

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

ARTÍCULO ORIGINAL

Labranza convencional y de conservación en el cultivo del frijol bayo Tuy (*Vigna unguiculata* L)

*Conventional and conservation tillage cultivation in the Tuy carioca beans (*Vigna unguiculata* L)*

Dr.C. Pedro Paneque Rondón¹, M.Sc. José Rafael Tayupe Zamora¹¹, Dr.C. Pablo Hernández Alfonso¹, M.Sc. María Victoria Gómez Águila¹¹¹, M.Sc. Héctor R. De las Cuevas Milán¹

¹Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

¹¹Universidad Politécnica Territorial “José A. Anzoátegui, El Tigre, Edo. Anzoátegui, Venezuela.

¹¹¹ Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. México, México.

RESUMEN. El objetivo de la investigación fue comparar el costo energético de las principales operaciones agrícolas mecanizadas, haciendo énfasis en la labranza/siembra y cuantificar su posible rendimiento y ahorro utilizando el sistema de siembra directa con cobertura, con relación al sistema convencional, partiendo de la hipótesis de que es posible reducir el costo energético en más de un 10 %, en la explotación de la maquinaria agrícola, en el cultivo del frijol bayo Tuy, de la Empresa Los Riecos del Municipio Freites, Estado Anzoátegui, Venezuela. Fue utilizado en el diseño experimental, un análisis de varianza para la determinación de la existencia de diferencias significativas o no, entre las medias poblacionales de cada variable y los tratamientos aplicados. Para la determinación de los costos energéticos y de explotación se utilizó el programa “Costos Energéticos y de Explotación (CEE)”. En cada unidad experimental fueron estudiadas densidad aparente, humedad y resistencia del suelo, consumo de combustible y costo energético. Se concluye que no existen diferencias significativas en la densidad aparente, humedad, resistencia del suelo. En las profundidades estudiadas, las características físico-mecánicas de los suelos de las parcelas ensayadas no interfieren en la aplicación de los tratamientos. El sistema con menos costo energético, gastos de explotación y consumo de combustible, fue el de conservación. La tecnología empleada en el sistema de conservación significó un ahorro de mano de obra, al invertir menos tiempo (4 h·ha⁻¹) de utilización de la maquinaria.

Palabras clave: siembra directa, operaciones mecanizadas, labranza.

ABSTRACT. The objective of the research was to compare the energy cost of the main mechanized farming operations, making emphasis in the tillage/sowing and to quantify its possible yield and savings using the system of no-till sow with covering, related to the conventional system, assuming that it is possible to reduce the energy costs in more than 10 %, in the operation of the agricultural machinery, in the cultivation of the bay bean Tuy, of the Company Riecos of the Municipality Freites, Anzoátegui, Venezuela. It was used in the experimental design, a variance analysis for the determination of the existence of significant differences between the arithmetic population means of each variable and the applied treatments. For the determination of the energy and exploitation costs was used the program “Energy and Exploitation Costs (EEC).” In each experimental unit were studied apparent density, humidity and resistance of the soil, fuel consumption and energy cost. The study concludes that there are no significant differences in the apparent density, humidity, resistance of the soil. In the studied depths, the physical-mechanical characteristics of the soils of the parcels don’t interfere in the application of the treatments. The system with less energy cost, expenses of exploitation and consumption of fuel, was that of conservation. The technology used in the conservation system show a manpower saving, being invested less time (4 h·ha⁻¹) of use of the machinery.

Keywords: No-till farming, mechanized operations, tillage.

INTRODUCCIÓN

El uso acentuado de la tecnología convencional en la agricultura mundial durante las últimas décadas, ha generado una situación poco favorable desde el punto de vista de la

conservación de los recursos naturales productivos, especialmente el suelo (FAO, 1992; López *et al.*, 2010; Arvidsson & Hakansson, 2014).

Algunos autores han señalado que el costo por concepto de maquinaria agrícola en Chile, en cuanto a combustible, fluctúa

entre 35 y 45 % del costo total de producción (Hetz, 1990¹; Paneque, *et al.*, 1998). Por otro lado, en Venezuela este aspecto no se ha estudiado con profundidad. En ese mismo sentido, varias investigaciones han establecido que el costo energético por concepto de combustible y máquinas representa un alto porcentaje del costo energético total de producción en la agricultura empresarial (FAO, 1990; Fluck, 1992; De las Cuevas *et al.*, 2011). Es así como Fluck & Baird (1980²) calcularon que un tractor del tipo 75 kW tiene un costo energético aproximado de 1060 MJ/h del cual el 77 % corresponde a combustible.

Considerando que en esta zona no existen datos científicos que les permita cuantificar el rendimiento y costo energético en la explotación de la maquinaria, con la tecnología de la siembra convencional y la siembra directa, surge la necesidad de realizar el presente trabajo de investigación el cual permitirá a través de la comparación de ambas tecnologías con la siembra del cultivo de frijol bayo Tuy, determinar el rendimiento del cultivo, así como, los costos de producción, además de proteger el recurso suelo.

El objetivo de la investigación fue comparar el costo energético de las principales operaciones agrícolas mecanizadas, haciendo énfasis en la labranza/siembra y cuantificar su posible rendimiento utilizando el sistema de siembra directa con cobertura, con relación al sistema convencional, partiendo de la hipótesis de que es posible reducir el costo energético en más de un 10 %, en la explotación de la maquinaria agrícola, en el cultivo del frijol bayo Tuy, de la Empresa Los Riecos del Municipio Freites, Estado Anzoátegui, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el ciclo Norte Verano 2014-2015 con sistema de riego con pivote central, entre septiembre-enero, en el complejo agroindustrial Los Riecos, San Tomé, Parroquia Cantaura, Municipio Freites del Estado Anzoátegui, Venezuela, el área experimental se caracteriza por un régimen de precipitación media anual de 1100 mm y temperatura media 27 °C y 256 msnm, humedad relativa de 77,3 % en la época lluviosa y 64,1 % en la época seca.

Caracterización de las parcelas y el diseño experimental

Cada parcela experimental ocupó un área de 1 000 m², siendo 20 m de ancho y 50 m de longitud, separadas por calles de 4 m de ancho. En sus extremos longitudinales por corredores de 10 m, para las maniobras y estabilización de la velocidad de los conjuntos agrícolas, estudiando en las mismas el comportamiento de la densidad aparente, humedad y resistencia del suelo; consumo de combustible y costo energético de dos sistemas de labranza y siembra para el frijol bayo Tuy. Para el procesamiento de los datos se utilizó el utilitario estadístico

STATGRAPHICS Plus Versión 5.0. Se aplicó ANOVA simple y la prueba de Tukey (HSD), $p < 0,05$ para la comparación de las medias.

Caracterización de los suelos

El suelo del área experimental está taxonómicamente clasificado como Ultisol, se caracterizan por alto contenido de arena de hasta un 88 %, altamente drenados, baja fertilidad, pH ácido que oscila entre 4,5 y 5,5, notablemente con deficiencia de fósforo por su alta fijación (*Community garden*, 2010). Por lo cual requiere de un alto manejo agronómico para mejorar estas limitaciones y elevar su capacidad de uso. Fue realizada la caracterización física del suelo, determinándose: humedad, densidad aparente y resistencia a la penetración de 0 a 30 cm.

Determinación de la humedad del suelo

Las muestras se recogieron en papel de aluminio y se llevaron al Laboratorio de Suelos de la Universidad Politécnica Territorial "José A. Anzoátegui (UPTJAA), para ser pesadas en una balanza electrónica con 0,001 g de precisión. Se procedió a pesar todas las muestras y determinar el peso del papel + suelo húmedo y se colocaron para su secado 24 h en una estufa eléctrica modelo Memmert a 110°C. Luego se dejaron reposar para volver a pesar y conocer los datos del peso del papel de aluminio + suelo seco (NC 67: 2000). Posteriormente se hicieron las correcciones tomando en cuenta el peso del papel de aluminio, realizándose los cálculos de la humedad a través de la siguiente expresión 1:

$$H = \frac{M_{shum} - M_{seco}}{M_{seco}} \quad (1)$$

donde:

M_{shum} y M_{seco} -son las masas de suelo húmedo y seco, respectivamente.

Resistencia a la penetración

Para determinar la resistencia a la penetración del suelo del área experimental se utilizó un penetrómetro dinámico de cono, que consta de una masa de impacto de 2,3 kg y distancia de caída libre de 0,6 m. Las lecturas del número de golpes por profundidad a intervalos de 5 cm se registraron en los mismos puntos de muestreo anteriores, siendo la máxima profundidad explorada dependiente de las particularidades del suelo del punto en cuestión (Fontanetto y Keller, 1998). Los valores obtenidos fueron traducidas a valores de RP mediante la formulación de Scala (1956) citado por Stout *et al.* (1990) como se describe en la expresión 2.

$$RP = \frac{M}{(M + m)} \frac{Mgh}{Ax} + (M + m) \frac{g}{A} \quad (2)$$

¹ HETZ, E.: Costos de operación de tractores y máquinas agrícolas. En: IV Sem. Nac. De Mecanización Agrícola, 26pp. Univ. De Concepción, Chillán. Chile, 1990.

² FLUCK, R. & D. BAIRD. Agricultural energetic, Avi Pub. Co. Westport, CT, USA, 1980.

donde:

A- área de la base del cono;
g- aceleración de la gravedad;
h –altura de caída;
M-masa de impacto;
m-masa del penetrómetro sin considerar M;
x-distancia de penetración.

Determinación de la densidad aparente del suelo

Densidad aparente. Se define como la relación que hay entre la masa seca de una muestra de suelo y el volumen que ocupó dicha muestra en el campo. El resultado de la relación (masa/volumen) se obtiene en gramos por centímetros cúbico (g/cm^3).

Para determinar la densidad aparente del suelo se utilizó el método de cilindro Uhland utilizando cinco cilindros por parcelas para extraer las muestras del suelo, a cada cilindro se le midió la longitud y el diámetro interior, utilizando un pie de rey (Vernier). Para determinar el volumen, las muestras se tomaron en los 10 puntos elegidos, colocadas en papel de aluminio, pesadas y llevadas a una estufa a $110\text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas, para así determinar el peso del suelo. El procedimiento para la toma de muestra se calculó por la ecuación 3.

$$D_a = \frac{M_{ss}}{V_c} \quad (3)$$

donde:

D_a -densidad aparente del suelo, g/cm^3 ;
 M_{ss} -masa de suelo seco, g;
 V_c -volumen del cilindro, cm^3 .

Determinación de los rendimientos del cultivo por cada tratamiento

Para el caso de la variable rendimiento se realizó el muestreo por plantas pesándose el total de semillas obtenido en cada una de las cinco muestras de los tratamientos denominados: Sistema Convencional (SC) y Sistema de Conservación (SDC).

Caracterización de las máquinas

Fue utilizado como fuente energética en las pruebas experimentales un tractor Massey Ferguson, modelo 680 4x4, 6 000 kg, y 292 4x2 TDA con potencia máxima de 48 kW (65 cv) en el motor a 2 000 rpm y masa de 3 150 kg.

Los implementos y máquinas utilizados en la conducción del experimento fueron los siguientes:

- Rastra (Grada) Rota Agro de 36 discos, 18 dentados al frente y 18 de bordes lisos en la parte trasera y 1 800 kg de masa.
- Pulverizador de barra, Jacto de 2000 L de capacidad y 850 kg de masa y ancho de trabajo de 14 m.
- Sembradora Vence Tudo SA 14600 A, de 6 líneas para granos con masa de 1 300kg.
- Trompo Vicon para aplicación de fertilizante granulado y masa de 130 kg.
- Cosechadora Massey Ferguson, modelo 5680 con masa de 8 060 kg.

Costos energéticos y de explotación en los conjuntos agrícolas

Para la determinación de los costos energéticos y de explotación se estudiaron los trabajos de varios especialistas y se utilizaron diferentes metodologías, estando entre los autores Burhan *et al.* (2004); Meul *et al.* (2007); Fumagalli, *et al.* (2011) y Mohammadhossein *et al.* (2012). Se utilizó el programa de computación “Costos Energéticos y de Explotación (CEE)” el cuál es un sistema automatizado elaborado en el CEMA por De las Cuevas, *et al.* (2009), este sistema permitió el análisis de los datos primarios de las observaciones, así como la determinación de los costos mencionados anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del área experimental

El área experimental está ubicada en el complejo agroindustrial Los Riecitos, San Tomé, Parroquia Cantaura, Municipio Freites del Estado Anzoátegui, Venezuela. Se utilizó el Pivote 4 ubicado en los $8^\circ 58'00''$ de latitud norte y los $64^\circ 31'60''$ de longitud oeste). Según consta en el informe oficial emitido por el INIA-Anzoátegui sobre el análisis de suelo, la textura del mismo es arenoso, con un 88 % de arena, 8 % de limo y 4 % de arcilla. Además, dicho documento describe la composición química de esta parcela.

Humedad

En cuanto al análisis de la humedad en la profundidad entre 20 y 30 cm se obtuvo como promedio que en el sistema convencional es de 3,64 % en un rango que va desde 2,63 hasta 4,62 %, con un coeficiente de variación de 22,98 % y en el sistema de conservación el valor medio es de 2,27 % con un rango que va desde 1,18 % y 2,97 % siendo más variable el sistema de conservación con coeficiente de variación de 34,51 %.

Los resultados obtenidos en los análisis de varianza mostraron que no hay diferencias significativas de la humedad a ambas profundidades para los dos tratamientos aplicados dado que el P-valor para todos los casos es mayor a 0,05

Densidad aparente

El análisis estadístico para los dos tratamientos, sistemas de siembra convencional y de conservación, indica que el valor medio de la densidad aparente de la parcela en la cual se le aplicó el tratamiento 1 es de $1,69\text{ g}/\text{cm}^3$ y en la que se aplicó el tratamiento 2 se obtuvo un valor medio de $1,68\text{ g}/\text{cm}^3$. Los resultados del análisis de varianza permiten determinar que la densidad aparente (D_a), no afectó el comportamiento de los dos sistemas de siembra, ya que se demuestra que no hay diferencia estadísticamente significativa, según el P- valor de 0,8741 que es superior a 0,05. Por lo tanto, se puede afirmar que la selección de las dos parcelas en estudio garantiza homogeneidad respecto a la variable estudiada.

Resistencia a la penetración

Ambos tratamientos muestran valores mínimos idénticamente iguales a 15 y 20 cm de 2,16 y 2,83 MPa respectivamente.

Se observa además una ligera variación en 25 cm con 3,17 MPa en SC, el cual es menor que la SDC con 3,51 MPa comportamiento que se invierte a los 30 cm donde para la SDC es menor el valor con 0,14 MPa con respecto a la SC con 3,51 MPa, los valores máximos se incrementan desde la profundidad de 15 cm siendo superiores los de la SDC hasta los 25 cm y luego se igualan en ambos sistemas en los 30 cm a 4,85 MPa. El coeficiente de variación muestra una distribución descendente a partir de los 10 cm de profundidad, siendo el de SC menor que

el SDC hasta los 30 cm.

Análisis del rendimiento obtenido por cada tratamiento

Según el análisis de varianza realizado como se muestra en la Tabla 1 no existen diferencias estadísticamente significativas entre los rendimientos obtenidos con el tratamiento Sistema de Conservación (SC) y Sistema de Conservación (SDC), dado que el p-valor obtenido es de 0,53 siendo mayor que 0,05 para un 95 % de confiabilidad de la muestra, cuyos valores medios son 140,34 y 198,38 g por plantas respectivamente.

TABLA 1. Análisis de varianza para el rendimiento medido por muestras, g

Fuente	Sumas de cuad.	Análisis de la Varianza			
		Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	8422,18	1	8422,18	5,13	0,0532
Intra grupos	13124,8	8	1640,6		
Total (Corr.)	21547,0	9			

De igual forma en la Tabla 2 se aprecia el comportamiento de los valores mínimos y máximos de esos rendimientos por plantas, siendo ligeramente superior el valor máximo del rendimiento en el tratamiento SDC lo cual explica el incremento del coeficiente de variación en dicho tratamiento con respecto al SC. Esta variación se debió al método de muestreo, que para próximas investigaciones debe tenerse en cuenta la estandarización de la muestra a igual número de plantas por hilera, así como el incremento del número de muestras según el error que se fije para cada tratamiento.

El comportamiento de los rendimientos totales para el tratamiento SC según la estimación por muestra fue 56,48 kg equivalente a 564,8 kg/ha mientras que la cosecha real fue de 53,6 kg equivalente a 536 kg/ha.

Para el tratamiento SDC el comportamiento de los rendimientos totales fue 77,3 kg equivalente a 773 kg/ha mientras que la cosecha real fue de 90,0 kg equivalente a 900 kg/ha cuya diferencia entre estimado y real pudo estar influenciado por la estandarización de la muestra.

TABLA 2. Resumen Estadístico del Rendimiento, g

Tratamiento	SC	SDC
Frecuencia	5	5
Media	140,34	198,38
Varianza	34,72	3246,48
Desviación típica	5,89	56,97
Mínimo	134,99	139,09
Máximo	150,0	274,12
Rango	15,01	135,03
Coeficiente de variación %	4,19	28,72

Del análisis estadístico de los resultados obtenidos se puede concluir que:

- Las características físico mecánicas del suelo de las parcelas ensayadas no interfieren en la aplicación de los tratamientos SC y SDC.
- Los rendimientos obtenidos bajo los dos tratamientos no difieren entre sí, lo que está dado por la calidad de la semilla que tuvo un 90 % de germinación, las características de emergencia del cultivo en estudio y su área foliar que garantizó el control de la maleza en el tratamiento SDC.

COSTO ENERGÉTICO Y GASTOS DE EXPLOTACIÓN

Costo energético

En los análisis de varianza del comportamiento del costo energético, principal objetivo de este trabajo, de acuerdo con la prueba F, se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de los dos sistemas de labranza y siembra en estudio ($P < 0,000$). El coeficiente de variación fue 0,005 %, indicando una óptima precisión experimental. Las comparaciones entre las medias se muestran en el gráfico de la Figura 1.

De acuerdo con el análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 %, se aprecia que los costos energéticos de ambos sistemas, difieren uno del otro.

El sistema de conservación tiene un costo energético menor al costo del sistema convencional.



FIGURA 1. Valores medios del costo energético ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$) de dos sistemas de labranza convencional y de conservación para el frijol bayo Tuy.

El sistema que menos combustible consumió fue el de conservación, con un valor medio de 28,9 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$, con respecto al sistema de labranza convencional, cuyo valor medio fue de 137,24 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

La tecnología empleada en el sistema de conservación significó un ahorro de mano de obra, al invertir menos tiempo ($4 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$) de utilización de la maquinaria, un incremento en

la eficiencia de la misma y un menor gasto energético total, que representó un 88,84 % respecto al sistema convencional, ahorrando 3 400,40 MJ ha⁻¹ por lo que es factible ahorrar 108 L·ha⁻¹ de gasoil.

Gastos de explotación

El empleo del sistema de conservación en la preparación del suelo en las condiciones de Los Riecitos, permitió alcanzar mejores resultados en la producción de frijol bayo Tuy, de tal modo que los gastos de explotación fueron menores en el sistema de conservación, contabilizándose una diferencia de 444,18 Bs·ha⁻¹. con respecto al sistema convencional. El menor gasto total del sistema de conservación, es debido a la disminución de la preparación del suelo.

En el sistema de conservación se realizó una operación menos (pase de rastra) en comparación con el sistema convencional, lo cual significó el 76 % de ahorro en los gastos totales y 44 % de ahorro en tiempo de trabajo.

CONCLUSIONES

- No existen diferencias significativas de la humedad a ambas profundidades (20 y 30 cm) para los dos tratamientos aplicados dado que el p-valor para todos los casos es mayor a 0,05. La densidad aparente media de 1,69 y 1,68 g/cm³

respectivamente para los tratamientos 1 y 2 obtenidos no provocan interferencia en la aplicación de los tratamientos entre parcelas.

- Los rendimientos obtenidos bajo los dos tratamientos no difieren entre sí, lo que está dado por la calidad de la semilla que tuvo un 90 % de germinación, las características de emergencia del cultivo en estudio y su área foliar que garantizó el control de la maleza en el tratamiento SDC.
- El sistema que menos combustible consumió fue el de conservación, con un valor medio de 28,9 L·ha⁻¹, con respecto al sistema de labranza convencional, cuyo valor medio fue de 137,24 L·ha⁻¹.
- La tecnología empleada en el sistema de conservación significó un ahorro de mano de obra, al invertir menos tiempo (4 h·ha⁻¹) de utilización de la maquinaria, un incremento en la eficiencia de la misma y un menor gasto energético total, que representó un 88,84 % respecto al sistema convencional, ahorrando 3 400,40 MJ·ha⁻¹ por lo que es factible ahorrar 108 L·ha⁻¹ de gasoil.
- El empleo del sistema de conservación en la preparación del suelo en las condiciones de Los Riecitos, permitió alcanzar mejores resultados en la producción de frijol bayo Tuy, de tal modo que los gastos de explotación fueron menores en el sistema de conservación, contabilizándose una diferencia de 444,18 Bs·ha⁻¹. con respecto al sistema convencional.

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.
- BURHAN, O., A. KURKLU, H. AKCAOZ: "An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: A case study for Antalya region of Turkey". *Biomass and Bioenergy*, DOI: 10.1016/S0961-9534(03)00080-1, 26: 89-95, 2004.
- [Community_garden]: Urban Ag/Community Ag projects in Chile? [en línea] Sun Jul 18 13: 36: 54 CDT 2010. Disponible en: http://list.communitygarden.org/pipermail/community_garden_list.communitygarden.org/2010-July/004632.html
- DE LAS CUEVAS, H; RODRÍGUEZ T; PANEQUE, P; DÍAZ, M.: "Costo energético del rodillo de cuchillas CEMA 1400 para cobertura vegetal", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 20(3): 5-8, 2011.
- DE LAS CUEVAS, H.R.; T. RODRÍGUEZ; P. PANEQUE y M.I. HERRERA: "Software para la determinación de los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 18(2): 78-84, 2009.
- DERPSCH, R; SIDIRAS, N., ROTH, C.H.: "Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no tillage techniques in Paraná, Brazil", *Soil and Tillage Research*, ISSN: 0167-1987. 8: 253-263. 1986.
- FAO. Energy consumption and input output relation in field operations. CNRE study No.3. *Fao, Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, Italy, 1990.
- FAO: Manual de sistemas de labranza para América Latina, 193pp., Editor Food & Agriculture Org., *Volumen 66 de Boletín de suelos de la FAO*, ISSN 0253-2050, ISBN 9253032537, 9789253032532, *Fao, Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, Italy, 1992
- FONTANETTO, H. y KELLER, O.: *Efecto de las labranzas sobre propiedades del suelo y los rendimientos. [en línea] 1998, Disponible en: http://raqfaela.inta.gov.ar/productores_97-98/Indice.htm. Consulta: (octubre, 24 2014)*
- FLUCK, R. (Ed). *Energy for farm production*, 287pp., Vol. 6 of Energy for World Agriculture. Elsevier, Print ISBN: 9780444886811; Electronic ISBN: 9780444597816, Amsterdam, 1992.
- FUMAGALLI, M. M. ACUTIS F. MAZZETTO F. VIDOTTO G. SALI L. BECHINI: "An analysis of agricultural sustainability of cropping systems in arable and dairy farms in an intensively cultivated plain". *European Journal of Agronomy*. DOI: 10.1016/j.eja.2010.11.001, ISSN: 1161-0303. 34: 71-82, 2011.
- LÓPEZ, M. V. VÁZQUEZ, S. SALAZAR, T. ZÚÑIGA, H. TREJO: "Sistemas de labranza y fertilización en la producción de maíz forrajero". *Phyton*, <http://dx.doi.org/10.17533/>, ISSN: 0031-9457, 79: 47-54 2010.

- MEUL, M., F. NEVENS, D. REHEUL, G. HOFMAN: "Energy use efficiency of specialized dairy, arable and pig farms in flanders". *Agric. Ecosyst. & Environ.* DOI: [10.1016/j.agee.2006.07.002](https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.07.002), ISSN: 0167-8809, 119: 135-144, 2007
- MOHAMMADHOSSEIN, R., A. WAISMORADI, R. HOSHANG: "Energy Efficiency of Different Tillage Systems in Forage Corn Production". *Intnl. J Agri Crop Sci.* ISSN: 0120-6230, 4: 1644-1652, 2012.
- NC 67: 2000. *Geotecnia. Determinación del contenido de humedad de los suelos y rocas en el laboratorio (Sust. a las NC 54-236: 83 y NC 54-353: 86)*, Vig. Febrero 2000.
- PANEQUE, P., E. MARRERO, H. DE LAS CUEVAS: "Determinación de la fuente energética para las labores mecanizadas de los cítricos", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 7(3): 25-32, 1998.
- STOUT, B.A., *Handbook of Energy for World Agriculture*, Ed. Elsevier Applied Science. 1-50: 95-101.4, ISBN-10: 0444569081, ISBN-13: 978-0444569080: London and New York, 1990.

Recibido: 09/07/2015

Aprobado: 04/03/2016.

Pedro Paneque Rondón, Profesor titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: paneque@unah.edu.cu

Rafael Tayupe Zamora, Correo electrónico: jtayupezamora@yahoo.es

Pablo Hernández Alfonso, Correo electrónico: phernand@unah.edu.cu

María Victoria Gómez Águila, Correo electrónico: mvaguila@hotmail.com.

Héctor R. De las Cuevas Milán, Correo electrónico: hector@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.

Servicios Científico-Tecnológicos



- **Validación de máquinas y tecnologías agrícolas, (Prueba Estatal).**
- **Asistencia técnica y Asesoría en el campo de la Ingeniería Agrícola.**
- **Consultoría técnica de equipamiento e infraestructuras agrícolas para su introducción en los sistemas productivos.**
- **Servicios de gestión de la información y el conocimiento científico técnico en temáticas de la Ingeniería Agrícola.**
- **Asesoría y ejecución de programas, evaluaciones, estudios y otras acciones de interés estatal en el campo de la Ingeniería Agrícola.**