

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL

Indicadores de explotación de la picadora de forraje PN- Plus-2000

Indicators of operation of the forage chopper machine PN-Plus-2000

M.Sc. Roberto Ramos-González¹, M.Sc. Reynaldo Cun-González¹, M.Sc. Yudith Cordoví-Arjona^{II},
Ing. Juan Carlos Yero-Milanés^{II}, Ing. José Ángel Almaguer-Rodríguez^{II}

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

^{II} Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Granma, Bayamo, Granma, Cuba.

RESUMEN. Dada la necesidad de evaluar variantes de tecnologías para el procesamiento y distribución de la caña de azúcar como forraje fresco para la alimentación animal, fue realizado este trabajo, el cual presentó como objetivo la obtención de los indicadores de explotación de la picadora de forraje PN-Plus 2000 en la Cooperativa de Créditos y Servicios "Guillermo González, de la provincia Granma, Cuba. Para la evaluación fue utilizado el Procedimiento Normativo Operacional PG-CA-043 el cual establece los procedimientos para la medición y anotación del tiempo de duración de cada operación durante el periodo de trabajo de la máquina, calculándose la productividad, los coeficientes de explotación, consumo energético y tamaños de partículas del material procesado. Como resultado se obtuvo que la productividad en el tiempo de explotación alcanzada por la máquina fuera de 0,86 t/h, con un coeficiente de utilización del tiempo de explotación de 0,91, un consumo energético por unidad de trabajo realizado de 1800 Watt/t de forraje procesado y un 70% de tamaño de partículas del material procesado inferiores a los 20 mm de longitud. Se concluye según los resultados obtenidos con el empleo de la picadora de forraje PN-Plus 2000, su factibilidad para el procesamiento de la caña de azúcar como forraje para la alimentación animal.

Palabras clave: Producción de alimento animal, caña de azúcar como alimento, evaluación tecnológica.

ABSTRACT. Given the necessity to evaluate variants of technologies, for the production and distribution of sugar cane as fresh forage for animal feeding, was this work carried out, which presented as objective to obtain the indicators of operation of the forage chopper machine PN-Plus-2000, in the Cooperative of Credits and Services "Guillermo González", Province Granma, Cuba, processing sugar cane, variety Cuba-120. For the evaluation was used the Operational Normative Procedure PG-CA-043 which establishes the procedures for the mensuration and annotation of the time of each operation during the period of work of the machine, being calculated the productivity, the coefficients of operation, energy consumption and sizes of particles of the processed material. As a result it was obtained that the productivity in the time reached by the machine was 0,86 t/h, with a coefficient of use of the time of 0,91, energy consumption for unit of 1800 Watt/t of processed forage and the 70% of size of particles smaller than 20 mm of longitude. According to the results obtained with the employment of forage chopper PN-Plus 2000, their feasibility for the processing of sugar cane as forage for animal feeding.

Keywords: animal food production, sugarcane as feed, technological evaluation.

INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en Cuba se basó fundamentalmente en los pastos y forrajes apoyados en los subproductos de la industria azucarera y especializada con elevados insumos. El mercado favorable a Cuba en cuanto a las importaciones de productos como concentrados para la alimentación animal, equipamientos tecnológicos

y combustibles cambió drásticamente con la desaparición del campo socialista en el año 1990, lo que conllevó a un replanteamiento de la producción pecuaria (Valdés et al., 2012, citado por de las Cuevas et al., 2015). A partir de esta fecha, el Ministerio de la Agricultura estableció nuevas alternativas para la alimentación del ganado con

vista a garantizar el bienestar de la población y el estable desarrollo de su economía, en especial la agricultura y la ganadería (Lapinel, 2011; Ponvert-Delisle, 2016). Se crea así el Programa Nacional de Autosuficiencia Alimentaria en las unidades productivas de base el cual consiste en producir dentro de las áreas de la vaquería el alimento demandado por la masa ganadera aumentando así la base autóctona de los recursos alimenticios y depender más de los recursos disponibles y uso eficiente^{1,2,3} citados por Valdés et al. 2012, y de las Cuevas et al. (2015). La estrategia de este programa se basa en el suministro al ganado de forraje fresco desmenuzado con el empleo de picadoras de forrajes a partir de gramíneas tales como la caña de azúcar y el King Grass, que al ser procesadas por estas máquinas realizan una ruptura física del contenido de fibra, facilitando una rápida digestión y un mayor aporte de nutrientes al ganado, aumentando el consumo y la productividad animal y reduciendo los desperdicios de forrajes comparados con el no desmenuzado⁴ (Elías et al., 1990; Martín, 2005). Otra de las vías recomendadas por la FAO para garantizar la alimentación del ganado ha sido la plantación densa de Morera, Moringa y Tithonia para utilizarlas como forraje, (Friedrich, 2014).

En este sentido López et al. (2003), realizaron una evaluación nutricional de ocho variedades de caña de azúcar con potencial forrajero para la alimentación animal con excelentes resultados.

Con la siembra de caña de azúcar y de King Grass en las áreas de las vaquerías surge la demanda de picadoras de forrajes que se adecuen a las condiciones específicas de explotación de cada unidad de producción, por lo que las investigaciones relacionadas con la evaluación y determinación de parámetros explotativos de los diferentes tipos y modelos de picadoras de forrajes permiten proponer las más idóneas a las condiciones particulares de cada unidad lo que redundará en un incremento en la eficiencia organizativa del proceso tecnológico de las actividades relacionadas con las mismas.

En los últimos años en Cuba varios autores han realizado estudios sobre máquinas picadoras de forrajes como los realizados por Valdés et al. (2010, 2012, 2015, 2016), donde se determinó la influencia del ángulo de alimentación constante

y el momento de inercia sobre el calibre de las partículas desmenuzadas por las picadoras de forraje² del tipo de tambor con alimentación manual, además de evaluar los indicadores tecnológicos y de explotación de la máquina picadora de forraje IIMA modelo EM-01 modificada, así como la determinación del costo energético. De las Cuevas et al. (2013, 2015), evaluó los indicadores tecnológicos y de explotación de la máquina picadora de forraje JF-50 agregada al tractor Belarus 510 con la utilización del programa automatizado “Evaluación Tecnológica Explotativa” TECEXP.

Estudios similares relacionados con el tema son los realizados por de las Cuevas et al. (2014), para cosechadoras de caña mientras que Matos y García (2012), para los camiones en la transportación del mismo cultivo así como Ramos et al. (2012), determinaron los costos energéticos de la cosecha de forrajes para el ganado vacuno en Cuba, evaluando las maquinas Fraga modelo P-150 y la SPKZ-160.

El presente estudio formó parte del Proyecto de investigación “Evaluación técnico - económica de la transferencia de tecnologías de riego y mecanización en los sistemas de producción de alimento animal” donde uno de sus objetivos consistió en la determinación de indicadores de explotación de máquinas picadoras de forrajes.

MÉTODOS

La investigación se realizó en la Finca “Revolución”, perteneciente a la CCS Guillermo González de la Provincia Granma, en el período de enero – marzo del 2016, la misma posee un área de 1,5 ha de caña de azúcar de la variedad Cuba – 120 para la alimentación animal, evaluando la picadora de forraje PN- Plus-2000 (Figura 1a) de alimentación forzada y accionada por motor eléctrico (Figura 1b) durante el suministro de forraje fresco desmenuzado a partir de la caña de azúcar a un rebaño de 24 terneros dos veces al día³.

En la Tabla 1 se muestran las características técnicas de la picadora de forraje.



FIGURA 1a. Picadora de forraje PN- Plus-2000. 1b. Alimentación de la picadora de forraje.

¹ MINAG: Medidas principales de la ganadería vacuna en el año 1997. Dirección Nacional de Ganadería. La Habana, Cuba, 1997;

² MINAG: Situación de la alimentación del ganado y metodología de elaboración del balance forrajero para lograr la autosuficiencia alimentaria en las unidades ganaderas, Dirección Nacional de Ganadería, Grupo Nacional de Ingeniería en la Ganadería, La Habana, Cuba 1998a;

³ MINAG: Dictamen sobre los molinos desmenuzadores a utilizar en el procesamiento de la caña de azúcar como alimento para la ganadería vacuna. Dirección Nacional de Ganadería, Grupo Nacional de Ingeniería en la Ganadería, La Habana, Cuba 1998b;

⁴ FAO: Successes and failures with animal nutrition practices and technologies in developing countries. Ed. Harinder P.S. Makkar. Proc. FAO Electronic Conference, 1–30 September 2010. Rome.

TABLA 1. Características Técnicas de la picadora de forraje PN- Plus-2000

Nº	Indicadores	U/M	Resultados
1	Tipo.	-	Estacionaria de tambor
2	País.	-	Brasil
3	Marca.	-	Nogueira
4	Modelo.	-	PN- Plus-2000
5	Dimensiones de la máquina:		
	Largo.	mm	1370
	Ancho.	mm	880
	Altura.	mm	1200
6	Masa de la máquina	kg	82
7	Dimensiones de la bandeja de alimentación:		
	Longitud.	mm	380
	Ancho exterior.	mm	500
	Ancho interior.		360
8	Fuente energética	-	Motor eléctrico, monofásico 220 Volts 60 Hz.
9	Potencia del motor	kW	2,2
10	Frecuencia de giro del motor	min ⁻¹	3460
11	Transmisión del movimiento	-	Por correa
12	Cantidad de cuchillas.	unidades	3

Para la determinación de los indicadores tecnológicos - explotativos de la picadora de forraje PN- Plus-2000 se utilizó el Procedimiento Normativo Operacional PG-CA-043: (2013)⁵, el cual parte de la observación cronométrica, donde se recogen los gastos de tiempo para la evaluación de la explotación de la maquinaria agrícola. Se utilizó un cronómetro digital de 0,1 s de precisión para la determinación de los diferentes tiempos, productividad y los coeficientes de explotación con el empleo de las siguientes expresiones:

El balance del tiempo de turno se determina con el empleo de las siguientes expresiones:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8, \text{ h} \quad (1)$$

donde:

T_1 - tiempo limpio de trabajo, h;

T_2 - tiempo auxiliar, h;

T_3 - gastos de tiempo para la ejecución del mantenimiento técnico diario, para realizar las regulaciones, h;

T_4 - gastos de tiempo para la eliminación de los fallos tecnológicos funcionales y los fallos técnicos, h;

T_5 - gastos de tiempo para las necesidades fisiológicas y descanso del personal de servicio, h;

T_6 - gastos de tiempo en trabajo en vacío, h;

T_7 - gastos de tiempo en mantenimiento técnico diario previsto en la instrucción para la explotación, h;

T_8 - gastos de tiempo en paradas por causas ajenas a la máquina, h.

Solamente el tiempo limpio T_1 incrementa la productividad de la picadora de forraje, los demás son gastos de tiempos im-

productivos del tiempo de turno.

Tiempo de trabajo limpio (T_1)

Tiempo operativo $T_{02} = T_1 + T_2, \text{ h}$

donde:

T_2 - tiempo auxiliar

Determinación de los indicadores de productividad

Productividad por hora de tiempo limpio (W_1). Para la determinación de la productividad de tiempo limpio W_1 se pone en funcionamiento la picadora de forraje y cuando estabiliza el movimiento del órgano de trabajo, se introducen los tallos de caña de azúcar en la bandeja de alimentación de la máquina, la cual es desmenuzada. El tiempo de comienzo y final del proceso de desmenuzado constituye el tiempo limpio (T_1). La masa de cada muestra a procesar (Q), se obtuvo con un dinamómetro de 0,2 kg de precisión; obteniéndose la productividad mediante la siguiente expresión:

$$W_1 = \frac{Q}{T_1}, \text{ t/h} \quad (2)$$

donde:

Q - cantidad de masa procesada durante el trabajo de la máquina, t;

T_1 -tiempo de trabajo limpio, h.

Productividad por hora de tiempo operativo (W_{02})

$$W_1 = \frac{Q}{T_{02}}, \text{ t/h} \quad (3)$$

⁵ PNO PG-CA-043. Sistema de Gestión de la calidad. Prueba de máquinas agrícolas. Evaluación tecnológica explotativa. IAgri 2013, 1-13, 2013.

donde:

T_{02} - tiempo operativo, h.

$$T_{02} = T_1 + T_2 \quad (4)$$

Productividad por hora de tiempo productivo (W_{04}). Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$W_{04} = \frac{Q}{T_{04}}, \text{ t/h} \quad (5)$$

donde:

Q - volumen de trabajo realizado por la máquina, t;

T_{04} - tiempo productivo, h.

$$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \text{ h} \quad (6)$$

Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos (W_t)

$$W_t = \frac{Q}{T_t}, \text{ t/h} \quad (7)$$

donde:

Q - volumen de trabajo realizado por la máquina, t;

T_t - tiempo de turno sin fallos, h.

$$T_t = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 + T_7, \text{ h} \quad (8)$$

Productividad por hora de tiempo de explotación (W_{07})

$$W_{07} = \frac{Q}{T_{07}}, \text{ t/h} \quad (9)$$

donde:

Q - volumen de trabajo realizado por la máquina, t;

T_{07} - tiempo de explotación, h

$$T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7, \text{ h} \quad (10)$$

Gasto de energía eléctrica (E)

Determinación de la demanda energética de la picadora

En la línea de alimentación del motor eléctrico se tomaron las mediciones para cada muestra de la tensión (V) y el consumo de la intensidad de corriente eléctrica (I), trabajando el equipo sin carga y con carga, esta medición se realizó simultáneamente a la medición de la productividad y a la toma de muestra del calibre de las partículas. Como instrumento de medición se utilizó un voltímetro-amperímetro con escala de 30 Ampere con una precisión de 1 Ampere. Finalmente, se determinó la potencia consumida (E) mediante las siguientes expresiones:

Gasto por unidad de trabajo realizado específico, (E_e)

$$E_e = \frac{E}{Q}, \text{ Watt/t} \quad (11)$$

donde:

E - gasto de energía eléctrica durante la realización del volumen de trabajo en Watt;

Q - volumen de trabajo realizado por la máquina, t.

Gasto por hora de tiempo explotativo, (E_h)

$$E_h = \frac{E}{T_{07}}, \text{ Watt/h} \quad (12)$$

donde:

T_{07} - tiempo de explotación, h.

Determinación de los coeficientes de explotación

Los diferentes valores de los coeficientes de explotación se determinaron mediante las siguientes expresiones:

Coefficiente de servicio tecnológico (K_{23}).

$$K_{23} = \frac{T_1}{T_1 + T_{23}} \quad (13)$$

Coefficiente de utilización del tiempo productivo (K_{04})

$$K_{04} = \frac{T_1}{T_1 + T_{04}} \quad (14)$$

Coefficiente de utilización del tiempo explotativo (K_{07})

$$K_{07} = \frac{T_1}{T_1 + T_{07}} \quad (15)$$

Determinación del calibre de las partículas

Para la medición del calibre de las partículas se utilizó el procedimiento descrito por Valdés⁶ acorde a las normas CEN/TC 335 N55, (2003) y ANSI/ASAE S424.1, (2004)⁷; con la secuencia que se muestra a continuación:

Primeramente se colocó una manta sobre el suelo en la dirección de la salida de la torre de descarga de la picadora, para realizar la recogida de cada muestra después de procesada, ubicándose en bolsas debidamente enumeradas y clasificadas, tomando tres muestras del volumen total, para cada tratamiento experimental planificado. Después se procedió al tamizado de las muestras, utilizando tamices, la masa de las muestras ubicadas en cada tamiz se obtuvo con una balanza de 2,5 g de precisión, determinándose así el porcentaje de material troceado en diferentes rangos de valores, con respecto al peso de la muestra inicial.

Los tamices utilizados fueron para calibres de partículas de tamaños comprendidos de 20, 30 y 50 mm, los cuales se midieron directamente con una regla graduada con 1 mm de precisión.

En la Figura 3 se muestra la obtención de las muestras del material procesado durante el proceso de trabajo.

⁶ Valdés, P.A. Modelación físico-matemática del proceso tecnológico del órgano de corte de tambor en las picadoras de forraje con alimentación manual. UNAH, (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), 2008.

⁷ ANSI/ASAE S424.1 2004. Method of Determining and Expressing Particle Size of Chopped Forage Materials by Screening. ASABE STANDARDS. Effective Mar 1998.



FIGURA 2. Medición de las muestras a procesar.



FIGURA 3. Obtención de las muestras procesadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la investigación en la Tabla 2 se muestra el procesamiento de la información relacionado con la caracterización inicial en cuanto a longitud y diámetro de los tallos de caña de azúcar a procesar, variedad Cuba -120.

TABLA 2. Caracterización de las plantas de caña de azúcar a procesar

Parámetro	U/M	Número de Observaciones	Media aritmética	Varianza	Desviación Standard	Coefficiente de variación	Error Standard
Longitud	mm	50	2455,50	538.01	23,195	0,94	3,28
Diámetro	mm	50	22,06	2,09	1,44	6,52	0,20

Resultados y análisis de la Evaluación tecnológica y de explotación

La masa procesada por la picadora de forraje fue de 1,17 t con un consumo energético de 1800 Watt/t.

En la Figura 4 se muestran los resultados de los tiempos de explotación obtenidos.

El tiempo limpio (T1) o tiempo en que la máquina procesa el material representó un 78%, mientras que el tiempo auxiliar

(T2) representó un 13% que es el tiempo marcado por el abastecimiento del material a la máquina. El tiempo de mantenimiento técnico (T3) representó el 3% y el tiempo en mantenimiento técnico diario previsto en la instrucción para la explotación (T7) representó el 6%. Los tiempos (T4), (T5) y (T6) los cuales representan el tiempo para la eliminación de los fallos, tiempo para el descanso del personal y el tiempo de traslados en vacío respectivamente no influenciaron en el tiempo de explotación de la picadora de forraje.

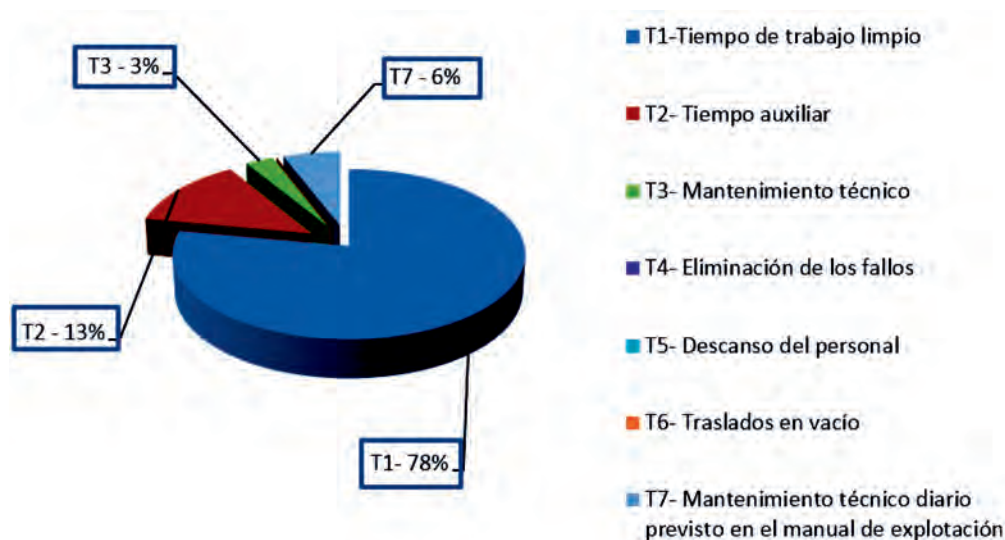


FIGURA 4. Distribución porcentual de los tiempos de explotación de la picadora de forraje.

En la Tabla 3 se muestran los valores de la productividad, consumo de energía y de los coeficientes de servicio tecnológico, tiempo productivo y tiempo de explotación.

TABLA 3. Indicadores de explotación

No.	Indicadores	U/M	Resultados
1	Equipo	-	Picadora de forraje
2	Tipo de cultivo	-	Caña de azúcar
3	Longitud promedio de las plantas	mm	2460
4	Diámetro promedio de las plantas	mm	22,06
5	Volumen de trabajo realizado.	t	1,17
6	Productividad por hora:		
	de tiempo limpio (W_1)	t/h	1,10
	de tiempo operativo (W_{02})	t/h	0,94
	de tiempo productivo (W_{04})	t/h	0,91
	de tiempo turno sin fallo (W_1)	t/h	0,86
	de tiempo de explotación (W_{07})	t/h	0,86
7	Consumo energético por unidad de trabajo realizado.	W/t	1800
	por hora de tiempo de explotación, E_h .	W/h	290
8	Coefficientes de explotación.		
	servicio tecnológico (K_{23}).	-	0,95
	del tiempo productivo (K_{04}).	-	0,91
	del tiempo de explotación (K_{07}).	-	0,91

Durante la evaluación de la picadora, la misma alcanzó una productividad por hora de tiempo limpio de 1,10 t/h, una productividad por hora de tiempo de explotación de 0,86 t/h, no existiendo prácticamente afectaciones por fallos tecnológicos, al alcanzar la máquina un coeficiente de servicio tecnológico de 0.95.

El consumo de energía eléctrica de la picadora de forraje fue de 1800 Watt por tonelada de forraje procesado.

En la Tabla 4 se muestran los resultados del calibre de partículas del material procesado.

TABLA 4. Resultados del calibre de partículas del material procesado

Indicadores	U/M	Resultados
Partículas menores de 20 mm.		70,59
Partículas de 21...30	%	11,77
Partículas de 31...50 mm.		17,64

Como se puede apreciar el mayor porcentaje de la masa procesada estuvo en el orden del 70% de partículas menores de

20 mm, lo cual indica un buen triturado para la alimentación de los animales.

CONCLUSIONES

- Los valores obtenidos de los indicadores de explotación de la picadora de forraje PN-Plus 2000 demuestra la factibilidad técnica para el procesamiento de la caña de azúcar para la alimentación animal en las condiciones de producción de la CCS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE LAS CUEVAS, H.; RAVELO, I.; DÍAZ, A.; PANEQUE, P.: "Evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO", *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(4): 35-38, 2014, ISSN: 2306-1545, 2227-8761.
- DE LAS CUEVAS, H.; RODRÍGUEZ, T.; DÍAZ, M.: "Sistema automatizado para la evaluación de explotación de las máquinas agrícolas", *Revista Ingeniería Agrícola*, 3(3): 29-34, 2013, ISSN: 2306-1545, 2227-8761.
- DE LAS CUEVAS, H.; VALDÉS, P.A.; RODRÍGUEZ, D.; SUÁREZ, R.; DELGADO, R.; VÁZQUEZ, J.L.: "Índices de explotación del tractor BELARUS 510 y la picadora de forraje JF 50", *Ingeniería Agrícola*, 5(2): 44-48, 2015, ISSN: 2306-1545, 2227-8761.
- ELÍAS, A.; LEZCANO, O.; LEZCANO, P.; CORDERO, J.; QUINTANA, L.: "Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Sacharina)", *Cuban Journal of Agricultural Science*, 24(1): 1-12, 1990, ISSN: 2079-3480.
- FRIEDRICH, T.: "Producción de alimentos de origen animal. Actualidad y perspectivas", *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(1): 5-6, 2014, ISSN: 2079-3480.
- LAPINEL, P.B.: "La sequía. Causas, percepción y enfrentamiento", *Revista Bimestre Cubana*, 107(32): 10-20, 2011, ISSN: 1012-9561.

- LÓPEZ, I.; ARANDA, E.M.; RAMOS, J.A.; MENDOZA, G.D.: "Evaluación nutricional de ocho variedades de caña de azúcar con potencial forrajero", *Cuban Journal of Agricultural Science*, 37(4): 381-386, 2003, ISSN: 2079-3480.
- MARTÍN, P.C.: "El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche", *Cuban Journal of Agricultural Science*, 39(Suppl.): 427-437, 2005, ISSN: 2079-3480.
- MATOS, N.; GARCÍA, E.: "Evaluación técnica y de explotación de los camiones en la transportación de la caña", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2): 30-33, 2012, ISSN: 2071-0054.
- PONVERT-DELISLES, D.R.: "Algunas consideraciones sobre el comportamiento de la sequía agrícola en la agricultura de Cuba y el uso de imágenes por satélites en su evaluación", *Cultivos Tropicales*, 37(3): 22-41, 2016, ISSN: 0258-5936, DOI: 10.13140/RG.2.1.4591.3843.
- RAMOS, R.; CRUZ, M.; NAVARRO, I.: "Determinación del costo energético de la cosecha de forrajes para el ganado vacuno en Cuba", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1): 73-78, 2012, ISSN: 2071-0054.
- VALDÉS, H.P.; DE LAS CUEVAS MILÁN, H.; RODRÍGUEZ, A.D.; SUÁREZ, L.R.; GÓMEZ, Á.M.V.; DELGADO, R.R.: "Determinación de los indicadores tecnológicos y de explotación de la máquina picadora de forraje MF IIMA modelo EM-01 modificada", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3): 28-34, 2015, ISSN: 2071-0054.
- VALDÉS, P.A.; DE LAS CUEVAS, H.; GÓMEZ, M.V.; RODRÍGUEZ, D.; VÁZQUEZ, J.L.; SUÁREZ, R.: "Determinación del costo energético de la picadora de forraje MF IIMA modelo EM-01 perfeccionada", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2): 17-21, 2016, ISSN: 1010-2760, 2071-0054.
- VALDÉS, P.A.; MARTÍNEZ, A.; PÉREZ, A.: "Análisis de la caña de azúcar como alimento para el ganado", *Revista Pre-Till de la Universidad Piloto de Colombia*, 10(26): 59-74, 2012, ISSN: 1692-6900.
- VALDÉS, P.A.; MARTÍNEZ, A.; VALENCIA, Y.; BRITO, E.: "Influencia del momento de inercia y de diferentes ángulos de alimentación constante sobre el calibre de las partículas de las picadoras de forraje del tipo de tambor con alimentación manual. Parte I", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(3): 69-77, 2010, ISSN: 1010-2760, 2071-0054.

Recibido: 13/11/2016.

Aprobado: 17/05/2017.

Roberto Ramo-González, Investigador Agregado, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba, Correo electrónico: dptomecan3@iagric.cu

Reynaldo Cun-González, Correo electrónico: dptoriego3@iagric.cu

Yudith Cordoví-Arjona, Correo electrónico: iagric@dlg.grm.minag.gob.cu

Juan Carlos Yero-Milanés, Correo electrónico: iagric@dlg.grm.minag.gob.cu

José Ángel Almaguer-Rodríguez, Correo electrónico: iagric@dlg.grm.minag.gob.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.

