

# Determinación del coeficiente de fiabilidad de explotación en su variante cronométrica y de costo para cosechadoras CLAAS Dominator

## *Determination of the coefficient of reliability of exploitation in the chronometric variant and of cost for CLAAS Dominator combines*

Dr.C. Alexander Miranda Caballero<sup>1</sup>, Dr.C. Liudmila Shkiliova<sup>11</sup>, M.Sc. Santiago Castells Hernández<sup>1</sup>, Esp. Yurisleidys Lara Hernández<sup>1</sup>, M.Sc. Yoel Ribet Molleda<sup>111</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Unidad Científico Tecnológica Los Palacios, Cuba.

<sup>11</sup> Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>111</sup> Ministerio de la Agricultura, Empresa Agroindustrial de Granos Los Palacios, Pinar del Río, Cuba.

**RESUMEN.** La presente investigación fue llevada a cabo en áreas la Empresa Agroindustrial de Granos “Los Palacios”, ubicada en la provincia de Pinar del Río, con el objetivo de determinar el coeficiente de fiabilidad de explotación en sus variantes cronométrica y de costo para la cosechadora CLAAS Dominator en las condiciones de producción.

**Palabras clave:** Fiabilidad, cosechadora arroz, coeficiente de fiabilidad de explotación variante cronométrica, coeficiente de fiabilidad de explotación variante de costo.

**ABSTRACT.** This research was conducted in areas the Agro-Industrial Grains Enterprise “Los Palacios”, located in the province of Pinar del Río in order to determine the coefficient of reliability of operation in its chronometric and of cost variants for the Claas Dominator combine in the conditions of production.

**Keywords:** Reliability, rice combine, coefficient of reliability of operation–chronometric variant, coefficient of reliability of operation–cost variant.

## INTRODUCCIÓN

La productividad es uno de los más importantes indicadores de efectividad de utilización de las máquinas y la misma representa la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo (hora) en unas condiciones dadas de explotación. La disminución de los períodos de trabajo en el campo es posible lograrlo mediante el aumento de la cantidad de máquinas o elevando la productividad de éstas. De todos los puntos de vista, el camino más favorable es el segundo, es decir, mediante el aumento de la productividad de las máquinas y conjuntos que realizan las labores agrícolas<sup>1</sup> (Miranda, 2003; Shkiliova, 2005, Mora, 2008).

En los últimos años se ha visto la importancia que tiene mantener la maquinaria agrícola y sus componentes fiables. Desde el punto de vista puramente económico es deseable una alta fiabilidad para reducir los costos totales, ya que es inquietante el hecho de que el costo anual para mantener ciertos equipos y sistemas de funcionamiento ha llegado a ser varias veces mayor al costo original del equipo.

Autores como Daquinta<sup>2</sup> que se dedicaron al estudio de la fiabilidad de la maquinaria agrícola, han coincidido en que la fiabilidad de explotación (seguridad técnica y tecnológica) de

<sup>1</sup> IGLESIAS, C.: Administración de las Máquinas Agrícolas, pp. 110-120, Tomo II Universidad Autónoma Chapingo, México, 2002.

<sup>2</sup> DAQUINTA, A: Mantenimiento y Reparación de la Maquinaria Agrícola, 634pp., Chapingo, México, 2005.

ésta en gran medida depende de la correcta realización de los mantenimientos técnicos y reparaciones.

Para apreciar la fiabilidad de explotación de la máquina, se utiliza como indicador generalizado el coeficiente de fiabilidad de explotación  $K_{fe}$ , el cual caracteriza la relación entre el tiempo durante el cual la máquina se encuentra en el estado de servicio y el tiempo total de trabajo de la máquina (Shkiliova, 2007a; Miranda, 2004). El objetivo principal de esta investigación es calcular el coeficiente de fiabilidad de explotación en su variante cronométrica y de costo para la cosechadora CLAAS DOMINATOR durante el proceso de cosecha de arroz en la Empresa Agroindustrial de Granos Los Palacios (EAIG Los Palacios).

## MÉTODOS

Las investigaciones experimentales se realizaron en la Empresa Agroindustrial de Granos “Los Palacios”, en la provincia de Pinar del Río, la evaluación de fiabilidad fue llevada a cabo a una cosechadora marca CLAAS DOMINATOR.

Para su desarrollo se utilizaron los siguientes materiales:

- Cálculo de los índices de fiabilidad de explotación de la técnica agrícola (Shkiliova, 2007a).
- Metodología para el cálculo de la productividad de las cosechadoras de arroz en función de la utilización del tiempo de turno (Shkiliova, 2007b)
- Análisis de la utilización del tiempo de turno por las cosechadoras arroz CLAAS DOMINATOR (Miranda, 2013)
- Estudio de la productividad de las cosechadoras New Holland L520 en función de la utilización del tiempo de turno en las condiciones del CAI arrocero “Los Palacios”<sup>3</sup>

### Cálculo del coeficiente de fiabilidad de explotación en su variante cronométrica ( $K_{fe}$ )

Para el cálculo del coeficiente de fiabilidad  $K_{fe}$ , se propone utilizar el balance del tiempo de utilización de la máquina, obtenido durante la observación cronométrica (Miranda, 2013). De este balance de tiempo es necesario tomar los elementos de tiempo relacionados con el movimiento de las máquinas dentro y fuera del campo  $\tau_{mov}$ , durante el período de observación, así como las pérdidas de tiempo  $T_j$  para paradas técnicas. Hay que señalar, que las paradas técnicas en este caso están relacionadas con el tiempo gastado para realizar los mantenimientos técnicos antes, durante y después del turno de trabajo, así como la eliminación de las fallas en el proceso de trabajo.

La expresión para el cálculo del coeficiente  $K_{fe}$  (Shkiliova 2007a;

$$K_{fe(c)} = \sum_{j=1}^n \tau_j - (n-1) \tag{1}$$

En la ecuación (1)  $\tau_j$  presenta el valor particular del coeficiente  $K_{fe(c)}$ , y  $n$  es el número de valores particulares de éstos últimos.<sup>4 5 6</sup>

### Cálculo del coeficiente $K_{fe}$ en su variante de costo

El cálculo del coeficiente  $K_{fe}$  en esta variante se basa en el análisis y comparación de los costos de recursos necesarios para asegurar el movimiento de la máquina, con los gastos para mantener y recuperar la capacidad de trabajo de ésta (Trillan, 1988; Shkiliova, 2007b; Sarskov, 1972; Ramakumar, 1998).

Se obtiene la ecuación del coeficiente de fiabilidad de explotación en su variante de costo.

$$K_{fe(f)} = \sum_{j=1}^n \eta_j - (n-1) \tag{2}$$

Donde:

$\eta_j$ - valor particular del coeficiente de fiabilidad de explotación, en su variante de costo.

Para obtener el cálculo más fiable de los coeficientes  $K_{fe(c)}$  es necesario tomar los datos sobre el trabajo de las máquinas durante un período de tiempo más prolongado, teniendo en cuenta las condiciones de prueba o investigación.

## RESULTADOS

### Determinación coeficiente de fiabilidad de explotación en su variante cronométrica ( $K_{fe}$ )

En las tablas 1 y 2, se muestran la distribución del peso específico de los componentes del tiempo turno relacionados con el movimiento de dos cosechadoras dentro y fuera del campo  $\tau_{mov}$ , durante el período de observación cronométrica, así como el tiempo gastado en realizar los mantenimientos técnicos (MT) y la eliminación de las fallas en el proceso de trabajo, teniendo en cuenta para una variante el tiempo de gestión y búsqueda de las piezas y para la otra este tiempo es eliminando, (Miranda, 2013).

**TABLA 1. Balance del tiempo de trabajo por las cosechadoras cronometradas, teniendo en cuenta el tiempo de gestión y búsqueda de las piezas**

Elementos del tiempo	Máquina
Movimiento de la cosechadora ( $\tau_{mov}$ ), %	65,0
Mantenimiento técnico ( $T_1$ ), %	7,0
Eliminación de fallas ( $T_2$ ), %	13,0

En la Tabla 3, se puede observar que se tuvo en cuenta para la variante cronométrica el tiempo de gestión y búsqueda de las piezas lo que determinó que los valores del coeficiente de

<sup>3</sup> MIRANDA, C. A.: Estudio de la productividad de las cosechadoras New Holland L520 en función de la utilización del tiempo de turno en las condiciones del CAI arrocero “Los Palacios”, 100pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2006.

<sup>4</sup> TELNOV, N. F. Recuperación de las piezas desgastadas una reserva importante de la economía de los recursos materiales y de la elevación de la fiabilidad de las máquinas. Conferencia (en ruso), MIISP. Moscú, Rusia. (En ruso), 1980.

<sup>5</sup> SKOVORINDIN, I. B. Manual de fiabilidad de la técnica agrícola. Leningrado. Ed. “Lenin ZDAT”. 204pp., (en ruso), 1985.

<sup>6</sup> SKOROCHODOV, A. N. El aseguramiento explotativo del trabajo sin fallo de los agregados complejos, 120pp., Moscú. Ed. MIISP, (en ruso), 1990.

fiabilidad de explotación para la cosechadora alcanzara un valor de 0.87, siendo el mismo inferior a lo recomendado para este tipo máquina 0,9...0,95 (González, 1993).

**TABLA 2. Balance del tiempo de trabajo por las cosechadoras cronometradas, eliminando el tiempo de gestión y búsqueda de las piezas**

Elementos del tiempo	Máquina
Movimiento de la cosechadora ( $\tau_{mov}$ ), %	78,5
Mantenimiento técnico ( $T_1$ ), %	10,2
Eliminación de fallas ( $T_2$ ), %	0,05

**TABLA 3. Significado del coeficiente de fiabilidad  $K_{fe(c)}$  para la variante cronométrica, teniendo en cuenta el tiempo de gestión y búsqueda de las piezas**

$K_{fe(c)}$	Ecuación	Máquina
Coefficiente particular que tiene en cuenta el tiempo para los MT	$\tau_1 = 1 - \frac{T_1}{T_o}$	0,92
Coefficiente particular que tiene en cuenta el tiempo para la eliminación de las fallas	$\tau_2 = 1 - \frac{T_2}{T_o}$	0,86
$K_{fe(c)}$ Total	$K_{fe} = \sum_{j=1}^n \tau_j - (n-1)$	0,87

Mientras que en la tabla 4, se muestra que al eliminar el tiempo de gestión y búsqueda de piezas el coeficiente de fiabilidad explotación alcanza un valor de 0,92, debido que al aumentar el tiempo de mantenimiento técnico, disminuye la aparición de fallas en las cosechadora, por lo que el coeficiente  $\tau_2$  adquiere un valor de 0,99, demostrándose que este tipo de cosechadoras poseen un alta fiabilidad.

**TABLA 4. Significado del coeficiente de fiabilidad  $K_{fe(c)}$  para la variante cronométrica, eliminando el tiempo de gestión y búsqueda de las piezas**

$K_{fe(c)}$	Ecuación	Máquina
Coefficiente particular que tiene en cuenta el tiempo para los MT	$\tau_1 = 1 - \frac{T_1}{T_o}$	0,89
Coefficiente particular que tiene en cuenta el tiempo para la eliminación de las fallas	$\tau_2 = 1 - \frac{T_2}{T_o}$	0,99
$K_{fe(c)}$ Total	$K_{fe} = \sum_{j=1}^n \tau_j - (n-1)$	0,92

**Determinación del coeficiente de fiabilidad  $K_{fe}$  en su variante de costo**

Los gastos totales de los recursos financieros para el trabajo y mantenimiento en el período de observación de las cosechadoras se muestran en la tabla 5, a partir de la base teórica (Shkiliova2007b; Miranda, 2006).

**TABLA 5. Gastos totales de los recursos financieros para el trabajo y MT en el período de observación**

Máquina	Gastos, %			
	T	MT	EF	Total
	78,5	10,2	0,05	88,75

Leyenda: T- trabajo. MT- mantenimiento EF- eliminación de fallas

A partir de estos gastos se pueden determinar el peso específico del coeficiente  $K_{fe}$  en su variante de costos para asegurar el

movimiento de la máquina, observándose en la tabla 6, que este coeficiente tiende a disminuir, producto la elevación del tiempo de los mantenimientos técnicos, aplicados a la cosechadora observada, lo que trae como consecuencia un aprovechamiento eficiente de las capacidades reales del equipo y de la jornada laboral en general.

**TABLA 6. Significado del coeficiente  $K_{fe(f)}$  para la variante de costo para la máquina empleada**

Ecuación	$K_{fe(f)}$	Máquina
$\eta_1 = 1 - \frac{C_{MT}}{D_o}$	0,93	
$\eta_2 = 1 - \frac{C_{ef}}{D_o}$	0,94	
Total $K_{fe(f)} = \sum_{j=1}^n \eta_j - (n-1)$	0,87	

## CONCLUSIONES

- El coeficiente de fiabilidad de explotación en su variante cronométrica eliminando los tiempos de gestión y búsquedas de las piezas para solucionar las fallas de la cosechadora durante su trabajo alcanzó un valor de 0,92.
- El coeficiente fiabilidad  $K_{fe(t)}$  para la variante de costo

alcanzó un valor de 0,87, lo que demuestran que si trabaja en mejorar la disciplina tecnológica en la realización de las operaciones de mantenimiento técnico, la organización de las piezas de repuesto a nivel del eslabón productivo y mejorar la preparación del personal encargado de la asistencia técnica los costos de explotación por fiabilidad tienden a disminuir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MIRANDA, A.; SHKILIOVA, L.; IGLESIAS CORONEL, C. E.; ANILLO, J.: "Determinación de la cantidad de mantenimientos técnicos de las maquinas cosechadoras de arroz New Holland L 520" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 12(3): 59-62, 2003.
- SHKILIOVA, LIUDMILA; M. FERNÁNDEZ Y J. NARANJO: Determinación del trabajo útil promedio entre los fallos de los tractores MTZ-80 y MTZ-50. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 14(2): 35-39, 2005.
- SHKILIOVA, L., A. MIRANDA, Y C., IGLESIAS. Cálculo de los índices de fiabilidad de explotación de la técnica agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 16(2): 52-55, 2007a.
- MIRANDA, A.; SHKILIOVA, L.; POZO, E.; RIVERO, R. Análisis de los principales indicadores de fiabilidad de las cosechadoras de arroz New Holland L520. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 13(3): 43-46, 2004.
- SHKILIOVA, L.; C. IGLESIAS C. y A. MIRANDA: Metodología para el cálculo de la productividad de las cosechadoras de arroz en función de la utilización del tiempo de turno, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 16(1): 58-60, 2007b.
- MIRANDA, A., S. CASTELLS, O. FERNÁNDEZ, F. SANTOS, C. IGLESIAS. "Análisis de la utilización del tiempo de turno por las cosechadoras arroz CLAAS DOMINATOR", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 22(4): 27-31, 2013.
- MORA, G. L. A.: *Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios*, ISBN 958-33-8218-3, Colombia, 2008.
- SARSKOV, B. *Fundamentos de la teoría y del cálculo de la fiabilidad de los elementos y dispositivos de automatización y técnica de cálculo*, Ed. MIR, ISBN 10: 4000218492 ISBN 13: 9784000218498, Moscú, Rusia, 1972.
- RAMAKUMAR, R. *Engineering Reliability. Fundamentals and Applications*. Editorial Prentice, Hall Professional Technical, New Jersey, USA, December, ISBN: 0132767597, 1998.
- GONZÁLEZ, V. R.: *Explotación del parque de maquinaria*, 497pp., Editorial Félix Varela, ISBN: ISBN: 959-07-0028-4, La Habana, 1993.

**Recibido:** 10/10/2014.

**Aprobado:** 19/04/2015.

**Publicado:** 14/06/2015.

Alexander Miranda Caballero, Investigador Auxiliar Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Unidad Científico Tecnológica Los Palacios, Cuba. Correo electrónico: alex@inca.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.

*Todos nuestros servicios  
a su disposición*

**BIBLIOTECA ANTONIO MACHADO RUIZ**

**UNIVERSIDAD DE GRANMA (UGR)**