

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL

Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila

Operating technical indicators for the sugar cane harvesting machines CASE-IH 7000 & 8000 in Ciego de Avila province

Dr.C. Lázaro Antonio Daquinta Gradaille^I, Dr.C. Javier Dominguez Brito^I, Dr.C. Claudio Pérez Olmo^I,
Dr.C. Manuel Fernández Sánchez^{II}

^I Universidad “Máximo Gómez Báez” de Ciego de Ávila. Carretera a Morón km 9, Ciego de Ávila, Cuba.

^{II} Instituto Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera de Fontanar-Wajay, km 2½, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. La evaluación integral de diferentes modelos de cosechadoras de caña de azúcar ha ganado importancia en los últimos años, al comprenderse que los resultados que se obtienen constituye una herramienta indispensable para expresar con seguridad sobre las posibilidades técnicas, tecnológicas y económicas de los equipos que son sometidos a una rigurosa observación, evitando a corto y mediano plazo inversiones que no se justifiquen económicamente en sectores tan vitales como la agricultura y la industria sidero-mecánica. El presente trabajo refleja los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000, en la provincia de Ciego de Ávila, y en el se exponen los índices técnicos y de explotación determinados a las cosechadoras objeto de evaluación según la Norma Cubana: NC 34-37 del 2004 durante las zafras 2010-2013 y su comparación con los indicadores mostrados por las cosechadora KTP-2 y KTP-2M de fabricación nacional, lo que permite determinar los principales factores que limitan la utilización eficiente de estas cosechadoras.

Palabras clave: evaluación integral, cosechadoras de caña de azúcar, fiabilidad.

ABSTRACT. The integral evaluation of the different models of sugar cane harvesting machines has gained importance in the last years due to the comprehension that the results that have been obtained are an indispensable tool for safely expressing the technical, technological and economical characteristics of the equipment that are subjected to a rigorous observation, avoiding short and medium term investments that are not economically justified in vital sectors as agriculture and the iron and steel- mechanic industry. This work reflects the results obtained during the evaluating process of the sugar cane harvesting machines CASE-IH 7000 & 8000 in Ciego de Ávila province. The determined operating technical indexes of the evaluated harvesting machines, taking into account the Cuban Standard NC 34-37 from 2004 during the 2010-2013 harvest season, as well as the comparison with the indicators shown by the Cuban harvesting machine KTP-2 & KTP-2M are exposed, making possible the determination of the main factors that limit the efficient use of these machines.

Keywords: Integral evaluation, sugar cane harvesting machines, reliability.

INTRODUCCIÓN

Las primeras pruebas conocidas de una máquina cortadora de caña de azúcar en Cuba, datan de 1910, por A. N. Holdey, cerca de Jovellanos, en la provincia de Matanzas. Esta máquina se desechó por sus frecuentes roturas. En el período comprendido entre 1915 a 1918 fue probada la Combinada LUCE desarrollada por George Don Luise, de EEUU; incluía sistema de limpieza: Se utilizó du-

rante 1920 y fue desechada, también, debido a su baja fiabilidad.

Al triunfo de la Revolución, en 1959, no existía en Cuba ningún grado de mecanización en el corte y alza de la caña de azúcar. En 1961 comienzan los primeros trabajos serios de pruebas de máquinas. En 1962 se probó la cosechadora INCA fabricada en África del Sur.

En 1963 se construyeron 680 máquinas cortadoras cubanas tipo ECEA-MC-1 diseñadas sobre la base de las cosechadoras INCA de Sudáfrica, Thomson modelo Hurry-Cane y Thornton modelo F de la Internacional Harvester. Este tipo de máquina cortaba a ras del suelo, descogollaba y dejaba caer en el suelo bultos de caña conformados por un aditamento basculante acumulador, lo que favorecía el alza posterior. Pero su desventaja consistía en la gran cantidad de hombres que necesitaban para limpiar la caña que caía al suelo.

A partir de 1963 comenzó a destacarse la colaboración soviética con relación a las nuevas máquinas cosechadoras construidas en las fábricas soviéticas “Rosselmash” en Rostov, “Zaporozhe” y “Ujtomsky” en la ciudad de Liubertsi. Esta colaboración, comprendida en el período 1963-1969, se puede resumir en las máquinas siguientes (Navarro, 2002).

- Alzadora soviética PG-0,5ST de 0,5 t de capacidad y 80 t (7 000 @) de productividad diaria que aumenta el rendimiento del machetero en un 40%.
- Combinadas autopropulsadas KT-1 que cumple por completo el proceso tecnológico. De estas máquinas entraron 30 a Cuba en 1965.
- Combinada de arrastre KCT-1, que corta la caña, la limpia y la deposita en la carreta de transporte con una productividad de 5 000 arrobas (57 toneladas en jornada de 8 h). En 1967 habían entrado 710 máquinas de este tipo, algunas con mejoras obtenidas en pruebas de campo (KCT-1A) realizadas anualmente.
- Combinada autopropulsada CTK-1 de la fábrica “Zaporozhe” probada en 1965.
- Combinada autopropulsada KCC-1, KTC-1A y KCC-1A, de la fábrica Liubertsi, probada en 1965 y 1966.
- Combinada KTS-1A proba en 1969, que fue la última máquina fabricada por los soviéticos. Se construye, en Holguín, la fábrica “60 Aniversario de la Revolución de Octubre”;

iniciándose su producción seriada.

Durante el período 1977 a 1984 surgen nuevos prototipos, como la KTP-3, KTP-23, a los cuales se les realizan las pruebas tensométricas; trabajo conjunto desarrollado por especialistas de la Fábrica KTP, CEDEMA, ISTH, bajo la colaboración de especialistas del CICMA de la Habana y del Instituto de Construcción de maquinarias de Rostov del Don, de la ex-URSS (Navarro, 2002)

En el año 1986, con vista a dar una respuesta más adecuada a las nuevas condiciones, se trabajó para la introducción en la producción seriada de la KTP-2, como resultado de las experiencias con la operación de la KTP-1. A pesar de las mejoras introducidas en el nuevo equipo; todavía se mantuvieron problemas operacionales que disminuían la fiabilidad de la máquina. (Ding *et al.*, 2006; Loreto, 2006; Zaldivar, 2012). Con el objetivo de aumentar su capacidad operacional se trabajó en los conjuntos de mayor significación, dentro de aquellos que incidían en su rotura, lográndose la cosechadora KTP-2M, que alcanzaron resultados muy superiores a las KTP-2. A partir de esa prueba en condiciones de producción y con motivos de los resultados alcanzados, se pudo sustituir dos KTP-2 por una KTP-2M, llegando a modificar más de 750 combinadas cañeras a nivel de país (Pino, 2009).

Durante el período de 1994-1999 se continuó con el desarrollo de la CCA-3, especialmente para la cosecha en condiciones de elevada humedad, y el desarrollo de nuevos prototipos como la KTP-3S, KTP-4F, KTP-4G y la KTP-5. En el plano nacional existieron otras combinadas mucho más modernas que las KTP-2M, altamente promisorias no solo para nuestro país, sino para varios países de la región, máquinas como la KTP-3S con alto grado de automatización y la KTP-4000 con características técnicas y de explotación que las asemejan a las mejores cosechadoras que se comercializan en el mercado internacional. En la Figura 1 se muestran modelos de cosechadoras de caña de azúcar KTP de fabricación nacional.



FIGURA 1. Modelos de cosechadoras de caña de azúcar KTP de fabricación nacional.

En el exterior han surgido modelos de cosechadoras que representan lo más avanzado en esta materia como la AUSTOFT, la CAMECO y la TIGER norteamericanas, así como la BRASTOTF, la SANTAL y la CASE-IH A-7000 y 8000 de Brasil. (Ding *et al.*, 2006; Suárez *et al.*, 2006). En la Figura 2 se muestran modelos de cosechadoras de caña de azúcar de fabricación internacional.

En los lineamientos aprobados en el VI Congreso del PCC, el 209 plantea que la Agricultura Azucarera tendrá como objetivo primario incrementar de forma sostenida la producción de caña. Y que para el desarrollo de la economía del país se exige un incremento de la mecanización de las labores agrícolas, fundamentalmente de la caña de azúcar. Es por eso que el país ha introducido nuevas máquinas para la cosecha mecanizada de la caña de azúcar en Cuba.

El Ministerio de la Industria Azucarera a partir de enero de 2008, introdujo una nueva tecnología para la cosecha mecanizada de la caña de azúcar, basada en la utilización de las cosechadoras CASE-IH A 7000 de fabricación brasileña. Esta nueva tecnología estableció profundas transformaciones en la cosecha mecanizada, el transporte y recepción de la caña en la industria; entre otras: los turnos de trabajo de 8-12 horas de cosecha se pasa a 24 horas, la productividad se eleva de 8-12 a 40-50 toneladas por

horas, las Materias Extrañas disminuyen de un 12-18% a 4-6% y como consecuencia de lo anterior se eleva la cantidad de viajes por camión de 4-5 a 8-10 y el aprovechamiento de la capacidad estática del transporte alcanza establemente el 100%.



FIGURA 2. Modelos de cosechadoras de caña de azúcar de fabricación internacional.

Considerando la importancia que tiene para el país la cosecha mecanizada de la caña de azúcar y debido a los bajos rendimientos y al índice de roturas que en la actualidad presentan las máquinas CASE-IH A-7000 y 8000, se ha emprendido la tarea de investigar las causas; para una vez determinadas, dar solución a las dificultades y contribuir de esta forma a la elevación de la fiabilidad de estas cosechadora de caña (Matos *et al.*, 2012; Rivero, 2012).

La introducción al país de éstas modernas cosechadoras representa un gran avance en la tecnología e introduce profundas transformaciones en el sistema de cosecha mecanizada, el transporte y recepción de la caña en la industria; entre otras: aumentan el volumen de caña cortada por horas, se reduce el gasto de combustible, de piezas que se utilizan en el mantenimiento y reparación de las máquinas y con ello se eleva su fiabilidad en comparación con las KTP-2M (Matos *et al.*, 2012; Max, 2012).

Sustentado en lo antes expuesto se declaró como objetivo del trabajo investigativo, la determinación de los indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000, en condiciones de producción de la provincia de Ciego de Ávila, permitiendo establecer los factores que limitan su eficiente desempeño.

MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo investigativo se consultaron las principales metodologías conocidas en el mundo científico dirigidas a la evaluación de máquinas y/o equipos agrícolas, sobresaliendo las siguientes:

- Norma ISO 8210 (1989): Equipment for harvesting-Combine harvesters Test procedure (Norma ISO, 1989).

- Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Principios y Prácticas de Prueba y Evaluación de Máquinas y Equipos Agrícolas (Daquinta, 2008).
- CAME, RS 3527:72 Máquinas agropecuarias y Forestales, Metodología única para la realización de las pruebas, Evaluación de la explotación. Métodos de realización del cronometraje y la determinación de los índices.
- El sistema integral de pruebas para cosechadoras de caña de azúcar propuesto por Pino Tarragó y colaboradores en el 2009, el cual presenta un algoritmo de prueba dirigido a caracterizar los principales parámetros de explotación, agrotécnicos y ergonómicos de la nueva máquina y su comparación con las existentes (Pino, 2009).
- Norma cubana: NC 34-37 (octubre 2003): “Metodología para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológico-explotativa de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a pruebas estatales” (NC 34-37, 2003).
- Metodología para la evaluación de la cosecha mecanizada. Indicación número 3 de la Dirección de cosecha y Maquinaria del Ministerio del Azúcar en el 2008.
- Metodología para la evaluación diaria de la cosecha mecanizada de las combinadas CASE. Indicación número 4 de la Dirección de Cosecha y Maquinaria del Ministerio del Azúcar en el 2008.

La metodología utilizada tuvo como base la Norma Cubana 34-37, la cual establece el procedimiento para la obtención, análisis y evaluación de los índices de la efectividad tecnológico y de explotación de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a pruebas estatales y los indicadores de productividad

y explotación que contempla permiten (Max, 2012; Pino, 2009; Zaldívar, 2012; Zaldívar e Iani, 2009):

- La evaluación de la nueva máquina durante todo el volumen de trabajo según el programa de pruebas.
- La evaluación comparativa de la nueva máquina con la máquina en explotación que se lleva a cabo mediante turnos de control.

Esta metodología, como se establece en la misma norma: “se basa principalmente en la cronografía, es decir, toma de los tiempos en diferentes condiciones y operaciones de la máquina, que tiene lugar en las diferentes actividades que se realizan durante las operaciones para la cual fue diseñada la misma”, permitiendo el cálculo de los indicadores tecnológicos y de explotación; y los indicadores de fiabilidad analizados son los propuestos por las NC 9210 de 1983, adaptada la metodología utilizada a las características específicas de las cosechadoras de caña de azúcar en condiciones normales de explotación en los campo cañeros de las empresas Ecuador, Ciro Redondo y primero de Enero de la provincia de Ciego de Ávila.

Para determinar los indicadores se compilaron los datos sobre el comportamiento de las 4 cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 durante las zafras 2010 al 2013 y las 6 cosechadoras CASE-IH 8000 durante la zafra 2013. En el modelo de cronometraje elaborado para la investigación se registró en un orden cronológico todas la operaciones y los tiempos empleados: Tiempo limpio de trabajo (T1), Tiempo auxiliar (T2), Tiempo de

mantenimiento técnico (T3), Tiempo para la eliminación de las fallas (T4), Tiempo de descanso del personal (T5), Tiempo de traslados en vacío (T6), Tiempo de mantenimiento técnico de los medios de transporte (T7) y Tiempo de paradas por causas ajenas a la máquina (T8), se especifican los datos sobre la organización de la cosecha; la utilización y el régimen de trabajo de la máquina; las características de los campo de caña a cultivar; el gasto de combustible, el volumen de trabajo realizado, los gastos de aceite y grasa; las fallas presentadas, sus causas y su solución, la utilización de piezas de repuesto y otros datos vinculados con la explotación de las cosechadoras de caña de azúcar.

Para el control, el procesamiento y análisis de los datos compilados se emplean los siguientes programas de cómputo: el tabulador electrónico Excel, para la organización de los datos experimentales; el programa de análisis estadísticos Statgraphics 5.1, para obtener los parámetros y las ecuaciones de regresión que caracterizan las variables y procesos investigados, y el programa Mathcad Professional 2001 para realizar otros cálculos y gráficos necesarios. La figura 3 muestra los gráficos de pastel donde se reflejan los tiempos empleados por las cosechadoras de caña CASE-IH 7000 y 8000 y su representación porcentual.

Con los datos compilados fueron determinados los indicadores de productividad, explotación y fiabilidad de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000, según las normas cubanas, las cuales se relacionan en la Tabla 1.

TABLA 1. Indicadores determinados para la evaluación de las cosechadoras de caña CASE-IH

Indicadores determinados	Expresión	
Productividad por hora de tiempo limpio (W_1)	$W_1 = \frac{Q}{T_1}$	$W_{02} = \frac{Q}{T_{02}}$
Productividad por hora de tiempo operativo (W_{02}).	$T_{02} = T_1 + T_{21}$	$W_{04} = \frac{Q}{T_{04}}$
Productividad por hora de tiempo productivo (W_{04}).	$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$	$W_t = \frac{Q}{T_t}$
Productividad por hora de tiempo turno sin falla (W_t).	$W_t = \frac{Q}{T_t}$	$T_t = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 + T_7$
Productividad por hora de tiempo de explotación (W_{07}).	$W_{07} = \frac{Q}{T_{07}}$	$T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7$
Coficiente de servicio tecnológico (K_{23}).	$K_{23} = \frac{T_1}{T_1 + T_{23}}$	
Coficiente de mantenimiento técnico (K_3).	$K_3 = \frac{T_1}{T_1 + T_3}$	
Coficiente de utilización del tiempo productivo (K_{04}).	$K_{04} = \frac{T_1}{T_1 + T_{04}}$	
Coficiente de utilización del tiempo explotativo (K_{07}).	$K_{04} = \frac{T_1}{T_1 + T_{07}}$	
Coficiente de disponibilidad (K_d).	$K_d = \frac{T_o}{T_o + T_b}$	
Coficiente de disponibilidad operativa (K_{do}).	$K_{do} = K_d \cdot P(t)$	
Coficiente de utilización técnica (K_{ut}).	$K_{ut} = \frac{t_{sum}}{t_{sum} + t_{mt} + t_{rep}}$	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de los tiempos empleados por las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 durante su utilización en la provincia de Ciego de Ávila, se puede observar según muestra la Figura 3, que la utilización del tiempo limpio de trabajo (T1) representó el 51,2% para la CASE-IH 7000 y 47,8% para la CASE-IH 8000 respectivamente, valores bajo para este tipo de tecnología, influyendo las deficientes condiciones para las labores de mecanización que poseen las áreas a cosechar, los bajos rendimientos de los campos y la escasez de medios de transporte entre otros, resultado de una falta de organización, planificación y no cumplimiento de lo indicado.

El tiempo empleado en las actividades de mantenimiento diario (T3) representó para la CASE-IH 7000 el 10,3% y para la CASE-IH 8000 el 10,2% respectivamente, incidiendo en este valor la falta de recursos en momentos para ejecutar el mantenimiento, así como las habilidades propias del personal encargado de la actividad.

Las paradas por rotura de las maquinas (T4) se comportó entre el 11,2% y el 13,1% para las CASE-IH 7000 y 8000 respectivamente, incidiendo en este valor las deficientes condiciones agrotécnicas para la mecanización de las áreas y la falta de experiencia de los operadores. Dentro de las piezas con mayor presencia de fallas se encuentran las cuchillas cortadoras de base y trozadoras, mangueras del sistema hidráulico, cadenas y travesías de los elevadores, entre otras.

En el análisis de los tiempos, el de paradas por causas ajenas a la cosechadora (T8) ocupó un valor de 17,2% y 19,1% para las CASE-IH 7000 y 8000 respectivamente, incidiendo negativamente la existencia de áreas sin condiciones para la mecanización, la humedad en los campos cañeros a cosechar, falta de medios de transporte y tractor movedor, escasez de materiales y medios para realizar el servicio técnico. Presentando insuficiencias organizativas de la jornada laboral, las cuales se encuentran fundamentalmente en la deficiente gestión para la solución de las fallas técnicas y la espera por medio de transporte.

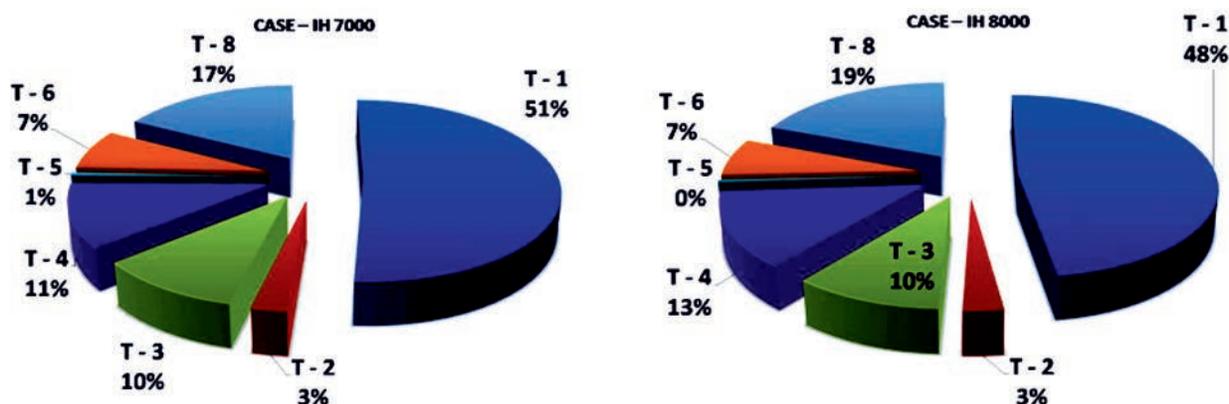


FIGURA 3. Representación porcentual de los tiempos empleados para las cosechadoras de caña CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila.

En la Tabla 2, se reflejan los valores de los índices Técnico- Explotativos determinados a las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 y su comparación con los valores registrados en pruebas de las maquinas KTP-2 y KTP-2M (Leyva, 1994).

En el análisis de los indicadores de productividad determinados para ambos modelos de cosechadoras CASE-IH, es significativa la productividad por tiempo de trabajo limpio W_1 que osciló entre las 37,83 y 39,39 t/h influyendo en este resultado los valores de tiempo perdido por causas ajenas a las máquinas, tales como falta de medios de transporte con un 17% del tiempo total perdido por causas ajenas, humedad y falta de preparación de los campos para la cosecha mecanizada con un 34% y causas industriales con un 19%.

En el indicador de productividad por tiempo operativo W_{02} con valores entre 32,57 t/h para la CASE-IH 7000 y 34,48 t/h para la CASE-IH 8000, inferiores a lo indicado por el fabricante, incidió el bajo aprovechamiento de tiempo efectivo de trabajo de las máquinas, el cual no superó el 51% del turno de trabajo.

TABLA 2. Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar

Cosechadoras	K_{21}	K_3	K_{41}	K_{42}	K_{04}	K_{07}	W_{01} , t/h	W_{02} , t/h	W_{04} , t/h	W_{12} , t/h
KTP-2	0,85	0,84	0,94	0,70	0,49	0,46	27,63	23,67	13,49	12,68
KTP-2M	0,89	0,82	0,93	0,37	0,32	0,23	32,17	27,6	9,61	13,72
CASE-IH 7000	0,92	0,62	0,85	0,94	0,53	0,49	39,39	34,48	18,65	17,99
CASE-IH 8000	0,91	0,64	0,83	0,93	0,51	0,46	37,83	32,57	16,75	15,35

El indicador de productividad por horas de tiempo productivo W_{04} fue de 16,75 t/h para la CASE-IH 7000 y 18,65 t/h para la CASE-IH 8000, incidiendo en este resultado el tiempo invertido en las operaciones de mantenimiento diario y la solución de las fallas presentadas durante la cosecha, aspectos caracterizados por el desconocimiento y no adaptación de los operadores a

la nueva tecnología, la falta de instrumentos de diagnóstico de fallas, falta de adiestramiento del personal de servicios técnicos y falta de piezas de repuesto en el módulo del pelotón.

La productividad por hora de tiempo de trabajo sin fallas W_t resultó baja con valores entre 15,35 t/h para la CASE-IH 7000 y 17,99 t/h para la CASE-IH 8000 muy distantes del indicador establecido para este tipo de tecnología de cosecha mecanizada con máquinas modernas. En este indicador inciden de forma negativa los tiempos invertidos en actividades improductivas durante la jornada laboral.

CONCLUSIONES

- Los indicadores técnicos y de explotación determinados para las cosechadoras CASE-IH 7000 y 8000 están por debajo de las potencialidades de esta tecnología, incidiendo de forma negativa la utilización del tiempo limpio de trabajo inferior

al 51% y el tiempo de parada por otras causas cercano al 20% del tiempo total de observación, lo cual lastró la productividad por horas de tiempo productivo por debajo de las 20 t/h.

- La productividad por horas de trabajo sin fallas resultó baja a pesar de ser cosechadoras de recién introducción al sistema de cosecha del país, incidiendo de forma negativa los tiempos invertidos en actividades improductivas, lo cual evidencia que aun existen reservas técnico organizativas de la jornada laboral.
- Los tiempos dedicados al mantenimiento técnico y la solución de las fallas cercanos al 23% del tiempo total, están por encima de los valores que caracterizan estas cosechadoras, incidiendo el desconocimiento y no adaptación de los operadores a la nueva tecnología, la falta de instrumentos de diagnóstico de fallas, falta de adiestramiento del personal de servicios técnicos y falta de piezas de repuesto en el modulo del pelotón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAQUINTA, G. L. A.: *Mantenimiento y Reparación de maquinas agrícolas*, La Habana, Editorial Félix Várela, La Habana, Cuba, 2008.
- DAQUINTA, G. L. A.: Indicadores técnicos explotativos de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 en la provincia de Ciego de Ávila, En: XXXIII Convención Panamericana de Ingeniería, UPADI, 2012.
- DING, Q. S.; TANGWONGKIT, B. & TANGWONGKIT, R.: *Manual sugarcane harvesting system vs. mechanical harvesting system in Thailand*, Ed. CASE-IH, Thailand, 2006.
- FAO: *Principios y Prácticas de Prueba y Evaluación de Máquinas y Equipos Agrícolas*, Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, series No. 1 y 2. FAO, Rome, 1984.
- LANGTON, M.I.: *Methods and techniques of sugarcane harvesting*, Ed. University of KwaZulu-Natal. Pietermaritzburg, South Africa, 2004.
- LEYVA, S. M.: *Pruebas de las maquinas KTP-2 y KTP-2M*, Informe presentado al Polo Científico, Ed. Polo Científico. Holguín, Cuba, 1994.
- LORETO DÍAZ, P. A. y F. RODRÍGUEZ: *Análisis del comportamiento de la fiabilidad de las combinadas KTP-2M en la cosecha de Saccharum Officinarum (Caña de Azúcar) y las pérdidas que ocasionan*, Ed. Universidad de Pinar de Rio, Cuba, (monografía), 2006.
- MATOS, R. N.; E. GARCÍA y J. GONZÁLEZ: "Evaluación técnica y de explotación de las cosechadoras de caña CASE-7000". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. V 19 (4): 6-9, 2010.
- MAX, G. J.; R. PÉREZ y J.N. PÉREZ: "Evaluación del corte basal de la cosechadora C-4000 con cuchillas de tres filos" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, V 21 (1): 26-30, 2012.
- NAVARRO, O. M.: *Ayer, Hoy y Mañana de las maquinas cosechadoras de caña de azúcar en Cuba*, Ed. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya, Holguín, Cuba, (monografía), 2002.
- NC 34-37:87: *Máquinas Agropecuarias y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológica explotativa, 2da Edición*, Vig. Febrero 2003.
- NORMA ISO 8210: 1989: *Equipment for harvesting Combine harvesters Test procedure*. Vig. 1989.
- PINO, T. J.: *Sistema integral de pruebas de cosechadoras de caña de azúcar*, Ed. Universidad Oscar Lucero Moya, Holguín, Cuba, 2009.
- RIVERO, R. J. C.: *Caracterización de la cosechadora de caña CASE-IH AUSTOFT serie 7000 en el CAI Ciudad Caracas y prolongación de la vida de los segmentos de corte*, Ed. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba, 2012.
- SUÁREZ, P.; Y. RODRÍGUEZ y K. MÁRQUEZ: "Determinación y análisis de los principales índices de explotación de las cosechadoras de caña CAMECO". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Vol. 15 (4): 23-27, 2006.
- ZALDÍVAR, S. M. C.: *El diagnóstico técnico y su pertenencia en la teoría de la fiabilidad en las máquinas cosechadoras de caña KTP, [en línea] 2000, Disponible en: <http://www.redmeso.net> [Consulta: 10 de Febrero 2012]*.
- ZALDÍVAR, S. M. C y G. IANI: *Evaluación de las combinadas cosechadoras de caña de azúcar para las condiciones de explotación de Venezuela*. Ed. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora UNELLEZ, Venezuela, 2009.

Recibido: 22 de diciembre de 2013.

Aprobado: 9 de julio 2014.

Lázaro Antonio Daquinta Gradaille, Profesor Titular, Universidad "Máximo Gómez Báez" de Ciego de Ávila, Carretera a Morón km 9, Ciego de Ávila, Cuba, Correo electrónico: adaquinta@rect.unica.cu