

## Comportamiento de los indicadores de explotación de la cosechadora de granos Massey Ferguson 5650

### Behavior of Operating Indicators of Massey Ferguson 5650 Grain Harvester



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

Claudio B. Pérez-Olmo<sup>1\*</sup>, Yarina Trujillo-Rodríguez<sup>1</sup>, Antonio Daquinta-Gradaille<sup>1</sup>, Raúl Gutiérrez-Torres<sup>1</sup>, Elena Plá-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Baez, Facultad de Ciencias Técnicas, Ciego de Ávila, Cuba.

**RESUMEN:** Debido al alto costo de las cosechadoras de granos Massey Ferguson 5650, es necesario un apropiado uso de estas máquinas. En la provincia de Ciego de Ávila, con muchas superficies dedicadas al cultivo de granos, estas máquinas tienen un amplio uso. El trabajo consistió en evaluar: el balance de tiempo de turno de las cosechadoras, coeficiente de disponibilidad técnica, las fallas más frecuentes, productividad y rendimiento agrícola de los campos. El coeficiente de disponibilidad técnica 0,82 posee aún potencial para mejorar el uso de las máquinas se puede tomar medidas técnicas y organizativas. Las fallas más frecuentes estuvieron localizadas en el sistema de corte y el sistema de cosecha. La productividad de las cosechadoras con una media de 1,6 t/h resultó bajo si se consideran las potencialidades de estas máquinas. Las causas principales de este pobre desempeño están dadas por: baja utilización efectiva del tiempo de turno (media 69%), bajos rendimientos agrícolas (media de 1,15 t/ha) e inadecuado estado de los campos para la cosecha.

**Palabras clave:** Productividad, fiabilidad, balance de tiempo, coeficiente de disponibilidad técnica.

**ABSTRACT:** Due to the high cost of Massey Ferguson 5650 grain harvesters, proper use of these machines is necessary. In Ciego de Ávila Province, with many areas dedicated to the cultivation of grains, these machines have a wide use. The work consisted of evaluating the balance of shift time of the harvesters, technical availability coefficient, the most frequent failures and productivity and agricultural yield of the fields. The coefficient of technical availability 0.82, still has the potential to improve the use of machines and it is possible to take technical and organizational measures. The most frequent faults were in the cutting system and in the harvest system. The productivity of the harvesters with an average of 1.6 t / h was low considering the potential of these machines. The main causes of this poor performance are given by low effective use of shift time (average 69%), low agricultural yields (average of 1.15 t / ha) and inadequate state of the fields for harvesting.

**Keywords:** Productivity, reliability, time balance, technical availability coefficient.

\* Autor para correspondencia: Claudio Bautista Pérez Olmo. e-mail: [claudio@unica.cu](mailto:claudio@unica.cu)

Recibido: 20/01/2018

Aceptado: 11/09/2018

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han producido mundialmente incrementos en la mecanización de los cultivos de granos para elevar la productividad, debido al crecimiento de las áreas sembradas y la poca amplitud del momento de cosecha. Brasil es el mayor productor mundial de granos con más de tres millones de toneladas al año según [Campos et al. \(2016\)](#), con rendimientos agrícolas que oscilan entre una y dos t/ha ([Moreira et al., 2013](#)). En Cuba la producción no satisface la demanda y esto obliga a la importación. La introducción de modernas máquinas ha aumentado la capacidad de cosecha de la agricultura cubana. En la provincia de Ciego de Ávila las cosechadoras Massey Ferguson 5650 no alcanzan la productividad prevista

Al referirse a la productividad de las cosechadoras de granos [Pérez et al. \(2014\)](#), explica que en última instancia es determinada por la alimentación máxima en el sistema de trilla, es decir por la capacidad de alimentación de la combinada, la cual depende del tipo y dimensiones de los órganos de trilla y régimen de trabajo, sus regulaciones, condiciones del cultivo, potencia del motor, condiciones de la superficie del campo en cosecha, entre otros. [Miranda et al. \(2013\)](#), señala por su parte que la utilización del tiempo de turno de las cosechadoras presenta una gran reserva de la elevación de la productividad. Los rendimientos agrícolas influyen tanto en la velocidad de la máquina como en su productividad, en Cuba se reportan rendimientos agrícolas de frijol variables entre una y tres t/ha ([Chacón, 2012](#); [Maqueira et al., 2016](#); [González et al., 2017](#)).

[Iglesias et al. \(2012\)](#) refieren que en Cuba hay varios factores que afectan la cosecha de granos: exceso de enyerbamiento, acción de los microorganismos, deficiencia en la planificación de la cosecha y diferentes regulaciones de los órganos de trilla. [Miranda et al. \(2016\)](#), destaca por su parte la importancia de una adecuada productividad de la cosechadora para un bajo costo energético por masa procesada.

Uno de los factores que más afecta la productividad es la fiabilidad de la Máquina. Varios autores han caracterizado el coeficiente de

fiabilidad de explotación usando diferentes variantes. ([González et al., 2017](#)), para la New Holland TC-57 obtiene valores de (0,58...0,62) considerando el tiempo invertido en la gestión y búsqueda de las piezas y (0,82-0,83) sin considerar ese tiempo. [Miranda et al. \(2015\)](#), obtuvo para la cosechadora CLAAS Dominator valores de 0,92 para la variante cronométrica y 0,87 para la variante de costo. Esto sugiere la necesidad de: mejorar la disciplina tecnológica en la realización de las operaciones de mantenimiento técnico y disponer de las piezas, instrumentos y dispositivos necesarios para estas operaciones.

La evaluación de la productividad de las cosechadoras de granos en las condiciones de la provincia Ciego de Ávila le permitirá a los productores conocer el desempeño de sus máquinas, así como los factores de pueden ser mejorados para aumentar su eficiencia productiva. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar los factores que afectan la productividad de estas cosechadoras, evaluando el uso del tiempo de turno, la disponibilidad técnica y las principales fallas.

## MÉTODOS

El balance del tiempo de turno es una importante herramienta para evaluar el proceso de cosecha- transporte de los granos y el uso racional del tiempo limpio de trabajo y las que afectan la productividad ([Iglesias et al., 2012](#)). Mediciones del área trabajada y de la masa de granos en la unidad de tiempo nos permite determinar la productividad de las cosechadoras así como el rendimiento agrícola.

$$Wh = 0,1 \cdot B \cdot \beta \cdot V_{tr} \cdot K \exp. \frac{ha}{h}$$

$$Wh = 0,1 \cdot B \cdot \beta \cdot V_{tr} \cdot U \cdot K \exp. \frac{t}{h}$$

donde:

Wh - Productividad horaria, t/h.

B - Frente de labor, m.

$\beta$  - Coeficiente de utilización del frente de labor.

V<sub>tr</sub> - Velocidad de trabajo, km/h.

U - Rendimiento agrícola, t/ha.

K<sub>exp</sub> - Coeficiente de utilización del tiempo de turno.

El mantenimiento es un factor clave en el incremento de la productividad, al reducir el número de paradas, en la disminución de los costos y conseguir que las máquinas funcionen correctamente, según especificaciones (Herrera *et al.*, 2012). De ahí que determinar las principales fallas y sus causas sea un paso decisivo para lograr ese objetivo. La identificación de fallas y averías se puede conducir con diferentes filosofías o estrategias de trabajo según Shkiliova y Fernández (2011): de mantenimiento proactivo, de mantenimiento predictivo, de mantenimiento correctivo, de ingeniería del mantenimiento.

Esto sugiere un seguimiento sistemático de los indicadores de fiabilidad para mantener los equipos en el campo predictivo. Otra característica destacada por Herrera *et al.* (2012), como muy importante para mantener una alta disponibilidad es la mantenibilidad de la máquina (con la capacitación y recursos necesarios para el mantenimiento). En cuanto al proceso tecnológico de las cosechadoras, Cassia *et al.* (2015), comentan que las técnicas de monitoreo en tiempo real de la cosecha permite interactuar con los diferentes sistemas de la máquina que determinan su productividad y calidad de cosecha.

Varios autores han estudiado la disponibilidad de las cosechadoras como causa de bajos rendimientos. El coeficiente de disponibilidad técnica  $K_d$  describe con acierto el nivel de prestaciones de la máquina en dependencia de su fiabilidad (De la Cruz *et al.*, 2013; Uttaro *et al.*, 2015):

$$K_d = \frac{t_{sum}}{t_{sum} + t_{rep}}$$

donde:

$t_{sum}$  - Sumatoria de tiempo de máquina en buen estado técnico.

$t_{rep}$  - Tiempo empleado para las reparaciones.

**TABLA 1.** Análisis estadístico de las productividades

Variable	Media	Error	Desviación Standard	Skewness	Kurtosis
Rendimiento Agrícola t/ha	1,1500	0,00949	0,03795	0,402	-1,598
Productividad horaria ha/h	1,8663	0,05976	0,23902	-1,585	6,854
Productividad horaria t/h	1,6231	0,05374	0,21496	-0,836	5,577
Productividad jornada t/jor	11,7419	0,57219	2,28878	-2,113	3,987

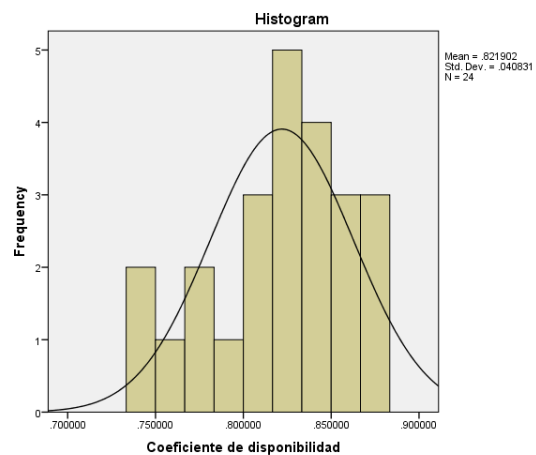
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El fotocronometraje se desarrolló en 24 jornadas. Para el análisis estadístico se utilizaron las herramientas Excel y SPSS versión 21. El valor del coeficiente de tiempo de turno estuvo bajo 0,69. Las productividades de la cosechadora (Tabla 1) también pueden ser mayores, por lo que debe trabajarse en aspectos como: Reducción de los tiempos auxiliares, mejor preparación del campo para la cosecha, historial actualizado de los cambios de elementos y mantenimientos realizados a la máquina, capacitación de operadores, mejorar los procesos tecnológicos y operaciones de mantenimiento de las cosechadoras de granos.

El tratamiento estadístico se las productividades aparecen en la Tabla 1.

En el tratamiento estadístico se obtuvieron valores aceptables para las medias de las productividades y valores menos concentrados de los rendimientos agrícolas.

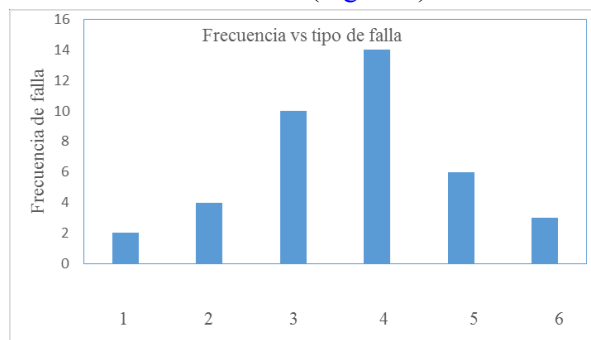
El coeficiente de disponibilidad técnica (Figura 1) de media 0,82 tiene aún una buena reserva para mejorar el desempeño de las cosechadoras, su rendimiento horario y disminuir los costos de operación por



**FIGURA 1.** Comportamiento del coeficiente de disponibilidad

Para analizar las fallas (en las que se presentaron 39) es importante considerar aspectos

como: sistema donde ocurre la falla, impacto de esta falla y causas de la falla. La frecuencia de ocurrencia de la falla indica el nivel de prevención y capacidad de restablecimiento de la falla que cada elemento exige. Fallas más frecuentes: las tres y cuatro: fallas en el sistema de corte y fallas en el sistema de cosecha. Las fallas observadas fueron: (Figura 2).



**FIGURA 2.** Comportamiento de las fallas.

1. Falla en la capacidad del sistema de freno.
2. Fallas en el sistema hidráulico.
3. Fallas en el sistema de corte.
4. Fallas en el sistema de cosecha.
5. Fallas en el sistema de aire acondicionado.
6. Falla el sistema eléctrico.

## CONCLUSIONES

La productividad de las cosechadoras puede aumentarse disminuyendo las pérdidas de tiempo durante la jornada, mejorando las condiciones del campo para la cosecha y logrando mayores rendimientos agrícolas.

El coeficiente de disponibilidad técnica aún tiene reservas para su incremento, lo cual puede lograrse mejorando la organización, la calidad y el control de las operaciones de mantenimiento para que sea preventivo si se conocen las fallas más frecuentes de las cosechadoras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, C. R.; CORRÊA, C. P.; FERNANDES, S. L.; BAPTESTINI, M.F.; COSTA, F. C.; BUSTOS, D. J.: "Bean grain hysteresis with induced mechanical damage", *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(10): 930-935, 2016, ISSN: 1807-1929.
- CASSIA, T. M.; VOLTARELLI, A. M.; DA SILVA, P. R.; ZERBATO, C.; LIMA, H. P.:

"Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja.", *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 19(12), 2015, ISSN: 1807-1929.

CHACÓN, A.: "El espaciamento entre surcos: efecto sobre el rendimiento agrícola, sus componentes y el peso de 100 semillas de dos cultivares de soja [*Glycine max(L.) Merr.*]", *Revista Centro Agrícola*, 38(3): 45-49, 2012, ISSN: 0253-5785.

DE LA CRUZ, A.; MIRANDA, C. A.; SHKILIOVA, L.; ABREU, F. O.; RIBET, M. Y.: "Análisis de la disponibilidad técnica de la cosechadora de arroz CLAAS DOMINATOR 130", *Avances*, 15(4): 385-393, 2013, ISSN: 1562-3297.

GONZÁLEZ, R. D.; HERNÁNDEZ, G. A.A.; SHKILIOVA, L.: "Adaptabilidad de tractores Maxxum Case 150 y New Holland TM-7010 para operaciones de mantenimiento técnico", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(2): 23-30, 2017, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.

HERRERA, G. E.; MIRANDA, C. A.; OLIVET, R. Y.: "Investigación de la mantenibilidad en cosechadoras de arroz New Holland L-521, L-624, L-626 durante los mantenimientos técnicos en la unidad empresarial de Base Agrícola Sierra Maestra", *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3): 9-15, 2012, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.

IGLESIAS, C. C.E.; MOREJÓN, M. Y.; LLANES, R.: "Determinación de la composición racional del complejo cosecha-transporte del arroz con la aplicación de la Teoría del Servicio Masivo en el Complejo Agroindustrial Arroceros Los Palacios", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2): 24-29, 2012, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.

MAQUEIRA, L. L.A.; TORRES, W. de la N.; ROJAN, H. O.; PÉREZ, M. S.A.; TOLEDO, D.: "Respuesta del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares de soja *Glycine max(L.) Merrill* durante la época de frío en la localidad de Los Palacios", *Cultivos Tropicales*, 37(4): 98-104, 2016, ISSN: 0258-5936.

- MIRANDA, C. A.; CASTELLS, H. S.; FERNÁNDEZ, A. O.; SANTOS, S. F.; IGLESIAS, C. C.E.: “Análisis de la utilización del tiempo de turno por las cosechadoras arroz CLAAS DOMINATOR”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* , 22(4): 27-31, 2013, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- MIRANDA, C. A.; PANEQUE, R. P.; ABRAHAN, F. N.; RIBET, M. Y.; SANTOS, G. F.: “Determinación del costo energético de la cosecha mecanizada del arroz”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* , 25(4): 32-38, 2016, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- MIRANDA, C. A.; SHKILIOVA, L.; CASTELLS, H. S.; LARA, H. Y.; RIBET, M. Y.: “Determinación del coeficiente de fiabilidad de explotación en su variante cronométrica y de costo para cosechadoras CLAAS Dominator”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* , 24(3): 35-38, 2015, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- MOREIRA, G. B.; PEGORARO, R. F.; VIEIRA, N.; BORGES, I.; KONDO, M. K.: “Desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura.”, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi* , 17(8): 818-823, 2013, ISSN: 1807-1929.
- PÉREZ, L. C.; MIRANDA, C. A.; PEDRERA, I. N.; IGLESIAS, C. C.E.; CASTELLS, H. S.: “Evaluación de la calidad de cosecha de la cosechadora New Holland TC57”, *Avances*, 16(4): 381-390, 2014, ISSN: 1562-3297.
- SHKILIOVA, L.; FERNÁNDEZ, S. M.: “Sistemas de Mantenimiento Técnico y Reparaciones y su aplicación en la Agricultura”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* , 20(1): 72-77, 2011, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- UTTARO, N. F.; MIRANDA, C. A.; MOREJÓN, M. Y.: “Análisis de la disponibilidad técnica de la cosechadora CaseAustoft 7000 en el Estado Trujillo, Venezuela”, *Revista Ingeniería Agrícola* , 5(1): 3-7, 2015, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.

Claudio Bautista Pérez Olmo, Profesor Titular. Universidad de Ciego de Ávila. Facultad de Ciencias Técnicas, Carretera de Morón km 9. Ciego de Avila, Cuba, e-mail: [claudio@unica.cu](mailto:claudio@unica.cu)

Yarina Trujillo Rodríguez, e-mail: [yarinat@unica.cu](mailto:yarinat@unica.cu)

Antonio Daquinta Gradaille, e-mail: [adaquinta@unica.cu](mailto:adaquinta@unica.cu)

Raúl Gutiérrez Torres, e-mail: [rgutierrez@unica.cu](mailto:rgutierrez@unica.cu)

Elena Plá Rodríguez, e-mail: [elenapla@unica.cu](mailto:elenapla@unica.cu)

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

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/)

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.