

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL

Valoración del proceso de cosecha mecanizada de la caña de azúcar, utilizando las cosechadoras CASE IH (A 7000) en la empresa azucarera “Arquímedes Colina Antúnez”

Valuation of mechanized harvests of the sugar cane process, by means of the harvesters, CASE IH (A 7000), in the Sugar Mill “Arquímedes Colina Antunez”

Ing. Alain Ariel de la Rosa Andino, Ing. Lázaro Ventura Benítez Leiva, Ing. Inhaudis Calzada Pompa,
Ing. Odalis Suárez Rodríguez

RESUMEN. EL objetivo de esta investigación son los indicadores tecnológicos y de explotación de las cosechadoras para caña de azúcar CASE-IH (A 7 000) en la empresa azucarera “Arquímedes Colina Antúnez”, de la provincia Granma. Para ello se recurre a la utilización de la Norma Ramal XXI establecida por el Ministerio de la Agricultura para la evaluación tecnológica y de explotación de las máquinas agrícolas y forestales. Los resultados finales muestran que las productividades obtenidas arrojaron valores inferiores a las posibilidades reales de las cosechadoras para caña de azúcar CASE-IH (A 7 000) y a las establecidas por el Ministerio del Azúcar.

Palabras clave: Cosecha mecanizada, cosechadoras, caña de azúcar, indicadores tecnológicos y de explotación.

ABSTRACT. The aim of this research are the technical and operation indicators of the sugar cane harvester, CASE-IH (A 7 000), taking place in the Sugar Mill “Arquímedes Colina Antúnez”, Granma province. In order to achieve the objective it is used the 21st Branch Regulation, which was established by the Ministry of the Agriculture, to the technical and exploitation valuation of the Forest and Agricultural Machines. Final results show that the values of the product obtained are lower to the real possibilities for the sugar cane harvesters, CASE-IH (A 7 000), and the ones established by the Ministry of the Sugar.

Keywords: Mechanized harvests, harvester, sugar cane, technical and operation indicators.

INTRODUCCIÓN

En Cuba la cosecha mecanizada de caña de azúcar ha constituido por más de cuatro décadas un punto de especial interés, en aras de incrementar la producción, garantizado que con esta operación se logre la mayor entrega posible de caña de azúcar fresca a los centrales y se minimicen las pérdidas en sacarosa. Durante todos estos años ha constituido una premisa para el país que este proceso se realice con cosechadoras de fabricación

nacional KTP y para ello se han desarrollado un sin número de investigaciones a los diferentes modelos fabricados donde se determinan sus principales índices de fiabilidad y capacidad de paso (Fernández y Álvarez, 1988; Rodríguez, 1994a¹,b²; García y Hernández, 1998; Hernández, 1998³; Rodríguez y González, 1998) con la finalidad de determinar los principales problemas existentes y que sean corregidos en los nuevos diseños.

¹ RODRÍGUEZ, M.: La necesidad de una tecnología de cosecha de caña de azúcar en Cuba para condiciones de alta humedad, En: Conferencia Científica Internacional del ISACA, Ciego de Ávila, 1994a.

² RODRÍGUEZ, M.: Posibles soluciones de una tecnología de cosecha de caña de azúcar para las condiciones cubanas de alta humedad, En: Conferencia Científica Internacional del ISACA, Ciego de Ávila, 1994b

³ HERNÁNDEZ, G. A.: Determinación de los principales índices de fiabilidad de las cosechadoras cañeras KTP-2M, Ed. ISCAH, La Habana, 1998.

Sin embargo, en los años noventa nuestro país quedó imposibilitado de adquirir los insumos necesarios para modernizar y fabricar las cosechadoras cubanas KTP, provocando un frenazo en el desarrollo de esta industria. Debido a esta situación y a la de incrementar la producción de nuestras empresas azucareras, Cuba adquiere en el mercado internacional las cosechadoras Case-IH (A 7 000), las cuales presentan una productividad superior a las KTP-2M.

Una de las empresas beneficiada con esta moderna tecnología es la Arquímedes Colina Antúnez, sin embargo se ha observado que durante el período que las han explotado la productividad de estas cosechadoras está por debajo de lo establecido por el fabricante, atentando contra los planes de producción. Teniendo en cuenta estos aspectos se decide realizar este trabajo que tiene como objetivo: valorar el proceso de cosecha mecanizada de caña de azúcar utilizando cosechadoras CASE- IH (A-7000) teniendo en cuenta la productividad.

MÉTODOS

Lugar, norma, método y técnica utilizada en la investigación

La ejecución de la investigación tuvo lugar en las áreas de producción de la Empresa Azucarera “Arquímedes Colina Antúnez” del Consejo Popular Mabay perteneciente al municipio Bayamo en la provincia Granma, en el transcurso del mes febrero, en un suelo fluvisol (Hernández *et al.*, 1999). Las evaluaciones se efectuaron en el pelotón de corte mecanizado “Batalla de Peralejo”, el cual consta de dos máquinas cosechadoras para caña de azúcar CASE-IH (A-7 000), las cuales se analizaron utilizando la (NRAG XX1 (2005); NC 34 –37 (2003), establecida por el ministerio de la agricultura para la evaluación tecnológica-explotativa de las máquinas agrícolas y forestales. Este análisis se ejecuto con objetivo de valorar el proceso de cosecha mecanizada de caña de azúcar utilizando cosechadoras CASE- IH (A-7000); se realizaron diez observaciones a cada cosechadora por separado. El método utilizado fue el analítico investigativo, utilizando la técnica del fotocronometraje, establecidas en la norma anteriormente mencionada. Las mismas se realizaron en seis campos con una variedad de caña Canal Point y rendimientos agrícolas superiores a las $38,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Útiles de trabajo para efectuar las mediciones y llevar a término la investigación

Los instrumentos de mediciones para medir los elementos de gastos de tiempo y distancias fueron cronómetros, cintas métricas y los propios odómetros de las cosechadoras.

Para la determinación del gasto de combustible, se utilizó el método del tanque lleno, teniendo en cuenta la reserva como medida de seguridad y la producción diaria de las cosechadoras, fue suministrada por el computador del pelotón.

Los medios para el transporte de la caña de azúcar utilizados fueron camiones Beiben-2528 y tractores New Holland-6013, acoplados con remolques capacidad 15 t.

El método de movimiento fue de ida y vuelta con un viraje mayormente en giros de 180 grado en forma de lazo cerrado, lazo abierto con retroceso y lazo doblado, además de otros utilizados en dependencia de las posibilidades de los bordes del campo en que se estaba cosechando.

Una vez realizadas las observaciones, se procedió a determinar la estructura promedio del balance de tiempo, mediante la cual fue determinado el balance real de la jornada laboral, para ello se aplicaron las técnicas de computación. Luego se determinaron los índices de productividad y los coeficientes de explotación.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software estadístico Statgraphics Centurion con el objetivo de realizar una comparación de muestra ejecutando una prueba de hipótesis, donde la hipótesis de nulidad se considero en que no existían diferencias entre las medias de las muestras y en la hipótesis alternativa se consideró que las medias eran diferentes. Los valores de las medias, varianzas, desviación estándar, coeficiente de variación, etc. se muestran en la Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinada la estructura promedio del balance de tiempo se obtuvieron los siguientes resultados los cuales se muestran en la (Figura 1).

Los valores de tiempo limpio (T_1) para las cosechadoras Case-IH A (7 000) 584 y Case-IH (A 7 000) 590 se comportaron sobre los valores de 7,98 y 6,73 h respectivamente, representando el 66,5 y 56,8% respecto al tiempo de duración de la jornada. Valores bajos, producto de las pérdidas de tiempos por causa ajenas a las cosechadoras.

El tiempo auxiliar (T_2) para las cosechadoras representó un 4,63 y 2,39% con respecto al tiempo de duración del ensayo. Magnitudes que pudieron ser menores si los campos hubiesen tenido la franja de viraje bien definida, lo que permite utilizar métodos de virajes racionales como los fundamentados por (González, 1993).

El tiempo de mantenimiento técnico (T_3) representó un 75 y 63,5% respectivamente; valores bajos respecto al tiempo que se planifica para esta actividad el cual es de 2 h.

En el tiempo para eliminar los fallos técnicos (T_4) que se comportaron en el 8,91 y 10,41%, respecto a tiempo de la jornada. Este pudo ser más bajo, de haberse consumido el tiempo reglamentado para desarrollar el mantenimiento técnico diario.

El comportamiento del tiempo de descanso del personal (T_5) fue bajo, con respecto a lo establecido en las normativas del trabajo agropecuario, con un valor que representa el 2% del tiempo de la jornada, para ambos casos.

El tiempo de traslado en vacío (T_6) representó el 1,45% para el caso de la cosechadora Case-IH (A 7 000) 584 y el 6,41% para la cosechadora Case-IH (A 7 000) 590, comportándose este tiempo más alto en la segunda máquina cosechadora fotocronometrada producto de las largas distancias recorridas al trasladarse de un campo a otro.

Los porcentajes del tiempo de parada por causas ajenas (T_8) fueron de 12,5 y 13% respectivamente, incidiendo negativamente la falta de las unidades de transporte durante la cosecha.

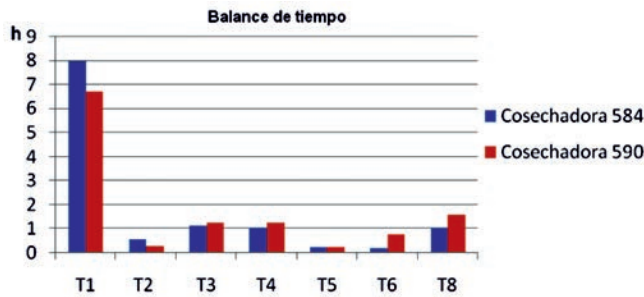


FIGURA 1. Balance de tiempo.

En la (Figura 2) se pueden observar los índices de productividad obtenidos, apreciándose que la productividad por hora de tiempo limpio (W_1) para cada una de las cosechadoras evaluadas fue de 29,40 y 30,30 $t \times h^{-1}$, valores que se encuentran por debajo de las posibilidades que establece el fabricante para estas máquinas. Incidiendo notablemente el tiempo de paradas por causas ajenas y el rendimiento de los campos en que se realizó el fotocronometraje.

La productividad por hora de tiempo explotativo (W_{02}) fue de 27,35 y 29,0 $t \times h^{-1}$, quedando por debajo de las posibilidades reales de las cosechadoras. Sobre estos valores de productividades además del tiempo de paradas por causas ajenas, existió una marcada influencia del tiempo auxiliar. Incidiendo más en la cosechadora Case-IH (A 7 000) 584.

La productividad por hora de tiempo productivo (W_{04}) obtenida fue de 21,80 y 22,56 $t \times h^{-1}$. Valores bajos, influyendo el tiempo para realizar los mantenimientos técnicos, el cual se vio para las dos cosechadoras provocando un elevado consumo tiempo para eliminar las fallas técnicas que aparecieron en ambas cosechadoras.

Los valores de productividad por hora de tiempo turno sin fallo (W_1) fueron de 23,06 y 21,60 $t \times h^{-1}$ para cada una de las cosechadoras respectivamente. Estos valores de productividades son bajos por la incidencia fundamentalmente de tiempo consumido para trasladarse de un campo a otro y el tiempo de paradas por causa ajenas. De igual forma fueron bajos los valores de productividad por hora de tiempo de explotación (W_{07}), comportándose en 20,91 y 19,79 $t \times h^{-1}$. Estos dos tiempos arrojaron mayores valores para la cosechadora Case-IH (A 7 000) 590, provocando una productividad por hora de tiempo de turno sin fallo y por hora de tiempo de explotación más baja, además de otras incidencias negativas que atentaron contra la jornada laboral.

Otro factor evaluado en las cosechadoras fueron los coeficientes de explotación, los cuales se observan en la (Figura 3). Para el caso del coeficiente de pases de trabajo (K_{21}) los valores son altos obteniéndose 0,93 para la cosechadora Case-IH 584 y 0,95 para la cosechadora Case-IH 590. Estos resultados se deben fundamentalmente a la maestría y experiencia de los operadores, pues a pesar de no existir una franja de viraje bien definida los métodos de viraje fueron en su mayoría racionales, coincidiendo con los referidos por (González, 1993) los cuales

permiten disminuir u optimizar este tiempo auxiliar en aras de aumentar la productividad.

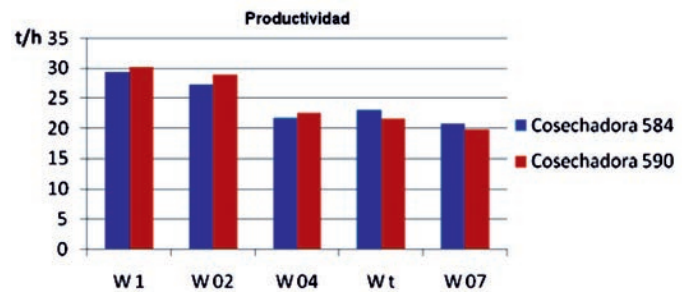


FIGURA 2. Comportamiento de la productividad.

Los coeficientes de servicio tecnológico (K_{23}) y seguridad tecnológica (K_{41}) coincidieron con la unidad en ambos casos y esto se debe a que durante la evaluación de las cosechadoras no existieron paradas tecnológicas y por ende no hubo que dedicar tiempo para eliminar los fallos tecnológicos.

El coeficiente de mantenimiento técnico (K_3) obtenido fue de 0,87 para la Case-IH 584 y de 0,83 para la Case-IH 590, resultados provocados por las violaciones existentes en el tiempo utilizado en los mantenimientos técnicos y su mala calidad, lo que provocó la aparición de averías fortuitas en sistemas y elementos de ambas cosechadoras, los cuales deben ser revisados detenida y cuidadosamente.

El coeficiente de seguridad técnica (K_{42}) fue de 0,90 para la Case-IH 584 y 0,88 para la Case-IH 590. En estos valores incidió de manera indirecta el tiempo de ejecución de los mantenimientos técnicos (el cual fue bajo y afectó la calidad del mismo) y directa el tiempo consumido en solucionar los desperfectos técnicos, los cuales fueron elevados por no existir la solución inmediata a nivel de pelotón.

En el caso del coeficiente de utilización de tiempo productivo (K_{04}) se comportó bajo para ambas máquinas cosechadoras con valores de 0,42 y 0,41 para la Case-IH 584 y Case-IH 590 respectivamente. Coeficiente que fue marcado principalmente por el tiempo en la eliminación de las fallas técnicas ocurridas. El cual también afectó al coeficiente de utilización de tiempo de explotación (K_{07}) de conjunto con los altos plazos de tiempos consumidos en los traslado de un campo a otro, lo que provocó que el valor (0,67 y 0,62) de este coeficiente fuese bajo también en las dos cosechadoras evaluadas.

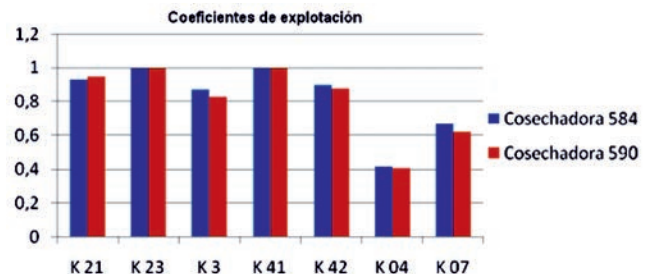


FIGURA 3. Comportamiento de los coeficientes de explotación.

El índice de consumo de combustible se comportó para la Case-IH 584 en 1,20 $L \times t^{-1}$ y para la Case-IH 590 fue de 1,30 $L \times t^{-1}$. En ambas cosechadoras este índice se comportó por

encima de lo que establece el fabricante que es $1,17 \text{ L}\times\text{t}^{-1}$ de caña de azúcar cosechada, provocando que en el proceso de cosecha se inviertan 26,25 CUC más de lo planificado. En este punto inciden negativamente los traslados en vacío, traslados de un campo a otro y el rendimiento de los campos, factores que como se puede apreciar afectaron más a la Case-IH 590.

La producción no realizada estuvo por encima de las 360 toneladas diarias (promedio entre las dos máquinas cosechadoras), lo que provoca que en la industria se dejaran de producir 36,36 toneladas de azúcar, representando un valor de 48 263, 173 CUC en la economía de dicha empresa.

De forma general los resultados obtenidos en esta investigación y las causas que los provocaron (en cuanto balance de la

jornada laboral, índices de productividad, coeficientes de explotación e índice de consumo) se asemejan a los resultados obtenidos por otros investigadores evaluando cosechadoras para caña de azúcar de igual marca y modelo, así como KTP y las CAMECO y máquinas agrícolas en diferentes territorios del país (López, 2006⁴; Suárez *et al.*, 2006⁵; Díaz, 2008⁶; Pupo, 2008⁷; Cumbreira, 2009⁸; Rodríguez *et al.*, 2009; Matos *et al.*, 2010; Flores *et al.*, 2010).

El resultado estadístico arrojó que el valor de t de Student calculado es: -0,0544179 y el valor de probabilidad calculado de 0,957937. Puesto a que el valor de probabilidad calculado no es menor que 0,05, no se rechaza la hipótesis de nulidad. Indicando que no existen diferencias significativas entre los valores medios de la cosechadoras.

TABLA 1. Resumen estadístico

	Cosechadora Case-IH 584	Cosechadora Case-IH 590
Recuento	5	5
Promedio	24,5101	24,6553
Varianza	13,6099	22,0126
Desviación Estándar	3,68916	4,69176
Coficiente de Variación	15,0516%	19,0294%
Mínimo	20,9116	19,7984
Máximo	29,4079	30,3008

CONCLUSIONES

- Se valoró el proceso de cosecha mecanizada de caña de azúcar utilizando las cosechadoras Case-IH (A-7 000), teniendo en cuenta la productividad de las mismas, influyendo en los resultados los bajos rendimientos de los campos y la pésima planificación del corte.
- Los valores de todas las productividades determinadas arrojaron valores que están por debajo de las posibilidades reales de las cosechadoras y de las establecidas por el ministerio del azúcar.

- Los coeficientes de explotación de forma general arrojaron valores aceptables, concordando con los resultados obtenidos por otros autores en investigaciones similares, comportándose con valores bajos los coeficientes de utilización de tiempo productivo y coeficiente de utilización de tiempo de explotación.
- El índice de consumo de combustible se comportó ligeramente por encima del índice establecido por el fabricante.
- Los resultados del análisis estadístico arrojaron que no existe diferencia entre las dos cosechadoras a evaluar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- FERNÁNDEZ, G. A. y E. ÁLVAREZ: "Determinación de los principales índices de fiabilidad de la cosechadora de caña KTP-1", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, Vol. 1 (3): 57-60, 1988.
- 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.
- GARCÍA, P. A. y G. A. HERNÁNDEZ: "Determinación del flujo de fallos del sistema hidráulico de las cosechadoras cañeras KTP-2M", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 7 (3): 37-40, 1998.
- GONZÁLEZ V. R.: *Explotación del parque de maquinarias*, Ed. Felix Varela, Segunda ed, ISBN: La Habana. Cuba, 1993.
- 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.
- 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.
- NRAG XX1: 2005: *Máquinas Agrícolas y Forestales, Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa*, Vig. 2005.
- LÓPEZ, C. R.: *Análisis de los índices que afectan la productividad de la cosechadora de caña de azúcar KTP-2 de la CPA "Séptimo Congreso" perteneciente a la Empresa Azucarera "Bartolomé Masó Márquez"*, 39pp., Ed. Universidad de Granma, Bayamo, 2006.
- 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.

RODRÍGUEZ, M. y O. GONZÁLEZ: “Estudio de la capacidad de paso de diferentes cosechadoras cañeras en suelos cubanos con mal drenaje y condiciones de alta humedad.”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 7 (3): 21-26, 1998.

Recibido: 27 de febrero de 2012.

Aprobado:

Publicado:

Alain Ariel de la Rosa Andino, Profesor Asistente, Universidad de Granma, Departamento de Ciencias Técnicas, Bayamo, Granma, CP 85100
E-✉: arosaa@udg.co.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.



Universidad
de Ciego de Ávila
Facultad
de Ingeniería
Centro de Estudios
Hidrotécnicos

El Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) del Ministerio de la Agricultura y el Centro de Estudios Hidrotécnicos (CEH) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ciego de Ávila, coordinan el **Programa de Especialidad en Explotación de Sistemas de Riego y Drenaje**.

El programa tiene una duración total de aproximadamente dos (2) años. Se desarrolla en la modalidad semipresencial con un período de actividades académicas de (8) semanas (2 meses) y un período de actividades académicas no lectivas vinculadas al desempeño laboral (entrenamiento) de tres (3) a cuatro (4) meses entre períodos lectivos.

El Programa de Especialidad en Explotación de Sistemas de Riego y Drenaje está proyectado con un total de 100 créditos, de ellos 50 créditos por actividades académicas conformadas en dos Diplomados, uno Básico general para todos los Programas de Especialidad del MINAG y uno Especializado para este Programa. Por otra parte la actividad práctica vinculada al desempeño laboral acumulará 40 créditos y el trabajo final 10 créditos.

La sede de este Programa de la Especialidad **para la zona occidental** está ubicada en la *Unidad Docente del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola*, sito en Ave Camilo Cienfuegos y 27, Arroyo Naranjo, La Habana. Los estudiantes cuentan con instalaciones docentes y un aula de computación para el trabajo individual o por equipos.

Los interesados deben contactar con el Departamento de Capacitación del IAgric:

E-mail: capacitacion1@iagric.cu, direccioncyt@iagric.cu.