

NOTA TÉCNICA

## Propiedades del suelo bajo la acción de dos sistemas de labranza en el maíz

### *Properties of the low soil the action of two tillage systems and their incidence in the cultivation of corn*

Ing. Amaury Rodríguez González<sup>I</sup>, M.Sc. José Antonio Martínez Cañizares<sup>I</sup>, Dr.C. Javier Arcia Porrua<sup>II</sup>, M.Sc. José García Lamas<sup>I</sup>, Dr.C. Antihus Hernández Gómez<sup>III</sup>, Dr.C. Greco Cid Lazo<sup>I</sup>

<sup>I</sup> Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

<sup>II</sup> Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Marianao, La Habana, Cuba.

<sup>III</sup> Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** El 71,23% de los suelos de Cuba presentan afectaciones por problemas de degradación, de ahí la importancia de buscar nuevas alternativas para atenuar dichos procesos. El presente trabajo evalúa el comportamiento de algunas propiedades físicas y químicas del suelo bajo la acción de dos sistemas de labranza (convencional y conservacionista), la primera basada en implementos de discos y la segunda en implementos de corte horizontal-vertical. Para ello se tomaron cinco puntos de muestreo a lo largo de una diagonal, realizando mediciones a tres profundidades diferentes 0-10, 11-20, 21-30 cm. Los resultados indican cambios favorables a favor de la labranza de conservación, ya que se observó una ligera disminución de la densidad aparente y la compactación y un ligero aumento del contenido de materia orgánica. Además, al realizar un cronometraje a fin de determinar las productividades y el consumo de combustible, se obtuvo un ahorro de combustible de 7,75 L·ha<sup>-1</sup> y un incremento de la productividad de 223,83 kg·ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** degradación, labranza, procesos.

**ABSTRACT.** Up to 71.23% of the soil in Cuba presents affectations due to degradation, of there the importance of looking for new alternatives to attenuate these processes. The present work evaluates the behavior of some physical and chemical properties of the soil under the action of two tillage systems (conventional and conservationist), the first based on disks implements and the second in implements with horizontal-vertical cutting. For that were took five sampling points throughout a diagonal, carrying out measurements to three different depths 0-10, 11-20, 21-30 cm. The results indicate favorable changes in favor of the conservation tillage with a small decrease of the apparent density and the compaction and a little increase of the content of organic matter. Also, when carrying out a timing in order to determine the productivities and the consumption of fuel, was obtained a saving of fuel of 7.75 L·ha<sup>-1</sup> and an increment of the productivity of 223.83 kg·ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** degradation, tillage, processes.

## INTRODUCCIÓN

El 71,23% de los suelos de Cuba presentan afectaciones por problemas de degradación (Rodríguez, 2015)<sup>I</sup>, de ahí la importancia de buscar nuevas alternativas para atenuar dichos procesos.

En Cuba existe la tendencia generalizada de realizar la preparación de suelo utilizando implementos de discos, tanto en la labranza primaria como en la secundaria, los cuales producen la

inversión del prisma, lo que hace que la materia orgánica pase a una capa inferior donde la temperatura y la actividad de los microorganismos son mayores, produciéndose una descomposición cinco veces más rápida y provoca además la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Alfonso *et al.*, 1994)<sup>2</sup>

Una de las principales causas de la degradación física, química y biológica de los suelos está dada por la actividad

<sup>I</sup> RODRÍGUEZ, D: La conservación y el mejoramiento de los suelos en cuba, medidas para su manejo sostenible, Conferencia impartida en el Congreso de Suelo, La Habana, 2015.

<sup>2</sup> ALFONSO, C.A.; N. FEDOROFF; M. RIVEROL; L. RIVERO; L. MOREJÓN; N. CASTRO; S. HERNÁNDEZ ET P. PORRAS: Impacte de l'Agriculture Intensive sur la d'gradation du sol, Transaction 13 I.S.S.S. Congres, Vol 2b: pp. 267-268, 1994.

humana (Trasar-Cepada *et al.*, 2008), el mismo autor destaca que dicha degradación implica un cambio en la calidad del suelo, ya que supone tanto una disminución en la productividad como cambios en las funciones ecológicas del mismo.

Otros autores como Rodríguez *et al.* (2015) plantean que una de las causas fundamentales en el deterioro de las propiedades físicas del suelo está dada por el uso inadecuado de sistemas de labranzas, implicando un deterioro del recurso suelo, suceso que está dado por la explotación intensiva y a veces poco racional. Plantean además que el empleo de estos sistemas puede provocar la inestabilidad del suelo en cuanto a sus propiedades, trayendo consigo acelerado avance de la erosión, pérdida de tierras de cultivo y una significativa disminución de los rendimientos productivos.

En el mundo autores como Larson (1964); Brown *et al.* (1985); Marcano *et al.* (1994); Meira *et al.* (2011) y Arvidsson y Hakansson (2014) han estudiado la relación de los efectos de la labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su incidencia en el comportamiento de los cultivos.

En Cuba las investigaciones relacionadas con los cambios en las propiedades físicas del suelo con el uso de conjuntos agrícolas son escasas (Rodríguez *et al.*, 2015), es por ello la

necesidad de ampliar las investigaciones relacionadas con el tema por lo que el presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de dos sistemas de labranza sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo de, así como principales variables evaluadas.

## MÉTODOS

El estudio se realizó en la UCTB del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) ubicada en el poblado de Pulido (Latitud 22°46' 49,2" N y Longitud 82°, 36' 06,69" W) perteneciente al Municipio Alquizar, provincia de Artemisa. 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 (Figura 1). El suelo del área es un Ferralítico Rojo compactado según la clasificación vigente en el país (Hernández *et al.*, 1999). El cultivo utilizado en la experimentación fue el maíz (*Zea mays* L), variedad tizón criollo (Rodríguez *et al.*, 2013)<sup>3</sup>.

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.

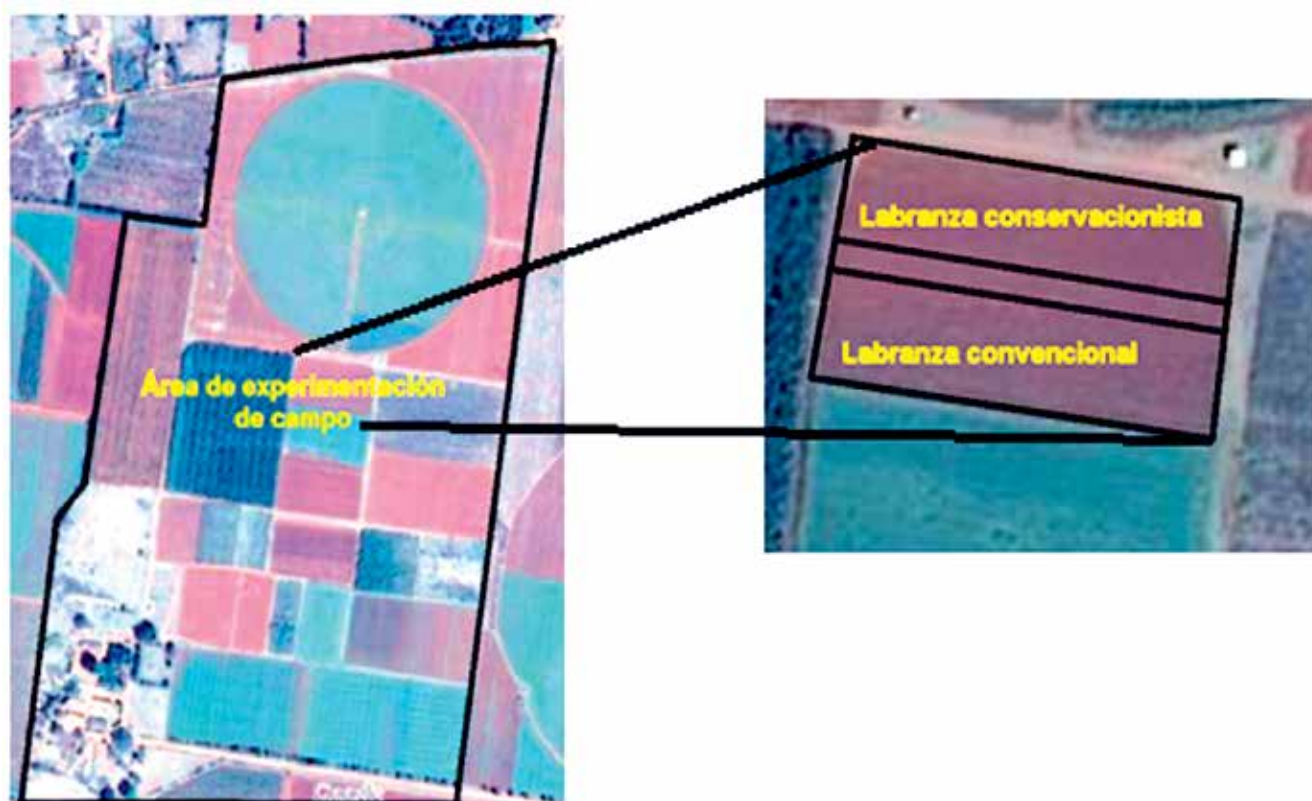


FIGURA 1. Imagen satelital del área de experimentación.

A partir de ese momento se establecieron dos sistemas de labranza. El primero consistió en el uso de tecnología de labranza convencional basada en implementos de discos (Arado y grada de discos) y el segundo en el uso de implementos de corte horizontal vertical (multiarado y tiller). La Tabla 1 muestra cada una de los sistemas de labranza utilizados.

<sup>3</sup> RODRÍGUEZ, E.; P. PÉREZ, O. GRANDE, M. TORREZ: Guía técnica para para la producción del cultivo del maíz (*Zea mays* L). Instituto de investigaciones hortícolas, 40pp., Liliana Dimitrova, Mayabeque, Cuba, 2013.

TABLA 1. Sistemas de labranza utilizados

Fuente energética	Labranza convencional		Labranza conservacionista	
	Implemento (número de órganos)	Labor	Implemento (número de órganos)	Labor
New Holland TT-75 (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

Para evaluar los posibles cambios producidos en las propiedades físicas y químicas con el uso de los sistemas de labranza se establecieron cinco puntos de muestreo en cada parcela, a las mismas profundidades mencionadas anteriormente, tomando un total de 15 muestras distribuidas en los cinco puntos de muestreo para cada una de las parcelas, las cuales fueron tomadas 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.

### Diseño experimental

Se utilizó el diseño en parcelas simples (Lerch, 1977)<sup>4</sup>, que consiste en que las parcelas se colocan una al lado de la otra, agrupándose en bloques, de modo que cada parcela contigua facilita las labores técnicas de cultivo y se ajusta a las prácticas establecidas para evitar en lo posible las vueltas innecesarias de la maquinaria.

### 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 azúcar (INICA, 1990)<sup>5</sup>.

#### Metodología para la determinación de la densidad aparente del suelo (DA)

Se determinó mediante el método de los anillos de Kopecky según la metodología utilizada por Sánchez (2010).

Resistencia a la penetración (RP)

Para su determinación se empleó un penetrómetro manual de punta cónica, con rango de medición 0 a 500 Kg cm<sup>-2</sup>.

#### Metodología utilizada para la evaluación tecnológica y de explotación

La investigación tecnológica y de explotación se realiza

según el instructivo técnico de normalización para la evaluación tecnológica, basado en la norma cubana NC 34-37 (2003), elaborado por el Comité Técnico de Normalización Ramal No. 03 de Tractores y Maquinaria Agrícola, (IAgric, 2008)<sup>6</sup>

### Metodología para el procesamiento estadístico de los datos experimentales

El procesamiento de los datos experimentales se sustenta en el uso de hoja de cálculo Excel para ordenar datos experimentales, realizar el cálculo de diferentes índices; así como la elaboración de gráficos imprescindibles para exponer los resultados de la investigación.

Se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS, Versión 5.1, para la elaboración y cálculo de los datos mediante la aplicación del análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan para comparar los sistemas de labranza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo del tiempo, diferentes propiedades, son capaces de detectar alteraciones en la calidad del suelo debido al modo de manejarlo (Larson y Pirce, 1994)<sup>7</sup>. Los datos que se muestran en la tabla 2 son resultados del análisis tomado inicialmente antes de establecer los sistemas de labranzas evaluados con vista a determinar las variaciones producidas con los sistemas de labranza tradicional y conservacionista.

TABLA 2. Propiedades del suelo evaluadas

Profundidad (cm)	MOS (%)	Humedad (%)	DA (g · cm <sup>-3</sup> )	RP (kg · cm <sup>-2</sup> )
0-10	2,23	26,3	1,26	11
11-20	2,19	25,8	1,36	20
21-30	2,06	27,3	1,24	18

<sup>4</sup> LERCH, G.: La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas, Ed. Científico-Técnico, La Habana, 1977.

<sup>5</sup> INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR, INICA: Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica, 96pp., La Habana, 1990.

<sup>6</sup> INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA AGRÍCOLA (IAgric): Instructivo Técnico de Normalización. Arados y subsoladores. Métodos de ensayo, 9pp., La Habana, Cuba, Vig. 2008.

<sup>7</sup> 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., (Eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: ASA/SSSA, USA, 1994.

## Influencia de los sistemas labranza evaluados sobre algunas propiedades física y químicas del suelo

La Figura 2 muestra el contenido de MOS al comparar la influencia de los sistemas de labranza evaluados, se destaca un ligero incremento al ser preparado el suelo con el sistema de labranza conservacionista, este comportamiento motivado presumiblemente por la no inversión del prisma del suelo en contraposición con la labranza tradicional.

Resultados, encontrados por Janssen (1984); Robinson *et al.* (1994)<sup>8</sup>; Campbell *et al.* (1999), atribuyen cambios a diferentes tipos de labranzas, trayendo como resultado final una disminución de la productividad de los suelos. Espinoza (2010), reportó una pérdida de carbono en los suelos donde se utilizó la labranza tradicional con respecto a la labranza de conservación.

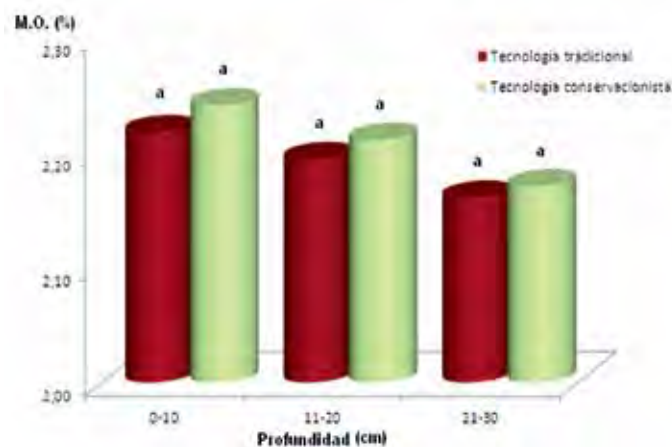


FIGURA 2. Contenido de materia orgánica del suelo.

Las labranzas agresivas aceleran la descomposición de la materia orgánica y destruyen los agregados estables (Dexter, 1991), provocando la disminución del carbono y nitrógeno potencialmente mineralizables (Woods y Schuman, 1988), aspecto éste que podría ser mitigado al continuar por años consecutivos el manejo de los suelos con tecnología conservacionista.

La Figura 3, muestra el comportamiento de la DA del suelo cuando se utilizan los sistemas de labranza en estudio. Se observan cambios con los sistemas evaluados a favor de la labranza conservacionista, observándose los valores más altos en la profundidad de 11-20 cm, suceso que 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.

El aumento de la densidad aparente, trae una reducción de la velocidad de infiltración, de los macroporos, menor desarrollo radical y limitación del intercambio de oxígeno y bióxido de carbono entre la zona radical y la atmósfera, este tipo de degradación es común en los suelos donde se utiliza la maquinaria agrícola de manera intensiva (Urquiza, 2002)<sup>9</sup>.

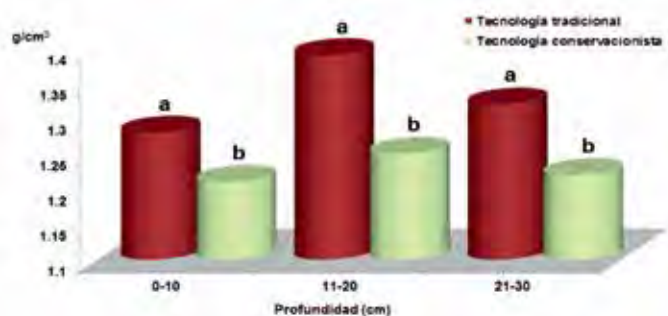


FIGURA 3. Densidad aparente del suelo.

La Figura 4, muestra el comportamiento de la resistencia a la penetración ante las tecnologías de preparación utilizadas, se destaca que a pesar de no existir diferencias significativas entre las tecnologías evaluadas si existe ligera disminución de ésta propiedad con el uso de la tecnología conservacionista en las tres profundidades evaluadas, diferentes autores hallaron valores superiores de ésta variable en suelos con sistemas de labranza reducida (Ferrerías *et al.*, 2000), mientras que otros no hallaron diferencias al comparar los sistemas de labranza convencional con los sistemas de labranzas reducida (Krüger, 1996). Otros autores (Vyn y Raimbault, 1993; Casselet *et al.*, 1995), encontraron aumento a la resistencia a la penetración en sistemas de labranza convencionales.

Se observa cómo a partir de los 11 cm de profundidad hay un aumento de la resistencia a la penetración independientemente de la tecnología empleada, suceso que puede estar dado por la presencia de un piso de aradura en un área donde se ha venido trabajando por más de 20 años bajo sistema de labranza tradicional.

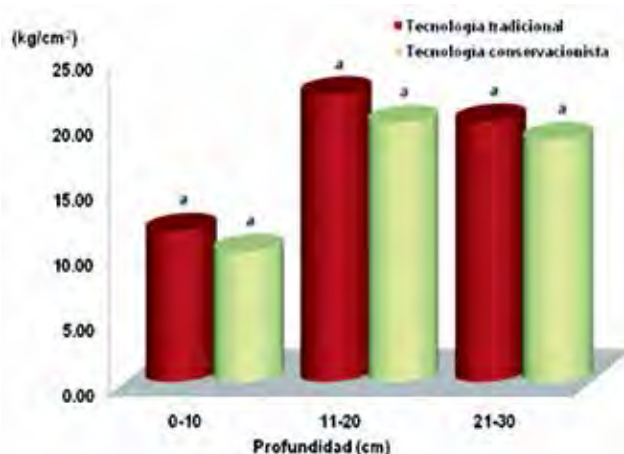


FIGURA 4. Resistencia a la penetración del suelo.

El contenido de humedad del suelo ha sido uno de los parámetros a los que se ha dado mucho énfasis en los estudios de sistemas de labranza de conservación, atribuyéndose

<sup>8</sup> ROBINSON, C.A.; R.M. CRUSE, y K.A. KOHLER.: Soil Management. pp. 109-134. In: J.L. Hatfield and D.L. Karlen (eds.) Sustainable Agriculture Systems. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, EEUU. Traducido por Ing. Agr. Guillermo A. Studdert, Facultad de Ciencias Agrarias, Un. Nac. Mar del Plata. 1994.

<sup>9</sup> URQUIZA, M.N.R.: Manejo sostenible de los suelos, 21pp., Compendio sobre la base de los informes presentados por las Provincias Ciego de Ávila, Camagüey y Sancti Spiritus en el Taller Objetivo 4: Capacidad 21 Proyecto: Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el archipiélago Sabana- Camagüey, 2002.

<sup>10</sup> ERENSTEIN, O.: ¿Labranza de conservación o conservación de residuos? Una evaluación del manejo de los residuos en México. Ponencia presentada en el Foro Internacional sobre Labranza de Conservación. Guadalajara, Jalisco, México, 1996.



ventajas cuando se presentan condiciones de estrés hídrico (Erenstein, 1996)<sup>10</sup>.

La Figura 5 evidencia una fuerte relación entre la densidad aparente, la resistencia a la penetración y el contenido de humedad; cuando aumenta la resistencia a la penetración y la densidad aparente disminuye la humedad.

En todo sistema suelo-planta hay una serie de factores físicos que tienen incidencia directa sobre el comportamiento del cultivo.

El comportamiento de los rendimientos de maíz al utilizar los sistemas de labranza convencional y conservacionista fue diferente, con valores de 1851,06 kg·ha<sup>-1</sup> y 2074,89 kg·ha<sup>-1</sup>, respectivamente; observándose un aumento de los rendimientos de 283,83 kg·ha<sup>-1</sup> a favor del sistema de labranza conservacionista (Tabla 3). Chagas *et al.* (1994) al comparar los sistemas de labranza convencional, labranza vertical y siembra directa en monocultivo de maíz, encontró diferencias significativas a favor de la siembra directa.

La Tabla 4, muestra que la tecnología conservacionista resultó ser más productiva que la tradicional, por otro lado, con el uso de la tecnología conservacionista se tuvo un ahorro de combustible de 7,75 L·ha<sup>-1</sup>, lo que se atribuye a que los implementos utilizados para la labor de rotura y cruce en la labranza conservacionista poseen un mayor ancho de trabajo

que los utilizados en la labranza convencional.

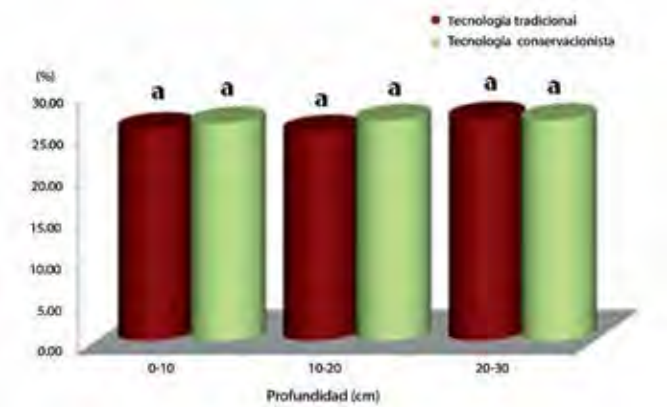


FIGURA 5. Humedad del suelo.

TABLA 3. Rendimiento del maíz

Sistema de labranza	Rendimiento (kg·ha <sup>-1</sup> )	Calidad (granos/mazorca)
Tradicional	1851,06	371
Conservacionista	2074,89	400

TABLA 4. Conjuntos agrícolas utilizados

Sistemas de labranza	Conjunto agrícola	Labor	Consumo combustible (L·ha <sup>-1</sup> )	Productividad (ha·h <sup>-1</sup> )
Tradicional	Tractor (75 HP) + arado 3 discos	Rotura	21,27	0,41
	Tractor (75 HP) + grada media	Mullido	7,10	1,90
	Tractor (75 HP) + arado 3 discos	Cruce	21,20	0,42
	Tractor (75 HP) + grada media	Mullido	7,10	1,90
	Tractor (75 HP) + multiarado	Rotura	17,02	0,64
Conservacionista	Tractor (75 HP) + tiller	Mullido	7,45	1,78
	Tractor (75 HP) + multiarado	Cruce	17,02	0,65
	Tractor (75 HP) + tiller	Mullido	7,45	1,78

CONCLUSIONES

- A pesar de no existir diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en las propiedades evaluadas se observó un ligero aumento de la materia orgánica y una disminución de la compactación y densidad aparente en las tres profundidades para los sistemas de labranza antes y después de cosechado.

- Al realizar la evaluación tecnológica y de explotación de ambos sistemas de labranza se obtuvo un aumento de la productividad de 0,22 ha·h<sup>-1</sup> y un ahorro de combustible de 7,75 L·ha<sup>-1</sup> a favor de la labranza conservacionista.
- Al evaluar el rendimiento del cultivo de maíz se observó un incremento de 223,83 kg·ha<sup>-1</sup> a favor de la labranza conservacionista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARVIDSSON, J. y I. HAKANSSON: “Response of different crops to soil compaction. Short-term effects in Swedish field experiments”, *Soil and Tillage Research*, ISSN 0167-1987, 138: 56-63, 2014.

BROWN, S. M.T.; WHITWELL, J. T., TOUCHTONY, C.H; BURMESTER: “Conservation tillage system for cotton production”, *Soil Science Society of America Journal*, ISSN 0361-5995, 49: 1256-1260, 1985.

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 Biology and Biochemistry*, ISSN 0038-0717, 31, 17, 1999.

CASSEL, D.K.; RACZKOWSKI, C.W. y H.P. DENTON: “Tillage effects on corn production and soil physical properties”, *Soil Science Society of America Journal*, ISSN 0361-5995, 59: 1436–1443. 1995

- CHAGAS, C.H.; MARELLI, J. y SANTANATOGLIA, O.: "Propiedades físicas y contenido hídrico de un arguideo típico bajo tres sistemas de labranza", *Ciencia del Suelo*, ISSN 0326-3169, 12: 11-16. 1994.
- DEXTER, A.R.: "Amelioration of soil by natural processes", *Soil and Tillage Research*, ISSN 0167-1987, 20: 87-100, 1991.
- ESPINOZA, Y.: Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales, *Bioagro*, ISSN 1316-3361, 22(3): 177-184, 2010.
- FERRERAS, L.A., COSTA, J.L., GARCÍA, F.O., PECORARI, C.: "Effect of no tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern Pampas of Argentina", *Soil and Tillage Research*, ISSN 0167-1987, 54: 31-39. 2000.
- 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", *Plant and Soil*, ISSN 0032-079X, 76: 297-304, 1984.
- KRÜGER, H.R.: "Compactación en Haplustoles del sudoeste bonaerense (Argentina) bajo cuatro sistemas de labranza", *Ciencia del Suelo*, ISSN: 0326-3169, 14: 104-106. 1996.
- LARSON, W. E.: "Soil parameters for evaluating tillage needs and operations", *Soil Science Society of America Journal*, ISSN 0361-5995, 28: 118-122, 1964.
- 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*, ISSN: 1695-971X, 7(3), 706-716. 2009.
- MAGDOFF, F. and WEIL, R.R.: *Soil organic matter management strategies*, pp. 45-65, *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*, 412 pp., ISBN 9780849312946, CRC Press, USA, 2004.
- MARCANO F., C.OHEP. Y F. DESIDERIO: "Efecto de la labranza y del nitrógeno en algunos componentes del rendimiento, macroporosidad del suelo, densidad radical y producción del maíz (*Zea mays* L)", *Agronomía Tropical*, ISSN 0002-192X, 44(1): 5-22, 1994.
- 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 and Tillage Research*, ISSN 0167-1987, 111: 175-179, 2011.
- NC 34-37: 2003: *Metodología para la evaluación tecnológico-explotativa*, 21pp., *Oficina Nacional de Normalización: Máquinas Agrícolas y Forestales*. La Habana, Vig. octubre 2003.
- 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 labranzas de suelo en condiciones de campo", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 19(4): 60-66, 2010.
- TRASAR-CEPEDA, C., LEIRÓS, M. C. & F. GIL-SOTRES: "Modification of biochemical properties by soil use", *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, version on-line ISSN 0718-2791, 8(2): 53-60, 2008.
- VYN, T.J., & B.A. RAIMBAULT.: "Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure", *Agronomy Journal*, ISSN 0002-1962, 85: 1074-1079.1993.
- WOODS, L.E., SCHUMAN, G.E.: "Cultivation and slope position effects on soil organic matter". *Soil Science Society of America Journal*, ISSN 0361-5995, 52: 1371-1376.1988.

**Recibido:** 27/01/2015.

**Aprobado:** 14/10/2015.

**Publicado:** 05/12/2015.

Amaury Rodríguez González, adiestrado, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera Fontanar Wajay, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba ☎ (53-7) 645-1731, 645-1353; Correo electrónico: [dptomecan8@iagric.cu](mailto:dptomecan8@iagric.cu)

José Antonio Martínez Cañizares, Correo electrónico: [dptomecan1@iagric.cu](mailto:dptomecan1@iagric.cu)

Javier Arcia Porrua, Correo electrónico: [dptomecan8@iagric.cu](mailto:dptomecan8@iagric.cu)

José García Lamas, Correo electrónico: [dptomecan6@iagric.cu](mailto:dptomecan6@iagric.cu)

Antihus Hernández Gómez, Correo electrónico: [antihus@unah.edu.cu](mailto:antihus@unah.edu.cu)

Greco Cid Lazo, Correo electrónico: [dptoambientel@iagric.cu](mailto:dptoambientel@iagric.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.