



Índices de tres aperos de labranza primaria en suelo con superficie acanterada y residuos vegetales

Indexes of three primary tillage implements in soil with mound surface and covering of vegetables residues

Dr.C. Yoel Betancourt Rodríguez, Dr.C. Miguel Rodríguez Orozco^{II}, Dr.C. Ciro Iglesias Coronel^{III}, M.Sc. José R. Gómez Pérez^I, M.Sc. Inoel García Ruiz^I

^I Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETIC Centro-Villa Clara), Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.

^{II} Universidad Central de las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

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

RESUMEN. Con el objetivo de fundamentar el empleo de la labranza primaria localizada mediante el C 101M en la preparación de suelos cañeros se realizó una investigación en un suelo Gley Vértico típico, con superficie acanterada y cobertura de residuos vegetales. Se evaluaron algunos índices de explotación y económicos en la rotura con tres aperos: el escarificador de acción escalonada C 101M, el multiarado M 250 y el arado de discos AT-90. Los resultados indicaron que el C 101M logró en términos generales mejores índices de explotación y económicos respecto a la total con el M 250 y el AT-90, debido al mayor aprovechamiento del turno de trabajo, con el 72% invertido en el tiempo limpio y solo el 7% para solucionar los fallos tecnológicos; mayor productividad, incrementando la misma por hora de explotación en 21%; mejores coeficientes de explotación, logrando coeficientes de aprovechamiento del tiempo de turno y de seguridad tecnológica superiores en 10 y 16%, respectivamente; menores gastos específico de combustible, hasta en 22% y directos de explotación, en 28%. Se recomendó aplicar la labranza primaria localizada de superficies acanteradas con el C 101M.

Palabras clave: índices de explotación, gasto de combustible, costo, escarificación localizada.

ABSTRACT. With the objective of proving the benefits of using the stripe primary tillage by the C 101M in the sugar cane land preparation an experiment was carried out in a soil classified as typic vertic Geyish, with mound surface and covering of vegetables residues. The economics and exploitation indexes of soil ploughing with three implements: step action scarifier C 101M, the multi-plough M 250 and the disks plough AT-90 were evaluated. The main results shown that the scarifier C 101M reach better economics and exploitation indexes, with the 72% spent at the working time, and less time to solve the technological fails (7%); high productivity, increasing the number of hectare per hour of exploitation time at 21%, better exploitation coefficients, reaching a shift time and a technological security coefficients superiors to 10 and 16%, respectively; less specific fuel consumption, up to 22%, and exploitation direct expense at 28%. The stripe primary tillage by the C 101M under the condition studied was recommended.

Keywords: operation index, fuel consumption, cost, stripe scarification.

INTRODUCCIÓN

Los altos índices de plasticidad de los suelos arcillosos pesados con características similares a los del norte de Villa Clara, Cuba, y sus prolongados períodos de sobre-humedecimiento hacen de la preparación de los mismos para la plantación un proceso enmarcado en un período corto de tiempo, coincidente con la época seca del año, Diciembre-Abril. Las tecnologías con más de 45 días de preparación y con altos gastos de combustibles son insostenibles (Gutiérrez *et al.*, 2013).

El perfeccionamiento de la preparación de dichos suelos para caña de azúcar se ha centrado en la introducción de la labranza primaria localizada, por ser esta una de las vías que brinde soluciones a los problemas existentes, tales como el tiempo prolongado en la ejecución del proceso, la quema de los residuos vegetales al iniciar la labor, el elevado consumo de combustible y lubricantes y el alto costo.

En ese sentido, Betancourt *et al.* (2014a) y Betancourt *et al.* (2014b) fundamentaron, mediante los índices de calidad de la labor, el empleo del escarificador de acción escalonada modificado C 101M en la preparación de suelos arcillosos pesados con superficies acantheradas. Se debe señalar que una de las ventajas de las alternativas propuestas radicó en la posibilidad de crear el lecho de plantación sin quemar los residuos vegetales, por lo que se pueden aprovechar los beneficios reportados por el empleo de esta práctica, como el control de malezas, la protección del suelo contra la erosión y la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Morell *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2010; García *et al.*, 2011; Crespo *et al.*, 2013; Oliva *et al.*, 2014).

Por otra parte, se plantea que la labranza primaria desempeña un rol importante en la preparación de suelos en general, por su alta incidencia en los índices de explotación, energéticos y económicos (Garrido, 1984). Si se parte de ese precepto y se compara la labranza primaria respecto a las operaciones restantes en la preparación mínima con medios tradicionales en los suelos arcillosos pesados, en aquella el tiempo entre labor es mayor, representando el 55% (entre 25 y 30 días como mínimo); la productividad por hora de tiempo de explotación es inferior en 50% y el gasto de combustible y el costo se incrementan en 25 y 53%, respectivamente. De lo anterior se deduce que una de las vías para incrementar la eficiencia de la preparación de suelos pesados puede ser mediante la utilización de implementos de laboreo primario que desempeñen mejores índices de explotación respecto a los medios actuales, arados y gradas de discos.

La labranza primaria localizada, utilizando el escarificador

C 101M, puede ser la alternativa a los medios actuales, no solo para mejorar los índices de calidad de la labor sino para perfeccionar los parámetros de explotación, energéticos y económicos.

Considerando lo antes expuesto, el objetivo de esta investigación es determinar los índices tecnológicos, de explotación y económicos de tres implementos de laboreo primario en un suelo arcilloso pesado con superficie acantherada y cobertura de residuos vegetales.

MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas de la Unidad de Producción Cañera (UPC) “Tito González” perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Héctor Rodríguez”, ubicados ambos en el norte de la provincia de Villa Clara, en un suelo Gley Vértico típico, según la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999).

La caracterización de las condiciones naturales y de las parcelas del cultivo de la caña de azúcar coinciden con las reportadas por Betancourt *et al.* (2014a).

El plan experimental para la determinación de los índices tecnológicos, de explotación y económicos en la labranza primaria con el escarificador de acción escalonada C101M, el multiarado M 250 y el arado de discos AT-90 se presenta en la Tabla 1. Se debe destacar que el C 101M contó con cuatro órganos en tándem: un disco pica-paja, un descepador con saeta de 700 mm y dos escarificadores con saetas de 800 y 900 mm (Betancourt *et al.*, 2013).

TABLA 1. Plan experimental para la investigación de tres aperos de labranza primaria

Tratamientos	Características de la parcela
Labranza primaria con C 101M	Longitud: 530 m
Labranza primaria con M 250	Ancho franja de virajes: 12 m
Labranza primaria con AT-90	Ancho entre hileras: 1,6 m
Fuente energética utilizada: T-150K	Nro de pruebas por tratamiento: tres
Variables estudiadas: índices tecnológicos, de explotación y económicos.	

Las características principales del multiarado M 250 y el arado de discos AT-90 concuerdan con las presentadas por Betancourt *et al.* (2014a).

La evaluación tecnológica-explotativa de los agregados se realizó según los procedimientos establecidos en la NC 34-37: 2003 “Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológico-explotativa”. Se realizó el fotocronometraje de la labor, cumpliendo tres turnos de control y 15 h de tiempo limpio en cada caso.

La evaluación económica se realizó según lo descrito en la norma cubana NC 34-38: 2003 “Máquinas Agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación económica”. Se determinaron los gastos directos de explotación en cada apero evaluado.

Los datos obtenidos en las diferentes investigaciones se procesaron estadísticamente empleando el paquete estadístico *STAT-GRAPHICS Plus 5.1.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La labranza primaria de superficies acantheradas con manejo de residuos, en la variante localizada con el C 101M, mostró mayor aprovechamiento del tiempo de turno (Tabla 2), al realizar el trabajo planificado por jornada (5ha) en el menor tiempo de explotación (8,17 horas); con el 72% invertido en el tiempo limpio, siendo 10 y 14% superior al M 250 y al AT-90, respectivamente; además menor tiempo en paradas con el motor funcionando (T_o), solo el 2%, encontrándose entre 21 y 22% para el resto de los aperos y menor tiempo de desplazamiento en vacío (T_{va}), inferior en 2%, respecto al arado de discos de arrastre (AT-90). Resultados intermedios se encontraron en el M 250, e inferiores en el arado de discos AT-90, exceptuándose T_o que en el multiarado se incrementó en 2% respecto a este último.

TABLA 2. Composición de la jornada en la labranza primaria con los implementos evaluados

Tiempos, hora	Implementos		
	M 250	AT-90	C 101M
Tiempo limpio (T_L)	6,10	6,09	5,88
Tiempo en el desplazamiento en vacío (T_{va})	0,39	0,69	0,40
Tiempo en paradas con el motor funcionando (T_o)	2,20	2,14	0,17
Tiempo de explotación (T_e)	9,80	10,35	8,17
Tiempo de turno (T_t)	10,20	10,86	8,67

Se debe destacar que el mayor porcentaje de tiempo para solucionar los fallos tecnológicos (T_{sft}) se encontró en el multiarado (20%), próximos a este el arado de discos con el 16% y en menor cuantía, con el 7% el escarificador combinado C 101M (Figura 1).

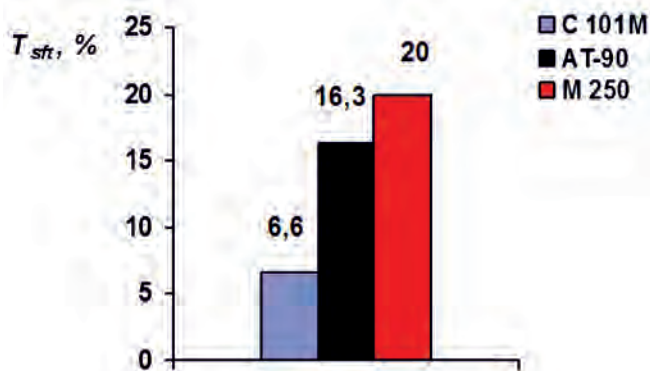


FIGURA 1. Tiempo para solucionar los fallos tecnológicos (T_{sft}).

Estos resultados se deben a que el C 101M labora en la zona donde se encuentra el menor porcentaje de residuos, en el centro de la hilera; y además, esta dotado de un disco pica-paja delante del órgano descepador lo cual facilita la realización del trabajo sin causar fallas tecnológicas (T_{sft}) mientras los órganos de trabajo se encuentran bajo carga; a diferencia del multiarado M 250 que en situación similar (bajo carga) las interrupciones ocurrieron entre tres y cuatro veces como promedio en cada pasada, afectando el tiempo limpio (T_L). Se debe señalar que

las causas de paradas del C 101M estuvieron asociadas a la acumulación de suelo y raíces en los órganos de trabajo.

En el arado de discos (AT-90) el T_{sft} ocurrió sin afectar el T_L , pero en él se invirtió entre cuatro y cinco veces el tiempo necesario para solucionar los fallos tecnológicos respecto al C 101M y el M 250, por enrollarse residuos vegetales y adherirse suelo en sus órganos de trabajo.

También, la utilización de implementos suspendidos, como es el caso del C 101M y el M 250, disminuye el tiempo de traslado y de viraje respecto a aquellos de arrastre (AT-90), al ser mayor la velocidad de desplazamiento durante esas operaciones y utilizar métodos de movimiento y virajes que racionalizan más el tiempo. En este caso el arado de discos empleó el movimiento combinado (adosando y hendiendo) con giros simples de doble evolución, a 90 grados sin lazo; para el resto de los aperos el tipo de movimiento utilizado fue en franjas (dos franjas), con giros a 180 grados sin lazo.

Los índices de productividad de la labranza primaria localizada con el C 101M muestran los mejores resultados en las condiciones de estudio (Figura 2), al ser mayor la productividad por hora de tiempo limpio (W_L) y operativo (W_{op}), entre 4 y 5% como promedio, con relación a los otros aperos (AT-90 y M 250); de igual forma ocurrió con la productividad por hora de tiempo productivo (W_{pr}) y de explotación (W_e), al encontrarse entre 20 y 21%, respecto a la labranza total. La productividad por hora de tiempo de turno sin fallo (W_t) es solo un 3% respecto al M 250, pero superior en 12% con relación al arado de discos. En términos generales, el multiarado mostró resultados intermedios en cuanto a la productividad; y los inferiores se hallaron en el arado de discos.

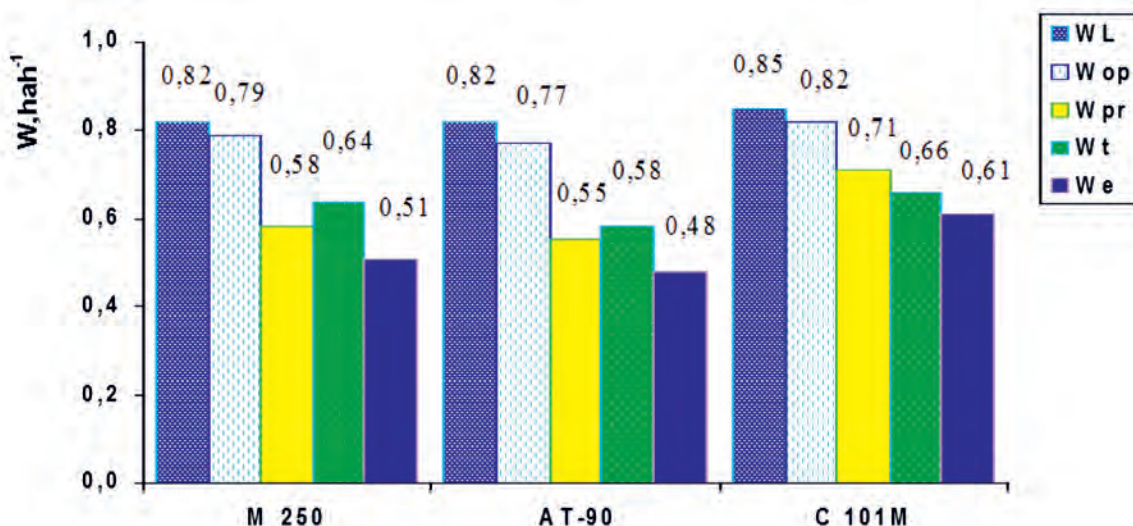


FIGURA 2. Productividad (W) de tres implementos en la labranza primaria.

La labranza primaria localiza con el C 101M mostró mejores coeficientes de explotación, encontrándose dentro de los parámetros establecidos para los arados (Tabla 3), a diferencia del M 250 y el AT-90 donde el coeficiente de utilización del tiempo productivo (τ_{pr}) está por debajo de lo establecido para los arados, de 0,75 a 0,85, según de las Cuevas *et al.* (2004).

TABLA 3. Coeficientes de explotación en los implementos evaluados

Coeficientes	Implementos		
	M 250	AT-90	C 101M
Coeficiente de pases de trabajo (τ_{pt})	0,97	0,94	0,97
Coeficiente de mantenimiento técnico (τ_{mt})	0,94	0,87	0,94
Coeficiente de seguridad tecnológica (τ_{st})	0,76	0,78	0,92
Coeficiente de seguridad técnica (τ_{ste})	1,00	1,00	1,00
Coeficiente de utilización del tiempo productivo (τ_{pr})	0,70	0,67	0,84
Coeficiente de utilización del tiempo explotativo (τ_{te})	0,62	0,59	0,72
Coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo (β)	1,00	1,00	1,00
Patinaje (ρ), %	13,20	14,10	12,30

Es importante acotar que el coeficiente de seguridad tecnológica (τ_{st}) del escarificador combinado C 101M se incrementó como promedio en 16% respecto al multiarado M 250 y al arado de discos AT-90, debido a que estos últimos invierten más tiempo en solucionar las fallas tecnológicas como se demostró anteriormente.

La complejidad constructiva del arado de discos de arrastre AT-90 incrementó el tiempo para el mantenimiento y las regulaciones en comparación con los escarificadores con saetas utilizados (C 101M y M 250), disminuyendo el coeficiente de mantenimiento técnico (τ_{mt}) inferior a 0,9.

Los coeficientes de seguridad técnica (τ_{st}) y de aprovechamiento del frente de labor (β) son iguales a uno debido a la no ocurrencia de fallos técnicos en ninguno de los implementos durante la investigación, y al trabajo en la misma dirección de los surcos, en superficie acanteradas, a 1,6 m de distancia entre hilera, lo cual sirvió de referencia para el paso de la fuente energética utilizada (T-150K).

El coeficiente de utilización del tiempo explotativo (τ_{te}) en los tres equipos está dentro del rango obtenido para los

arados, entre 0,4 y 0,7; según García de la Figal (2008), aunque los mejores resultados se encontraron en el escarificador combinado C 101M, con un incremento del 10%. El coeficiente de pases de trabajo (τ_{pt}) también se encontró dentro de lo recomendado para estos aperos (0,95), según Garrido (1984).

Por otra parte, el incremento del patinaje (2%) en el arado de discos AT-90 respecto al C 101M, aumentó el tiempo limpio de trabajo y a su vez el tiempo de turno para preparar una misma unidad de área, reduciendo el rendimiento y los coeficientes de explotación de este implemento, como pudo ser apreciado anteriormente.

El gasto de combustible en los distintos regímenes de carga para cada apero de labranza se muestra en la Tabla 4. En la labranza primaria localiza, durante el trabajo limpio ($G_L T_L$), el gasto se redujo en 9 y 23 litros por jornada (6 y 16%) respecto al multiarado y al arado de discos en ese orden. De igual forma, el de paradas con el motor funcionando ($G_o T_o$) es tres veces inferior respecto al de los otros implementos.

TABLA 4. Gasto de combustible en los distintos regímenes de carga para la jornada

Gastos de combustible, L	Implementos		
	M 250	AT-90	C 101M
Gastos de combustible en el trabajo limpio ($G_L T_L$)	150,1	163,8	141,2
Gastos de combustible durante el trabajo en vacío ($G_{va} T_{va}$)	6,0	13,0	6,1
Gastos de combustible en las paradas del agregado con el motor funcionando ($G_o T_o$)	6,6	6,4	2,1
Total	162,7	183,2	149,4

El gasto durante el trabajo en vacío es similar en el C 101M y M 250, pero disminuyen respecto al AT-90 en siete litros por jornada. En sentido general los mejores resultados se encontraron con el escarificador C 101M, intermedios con el multiarado M 250 e inferiores en el arado de discos AT-90.

El gasto total de combustible fue menor en la labranza primaria localizada en las condiciones bajo estudio en 13,3 y 33,6 litros para la jornada, respecto al M 250 y el AT-90; lo que expresado en función del área laborada (5 ha), tal como se presenta en la Figura 3, significa una reducción de 8 y 22% (2,61 y 6,73 L·ha⁻¹) con el empleo del C 101M.

Los resultados obtenidos en los indicadores de explotación (productividad, coeficientes de explotación y gasto de combustible) están directamente vinculados a la composición del tiempo del turno, por lo que las causas antes mencionadas que afectaron dicho tiempo influyen igualmente sobre estos índices.

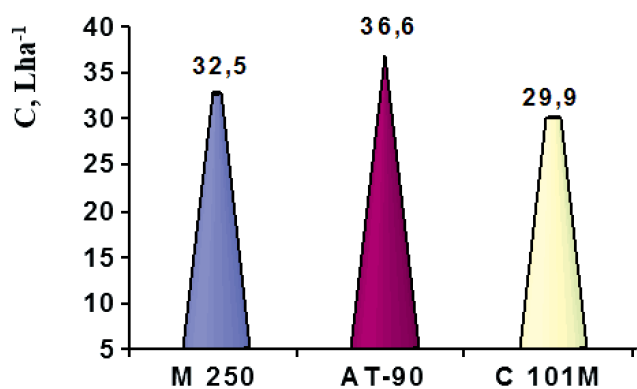


FIGURA 3. Gasto específico de combustible (C).

La Figura 4 muestra la labranza primaria con el C 101M en las condiciones de investigación.

Por otra parte, los gastos directo de explotación de la

labranza primaria disminuyó con el empleo del C 101M entre 9 y 28% (2 y 7 peso·ha⁻¹) respecto al M 250 y el AT-90, respectivamente (Tabla 5). Esto se debe a que con el escarificador C 101M se obtiene menor gasto de combustible y mayor productividad en general, y en particular con el AT-90, menor precio inicial y gastos de reparaciones y mantenimiento.

Finalmente, aunque el M 250 mostró mejores índices de explotación y económicos que el arado de discos AT-90, se debe señalar que en la labranza primaria de superficies acanteradas con cobertura de residuos vegetales el multiarado no cumple con la calidad de la labor por la alta inestabilidad de la profundidad de trabajo (45%), como consecuencia de los continuos atoros por acumularse residuos vegetales delante del órgano de trabajo, debido a su baja capacidad de paso en las condiciones de investigación (Betancourt *et al.*, 2014a).

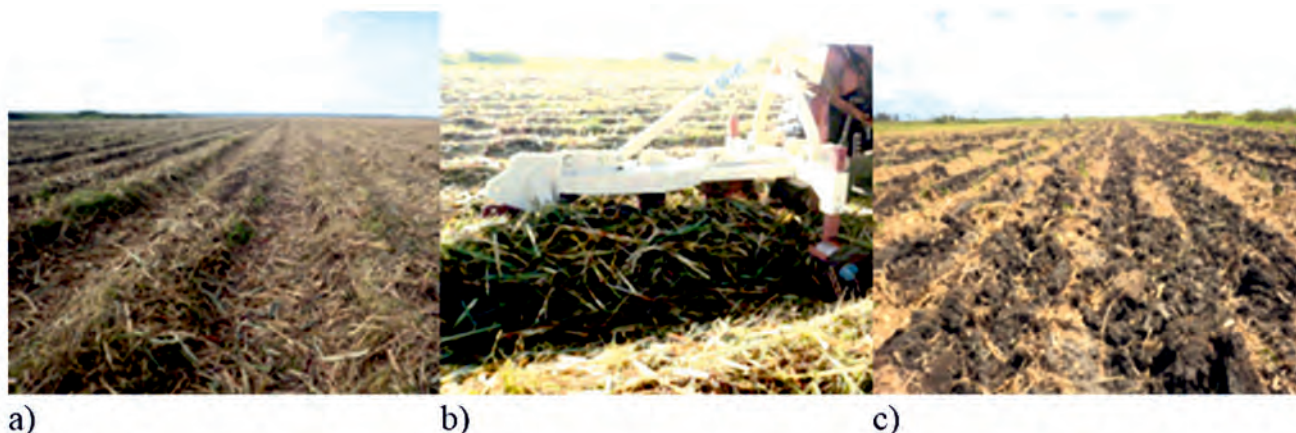


FIGURA 4. C 101M en la labranza primaria de una superficie acanterada con cobertura de residuos vegetales. a). Área antes de la rotura; b). Durante la labranza con el C 101M; c) Después de la operación.

TABLA 5. Gastos directos de explotación de los implementos evaluados

Implementos	Elementos de gasto, peso·ha ⁻¹				Gastos directos de explotación, peso·ha ⁻¹
	S	A	R	CL	
C 101M	2,70	0,97	1,21	12,70	17,58
M 250	3,24	0,99	1,23	13,76	19,21
AT-90	3,44	2,34	2,92	15,66	24,36

Leyenda: S- Gasto de salario del personal de servicio; A- Gasto de renovación; R- Gasto para la reparación general; corriente y servicios técnicos periódicos; CL- Gasto de combustible y lubricantes.

CONCLUSIONES

- La labranza primaria localizada con el C 101M en las condiciones de investigación respecto a la total con el multiarado M 250 y el arado de discos AT-90:
- Aumenta la productividad por hora de tiempo de explotación

- en 21% y alcanzar mejores coeficientes de explotación, con un coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno y de seguridad tecnológica superiores en 10 y 16%, respectivamente;
- Disminuye el gasto específico de combustible y los directos de explotación hasta en 22 y 28%, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BETANCOURT, Y.; C. CORONEL; M. RODRÍGUEZ; A. GUTIÉRREZ; I. GARCÍA: “Nuevos parámetros de diseño del escarificador C-101 para la labranza primaria de superficies acanteradas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 22(2): 68-73, 2013.

- BETANCOURT, Y.; M. RODRÍGUEZ; C. IGLESIAS; A. GUTIÉRREZ: "Calidad de la labor de nuevas alternativas de preparación de suelos arcillosos pesados con superficies acanteradas y cobertura de residuos vegetales en caña de azúcar", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 4(1): 8-13, 2014b.
- BETANCOURT, Y.; M. RODRÍGUEZ; C. IGLESIAS; J. R. GÓMEZ; I. GARCÍA; E. BECERRA: "Calidad de la labor de tres aperos de labranza primaria en suelos arcillosos pesados con superficies acanteradas y cobertura de residuos vegetales", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 23(1): 5-10, 2014a.
- CRESPO F. R.; H. I. PÉREZ; I. RODRÍGUEZ; I. GARCÍA: *Agronomía*, pp. 119-146, En: Hipólito Israel Pérez, Ignacio Santana, Iran Rodríguez, *Manejo sostenible de tierras en la producción de Caña de Azúcar*, 1ra ed., ISBN 978-959-300-051-2, Editorial AMA, La Habana, 2013.
- DE LAS CUEVAS, H. R.; T. RODRÍGUEZ; P. PANEQUE; M.I. HERRERA: "La labranza conservacionista y sus gastos energéticos", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 13(2):37-42, 2004.
- GARCÍA DE LA FIGAL, A. E.: *La productividad del trabajo y la economía en la maquinaria agropecuaria pp. 160-175*, En su: Mecanización agropecuaria, Editorial Félix Varela, La Habana, 2008.
- GARCÍA, I.; M. SÁNCHEZ; C. MENA: "Residuos de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar y su manejo en función del control de malezas", *Revista Cuba & Caña*, (D) RNPS 2258, ISSN: solicitado, 1: 31-36, 2011.
- GARRIDO, J.: *Explotación del parque de máquinas y tractores*, pp. 354-495, En su: *Implementos, Máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación*, Editorial Científico Técnica, La Habana, 1984.
- GUTIÉRREZ, A.; F. R. DÍAZ; L. VIDAL; I. RODRÍGUEZ; EMMA PINEDA; Y. BETANCOURT; J.R. GÓMEZ: "Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos arcillosos pesados con regadío superficial", *Revista Cuba & Caña*, (D) RNPS 2258, ISSN: solicitado, *Suplemento Especial*, 1: 15, 2013.
- 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.
- MORELL, F.; D. LÓPEZ; A. HERNÁNDEZ; YENIA BORGES: "Caracterización agro-biológica de los suelos pardos de la región de campo florido en relación con los cambios en el manejo agrícola", *Cultivos Tropicales*, ISSN: 0258-5936, E-ISSN: 1819-4087, 31(4): 70-75, 2010.
- NC 34:38:2003: *Oficina Nacional de Normalización: Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación económica.*, 15pp., La Habana, Vig. noviembre 2003.
- NC 34-37: 2003: *Metodología para la evaluación tecnológico-explotativa*, 21 pp., *Oficina Nacional de Normalización: Máquinas Agrícolas y Forestales. La Habana*, Vig. octubre 2003.
- OLIVA, L. M.; R. GALLEGU; G. FERNÁNDEZ; H. RUBÉN: "Fomento y reposición", En: Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar (Cuba), edit. Ignacio Santana, Maribel González, Sergio Guillen Sosa, Ramón Crespo, *Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar*, 2da edición, ISBN: 978-959-300-036-9, pp. 79-106, Editorial AMA, La Habana, 2014.
- RODRÍGUEZ, I.; H. PÉREZ; O. CRUZ: "Prácticas agrícolas establecidas para evitar la degradación de los suelos en la UBPC Tuinucú", *Revista Cuba & Caña*, (D) RNPS 2258, ISSN: solicitado, 1: 51-56, 2010.

Recibido: 21/10/2014.

Aprobado: 09/10/2015.

Publicado: 13/01/2016.

Yoel Betancourt Rodríguez, Inv. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA Centro-Villa Clara), Autopista Nacional km 246. Apartado 20, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba. Fax: 451 520. Correo electrónico: yoel@inicavc.azcuba.cu

Miguel Rodríguez Orozco, correo electrónico: miguelro@uclv.edu.cu

Ciro Iglesias Coronel, correo electrónico: ciro@unah.edu.cu

José R. Gómez Pérez, correo electrónico: yoel@inicavc.azcuba.cu

Inoel García Ruiz, correo electrónico: yoel@inicavc.azcuba.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.