

## MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

### ARTÍCULO ORIGINAL

# Evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO

## *Technological and operational evaluation of the sugar cane harvester CAMECO*

M.Sc. Héctor R. de las Cuevas Milán, Dr.C. Maximino Díaz Alvares, Dr.C. Idaris Gómez Ravelo,  
Dr.C. Pedro Paneque Rondón

Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas,  
Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** Dentro de los estudios realizados en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA) pertenecientes al proyecto “Incremento de la efectividad de los procesos mecanizados en la producción de caña de azúcar en la Unidad Empresarial Básica Azucarera “Héctor Molina Riaño”, se desarrolló una investigación cuyo objetivo es la evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO. Se determinan los indicadores de explotación, contemplando la productividad horaria y en 8 horas, gasto de combustible por unidad de trabajo realizado y en tiempo de explotación, coeficientes de seguridad tecnológica y técnica y coeficiente de utilización del tiempo productivo y de explotación. Los resultados brindaron que el coeficiente de utilización del tiempo y la productividad horaria de la combinada son de 0,66 y 18,18 t/h respectivamente, así como el consumo horario de combustible ascendió a 2,5 L/t.

**Palabras clave:** procesos mecanizados, producción de caña de azúcar, índices de explotación.

**ABSTRACT.** Inside the studies carried out in the Agricultural Mechanization Center (CEMA) belonging to the project “Increment of the effectiveness of the mechanized processes in the sugar cane production in the “Hector Molina Riaño” sugar enterprise, **the aim of this study was to evaluate and validate** the CAMECO sugar cane harvester. The operation indicators are determined, considering the productivity for hour and in 8 hours, expense of fuel for unit of work realized and in time of operation, technological security and technique coefficients and use of the productive time and operation coefficients. The results offered that the use of time coefficient and the productivity for hour of the sugar cane harvester are respectively of 0,66 and 18,18 t/h, as well as the consumption for hour of fuel was increased to 2,5 L/t.

**Keywords:** Mechanized processes, sugar cane production, and operation index.

## INTRODUCCIÓN

Los procesos mecanizados en la agricultura se encuentran sometidos a diferentes condiciones de explotación, por lo que las máquinas agrícolas deben ser estudiadas e investigadas con el objetivo de aumentar su productividad y disminuir los costos de operación (Betancourt e Iglesias, 2011; Betancourt *et al.*, 2012<sup>1</sup>).

Una de las labores agronómicas en el cultivo de la caña de azúcar que tiene como objetivo la mejora de dichas propiedades es la preparación de suelo. En tal sentido y partiendo de criterios de sostenibilidad se han propuesto tecnologías de labranza reducida para las diferentes condiciones del terreno (Betancourt *et al.*, 20<sup>2</sup>, Judice, 20<sup>3</sup>; Graham & Hayncs, 2006).

<sup>1</sup> BETANCOURT Y.; J. R. GÓMEZ; I. GARCÍA y J. L. BURGOS: Calidad de la labor de tres aperos de labranza primaria en suelos arcillosos pesados con superficies acanteradas y cobertura de residuos [diapositiva], Ed. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba, 2012.

<sup>2</sup> BETANCOURT, Y.; A. CABRERA; D. LÓPEZ; A. GUTIÉRREZ; I. GARCÍA: Labranza de conservación para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos arcillosos pesados del norte de Villa Clara, En: Evento Internacional DIVERSIFICACIÓN '2008, pp. 622-635, La Habana, Cuba, 2008.

<sup>3</sup> JUDICE W.E.: Reduced tillage and residue management programs in sugarcane (saccharum spp. Hybrids), 76 pp., A Thesis Submitted for the degree of Master of Science. The Department of Agronomy and Environmental Management. B.S., Louisiana State University, USA, 2005.

La producción de alimentos ocupa un lugar cimero para satisfacer las necesidades crecientes de la población mundial que hoy sobrepasa los 7 200 millones de habitantes. El ritmo ascendente del consumo de azúcar anual del 2,8% en el planeta, la ratifican como un importante alimento para la humanidad, por lo cual tiene y tendrá perspectivas en los años venideros (Matos, 2012<sup>4</sup>; Betancourt *et al.*, 2007).

La producción de azúcar se ve afectada por la falta de organización del proceso cosecha y transporte de la caña, ya que no existe una adecuada asignación de los medios de transporte por brigadas o pelotones de corte mecanizado en función de la productividad de la cosechadora, capacidad de los medios de transporte, distancia de transportación, etc. En el proceso cosecha-transporte de la caña, la combinada es el elemento fundamental que determina la productividad del proceso, pero si esta no cuenta con la cantidad óptima de medios de transporte, entonces se producen pérdidas de tiempo irreparables por problemas organizativos los cuales traen consigo gastos económicos desfavorables en la producción de azúcar (Álvarez, 2010<sup>5</sup>; Suárez *et al.*, 2006<sup>6</sup>; Rodríguez *et al.*, 2009; Matos *et al.*, 2010; INICA, 2007).

Según estudios realizados por Matos y García (2010), las reservas técnico organizativas ocupan hoy entre el 17,37–30,65% de la jornada laboral, éstas se encuentran fundamentalmente en la deficiente gestión para la solución de los fallos técnicos que sobrepasan el 25% y la espera por el transporte, la cual ha ocupado valores entre el 2,62% y el 13,48% para el caso de la combinadas KTP–2M y CASE–7000 respectivamente.

Varios investigadores han evaluado cosechadoras para caña de azúcar de igual marca y modelo, así como de la marca KTP, en diferentes territorios del país (Suárez *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2009; Matos *et al.*, 2010; González, 1993, González, 2012; Colomina *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior y como parte del proyecto dirigido por Rodríguez (2013)<sup>7</sup>, titulado “Incremento de la efectividad de los procesos mecanizados en la producción de caña de azúcar en la Unidad Empresarial Básica Azucarera “Héctor Molina Riaño”, en el presente trabajo se determinan los indicadores de explotación, contemplando la productividad horaria y en 8 horas, gasto de combustible por unidad de trabajo realizado, coeficiente de seguridad tecnológica y técnica y los coeficientes de utilización del tiempo productivo y de explotación de la combinada de caña CAMECO.

## MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el mes de marzo de 2014 en la Unidad Empresarial Básica Azucarera “Héctor Molina

Riaño”, provincia Mayabeque, en un suelo Ferralítico rojo, según la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999).

## Metodologías empleadas

La evaluación tecnológica y de explotación se realizó según la norma NC 34 – 37 del 2003, mediante el cronometraje de la máquina a prueba en diferentes turnos de control.

## Sistema automatizado para la determinación de los indicadores de explotación

La determinación de los índices de explotación sobre la base de los datos primarios del cronometraje realizados a la cosechadora de caña de azúcar CAMECO, fue evaluada mediante el sistema automatizado TECEXP desarrollado por De las Cuevas *et al.* (2007 y 2008).

Al entrar al sistema se accede directamente al Panel de Control, el cual está dividido en dos partes: *Entrada de datos* y *Resultados* (Figura 1)

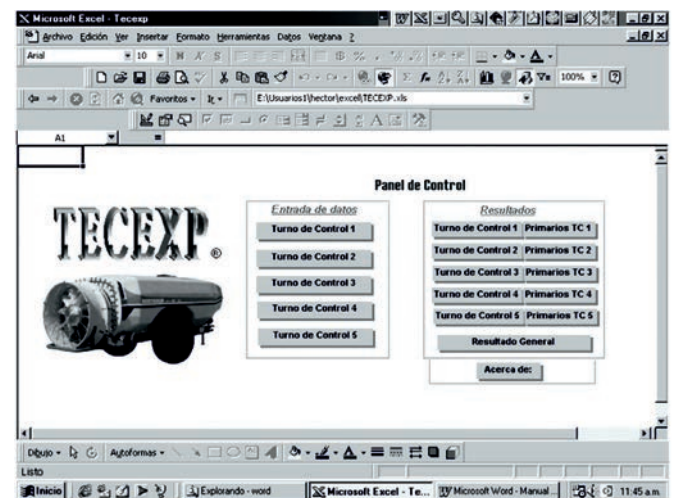


FIGURA 1. Panel de control del sistema automatizado.

## La entrada de datos contiene los siguientes botones

**Turno de Control 1 hasta el 5:** Permite acceder a la hoja de cálculo para la entrada de la información primaria de cronometrajes realizados a la máquina de prueba, para cinco turnos de control.

Estas hojas contienen la información relacionada con el tipo de agregado utilizado, lugar de la prueba, tipo de labor, volumen de trabajo realizado, consumo de combustible, ve-

<sup>4</sup> MATOS, R. N.: Organización racional del complejo de máquinas en la cosecha – transporte - recepción de la caña de azúcar en la empresa azucarera “Argentina, 138pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 2012.

<sup>5</sup> ÁLVAREZ, M.: Determinación de la composición del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar con la aplicación de la Teoría del Servicio Masivo, en el CAI “Héctor Molina Riaño, Trabajo de Diploma (en opción al título Ingeniero Agrícola), Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba, 2010.

<sup>6</sup> SUARÉZ, C.; Y. RODRÍGUEZ Y K. MÁRQUEZ: Determinación y análisis de los principales índices de explotación de las cosechadoras de caña CAMECO, Ed. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba, 2006.

<sup>7</sup> RODRÍGUEZ, A.: Incremento de la efectividad de los procesos mecanizados en la producción de caña de azúcar en la Unidad Empresarial Básica Azucarera “Héctor Molina Riaño”, Ed. Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), Mayabeque, Cuba, (Proyecto de investigación), 2013.

localidad de trabajo, personal en el agregado, tiempo de la observación, etc.

Además aparece una tabla donde es necesario plasmar el número de la pasada, tipo de operación, lectura al final de la operación, etc.

**Los resultados contienen los siguientes botones:**

**Turnos de Control de 1 al 5:** Brinda los resultados de la evaluación tecnológica y de explotación de cada turno de control, contemplando el volumen de trabajo realizado, balance de tiempo (limpio, operativo, productivo, de turno y de explotación), productividad horaria y en 8 horas, gasto de combustible por unidad de trabajo realizado y en tiempo de explotación, tiempo de eliminación de desperfectos tecnológicos y técnicos, coeficiente de seguridad tecnológica y técnica, coeficiente de utilización del tiempo productivo y de explotación.

Posee botón de comando para regresar al panel de control.

**Primario TC 1 al TC 5:** Brinda un resumen de los índices primarios del turno de control, determinando la cantidad de veces que se repite los tiempos según su código, así como el tiempo total consumido en el mismo.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Caracterización de las condiciones de prueba**

El clima de la zona es característico de la parte occidental del país, siendo la precipitación media anual de 900 mm con una temperatura media anual de 27,3 °C.

El suelo característico de la zona es el Ferralítico rojo, que se clasifica en la categoría de suelos pesados.

En la Tabla 1 se muestran las condiciones en que se realizaron las experiencias, (para la determinación de los indicadores de explotación de la cosechadora de caña de azúcar marca CAMECO.

**TABLA 1 Caracterización de las condiciones donde se realizaron las pruebas de explotación**

<b>Fecha de la experiencia</b>	Marzo 2014
<b>Lugar de la experiencia</b>	Empresa Azucarera Héctor Molina Riaño
<b>Tipo de suelo</b>	Ferralítico rojo
<b>Relieve</b>	Llano
<b>Velocidad del viento</b>	1 m/s
<b>Dirección del viento</b>	Este
<b>Temperatura ambiente</b>	29°C

**Indicadores de explotación**

Los resultados de la corrida del programa “TECEXP” para el caso de la cosecha mecanizada de caña con la cosechadora marca CAMECO, se muestran a continuación en la Tabla 2:

**TABLA 2. Indicadores tecnológicos y de explotación**

<b>Denominación de los índices</b>	<b>U/M</b>	<b>CAMECO</b>
Velocidad de trabajo.	km/h	4,57
Productividad por hora:		
En tiempo limpio (W1)	t/h	27,22
En tiempo operativo (W02)	t/h	23,57
En tiempo de explotación (W07)	t/h	18,18
Productividad en 8 horas:		
En tiempo de explotación	t	145,44
Gasto de combustible:		
Por unidad de trabajo realizado (Ce)	L/t	2,5
Coeficiente de seguridad tecnológica (K41)	-	0,89
Coeficiente de seguridad técnica (K42)	-	0,84
Coeficiente de utilización del tiempo de explotación (K07)	-	0,66

Como se observa en la Tabla 2, la productividad horaria en tiempo de explotación se encuentra afectada en 33,21% por los tiempos perdidos, presentando mayor incidencia, los virajes, los fallos técnicos y la ejecución del servicio tecnológico (llenado de los camiones).

El gasto de combustible fue de 2,5 L/t, estando este valor por encima de lo normado (1,55 L/t), esto se debe a que el trabajo de la combinada se realizó con un rendimiento promedio

por debajo de las 40 t/ha y a los varios años de explotación de esta máquina.

La cosechadora de caña de azúcar marca CAMECO, presentó un coeficiente de seguridad técnica y tecnológica de 84,0 y 89,0% respectivamente, así como, un coeficiente de utilización del tiempo de explotación de 66,0%, debido a lo explicado anteriormente. Esto se debe fundamentalmente a las pérdidas de tiempo por roturas técnicas y por paradas tecnológicas.

## CONCLUSIONES

- El coeficiente de utilización del tiempo y la productividad horaria de la cosechadora de caña de azúcar marca CAMECO fue de 66% y de 18,18 t/h respectivamente.
- El consumo específico de combustible de la cosechadora

determinado experimentalmente fue 2,5 L/t, siendo superior un 38% a lo normado.

- Las mayores pérdidas de tiempo están provocadas por los virajes, los fallos técnicos y en la ejecución del servicio tecnológico, influyendo en la baja productividad de la cosechadora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BETANCOURT Y. y C. E. IGLESIAS: "Fundamentos del diseño de implementos para la preparación localizada de superficies acanteradas en caña de azúcar", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 20 (2): 5-10, 2011.
- BETANCOURT, Y.; M. RODRÍGUEZ; L. LEÓN; A. GUTIÉRREZ y I. GARCÍA: "Variantes tecnológicas de laboreo mínimo para la plantación de Caña de Azúcar en los suelos de mal drenaje del Norte de Villa Clara", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, Vol. 16 (4): 53-57, 2007.
- COLOMINA, F.J.; MASIÁ, J.; ESQUERDO, T.V.; DOLS, J.F.: "Modelado Estructural de Componentes de Bastidores de Vehículos Pesados mediante el Método de Elementos Finitos", *Información Tecnológica*, ISSN-0716-8756, 15: 27-34, 2006.
- FLORES, M.R.; MARTÍNEZ, R.A.; PACHECO, S.G.; REYES, V.; DÁVILA, G.A.: "Análisis de neumático por elementos finitos con vistas a la determinación de coeficientes de cargas dinámicas en estructuras de máquinas agrícolas", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-1010-2760, 19 (4): 10-16, 2010.
- DE LAS CUEVAS, H; T. RODRÍGUEZ; M. HERRERA; P. PANEQUE: "Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 17 (2): 24-28, 2008.
- DE LAS CUEVAS, H; T. RODRÍGUEZ; M. HERRERA; P. PANEQUE: Evaluación tecnológica y de explotación (TECEXP), Software, Registrado en el Centro Nacional de Derecho de Autor 2807, La Habana, Cuba, 2007.
- GONZÁLEZ, J. M., R.PÉREZ y J. PÉREZ: "Evaluación del corte basal de la cosechadora C-4000 con cuchillas de tres filos", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-1010-2760, 21 (1): 26-30, 2012.
- GONZÁLES, V. R.: *Explotación del parque de maquinarias*, Ed. Felix Varela, Segunda ed., ISBN: La Habana. Cuba, 1993.
- GRAHAM, M.H.; R.J. HAYNCS: "Organic matter and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugarcane under burning and trash retention", *Soil biology & Biochemistry*, ISSN: 0038-0717, (38): 21-31, 2006.
- HERNÁNDEZ, A.J.; PÉREZ, J.M.; BOSH, D.; RIVERO, L.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de cuba*, Ed. AGRINFOR, ISBN: 95924602219789592460225, pp. 64, La Habana, 1999.
- INICA. *Instructivo Técnico para la Producción y Cultivo de la Caña de Azúcar*, 166 pp. PUBLINICA, ISSN: 1028-6527, Primera Edición, La Habana, Cuba, 2007.
- MATOS, R. N; E. GARCÍA: *Análisis comparativo de estudios realizados de los principales índices de explotación de las cosechadoras KTP – 2M, CAMECO y CASE -7000 en Cuba*, Revista Electrónica del CGI Universidad de Camagüey, CD-ROM: ISBN: 978- 959-16-1069-0, Camagüey, Cuba, 2010.
- MATOS, N.; E. GARCÍA y J. R. GONZÁLEZ: "Evaluación técnica y de explotación de las cosechadoras de caña Case -7 000.", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 19 (4): 6-9, 2010.
- NC 34 –37: 2003: Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación tecnológica explotativa. Vig. Febrero 2003.
- RODRÍGUEZ, F.; A. LORETO y P. PAÉZ: "Impacto de las cosechadoras KTP-2M y su incidencia en los rendimientos productivos del pelotón de corte mecanizado en la unidad básica de producción cooperativa (UBPC) " El Novillo" de la empresa azucarera "30 de Noviembre". Pinar del Río.", *Ciencia Tecnología y Medio Ambiente*, ISSN: 1667-457X, 11 (3): 2009.

**Recibido:** 10 de septiembre de 2013.

**Aprobado:** 10 de julio de 2014.

Publicado: 24 de octubre 2014.

Héctor R. de las Cuevas Milán, Investigador Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, Correo electrónico: [hector@unah.edu.cu](mailto: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.