
Labranza Conservacionista	425.95	8575.23

CONCLUSIONES

- La evaluación de la labranza conservacionista con respecto a la labranza convencional, no presentó diferencias significativas en el cambio de la mayoría de las propiedades del suelo en estudio, excepto la densidad aparente que presentó una disminución promedio significativa del 7%. No obstante,

la tendencia a la mejora de las propiedades evaluadas indica un beneficio potencial de este tipo de labranza.

- El sistema de labranza conservacionista evaluado mostró un efecto positivo sobre el rendimientos del cultivo y su productividad, al disminuir los costos, lo que favoreció incrementos del valor de las producciones en 516,39 peso/ha con respecto a lo obtenido con la labranza convencional.

⁷ BLEVINS, R.L.; M.S, SMITH; G.W, THOMAS: Change in soil properties under no-tillage. In: Phillips, R.E., Phillips, S.H. (Eds.), No Tillage Agriculture. Van Nostrand and Reinhold, New York, pp., 190-330, 1984.

⁸ SENTÍ, P.: Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Maracay, 1977.

⁹ GAUCHER, G.: Tratado de pedología agrícola, El suelo y sus características agronómicas. Ediciones Omega. Barcelona. pp., 647, 1971.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARVIDSSON, J. & I. HAKANSSON: "Response of different crops to soil compaction—Short-term effects in Swedish field experiments", *Soil & Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 138: 56-63, 2014.
- ÁLVAREZ, R. AND H.S. STEINBACH: "A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas", *Soil and Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 104: 1-15, 2012.
- BESCANSÀ, P.; M.J. IMAZ; I. VIRTO, A. Y. HOOGMOED: Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain. *Soil & Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 87: 19-27, 2006.
- CAMPBELL, C.A., BIEDERBECK, V.O., MCCONKEY, B.G., CURTIN, D., ZENTER, R.P.: "Soil quality-effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in southwestern Saskatchewan". *Soil Biol. Biochem.*, ISSN: 0038-0717, 31: 17, 1999.
- CUI, K., P. DEFOSSEZ, Y.J. CUI, G. RICHARD, Quantifying the effect of matric suction on the compressive properties of two agricultural soils using an osmotic oedometer, *Geoderma*, V. 156, Issues 3-4, 337-345, ISSN: 0016-7061, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.03.003> 15 May 2010.
- ERENSTEIN, O., LAXMI, V., 2006. Zero tillage impacts in India's rice-wheat systems: a review. *Soil. Till. Res.*, ISSN: 0167-1987, 88: 123-131, 2006.
- FAO: *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelo. Boletín de tierras y aguas de la FAO 8* ISSN 1020-8127 Instituto nacional de Agricultura tropical, 207pp., [en línea] 2000, Disponible en: <http://www.marn.gov.gt/documentos/guias/documentos/manual.pdf>. [Consulta: Septiembre, 2014].
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D., RIVERO, L.: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, 64pp, AGRINFOR, ISBN: 959-246-022-1, La Habana, Cuba, 1999.
- JANSSEN, B.H.: "A simple method for calculating decomposition and accumulation of young soil organic matter". *PlantSoil*, ISSN: 0032-079X, 76: 297-304, 1984.
- MARTINEZ, J.A.; M. WONG; J. G. LAMAS; A. RODRIGUEZ: "Caracterización preliminar de tecnologías de labranza de suelo", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: **2227-8761**, 5(1): 8-13, 2015.
- MEIRA, F. A.; A. KUHN, BORKOWSKI; L. F. PIRES; J. APARECIDO, ROSA; S DA COSTA. SAAB.: "Characterization of a Brazilian clayey soil submitted to conventional and no-tillage management practices using pore size distribution analysis", *Soil & Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 111: 175-179, 2011.
- MUNAWAR, A.; R.L. BLEVINS; W.W. FRYE; M.R. SAUL: Tillage and cover crop management for soil water conservation. *Agron. J.*, ISSN: 0002-1962, 82: 773-777, 1990.
- RODRÍGUEZ, A.; J. ARCIA; J. A. MARTÍNEZ; J. GARCÍA; G. CID; J. FLEITES: "Los sistemas de labranza y su influencia en las propiedades físicas del suelo", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: **2227-8761**, 5(2): 55-60, 2015.
- SÁNCHEZ, A.L.; M. HERRERA; C. A. RECAREY; E. LÓPEZ; O. GONZÁLEZ: "Determinación del desgaste de los aperos de labranza de suelo en condiciones de campo" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 19(4): 60-66, 2010.
- STRUDLEY, M.W., GREEN, T.R. y ASCOUGH, J.C.: "Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: state of the science". *Soil Till. Res.*, ISSN: 0167-1987, 99: 4-48. 2008.
- TRASAR-CEPEDA., C., M. C. LEIRÓS, F. GIL-SOTRES.: "Modification of biochemical properties by soil use" *R.C. SueloNutrici*, ISSN 0718-2791, Veg. V. 8(2): 2008.

Recibido: 17/02/2016.

Aprobado: 21/09/2016.

Amaury Rodríguez González, Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba. Correo electrónico: dptomecan8@iagric.cu

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

Javier Arcia Porrua, Correo electrónico: dptomecan8@iagric.cu

Antihus Hernández Gómez, Correo electrónico: antihus@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.