

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL

Comparación de tecnologías de labranza en suelo ferralítico rojo de la finca Pulido

Comparison of technologies of soil farming in red ferralitic soil at Pulido farm

M.Sc. Jose Antonio Martínez Cañizares, Ing. Amaury Rodríguez González, M.Sc. José García Lamas
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. Se realizó una investigación en el área de experimentación de la Unidad Ciencia y Tecnología de Base (UCTB) Pulido del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, ubicada en la provincia de Artemisa, con el objetivo de evaluar las tecnologías de preparación de suelos tradicional y conservacionista, con tracción motorizada, en un suelo ferralítico rojo, mediante la determinación de las propiedades físicas (humedad, dureza, densidad aparente). En este estudio se realizaron además las evaluaciones agrotécnicas de los implementos que componen las dos tecnologías, determinándose en condiciones de explotación los siguientes indicadores: ancho, profundidad y velocidad de trabajo. También se determinó el consumo de combustible en el área trabajada utilizando las dos tecnologías. Los valores iniciales de dureza en ambas parcelas se encuentran en el intervalo de 16 a 42 kg/cm² que resultan altos; la densidad aparente fue de 1,27-1,24 g/cm³ en las parcelas seleccionadas. En cuanto a las labores de rotura, cruce y mullido en ambas tecnologías se alcanzaron valores de profundidad y velocidad de trabajo que se corresponden con los establecidos en las exigencias agrotécnicas para estas labores. Se comprobó que al emplear la tecnología conservacionista se logró un ahorro de combustible de 3,22 L/ha respecto a la tradicional.

Palabras clave: tecnologías, índices de explotación, rendimiento.

ABSTRACT. A research was carried out in the area of experimentation of the Science and Technology Base Unit Pulido, of the Institute of Agricultural Engineering, located in the province of Artemisa, whose objective was to evaluate the traditional and conservationist technologies of soil farming with motorized traction in a red ferralitic soil, by means of the determination of the physical properties (humidity, hardness and apparent density) of the soil. Were carried out the agronomical evaluations of the farm implements of the two technologies, being determined under conditions of exploitation the following indicators: wide, depth and work speed. The consumption of fuel was also determined in the worked area with the two technologies. The initial values of hardness of the soil were in the interval of 16-42 kg/cm², being high. The apparent density was 1.27-1.24 g/cm³ in the parcels. For the works of primary tillage, crossing and clods breaking, in both technologies were reached values of depth and work speed that correspond with the established ones in the agronomical exigencies for these works. Using the conservationist technology was achieved a saving of 3.22 L/ha when comparing it with the traditional one.

Keywords: technologies, indexes of exploitation, yield.

INTRODUCCIÓN

La labranza o preparación de suelo tiene por objetivo cambiar, por medios mecánicos o manuales, las condiciones físicas originales del suelo para mejorarlas de acuerdo a los objetivos perseguidos. Muchos autores del tema como: *Rojas y Chaves (2002)*; *Luchsinger et*

al. (2006); *Salinas et al. (2005)*; *FAO (2016)*; *Rodríguez et al. (2013)*; *Fernandes (2012)* y otros^{1, 2, 3}, coinciden en plantear que el uso de la labranza tradicional (LT) en la agricultura ha generado una situación poco favorable desde el punto de vista de la conservación de los

¹ ALMEIDA, R.A. "Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor", Revista Agrarian, Dourados, v.3, n.7, p.63-70, 2010.

² FERNANDES, H.C.; MODERNEI, J.C.; NATALINO, P.C. "Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas". Revista Ciência Agrotecnologia, Lavras, 32(5): 1582-1587 2008.

³ TABATABAEEFAR, A. et al. Comparison of energy of tillage Systems in wheat production. Journal Energy: ELSEVIER, v.34, p.41-45, 2009.

recursos productivos, implicando un especial deterioro del recurso suelo teniendo como basamento que éste ha estado expuesto a una explotación intensiva y con un mal manejo, teniendo como consecuencia evidente un acelerado avance de la erosión, contaminación, desertificación y una significativa disminución de los rendimientos productivos. Este tipo de labranza promueve la pérdida de materia orgánica como resultado de la mezcla de suelo y residuos de cosecha, la destrucción de los agregados del suelo y el incremento de la aireación. Por estos motivos, se reduce la fertilidad y se incrementa el potencial de erosión⁴ (Blevins *et al.*, 1977).

La preparación de suelo ha venido a ser uno de los componentes más importantes en la restauración de las propiedades físicas alteradas, pero su inadecuado manejo puede influir negativamente en la conservación de este medio natural. La labranza conservacionista (LC) surge como respuesta a la necesidad de preservar el recurso suelo y es parte importante de los sistemas de agricultura sustentable. Esta involucra un sistema de labranza en que la preparación de la cama de semillas es mínima y el control de malezas se realiza con herbicidas⁵.

Otro autor, es del parecer de que los sistemas de producción con labranza de conservación pueden ayudar a reducir la erosión, bajan los costos de producción por hectárea en cuanto a la pasada de maquinaria y se disminuye la compactación, gasto de combustible y necesidad de equipos, él mismo concluye, que en el primer año los rendimientos son más bajos que en el sistema convencional, pero después son equivalentes o superiores⁶.

En Cuba, a pesar de los avances en materia de laboreo, aún prevalece la tecnología tradicional. Durante años, algunos investigadores (Paneque *et al.* (2002 y 2006); Martín *et al.* (2016), han planteado disímiles criterios a favor de la sustitución de esta tecnología por prácticas de laboreo que conduzcan a una mejor conservación del suelo, logrando reducir significativamente los procesos que degradan el medio (compactación, erosión, pérdida de la materia orgánica, etc.) y las pérdidas de suelo de 25-30 % en comparación con la labranza tradicional.

Las sucesivas investigaciones en torno a la temática han arrojado resultados que estimulan a seguir trabajando para ir creando conciencia y voluntades en agricultores, empresarios y decisores, que el camino más seguro para obtener buenos rendimientos está en la aplicación de técnicas conservacionistas.

Siguiendo esta línea de pensamiento es objetivo del presente trabajo dar a conocer los resultados de la evaluación de dos tecnologías de preparación de suelo (tradicional y conservacionista) en un área agrícola representativa de la producción de cultivos varios.

MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la UCTB Pulido ubicada en la provincia Artemisa para lo cual se tomó una parcela sobre suelo ferralítico rojo compactado que se dividió en dos bloques de 0,46 ha, uno destinado a aplicar la variante de tecnología de labranza tradicional (LT) y otro para la variante de labranza conservacionista (LC). En la parcela de investigación predomina un

suelo Ferralítico Rojo subtipo Compactado (Hernández *et al.* (1999), con relieve llano y microrelieve ligeramente ondulado.

Para el muestreo de las propiedades físicas (dureza, humedad, densidad aparente) se utilizaron las normas ISO 11272, 2003; PNO 23-03, 2012, aplicándose el diseño experimental en parcelas simples (tres parcelas por bloque) estableciéndose tres puntos de muestreo a lo largo de la diagonal de la parcela. Las mediciones se realizaron a los 10, 20 y 30 cm. Como instrumento de medición se utilizó compactómetro de cono estático para el muestreo de dureza de suelo; barrenas, cilindros de 100 cm³, pesafiltros para humedad y densidad aparente.

Se ajustaron las normas PG-CA-45: 2013; PNO 23-04: 2012, para la determinación de los indicadores agrotécnicos y de explotación (ancho, profundidad, velocidad y consumo de combustible) de los aperos que componen las tecnologías de labranza (arado A-10000 de tres discos, grada de arrastre de 28 discos de la LT; y multiarado M-250 de dos órganos, tiller de 11 órganos de la LC). Se acoplaron los implementos a un tractor New Holland TT-75 que trabajó con el mismo grupo de la caja de velocidades según la demanda energética en las variantes propuestas. En las tecnologías de preparación de suelo investigadas se concibió la realización de labores primarias (rotura y cruce) y secundaria (mullido).

Como colofón de la investigación, y con el propósito de evaluar cómo influyen las tecnologías de laboreo en el cultivo se determinaron los rendimientos por el método del pesaje del producto cosechado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dureza del suelo. En el muestreo inicial realizado se obtuvieron valores de dureza de suelo que aparecen en la Figura 1, y la diferencia entre las áreas seleccionadas no resultan significativas. Los datos obtenidos en cada punto son superiores a 4,5 kg/cm², lo que reafirma la existencia de compactación antes de la roturación, lo cual es un aspecto importante en este tipo de suelos.



FIGURA 1. Dureza ó compactación de suelo.

⁴ SALINAS, G.; JAIME R. J.; VELÁSQUEZ. G.; M. Gallardo. V y F. Caballero. H.: Efecto de labranza de conservación en indicadores de la sostenibilidad del suelo. VIII Simposio Internacional y III Congreso Nacional de Agricultura Sostenible, CD. Victoria, Tamaulipas, México. 2005.

⁵ VENEGAS, C.: "Labranza conservacionista", IPA Carillanca, 9(4): 3-10,1990.

⁶ LÓPEZ, M. J. D.: Labranza de conservación y sus efectos en la retención, almacenamiento de humedad y propiedades físicas del suelo bajo condiciones de secano, Proyecto de investigación, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, México, 1993.

Densidad aparente. La densidad aparente para la mayoría de los suelos está entre 1.1 y 1.5 g/cm³, desde las arcillas hasta las arenas⁷, y en las investigaciones de Cid (2011) para un suelo ferralítico rojo típico es de 1,11 g/cm³ a una profundidad de 20 cm, por lo que se toma como referencia este valor. En la investigación se obtuvieron valores de este indicador a diferentes profundidades, que se muestran en la Figura 2, que estuvieron muy por encima del citado, siendo de 1,24-1,27 a 20 cm, lo cual se debe a la compactación que se ha producido por el mal manejo y exceso de laboreo. La humedad en el momento de la observación fue de 28-32 %.



FIGURA 2. Densidad aparente antes de la preparación del suelo en las áreas seleccionadas para la labranza tradicional y conservacionista.

Evaluación agrotécnica. La Tabla 1 muestra algunos de los resultados de la evaluación agrotécnica realizada a los diferentes

implementos. Se constata que las profundidades de trabajo de los implementos en las labores de labranza primaria (rotura y cruce) se encuentran entre los 21 y 23 cm, que es la capa de suelo donde se garantiza el crecimiento de las raíces del cultivo.

Los anchos de trabajo que se obtuvieron con los diferentes aperos se muestran en la Tabla 1; el multiarado con menos cantidad de órganos de trabajo que el arado A-10000 de tres discos alcanzó un ancho superior; en la grada de 28 discos el índice alcanzado es superior respecto al tiller de 11 órganos en 20 cm, estos anchos están en correspondencia con los anchos constructivos.

Para las velocidades seleccionadas, tercera y cuarta velocidad reducida de la caja de cambios conectada en el grupo L, a 1500-1900 rpm del motor, las velocidades de trabajo que se obtuvieron oscilan de 5,4 a 7,2 km/h que se consideran normales para cada tipo de implemento que se le acopla al tractor.

Los consumos de combustible por labor (rotura, cruce y mullido) difieren según el implemento utilizado, resultando menores en la tecnología conservacionista. Al analizar el consumo total de combustible por tecnología en la parcela, este es de 37,56 L/ha en la LT y 34,34 L/ha en la LC, lo cual denota un ahorro de combustible de 3,22 L.

Como parte del seguimiento a la aplicación de las tecnologías de labranza se realizaron labores posteriores de presiembra, siembra y atenciones culturales en estas parcelas, con el mismo manejo agrotécnico, de maíz variedad Tusón criollo, obteniéndose un rendimiento de 834 kg/ha en la tradicional y 925 kg/ha en la conservacionista, lo que indica un incremento de 91 kg/ha (11 % más), gracias a la mejor preparación de suelo que se logra con esta última tecnología.

TABLA 1. Resultados de la evaluación agrotécnica de las tecnologías investigadas

No	Labor	Conjunto agrícola	Profundidad de trabajo (cm)	Ancho de trabajo (cm)	Velocidad de trabajo (km/h)	Consumo de combustible (L/ha)
Tecnología tradicional						
1	Rotura	A-10000 de tres discos	21,56	110	5,56	12,80
2	Mullido	Grada de arrastre 28 discos	15,47	2,90	7	6,08
3	Cruce	A-10000 de tres discos	22,73	1,10	6,7	12,60
4	Mullido	Grada de arrastre 28 discos	21	2,90	7,15	6,09
Total						37,56
Tecnología conservacionista						
1	Rotura	M-250 de dos órganos	21	1,60	5,89	12
2	Mullido	Tiller de 11 órganos	17,30	2,70	5,8	5,28
3	Cruce	M-250 (2 órganos)	23	1,60	6,00	11,86
4	Mullido	Tiller de 11 órganos	17,10	2,70	7,2	5,20
Total						34,34

Estos estudios continúan para determinar el comportamiento de la calidad de preparación y su influencia en los rendimientos en varios períodos sucesivos.

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

CONCLUSIONES

- En el área de experimentación de la UCTB Pulido los valores iniciales de dureza resultaron muy altos, lo que obstaculiza el desarrollo del cultivo.
- La densidad aparente promedio a 20 cm fue de 1,27-1,24 g/cm³ en las parcelas destinadas a la labranza tradicional y conservacionista, siendo superiores a las recomendadas de 1,11 g/cm³.
- Para la tecnología de labranza tradicional se consumió 37,56 L y para la conservacionista 34,34 L de petróleo observándose un ahorro de consumo de combustible de 3,22 L.
- En el área roturada con la labranza conservacionista se obtuvo un incremento en los rendimientos del 11 %, debido a la mejor preparación del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLEVINS, R.L., G.W. THOMAS, AND P.L. CORNELIUS.: Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn, *Agronomy Journal*, ISSN: 0002-1962, 69: 383-396, 1977.
- CID, L. G.; T. LÓPEZ; F. GONZÁLEZ; J. HERRERA y M.E. RUIZ.: 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.
- FAO: *Sección 7. Notas sobre dos Sistemas de Labranza: Labranza mínima y labranza cero [en línea] 2016, Disponible en: www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s0c.htm [Consulta: junio 02 2016].*
- FERNANDES, H.C. Demanda energética de um subsolador adaptado para deposição de material poroso em drenos livres. *Engenharia na agricultura*, ISSN: 1414-3984, Viçosa - MG, v.20 n.3, p.219-226, 2012.
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba.*, ed. L.L Barcaz, Ed. AGRINFOR, t. 1, ISBN-959-246-022-1, La Habana, Cuba, 1999.
- NC ISO 11272.: Calidad de suelo, Determinación de la densidad aparente, pp.1-11, Vigente 2003.
- LUCHSINGER, A.; R. VILLA; G. OCQUETEAU; F. SUTE: “Siembra con labranza tradicional y cero labranza, mediante la adaptación de una sembradora de cereales y dos distancias entre hileras en cultivares de frijol para verde y seco, DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000200009>, versión On-line ISSN 0718-3429 Idesia v.24 n.2 Arica ago. 2006.
- MARTÍN, R. M., MARTÍN, E. JEREZ, F. MORENO, I. GIRÓN y J. MURILLO: “Impacto de diferentes sistemas de laboreo en la fisiología de la nutrición del trigo (*Triticum durum L.*)”, *Cultivos Tropicales*, ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819-4087, 37(1): 85-90, 2016.
- PANEQUE, P.; H. FERNÁNDEZ y A. DONIZETTE: “Reducción del consumo de combustible de labranza/siembra mecanizadas utilizando sistemas conservacionistas” *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 11(1): 7-11, 2002.
- PANEQUE, R. P.; J. SOCA; P. LEÓN y L. GIL: “Ahorro de combustible en tractores usando sistemas de la agricultura de conservación”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 15(2): 29-32, 2006.
- PG-CA-042,2012.: Sistema de gestión de la calidad. Procedimiento Determinación de las condiciones de ensayo, pp. 1-10, Vigente,2013.
- PG-CA 043: *Sistema de gestión de la calidad. Prueba de maquinaria agrícola. Evaluación tecnológico explotativa*, Vigente 2013.
- PG-CA-45.: Sistema de gestión de la calidad. Procedimiento de ensayo de los surcadores, pp. 1-13, Vigente 2013
- PNO 23-03.: Sistema de gestión de la calidad. Procedimiento normativo operacional. Determinación de las condiciones de ensayo, Vigente 2012
- PNO 23-04,2012.: Sistema de gestión de la calidad. Procedimiento normativo operacional Evaluación tecnológico explotativa, pp.1-13, Vigente 2013.
- RODRÍGUEZ, Y. T. H.C. FERNANDES, J.D. BRITO, J.E. DE S. CARNEIRO & D.R. LOUREIRO: *Demanda de Potencia y Energía de Un Tractor Agrícola en Función de Las Marchas de Trabajo y el Manejo del Suelo [en línea] DOI: <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v2In03a04>, Disponible en: <http://www.bibliotekevvirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/189-reveng/v2In03/940-v2In03a04.html> [Consulta: junio 02 2016].*
- ROJAS, L. A.; G. CHAVES: “Efecto de la labranza mínima y la convencional en frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en la Región Huetar Norte de Costa Rica”, *Agronomía Mesoamericana*: DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v13i2.12025> ISSN Impreso: 1021-7444 ISSN electrónico: 2215-3608, Vol 13, N° 2, 2002.
- SALINAS-GARCÍA, J. R.; A. DÍAZ-FRANCO, E. GARZA-CANO & I. GARZA-CANO: “Efectos de labranza y biofertilización en propiedades del suelo que afectan a la sostenibilidad de la producción de frijol, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, DOI:10.1080/11358120509487668, ISSN: 1135-8122 (Print), **Volume 5, Issue 1**, 2005.

Recibido: 13/11/2015.

Aprobado: 15/06/2016.

Jose Antonio Martínez Cañazares, Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba. Correo electrónico: dptomecan1@iagic.cu

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

José García Lamas, Correo electrónico: dptomecan6@iagic.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.