

Desempeño de los segmentos de corte base en las cosechadoras de caña de azúcar Case-IH 7000

Performance of the Base-Cutter Blades in the Sugarcane Harvester Machines Case-IH 7000



<http://opn.to/a/xepZN>

M.Sc. Rigoberto Antonio Pérez-Reyes^{I✉}, Dr.C. Lázaro Antonio Daquinta-Gradaille^I,
Dr.C. Jorge Douglas Bonilla-Rocha^I, Dr.C. Carlos Alexander Recarey-Morfa^{II},
Dr.C. Claudio Bautista Pérez-Olmo^I, Ing. Julio Eustaquio Gómez-Bravo^I

^I Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ciencias Técnicas, Ciego de Ávila, Cuba.

^{II} Universidad Central de Las Villas, Facultad de Construcciones, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

RESUMEN: En el presente trabajo se analiza el desempeño de los segmentos de corte base BONEM en las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH 7000, mediante un análisis de fallas y la realización de un ensayo experimental de campo en condiciones reales de explotación, para la determinación del desgaste de estas herramientas por el método gravimétrico. Como resultados fundamentales se obtienen que los segmentos de corte base son los responsables de más del 50% de las fallas del sistema, y que la magnitud del desgaste provoca que en un período estimado de 48 horas de labor la herramienta perderá su capacidad total de trabajo.

Palabras clave: análisis de falla, desgaste, método gravimétrico, capacidad de trabajo.

ABSTRACT: This paper is about the performance of the base-cutter BONEM blades in the sugar cane harvester machine CASE-IH 7000, by means of a flaw analysis and experimental field test in real condition of work by mass loss method, for determination of the tools wear. Are obtained as fundamental results that the base cutter blades are responsible for more than 50% of the system flaw and the magnitude of the wear during 48 hours of working period it will cause the loss of its total capacity of work.

Keywords: flaw analysis, wear, mass loss method, capacity of work.

✉ Autor para correspondencia: Rigoberto Antonio Pérez Reyes. E-mail: rigoberto@unica.cu

Recibido: 25/07/2017

Aceptado: 11/06/2018

INTRODUCCIÓN

La adecuada mecanización del corte de la caña de azúcar tiene un importante papel en todo el proceso agroindustrial, lo cual se evidencia en países como Australia, Brasil, EEUU, Sudáfrica, Taiwán Tailandia, Cuba y Venezuela, donde se utilizan cosechadoras de proceso tecnológico integral, en las que el eficiente funcionamiento del sistema de corte base, repercute significativamente en la calidad del proceso, así como en las pérdidas de materia prima y la longevidad del cañaveral ([Max et al., 2012](#)).

La introducción en Cuba de las cosechadoras CASE-IH 7000 estableció profundas transformaciones en la cosecha, el transporte y recepción de la caña en la industria. Estudios realizados por ([Matos et al., 2010](#)) y [Daquinta et al. \(2014\)](#), destacan la superioridad de esta tecnología; sin embargo, uno de los principales problemas que afectan el buen funcionamiento de las cosechadoras es la durabilidad de las cuchillas de corte base, provocado por el desgaste acelerado del filo, lo cual genera considerables pérdidas de materiales, recursos y tiempo, con la consiguiente disminución de la producción y la pérdida de gran cantidad de medios para su reparación o adquisición de nuevos elementos ([Max et al., 2012](#); [Li et al., 2013](#); [Ma et al., 2014](#); [Abd-El y Hemeida, 2015](#); [Tahsin et al., 2016](#); [Daquinta, 2017](#); [Jamadar et al., 2017](#)).

Estudios recientes evidencian que el desgaste repercute de forma negativa en la mayoría de los procesos mecanizados que se realizan en la agricultura, los cuales causan pérdidas anuales con cifras millonarias, destacándose Cuba, donde hoy no existe un estudio dirigido a cuantificar las mismas, aunque las investigaciones realizadas el siglo pasado concluyen que esta cifra alcanzó los 200 000 pesos anuales.

Este autor argumenta, que la causa principal de la sustitución del 85% de los elementos de la maquinaria agrícola en Cuba es el desgaste abrasivo, en el que influyen factores como la geometría, composición química y dureza del material del órgano de trabajo, la fricción entre los cuerpos, el contacto con plantas y frutos, las condiciones climáticas y de explotación, la velocidad de trabajo, el tamaño y naturaleza de las partículas del suelo, entre otros. Añade, además, que el fenómeno de la interacción herramienta de labranza - suelo ha sido abordado por diferentes autores en los últimos años, lo cual ha representado un avance significativo en la interpretación del desgaste de este par tribológico; sin embargo, el par segmento de corte - caña ha sido poco estudiado.

En este sentido, ([Daquinta et al., 2014](#)), ha reportado la determinación de propiedades tribológicas de diferentes materiales utilizados en la fabricación de los elementos de corte de las cosechadoras y otros autores como [Mello y Harris \(2003\)](#); [Mello \(2005\)](#); [Toledo et al. \(2013\)](#); [Mathanker et al. \(2015\)](#) y [Momin et al. \(2017\)](#), han investigado el comportamiento funcional de las cuchillas de corte base con diferentes diseños, geometrías del filo y ángulos de impacto.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento funcional de las cuchillas de corte base BONEM en las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH 7000, mediante un análisis de fallas y un ensayo experimental de campo de determinación del desgaste de estas herramientas, para la estimación de su capacidad de trabajo.

MÉTODOS

La evaluación se llevó a cabo en la Empresa Azucarera Ecuador del municipio Baraguá en la provincia de Ciego de Ávila, una de las mayores productoras de azúcar en el territorio, durante el período comprendido del 10 de diciembre del 2014 al 30 de marzo de 2015.

Para el análisis de fallas se seleccionaron dos máquinas cosechadoras modelos CASE IH- 7000, ambas trabajaron en los mismos campos bajo las mismas condiciones. Aquí se tuvo en cuenta la observancia de los requisitos necesarios que deben cumplir las variables discretas que se presenta

en los resultados obtenidos de los métodos estadísticos, publicados por (Herrera *et al.*, 2012) y (Guerra *et al.*, 2014). La evaluación se fundamentó en la norma del IAGRIC: Sistema de Gestión de la Calidad. Pruebas de Máquinas Agrícolas. Evaluación Tecnológica Explotativa (IAGRIC, 2013), para establecer la organización del proceso, la realización del cronometraje de los tiempos y la creación de las condiciones de explotación locales, sobre las cuales se realizó un ensayo experimental de campo en condiciones reales de explotación mediante el método gravimétrico, para determinar el desgaste de las cuchillas. El procesamiento estadístico de los resultados de los ensayos se realizó con la ayuda del procesador SPSS 15.0.

Para la realización del experimento se seleccionaron cinco cuchillas con una masa nominal promedio de 951,1g y con características geométricas y dimensiones exteriores como se observan en la Figura 1. La rugosidad superficial es de 6,3 μm , la dureza del material de 58...60 HRC y las características identificativas y composición química del mismo se observan en la Tabla 1. Una vez iniciada las pruebas se toman como intervalos de tiempo para el desmonte, limpieza y medición de la pérdida de masa los períodos de 4, 8, 14, 20 y 24 horas de trabajo limpio (horas de trabajo del cortador base), medido con los instrumentos del sistema de control electrónico de la máquina. El pesaje de los segmentos se realiza con una balanza digital modelo HAW – 30K de con una precisión de $\pm 0,0001$ kg (Figura 2).

TABLA 1. Características identificativas y composición química del material de las cuchillas de corte base BONEM

Código		Peso	Espesor	Material	Agujeros		
86902900BR		0,951 kg	6,00 mm	SAE 9260	7		
C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	S	P
0,56	0,75	1,80					No más
0,64	1,00	2,20	$\leq 0,20$	$\leq 0,06$	$\leq 0,25$	$\leq 0,004$	$\leq 0,030$

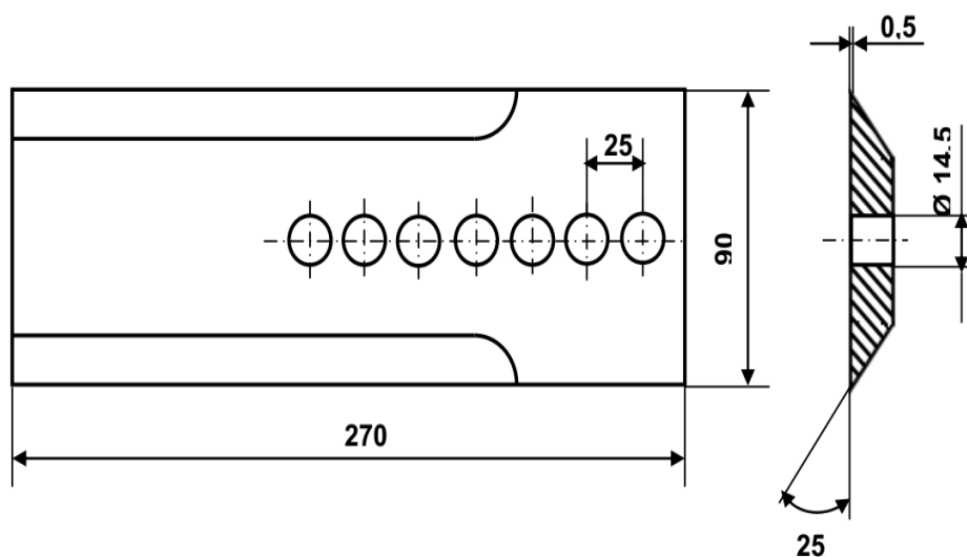


FIGURA 1. Características geométricas y dimensiones exteriores de las cuchillas de corte base BONEM.



FIGURA 2. Balanza digital utilizada en el ensayo de desgaste.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron un suelo ferralítico rojo con microrelieve llano, con presencia de partículas de sílice y óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio en su composición, las cuales son altamente abrasivas. La variedad de caña cortada fue la C-8751 de longitud y diámetro promedios de los tallos de 2,03 a 3,18 m y 30 mm respectivamente con un rendimiento biológico del campo de 122 t/ha. Estas características son predominantes en las áreas de la empresa, por lo que se confirman las condiciones severas de agresividad del medio como una de las causas del deterioro de las cuchillas, las cuales también fueron reportadas por [Daquinta \(2017\)](#) en estudios del comportamiento de la durabilidad de estas herramientas en cosechadoras, y ([Sánchez et al., 2010a](#)) en evaluaciones de aperos de labranza.

La velocidad promedio de desplazamiento de la máquina durante el corte alcanzó valores de 4,6 km/h con una velocidad de trabajo del conjunto de corte base de 64,926 rad/s, magnitudes que se encuentran dentro de los valores recomendados para este tipo de actividad, lo cual garantizó el desarrollo de condiciones normales de trabajo de la máquina. La altura de corte obtenida fue de 85 mm, pues durante la cosecha se encontraron algunas piedras que provocaron interrupciones y roturas en las máquinas, por lo que esta altura ayudó a que estos y otros obstáculos presentes en el suelo, debido a las condiciones agrotécnicas de los campos, ejercieran la menor influencia en la falla de la cuchilla de corte base.

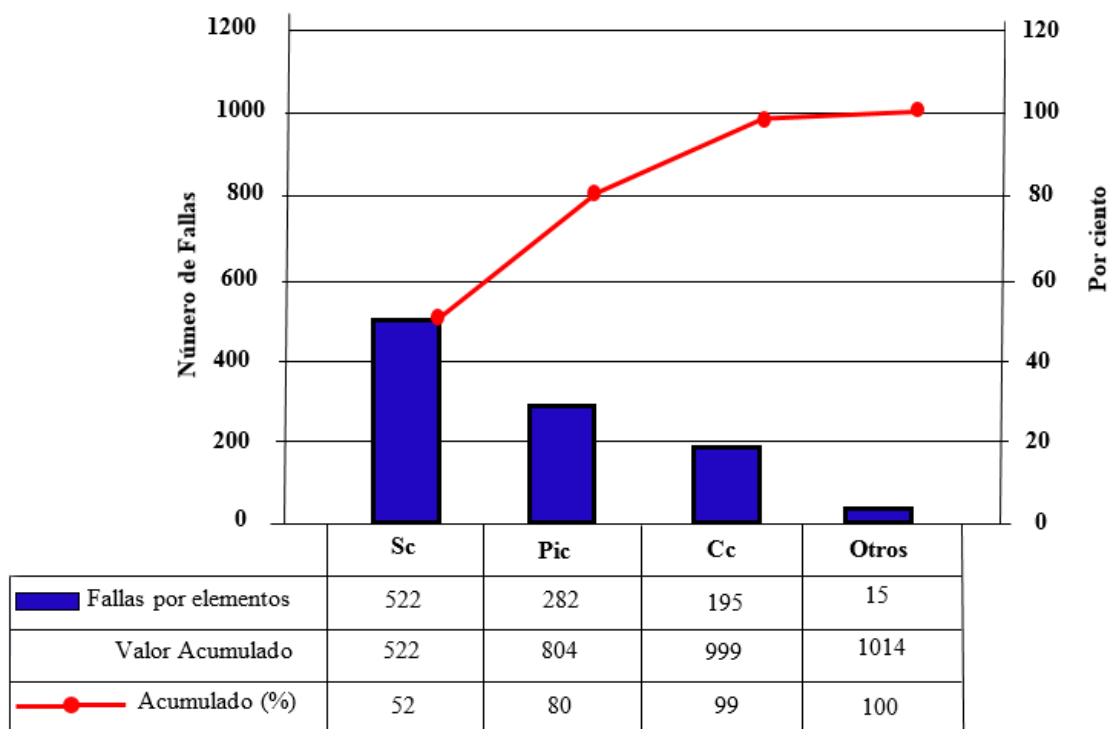
La temperatura ambiente en la zona de experimentación se mantuvo entre los 25,7 y 31 °C, y la humedad relativa alcanzó valores promedios de 75%, lo que permite afirmar que los experimentos se realizaron en un ambiente de trabajo similar al de años anteriores, por lo que las condiciones climáticas no influenciaron más allá de lo normal en el desarrollo del proceso.

El análisis de falla reveló que el sistema mecánico es el que más falla, con 1014 fallas como se observa en la [Figura 3](#). Dentro del mismo son los segmentos de corte los de mayor número total de fallas (999), con una mayor incidencia en las cuchillas de corte base y las del picador (804), que representan el 80% del total de fallas en el sistema, donde las cuchillas de corte base son responsables de más del 50% de las mismas (522) como se representa en la [Figura 4](#), donde aparece la contribución de cada elemento a las fallas del sistema mecánico. Estos resultados corroboran los criterios de [Daquinta et al. \(2014\)](#) y [Daquinta \(2017\)](#), quienes publicaron resultados similares en investigaciones desarrolladas en máquinas cosechadoras modelos KTP y CASE IH.

La representación de los elementos causales que influyen en el comportamiento funcional de las cuchillas de corte base se muestran en la [Figura 5](#), donde se destaca la magnitud e intensidad del desgaste provocado por el contacto con la masa vegetal y el suelo.



FIGURA 3. Gráfica de las fallas en los sistemas.



Legenda

Sc: Segmento de corte base

Pic: Cuchillas del picador

Cc: Cuchillas corta cohollo

FIGURA 4. Contribución a las fallas de los elementos del sistema mecánico.

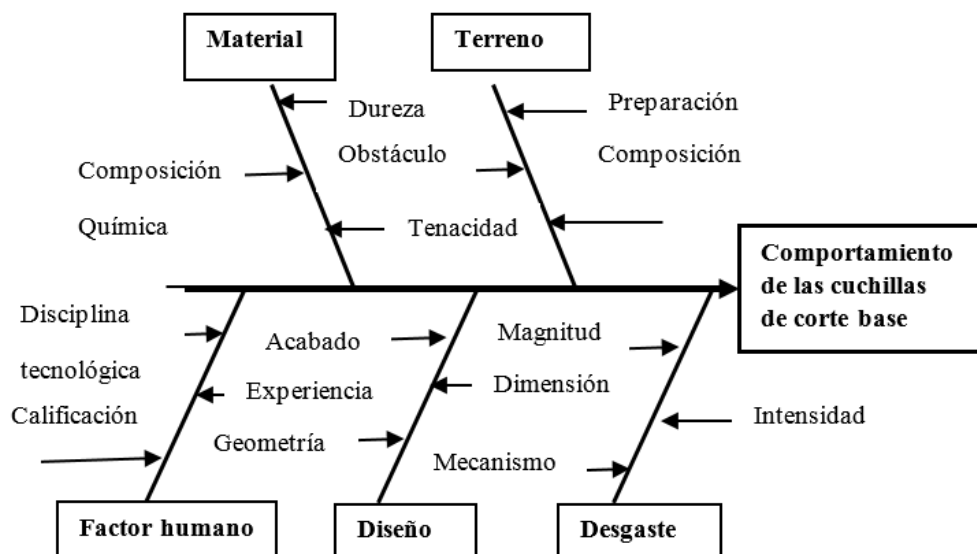


FIGURA 5. Elementos causales del comportamiento.

Los datos estadísticos del experimento de campo se exponen en la [Tabla 2](#). En la [Figura 7](#) se observa la curva representativa de la dinámica del desgaste, la cual revela que la pérdida de masa de las cuchillas investigadas en las cuatro primeras horas muestra un ligero incremento en su magnitud, cuyo valor crece desde 0 hasta 39,8g como promedio. Esto se debe a que se producen los picos más altos de la rugosidad superficial, lo cual provoca se generen altas presiones y deformaciones entre los elementos en contacto y una alta velocidad e intensidad del desgaste que alcanza, en este caso, el 43,5 % del desgaste permisible, lo que está en correspondencia con los valores que se registran en esta etapa que pueden llegar a alcanzar el 30-50% ([Álvarez, 2000](#)).

La pérdida de masa de los segmentos obtenida en el período comprendido entre 4 y 20 horas de trabajo alcanzó valores promedios que varían de 39,8g a 61,4g, lo cual muestra una reducción en la magnitud del desgaste y una menor dispersión de los datos obtenidos; esto se debe a que en esta etapa disminuyen las presiones reales al aumentar el área de contacto entre la herramienta y la masa vegetal a cortar. Aquí la velocidad del desgaste se hace casi constante y este se incrementa, pero a un ritmo más lento, lo cual permite afirmar que hay un trabajo estable de la herramienta por un tiempo prolongado de su vida útil con muy poca influencia en la variación de su geometría ([Figura 6](#)) y propiedades, características identificativas del período de desgaste normal.

TABLA 2. Datos estadísticos del ensayo de desgaste.

Muestra	Peso Inicial (g)	Pérdida de masa (g) (4 horas)	Pérdida de masa (g) (8 horas)	Pérdida de masa (g) (14 horas)	Pérdida de masa (g) (20 horas)	Pérdida de masa (g) (24 horas)
A	951,0	34	48	50,5	58	76,5
B	952,5	45	49,5	51	62	102
C	950,4	37,5	49	54	65,5	111,5
D	950,5	47	49	51	62,5	100,5
E	951,1	35,5	50,5	51,5	59	67,5

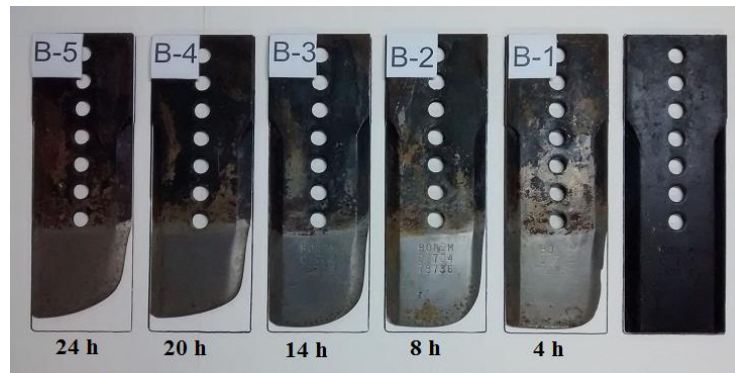
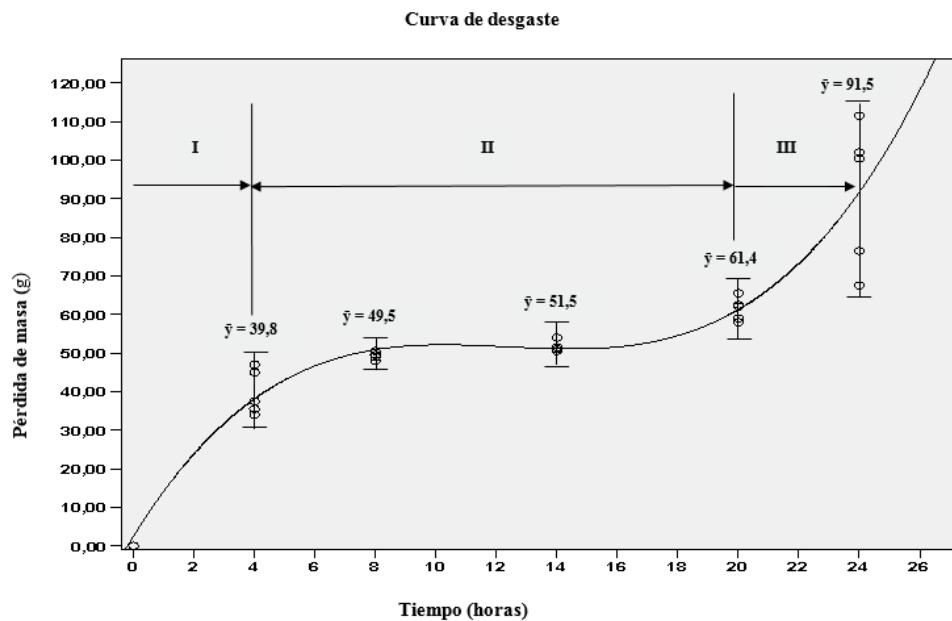


FIGURA 6. Representación de la geometría de las cuchillas durante el ensayo de desgaste.



Zona I – Asentamiento; Zona II – Desgaste normal; Zona III - Desgaste catastrófico.

FIGURA 7. Representación de la pérdida de masa en función del tiempo en el ensayo de desgaste.

A partir de las 20 horas de trabajo la pérdida de masa promedio de las cuchillas inicia un prolongado incremento en su magnitud y dispersión de los datos, lo cual se debe a que comienza el período de desgaste catastrófico. En esta etapa la magnitud del desgaste es tal, que se generan cargas dinámicas complementarias en el funcionamiento del par tribológico, lo que representa un aumento de la temperatura, del nivel de ruido, de las vibraciones y, en este caso específico, de la mala calidad en el corte, provocando daños en los tallos de caña y ejerciendo una influencia directa en las pérdidas de la cosecha. Este comportamiento ha sido explicado por [Toledo et al. \(2013\)](#); [Manhães et al. \(2014\)](#); [Mathanker et al. \(2015\)](#); [Tahsin et al. \(2016\)](#) y [Momin et al. \(2017\)](#) en evaluaciones de la influencia del desgaste de las cuchillas en el daño a los tallos cortados.

La magnitud del desgaste en el período de 24 horas provoca la pérdida de la geometría de uno de los filos de la herramienta, y por tanto, se estima que en otro período de tiempo similar las cuchillas perderán su capacidad de trabajo. Estos resultados permiten afirmar que las propiedades físicas y mecánicas de la masa vegetal cortada, el suelo y el medio que la circunda tienen un efecto

sobre el desgaste de estas herramientas, influyendo de manera directa en su comportamiento y vida útil.

Los resultados del modelo estadístico implementado y la estimación de los parámetros se observan en la [Tabla 3](#), donde se distingue un valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0,874$, el cual representa el ajuste de los datos con relación a la curva de regresión polinomial de tercer grado desarrollada por el modelo. Esta la curva permite pronosticar el comportamiento de las cuchillas de corte base para cualquier intervalo de tiempo, lo cual favorece el análisis y la estimación de su capacidad de trabajo. Este tipo de curva ha sido reportada por ([Mellado, 2005](#); [Sánchez et al., 2010b](#)), bajo otras condiciones experimentales en herramientas de maquinarias de movimiento de tierra, de perforación de rocas y de labranza de suelos, pero que responden desde el punto de vista matemático, al mismo modelo de comportamiento. Sin embargo, no se reporta en la literatura investigaciones que describan el comportamiento de la dinámica del desgaste en las las cuchillas de corte base de las cosechadoras de caña.

TABLA 3. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Cúbico	,874	51,046	3	22	,000	2,574	12,640	-1,052	,028

Variable dependiente: Desgaste

Variable independiente: Tiempo

CONCLUSIONES

- Las cuchillas de corte base fueron las responsables de más del 50% de las fallas del sistema mecánico en las cosechadoras de caña CASE IH-7000, debido fundamentalmente al desgaste acelerado del filo.
- La pérdida de masa promedio de las cuchillas de corte base objeto de estudio tomó valores que oscilan desde 0 a 91,5g para un tiempo de trabajo limpio de 24 h, lo cual provoca la pérdida de la geometría de uno de los filos, por lo que se estima que para un período de 48 h, estas herramientas perderán su capacidad total de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL, M.H.A.; HEMEIDA, B.E.: “Sugarcane mechanical harvesting-evaluation of local applications”, *J. Soil Sci. and Agric. Eng*, 6(1): 129-141, 2015.
- ÁLVAREZ, G.E.: *Tribología: Fricción, desgaste y lubricación. Capítulo III. Degaste de los cuerpos sólidos*, Ed. Feijó, UCLV, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2000, ISBN: 959-250-182-3.
- DAQUINTA, G.L.A.: “Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3): 3–8, 2017, ISSN: 2227-8761, E-ISSN: 2227-8761.
- DAQUINTA, G.L.A.; DOMÍNGUEZ, B.J.; PÉREZ, O.C.; FERNÁNDEZ, S.M.: “Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3): 3-8, 2014, ISSN: 2227-8761, E-ISSN: 2227-8761.
- GUERRA, C.W.; HERRERA V. M.; VÁZQUEZ, Y.; QUINTERO, A.B.: “Contribución de la Estadística al análisis de variables categóricas: Aplicación del Análisis de Regresión

Categoría en las Ciencias Agropecuarias”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(1): 68–73, 2014, ISSN: 2071-0054, E-ISSN: 2071-0054.

HERRERA, M.; GUERRA, C.W.; SARDUY, L.; GARCÍA, Y.; MARTÍNEZ, C.E.: “Diferentes métodos estadísticos para el análisis de variables discretas. Una aplicación en las ciencias agrícolas y técnicas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1): 58–62, 2012, ISSN: 2071-0054, E-ISSN: 2071-0054.

IAGRIC: *Sistema de Gestión de la calidad. Prueba de máquinas agrícolas. Evaluación tecnológico explotativa*, Inst. Ministerio de la Agricultura, IAgri, PNO PG-CA-043, La Habana, Cuba, 13 p., 2013.

JAMADAR, V.; SAWAR, A.; POL, H.; DESHPANDE, N.; SAWANT, S.; PATIL, V.: “Sugarcane cutting machine”, *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology* Vol, 4(special 1), 2017, ISSN: 2393-8021.

LI, S.; SHEN, Z.; MA, F.; GAO, J.; YU, X.: “Simulation and Experiment on Conveying Device of Cutting System of Small Sugarcane Harvester (Research note)”, *International Journal of Engineering-Transactions C: Aspects*, 26(9): 975, 2013.

MA, S.; KARKEE, M.; SCHARF, P.A.; ZHANG, Q.: “Sugarcane harvester technology: a critical overview”, *Applied engineering in agriculture*, 30(5): 727–739, 2014, ISSN: 0883-8542.

MANHÃES, C.M.C.; GARCIA, R.F.; FRANCELINO, F.M.A.; JUNIOR, D.C.; SOLANO, C.S.; DE OLIVEIRA FRANCELINO, H.: “Visible Losses in Mechanized Harvesting of Sugarcane Using the Case IH A4000 Harvester”, *American Journal of Plant Sciences*, 5(18): 2734, 2014.

MATHANKER, S.K.; GRIFT, T.E.; HANSEN, A.C.: “Effect of blade oblique angle and cutting speed on cutting energy for energycane stems”, *Biosystems Engineering*, 133: 64–70, 2015, ISSN: 1537-5110, E-ISSN-1537-5129.

MATOS, N.; GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, J.R.: “Evaluación técnica y de explotación de las cosechadoras de caña Case-7 000”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4): 06–09, 2010, ISSN: 2071-0054, E-ISSN: 2071-0054.

MAX, J.; PÉREZ, R.; PÉREZ, J.N.: “Evaluación del corte basal de la cosechadora C-4000 con cuchillas de tres filos”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1): 20–30, 2012, ISSN: 2071-0054, E-ISSN: 2071-0054.

MELLADO, C.J.: *Aplicación del método de los elementos discretos a problemas de desgaste*, [en línea], Universidad Politécnica de Cataluña, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias), Cataluña, España, 2005,
Disponibile en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3376>, [Consulta: 21 de enero de 2017].

MELLO, R.C.: “Effect of blade shape and speed on cutting forces for sugar cane”, *Acta Scientiarum: Agronomy*, 27: 661-665, 2005, ISSN: 1679-9275.

MELLO, R.C.; HARRIS, H.: “Desempenho de cortadores de base para colhedoras de cana-de-açúcar com lâminas serrilhadas e inclinadas”, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7(2): 355-358, 2003, ISSN: 1807-1929.

- MOMIN, M.A.; WEMPE, P.A.; GRIFT, T.E.; HANSEN, A.C.: “Effects of Four Base Cutter Blade Designs on Sugarcane Stem Cut Quality”, *Transactions of the ASABE*, 60(5): 1551–1560, 2017, ISSN: 2151-0040.
- SÁNCHEZ, A.; HERRERA, M.; RE CAREY, C.; LÓPEZ, E.; GONZÁLEZ, O.: “Determinación del desgaste de los aperos de labranzas de suelo en condiciones de campo”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(2): 16-21, 2010a, ISSN: 2071-0054.
- SÁNCHEZ, Á.L.; HERRERA, M.; LÓPEZ, J. D.; LÓPEZ, E.; RE CAREY, C.A.: “Desarrollo de un banco de pruebas rotacional para investigar el desgaste de los aperos de labranza”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(2): 16–21, 2010b, ISSN: 2071-0054.
- TAHSIN, M.D.; NAIK, R.K.; RAI, D.K.: “Design and Development of Low Cost Sugarcane Harvester for Chhattisgarh Region”, *Advances in Life Sciences*, 5(18): 7681-7687, 2016, ISSN: 2278-3849.
- TOLEDO, A. de; SILVA, R.P. da; FURLANI, C.E.A.: “Quality of cut and basecutter blade configuration for the mechanized harvest of green sugarcane”, *Scientia Agricola*, 70(6): 384–389, 2013, ISSN: 0103-9016.

Rigoberto Antonio Pérez Reyes, Profesor Auxiliar, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Facultad de Ciencias Técnicas, Ciego de Ávila, Cuba. Carretera a Morón Km 9½, CP: 65300, Teléfono (33) 217009, Fax 5333 225768, Correo electrónico: rigoberto@unica.cu

Lázaro Antonio Daquinta Gradaille, Correo electrónico: adaquinta@unica.cu

Jorge Douglas Bonilla Rocha, Correo electrónico: jorgedbr@unica.cu

Carlos Alexander Recarey Morfa, Correo electrónico: recarey@uclv.edu.cu

Claudio Bautista Pérez Olmo, Correo electrónico: claudio@unica.cu

Julio Eustaquio Gómez Bravo: Correo electrónico: julioe@unica.cu

NOTAS

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

*Este artículo de 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.