

Indicadores de explotación de la picadora de forraje RSA/30

Indicators of Operation for the Forage Chopper RSA/30



<https://cu-id.com/2177/v32n1e02>

✉ Héctor de las Cuevas Milán^{I*}, ✉ Idaris Gómez Ravelo^{II}, ✉ Yanara Rodríguez López^I,
✉ Pedro P. Paneque Rondón^I, ✉ Mario I. Herrera Prat^{III}

^IUniversidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II}Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Cultura Física, Departamento de Didáctica de la Educación Física, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{III}Ministerio de Educación Superior, Vedado, Plaza, La Habana. Cuba.

RESUMEN: Como parte del proyecto Desarrollo del escenario tecnológico-científico-docente-productivo de la agricultura cubana en la Granja Universitaria Guayabal, el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA) de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), se realizan investigaciones sobre la evaluación de conjuntos agrícolas para la producción de alimento animal, siendo el objetivo del presente trabajo, determinar los indicadores de explotación de la picadora de forraje RSA/30 durante el desmenuzamiento de King Grass. Donde se obtuvo un coeficiente de utilización del tiempo y productividad en tiempo productivo de 0,66 y 18,70 kg/h respectivamente.

Palabras clave: Evaluación tecnológica, picadora, forraje.

ABSTRACT: The present work is one of the investigations carried out by the Center of Agricultural Mechanization (CEMA) of the Agrarian University of Havana (UNAH), on the evaluation of agricultural groups for the production of food animal, as part of the project "Development of the Technological-Scientific-Educational-Productive Scenario of Cuban Agriculture in the University Farm Guayabal". Its objective was to determine the indicators of operation of the forage chopper RSA/30 during the crumbling of King Grass. A coefficient of use of the time and productivity, in productive time of 0,66 and 18,70 kg/h, respectively, was obtained.

Keywords: Technological Evaluation, Forage, Chopper.

INTRODUCCIÓN

En la producción ganadera en Cuba, durante la aplicación de las nuevas tecnologías para la alimentación de los animales, se orienta crear áreas forrajeras básicamente de caña de azúcar y de King Grass, lo cual generó una alta demanda de tecnologías mecanizadas para el procesamiento de estas nuevas fuentes de alimentos en las vaquerías (Valdés *et al.*, 2016).

Para el procesamiento de estas plantas en las entidades ganaderas del país, es necesario que cuenten

con equipos picadores de forrajes, que se adecuen a las condiciones de explotación específicas de cada unidad de producción. Estos equipos asumen un importante papel dentro de las unidades, ya que durante el desmenuzamiento de dichos cultivos, realizan su ruptura física, debido al alto contenido de fibra, que facilita una digestión más rápida y contribuye a un mayor aporte de nutrientes al rumiante y a su vez favorece a mayores consumos energéticos Elias *et al.*, 1990; Delgado, 2006 citados por Valdés *et al.* (2016), aspecto a tener en cuenta para la adquisición de dichas máquinas (Paneque *et al.*, 2018).

*Author for correspondence: Héctor de las Cuevas Milán, e-mail: cuevasm@nauta.cu

Recibido: 25/08/2022

Aceptado: 09/12/2022

La creación del Programa Nacional de Autosuficiencia Alimentaria en las unidades productivas de base, plantea la producción de alimentos demandados por la masa ganadera en las áreas de la vaquería, aumentando así la base autóctona de los recursos alimenticios y depender más de los recursos disponibles y uso eficiente de la energía (Valdés *et al.*, 2012; 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 desmenuzado (Ramos *et al.*, 2017).

Varios autores han realizado investigaciones sobre máquinas picadoras de forrajes como los realizadas por Valdés *et al.* (2010, 2012, 2015, 2016, 2017, 2019), 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 forraje 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.* (2010), de las Cuevas *et al.* (2011, 2015), evaluaron 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 (De las Cuevas *et al.*, 2008).

En este sentido López *et al.* (2003) (citados por Valdés *et al.* (2016)), 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 de explotación 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 forraje 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.* (2009, 2011, 2015), evaluaron 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 (De las Cuevas *et al.*, 2008).

La evaluación de los indicadores de explotación de las máquinas agrícolas, es muy importante a la hora de evaluar o caracterizar un proceso tecnológico. A partir de la cual es posible trazar mejoras técnicas y tecnológicas, que mejoren la productividad y calidad del producto final.

El presente de estudio forma parte del Proyecto de investigación Desarrollo del escenario tecnológico - científico - docente - productivo de la agricultura cubana en la Granja Universitaria Guayabal, donde el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA) de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH), realiza investigaciones sobre la evaluación de conjuntos agrícolas para la producción de alimento animal, siendo el objetivo del presente trabajo, determinar los indicadores de explotación de la picadora de forraje RSA/30 durante el desmenuzado de King Grass. Se evalúa el balance de tiempo (limpio, operativo y productivo), productividad horaria, coeficiente de seguridad tecnológica y técnica y coeficiente de utilización del tiempo productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron en la Granja Universitaria Guayabal, perteneciente a la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), de la provincia Mayabeque. Evaluando la máquina picadora de forraje RSA/30 (Figura 1). Es una máquina de tipo estacionaria, con accionamiento eléctrico. Posee un motor trifásico de 220 V, 3440 min⁻¹ y 3 kW de potencia. Su diseño corresponde con la producción de alimento para animales, tanto para la alimentación diaria como para su almacenamiento en forma de ensilaje. Es de alimentación forzada y con accionamiento eléctrico.

Para la elaboración del forraje fresco desmenuzado se utilizó el King Grass. La toma de los datos experimentales se realizó durante el mes de marzo de 2022, bajo las siguientes condiciones climatológicas promedio: humedad relativa 71,47%, temperatura 27,2°C, índice de precipitaciones 15,56 mm, presión atmosférica 1 020 hPa y velocidad del viento 4,2 m/s.

Para la determinación de los indicadores tecnológicos y de explotación explotativos se utilizó la norma PG-CA-043 (2013) (Procedimiento Normativo

Organizacional) [PG-CA-043 \(2013\)](#). Se efectuó el cronometraje y clasificación de los tiempos de cada operación según modelo establecido. Para la evaluación y la determinación de los diferentes tiempos, productividad y los coeficientes de explotación, se utilizó el sistema automatizado “Evaluación Tecnológica Explotativa” TECEXP confeccionado por [De las Cuevas et al. \(2008\)](#), con el uso de las siguientes expresiones:

Productividad por hora de tiempo limpio, W_1

$$W_1 = \frac{Q}{T_1}, t/h \quad (1)$$

donde:

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

Productividad por hora de tiempo operativo, W_{02}

$$W_{02} = \frac{Q}{T_{02}}, t/h \quad (2)$$

donde:

T_{02} -tiempo operativo, h ;

$$T_{02} = T_1 + T_2, h \quad (3)$$

donde:

T_2 - tiempo auxiliar, h .

Productividad por hora de tiempo productivo, W_{04}

$$W_{04} = \frac{Q}{T_{04}}, t/h \quad (4)$$

donde:

T_{04} -tiempo productivo, h ;

$$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, h \quad (5)$$

donde:

T_3 -tiempo de mantenimiento técnico de la máquina, h ;

T_4 -tiempo para la eliminación de fallos, h .

Para la determinación de la productividad en tiempo limpio W_1 , se pone en funcionamiento la picadora y después de estabilizar el movimiento del órgano de trabajo, se introducen el King Grass por la tolva de alimentación. Los tiempos de explotación se miden con un cronómetro digital de 1s de precisión.

Los diferentes valores de los coeficientes de explotación se determinan por:

Coefficiente de seguridad tecnológica, K_{41}

$$T_{41} = \frac{T_1}{T_1} + T_{41} \quad (6)$$

donde:

T_{41} - Tiempo para eliminación de los fallos tecnológicos, h ;

Coefficiente de seguridad técnica, K_{42}

$$K_{42} = \frac{T_1}{T_1} + T_{42} \quad (7)$$

donde:

T_{42} - Tiempo para eliminar los fallos técnicos, h ;



FIGURA 1. Picadora de forraje RSA/30.

Coefficiente de utilización del tiempo productivo, K_{04}

$$K_{04} = \frac{T_1}{(T_1 + T_{04})} \quad (8)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del comportamiento de los indicadores explotativos de la picadora de forraje RSA/3, para el desmenuzamiento de King Grass

En la [Tabla 1](#) se muestran los resultados de los indicadores de explotación, obtenidos del sistema automatizado (TECEXP).

Labor: Desmenuzamiento de King Grass.

Lugar de la evaluación: Granja Universitaria Guayabal.

La evaluación se realizó en un tiempo de observación de 2:08:20 h. Se pudo constatar que el tiempo limpio de trabajo, representó un 65,58% del tiempo total de trabajo. Los coeficientes de seguridad técnica y tecnológica tomaron valores entre 1 y 0,96 respectivamente, considerados adecuados, ya que las pérdidas de tiempo por estos conceptos se encuentran en el rango de 0 y 4 % respectivamente.

El coeficiente de utilización del tiempo productivo es de 66% siendo ventajoso el empleo de esta picadora, comparada con el logrado en la picadora estacionaria MF IIMA modelo EM-01 [Valdés et al. \(2015\)](#), que presenta un (K_{04}) de 59%. Se puede plantear que la picadora RSA/30, presenta mayor utilización del tiempo en un 7% en comparación con la MF IIMA, las paradas tecnológicas presentadas durante la prueba corresponden al llenado de los sacos con el producto, operación que se realiza de forma manual.

La productividad por hora de tiempo limpio fue de 28,52 kg/h, en tiempo operativo y productivo se obtuvo valores de 19,30 y 18,70 kg/h respectivamente. Estos indicadores, aunque son inferiores a los obtenidos por [Valdés, 2015](#) al evaluar la picadora estacionaria MF IIMA modelo EM-01, son adecuados según las dimensiones de la máquina objeto de estudio.

TABLA 1. Índices de explotación de la picadora de forraje RSA/30 en el desmenuzado de King Grass

Indicadores	Unidad	Valores
Tiempo limpio	h	1,40
Tiempo operativo	h	2,07
Tiempo de productivo	h	2,14
Productividad por hora:		
De tiempo limpio	kg/h	28,52
De tiempo operativo	kg/h	19,30
De tiempo de productivo	kg/h	18,70
Coefficiente de seguridad tecnológica	-	0,96
Coefficiente de seguridad técnica	-	1,00
Coefficiente de utilización del tiempo productivo	-	0,66

CONCLUSIONES

- El coeficiente de utilización del tiempo y la productividad en tiempo productivo de la picadora de forraje RSA/30 es de 0,66 y 18,70 kg/h respectivamente.
- En el proceso tecnológico no existieron pérdidas de tiempo por concepto de averías, siendo el coeficiente de seguridad técnica de 1.
- La seguridad tecnológica estuvo afectada en un 4% del tiempo, por concepto de atoros en el proceso de alimentación de la picadora RSA/30.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; DÍAZ, A.M.; PANEQUE, R.P.: “Software para el cálculo de indicadores energéticos, de explotación y económicos del sistema de distribución de humus de lombriz”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(2): 65-70, 2010, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; HERNÁNDEZ, R.T.; PANEQUE, R.P.; HERRERA, P.M.I.: “Software para la determinación de los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2): 78-84, 2009, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; RODRÍGUEZ, H.T.; HERRERA, P.M.I.; PANEQUE, R.P.: “Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(2): 24-28, 2008, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; RODRÍGUEZ, H.T.; PANEQUE, R.P.; DÍAZ, A.M.: “Costo energético del rodillo de cuchillas CEMA 1400 para cobertura vegetal”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(3): 53-56, 2011, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; VALDÉS, H.P.; RODRÍGUEZ, A.D.; DELGADO, L.R.; RODRÍGUEZ, R.R.; VÁZQUEZ, Q.J.L.: “Índices de explotación del tractor BELARUS 510 y la picadora de forraje JF 50”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(2): 44-48, 2015, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- NC 34-37:03: *Máquinas Agrícolas y Forestales, Metodología para la Evaluación Tecnológica Explotativa*, Inst. Oficina Nacional de Normalización, norma cubana, La Habana, Cuba, 2003.
- PANEQUE, R.P.; LÓPEZ, C.G.; MAYANS, C.P.; MUÑOZ, G.F.; GAYTÁN, R.J.G.; ROMANTCHIK, K.E.: *Fundamentos Teóricos y Análisis de Máquinas Agrícolas*, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, vol. 1, Chapingo, Texcoco, México, 456 p., 2018, ISBN: 978-607-12-0532-2.
- RAMOS, G.R.; CUN, G.R.; CORDOVÍ, A.Y.; YERO, M.J.C.; ALMAGUER, R.J.Á.: “Indicadores de explotación de la picadora de forraje PN-Plus-2000”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(3): 23-29, 2017, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- VALDÉS, H.P.; DE LAS CUEVAS, M.H.; RODRÍGUEZ, A.D.; SUÁREZ, L.R.; GÓMEZ, A.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: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- VALDÉS, H.P.A.; CHUAIREY, C.M.; GÓMEZ, A.M.V.; DE LAS CUEVAS, M.H.; VÁZQUEZ, Q.J.L.; FERNÁNDEZ, G.T.: “Costos energéticos del tractor Belarus 510 y picadora de forraje JF-50”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3): 5-12, 2019, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- VALDÉS, H.P.A.; DE LAS CUEVAS, M.H.; GÓMEZ, A.M.V.; RODRÍGUEZ, A.D.; VÁZQUEZ, Q.L.; SUÁREZ, L.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: 2071-0054.

- VALDÉS, H.P.A.; DE LAS CUEVAS, M.H.; RODRÍGUEZ, A.D.; GÓMEZ, A.M.V.; DELGADO, R.R.: “Análisis comparativo de los costos de explotación de dos máquinas picadoras de forraje”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(2): 4-11, 2017, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- VALDÉS, H.P.A.; MARTÍNEZ, R.A.; PÉREZ, P.J.: “Análisis de la caña de azúcar como alimento para el ganado”, *Revista Pre-Til de la Universidad Piloto de Colombia*, 10(26): 59-74, 2012.
- VALDÉS, H.P.A.; MARTÍNEZ, R.A.; VALENCIA, O.Y.; BRITO, D.E.: “Influencia del momento de inercia del tambor y de diferentes ángulos de alimentación constantes sobre el calibre de las partículas de forraje procesado con picadores del tipo de tambor con alimentación manual. Parte I”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(3): 53-56, 2010, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.

Héctor R. de las Cuevas-Milán. MSc., Inv. Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), Carretera de Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Idaris Gómez-Ravelo. Dr.C., Profesora Titular, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Cultura Física, Dpto. de Didáctica de la Educación Física, Carretera de Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: idaris@nauta.cu.

Yanara Rodríguez-López. Dr.C., Inv. Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), Carretera de Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: yanita@unah.edu.cu.

Pedro Paneque-Rondón. Dr.C., Inv. Titular, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), Carretera de Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: paneque@unah.edu.cu.

Mario Ignacio Herrera-Prat. Dr.C., Inv. Titular, Ministerio de Educación Superior. Calle 23 No. 565 entre F y G. Vedado, Plaza, La Habana. Cuba, e-mail: herrera@mes.gob.cu.

The authors of this work declare no conflict of interests.

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** H. de las Cuevas. **Data curation:** H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque, Y. Rodríguez. **Formal analysis:** H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. **Investigation:** H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque, Y. Rodríguez, M. Herrera. **Methodology:** H. de las Cuevas, I. Gómez, Y. Rodríguez, P. Paneque. **Supervision:** H. de las Cuevas, I. Gómez, Y. Rodríguez, P. Paneque. **Software:** H. de las Cuevas, I. Gómez. **Roles/Writing, original draft:** H. de las Cuevas. **Writing, review & editing:** Y. Rodríguez, M. Herrera.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

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.