

# Indicadores tecnológicos y de explotación de la picadora de forraje RSA/30, para el desmenuzado de yuca



<https://cu-id.com/2284/v14n3e04>

## Technological and Operational Indicators of the RSA/30 Forage Chopper, for Shredding Cassava

<sup>1</sup>Héctor Rafael de las Cuevas-Milán<sup>1\*</sup>, <sup>2</sup>Idaris Gómez-Ravelo<sup>2</sup>, <sup>3</sup>Yanara Rodríguez-López<sup>1</sup>,  
<sup>4</sup>Pedro Pascual Paneque-Rondón<sup>1</sup>, <sup>5</sup>Geisy Hernández-Cuello<sup>1</sup>, <sup>6</sup>Yeny Pérez-Petitón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>2</sup>Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Cultura Física, Departamento de Didáctica de la Educación Física, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN:** Como parte de los estudios realizados por el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA) de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH), en el Proyecto Desarrollo del escenario tecnológico-científico-docente-productivo de la agricultura cubana en la Granja Universitaria Guayabal, se realizan investigaciones sobre la evaluación de conjuntos agrícolas para la producción de alimento animal, siendo el objetivo del presente trabajo, determinar los indicadores tecnológicos y de explotación de la picadora de forraje RSA/30, para el desmenuzado de yuca. Donde se obtuvo un coeficiente de utilización del tiempo y productividad en tiempo productivo de 0,71 y 35,53 kg/h respectivamente.

**Palabras clave:** evaluación tecnológica, forraje, productividad.

**ABSTRACT:** As part of the studies carried out by the Center of Agricultural Mechanization (CEMA) of the Agrarian University of the Havana (UNAH), in the Project Development of the technological-scientific-educational-productive scenario of the Cuban agriculture in the University Farm Guayabal, is carried out investigations on the evaluation of agricultural groups for the production of food animal, being the objective of the present work, to determine the technological indicators and of operational of the forage chopper RSA/30, for the one crumbled of yucca. it is obtained a coefficient of use of the time and productivity respectively in productive time of 0,71 and 35,53 kg/h.

**Keywords:** technological evaluation, forage, productivity.

### INTRODUCCION

El desarrollo de la mecanización, como elemento importante en la producción agrícola, sólo es posible con la introducción de desarrollo científico técnico, para lo cual se debe contar con un parque de maquinaria, cuya eficiencia y durabilidad depende sobre todo del modo en que se emplee (González & Tzuguov, 1996).

De aquí que la sustitución de importaciones sea de gran importancia y se convierta en un objetivo clave, priorizándose los alimentos para el logro de los propósitos planteados, teniendo en cuenta las potencialidades con que cuenta el país para el desarrollo de la producción agropecuaria (García, 2009).

En Cuba se prioriza la necesidad de resolver la base alimentaria del ganado sin una dependencia total de las importaciones de concentrados. Debido a ello, se

han desarrollado investigaciones, con el fin de buscar nuevas alternativas con forrajes frescos triturado a base de gramíneas como la caña de azúcar, king grass, y como sus derivados la sacarina, la solicaña, entre otras, según Valdés et al. (2012). Por otro lado, además de estos cultivos recientemente se han incorporado diferentes plantas proteicas como moringa, morera y titonia, las cuales han tenido resultados muy favorables en Cuba, Latinoamérica y el Caribe, según Acosta (2017); Alonso (2017); González (2018).

Los forrajes constituyen una parte importante de la alimentación animal, por lo que es necesario el desarrollo de tecnologías mecanizadas para el molinado y procesamiento del forraje, de los diferentes cultivos para su obtención en la forma más adecuada durante su alimentación (Valdés et al. 2019; Valdés et al., 2017; Valdés et al., 2015).

\*Autor para correspondencia: Héctor de las Cuevas Milán, e-mail: [cuevasm@nauta.cu](mailto:cuevasm@nauta.cu)

Recibido: 23/01/2024

Aceptado: 14/06/2024

Estos equipos asumen un importante papel dentro de las unidades, ya que durante el desmenuzamiento de estos, 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, por lo que resulta necesario garantizar la calidad del trabajo, con partículas menores a los 15-20 mm para consumo fresco y por debajo de 5 mm para la fabricación de piensos según [Delgado \(2006\)](#); [Minag-Cuba \(1998\)](#), aspecto a tener en cuenta para la adquisición de dichas máquinas.

En los últimos años en Cuba varios autores han realizado estudios sobre máquinas picadoras de forrajes como los realizados por [Valdés et al. \(2016, 2012, 2010\)](#), 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 y de Explotación" TECEXP ([De las Cuevas et al., 2008](#)).

La Granja Universitaria Guayabal, escenario tecnológico-científico-docente y productivo, perteneciente a la Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", del municipio San José de las Lajas en la provincia Mayabeque, no ajeno a la actual situación económica que vive el país, carece de nuevas tecnologías que permitan la explotación de las áreas agrícolas de que dispone para el desarrollo de la producción con fines de garantizar la alimentación humana y animal.

Tomando en consideración los aspectos antes mencionados, se plantea el siguiente objetivo de investigación:

Determinar los indicadores tecnológicos, de explotación de la picadora de forraje RSA/30 durante el desmenuzamiento de yuca. 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](#)), producida por la Empresa Militar Industrial (EMI) del MINFAR, dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola. Es una máquina de tipo estacionaria, con accionamiento eléctrico. Posee un motor trifásico de 220 V, 3440 min<sup>-1</sup> 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. de alimentación forzada y con accionamiento eléctrico.



FIGURA 1. Picadora de forraje RSA 30

Para la elaboración del forraje fresco desmenuzado se utilizó la yuca. La toma de los datos experimentales se realizó durante el mes de abril de 2022, bajo las siguientes condiciones climatológicas promedio: humedad relativa 77,47%, temperatura 30,5°C, índice de precipitaciones 20,18 mm, presión atmosférica 1 022 hPa y velocidad del viento 4,4 m/s.

Para la determinación de los indicadores tecnológicos y de explotación se utilizó el Sistema de Gestión de la calidad, prueba de máquinas agrícolas, evaluación tecnológica y de explotación, IAgriC 2013 [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 y de Explotación" TECEXP confeccionado por [de las Cuevas et al. \(2008\)](#), con el uso de las siguientes expresiones:

**Productividad por hora de tiempo limpio,  $W_1$**

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

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,  $W_{02}$**

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

donde:

$T_{02}$ - tiempo operativo,  $h$  ;

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

donde:

$T_2$ - tiempo auxiliar,  $h$  .

**Productividad por hora de tiempo productivo,  $W_{04}$**

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

donde:

$T_{04}$ - tiempo productivo,  $h$  ;

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

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  $W_l$ , 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,  $K_{41}$**

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

donde:

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

**Coefficiente de seguridad técnica,  $K_{42}$**

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

donde:

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

**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 tecnológicos y de explotación, de la picadora de forraje RSA/3, para el desmenuzado de yuca**

En la [Tabla 1](#) se muestran los resultados de los indicadores de explotación, obtenidos del sistema automatizado (TECEXP). Así como los resultados principales obtenidos por ([Valdés et al. 2015](#)), en la evaluación de la picadora MF IIMA.

**Labor:** Desmenuzado de yuca.

**Lugar de la evaluación:** Granja Universitaria Guayabal.

La evaluación se realizó en un tiempo de observación de 5,5 h. Se pudo constatar que el tiempo limpio de trabajo, representó un 69,23% del tiempo total de trabajo. Los coeficientes de seguridad técnica y tecnológica tomaron valores entre 1y 0,81 respectivamente, considerados adecuados, ya que las pérdidas de tiempo por estos conceptos se encuentran en el rango de 0 y 20% respectivamente.

El coeficiente de utilización del tiempo productivo es de 71%, 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 (K04) de 41%. Se puede plantear que la picadora RSA/30, presenta mayor utilización del tiempo en un 30% en comparación con la MF IIMA, las paradas tecnológicas presentadas durante la prueba corresponden a los atoros y al llenado de los sacos con el producto, operación que se realiza de forma manual.

La productividad por hora de tiempo limpio fue de 50,00 kg/h, en tiempo operativo y productivo se obtuvo valores de 43,09 y 35,53 kg/h respectivamente. Estos indicadores, aunque son inferiores a los obtenidos por [Valdés en el 2015](#), al evaluar la picadora estacionaria MF IIMA modelo EM-01 (790,15; 403,18; 354,55 kg/h respectivamente), son adecuados según las dimensiones de la máquina objeto de estudio.

**TABLA 1.** Índices tecnológicos y de explotación de la picadora de forraje RSA/30 en el desmenuzado de yuca

Indicadores	Unidad	RSA/30	MF IIMA
Tiempo limpio	h	2,70	
Tiempo operativo	h		
Tiempo de productivo	h		
Productividad por hora:			
De tiempo limpio	kg/h	50,00	790,15
De tiempo operativo	kg/h	43,09	403,18
De tiempo de productivo	kg/h	35,53	354,55
Coefficiente de seguridad tecnológica	-	0,81	
Coefficiente de seguridad técnica	-	1,00	
Coefficiente de utilización de tiempo productivo	-	0,71	0,41

## CONCLUSIONES

- El coeficiente de utilización del tiempo y la productividad en tiempo productivo de la picadora de forraje RSA/30 en el desmenuzado de yuca, es de 0,71 y 35,53 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 (0,81) estuvo afectada en un 19% del tiempo, por concepto de atoros en el proceso de alimentación de la picadora RSA/30 y el llenado de los sacos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, G. O. (2017). Siembran más plantas proteicas para alimentar el ganado. *Agencia Cubana de Noticias (ACN), La Habana, Cuba*. Available at: <http://www.acn.cu/economia/26743-siembran-mas-plantas-proteicas-para-alimentar-el-ganado>
- Alonso, I. (2017). Presentan en Cuba texto sobre uso de plantas proteicas en Latinoamérica y el Caribe, [en línea]. *Sistema de Naciones Unidas en Cuba, FAO/Cuba/ONU, La Habana, Cuba*. Available at: <http://onu.org.cu/news/e3030b5c368811e7a36800163e211c9e/presentan-en-cuba-texto-sobre-uso-de-plantas-proteicas-en-latinoamerica-y-el-caribe/>
- De las Cuevas, M. H. R., Hernández, R. T., Paneque, R. P., & Herrera, P. M. I. (2009). Software para la determinación de los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2), 78-84.
- De las Cuevas, M. H. R., Rodríguez, H. T., Herrera, P. M. I., & Paneque, R. P. (2008). Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(2), 24-28.
- De las Cuevas, M. H. R., Rodríguez, H. T., Paneque, R. P., & Díaz, A. M. (2011). Costo energético del rodillo de cuchillas CEMA 1400 para cobertura vegetal. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(3), 53-56.
- De las Cuevas, M. H. R., Valdés, H. P., Rodríguez, A. D., Delgado, L. R., Rodríguez, R. R., & Vázquez, Q. J. L. (2015). Índices de explotación del tractor BELARUS 510 y la picadora de forraje JF 50. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(2), 44-48.
- Delgado, D. C. (2006). Fisiología digestiva del rumiante. *Memorias del curso Estrategias de alimentación para el ganado bovino en el trópico. Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba*, 17-28.
- García, A. (2009). Sustitución de importaciones de alimentos en Cuba, una década después. *XX Aniversario del CEEC, Seminario sobre economía y gerencia empresarial en Cuba*.
- González, I. (2018). *Plantas proteicas renuevan la alimentación animal en Cuba*. Inter Press Service (IPS). Agencia de Noticias, La Habana, Cuba. <http://www.ipsnoticias.net/2017/10/plantasproteicas-renuevan-la-alimentación-animal-cuba/>
- González, V. R., & Tzuguurov, A. (1996). *Explotación del parque de maquinaria*. Editorial Félix Varela, MES, La Habana, Cuba.
- Minag-Cuba. (1998). *Dictamen sobre los molinos desmenuzadores a utilizar en el procesamiento de la caña de azúcar como alimento para la ganadería vacuna*. Ministerio de la Agricultura (MINAG), Dirección Nacional de Ganadería. Grupo Nacional de Ingeniería en la Ganadería, La Habana, Cuba.
- PG-CA-043. (2013). *Sistema de gestión de la calidad. Maquinaria agrícola. Evaluación tecnológica y de explotación* (p. 13). Instituto de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba.
- Valdés, H. P. A., Chuairoy, C. M., Gómez, A. M. V., de las Cuevas, M. H., Vázquez, Q. J. L., & Fernández, G. T. (2019). Costos energéticos del tractor Belarus 510 y picadora de forraje JF-50. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3), ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez.
- Valdés, H. P. A., De las Cuevas, M. H., Gómez, A. M. V., Rodríguez, A. D., Vázquez, Q. L., & Suárez, L. R. (2016). Determinación del costo energético de la picadora de forraje MF IIMA modelo EM-01 perfeccionada. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2), 17-21.
- Valdés, H. P. A., de las Cuevas, M. H., Rodríguez, A. D., Suárez, L. R., Gómez, A. M. V., & Delgado, R. R. (2015). 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, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez.
- Valdés-, H. P. A., de las Cuevas, M. M. H., Rodríguez, A. D., Gómez, A. M. V., & Delgado, R. R. (2017). Análisis comparativo de los costos de explotación de dos máquinas picadoras de forraje. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(2), 4-11, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez.
- Valdés, H. P. A., Martínez, R. A., & Pérez, P. J. (2012). Análisis de la caña de azúcar como alimento para el ganado. *Revista Pre-Til de la Universidad Piloto de Colombia*, 10(26), 59-74.

- Valdés, H. P. A., Martínez, R. A., Valencia, O. Y., & Brito, D. E. (2010). 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.
- Valdés, H. P., de las Cuevas, M. H., Rodríguez, A. D., Suárez, L. R., Gómez, A. M. V., & Delgado, R. R. (2015). 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.
- Valdés, H. V. P., Martínez, A., & Pérez Petitón, J. (2012). Análisis de la caña de azúcar como alimento para el ganado. *Revista Pre-Til de la Universidad Piloto de Colombia*, 10(26), 59-74.

Héctor R. de las Cuevas-Milán, 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, Profesora, 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](mailto:idaris@nauta.cu).

Yanara, Rodríguez-López, 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](mailto:yanita@unah.edu.cu)

Pedro Paneque-Rondón, 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](mailto:paneque@unah.edu.cu).

Geisy Hernández-Cuello, MSc., Investigadora Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [geisyh@unah.edu.cu](mailto:geisyh@unah.edu.cu).

Yeny Pérez-Petitón, Investigadora Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [yenyp@unah.edu.cu](mailto:yenyp@unah.edu.cu)

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

**CONTRIBUCIONES DE AUTOR:** **Conceptualización:** H. de las Cuevas. **Curación de datos:** H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque, Y. Rodríguez. **Análisis formal:** H. de las Cuevas, I. Gómez, Y. Rodríguez, G. Hernández, Y. Pérez, P. Paneque. **Investigación:** H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque, Y. Rodríguez, G. Hernández, Y. Pérez. **Metodología:** H. de las Cuevas, I. Gómez, Y. Rodríguez, P. Paneque. **Supervisión:** H. de las Cuevas, I. Gómez, Y. Rodríguez, P. Paneque. **Software:** H. de las Cuevas, I. Gómez, **Redacción-borrador original:** H. de las Cuevas, **Redacción-revisión y edición:** Y. Rodríguez, G. Hernández, Y. Pérez.

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.

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/)