

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

ARTÍCULO ORIGINAL

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”

Research maintainability rice harvester New Holland l-521, l-624, L-626 for maintenance technicians in the “Sierra Mestra” Agricultural Business Unit Base

M.Sc. Erwin Herrera González¹, Dr.C. Alexander Miranda Caballero^{II}, Dr.C. Yosvel E. Olivet Rodríguez^{III}

¹Universidad de Guantánamo-FAM, Guantánamo, Cuba.

^{II}Unidad Científica Tecnológica de Base (UCTB) “Los Palacios”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Pinar del Río, Cuba.

^{III}Universidad de Granma, Bayamo, Granma. Cuba.

RESUMEN. Se investigaron las operaciones de mantenimiento técnico diario y periódico cada 30 h que se le realizan a las cosechadoras de arroz New Holland L-521, L-624 y L-626 en el período de cosecha, en las condiciones de la Empresa Agroindustrial de Granos “Los Palacios”. A través del análisis matemático se determinó el tiempo medio de mantenimiento técnico diario y periódico cada 30 h, tiempos de retrasos logístico y administrativo, tiempo medio de hasta la restauración de la capacidad de trabajo y por vez primera la estimación de la mantenibilidad para condiciones reales de explotación. Dentro de los resultados más significativos se encuentran que para las cosechadoras evaluadas la curva de mantenibilidad muestra que existe entre 95,8...97% de probabilidad que el mantenimiento técnico diario se realice en dos horas, mientras que en el mantenimiento técnico cada 30 h, la probabilidad es de 74...78% en igual período de tiempo.

Palabras clave: período de cosecha, análisis matemático, retrasos logísticos y administrativos.

ABSTRACT. A research was conducted on the technical maintenance operations daily every 30 h and removal of faults for the rice harvesters New Holland L-521, L-624, L-626, in the harvesting season, in the conditions of the Rice Agro-industrial Enterprise “Los Palacios”. Through mathematical analysis were determined the mean time for daily and periodical maintenance every 30 h, times of logistical and administrative delays, average time until the restoration of work capacity, and, for the first timer, the estimation or the maintainability for actual conditions of operation. Among the most significant results is that for the evaluated harvesters the curve of maintainability shows that there is between 95.8...97% chance that the daily technical maintenance be performed in two hours, while in technical maintenance each 30 hours the probability is 74... 78% in the same period.

Keywords: harvest period, mathematical analysis, logistical and administrative delays.

INTRODUCCIÓN

El sector especializado de arroz, diseñado para emplear tecnologías de altos insumos, la mecanización, la avioquímica, etc. sufrió serias restricciones por las limitaciones económicas debido al bloqueo impuesto a Cuba por los EE.UU. (Aleman, 2009).

En el presente se sigue potenciando este cultivo, y existen planes para incrementar la producción de arroz hasta el 2014 y

con ello elevar la producción hasta 485 900 t lo que disminuiría las importaciones en un poco más del 50% (Aleman, 2009) de la necesidad del país (795 mil t); para lograrlo se tendrá que superar la falta de recursos y de mano de obra que afectan la agricultura en general (Cuba, Ministerio de la Agricultura, 2006; Herrera *et al.*, 2009).

Autores como Daquinta (1999), Hernández (1999), Shkiliova (2001 y 2005), Gavrilov (1970), Skorochodov (1990) se dedicaron al estudio de la fiabilidad de la maquinaria agrícola, han coincidido en que la fiabilidad de explotación (seguridad técnica y tecnológica) en gran medida depende de la correcta realización de los mantenimientos técnicos y reparaciones.

Otras investigaciones desarrolladas por Hernández *et al.* (1999), Miranda (2006), sobre el mantenimiento técnico de la maquinaria agrícola exponen los elementos referidos a la eficiencia de las actividades del mantenimiento y reparación y su influencia en el funcionamiento de las cosechadoras, además, la disminución del nivel y calidad de los mantenimientos técnicos, que se realizan (solamente de 40...50% de todas las operaciones) debido a las carencias de materiales y la baja preparación del personal de mantenimiento provocan el deterioro acelerado de la técnica agrícola.

Estudios desarrollados por Miranda *et al.* (2008), plantean que en el aumento de la rotura de las cosechadoras influye la poca atención a los mantenimientos técnicos planificados; encargados del control y prevención de las fallas; dejando claro que se pueden tomar medidas que ayuden a aumentar la productividad de las cosechadoras, una vez que se conozcan cuáles son las piezas que fallan y el efecto que originan.

Otra de las incidencias negativas durante las labores de mantenimiento de las máquinas es no contar con la organización, recursos y personal capacitado que dé respuesta a las exigencias actuales de perfeccionar las condiciones de explotación y del mejoramiento de los índices de fiabilidad.

El objetivo del trabajo fue realizar una investigación para determinar la mantenibilidad de las cosechadoras de arroz en las condiciones de la Unidad Empresarial de Base Agrícola (UEBA) “Sierra Maestra”.

MÉTODOS

La investigación se realizó en el pelotón de cosecha de la Unidad Empresarial de Base Agrícola (UEBA) “Sierra Maestra” del Complejo Agroindustrial (CAI), “Los Palacios” provincia Pinar del Río en cosechadoras de arroz New Holland L-521, L-624, L-626 durante dos etapas de cosecha mayo-julio y octubre-diciembre 2009, tomando el tiempo de mantenimiento técnico antes de comenzar la cosecha.

Daquinta (2004) expone que la mantenibilidad es la probabilidad de poner en servicio en un tiempo dado, un sistema que haya presentado una avería, es decir la aptitud del sistema para ser reparado y, por lo tanto será la función de la facilidad, rapidez y economía con que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento y reparación.

La mantenibilidad es la característica inherente de un elemento asociado a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica, probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas (Al Naijar, 1991; Knezevic, 2008).

Torres (2005), define la mantenibilidad como la probabilidad de que una máquina, equipo o sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados.

En términos probabilísticos, Monchy (1989), define la mantenibilidad como la probabilidad de restablecer las condi-

ciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos o simplemente la probabilidad de que un equipo, presenta una falla y sea reparado en un determinado tiempo (t).

Según diversos autores citados por Mora (2006), es la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, pueda regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal (condiciones usuales en que el equipo genera servicios o productos sin ningún problema) después de una avería, falla o interrupción productiva (funcional o de servicio), mediante una reparación que implica la realización de unas tareas de mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que generan la interrupción.

Mesa *et al.* (2006), define la mantenibilidad como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos.

Pistarelli (2011), plantea que la mantenibilidad es un parámetro estadístico que se define como la probabilidad que tiene un ítem en estado de falla, de ser diagnosticado y reparado con éxito en un tiempo t, y en el contexto de operación establecido.

Teoría de calculo de los tiempo medio de mantenimiento correctivo activo TMMCA

Cuando se dispone de tiempos de mantenimiento correctivo observados de n elementos reparables de TMMCA es:

$$TMMCA = \frac{TTMCA}{k_{MCA}} \quad (1)$$

$$TMMCA = \frac{\sum_{i=1}^n (TTMCA)_i}{k_{MCA}} \quad (2)$$

donde: (3)

TTMCA- tiempo total de mantenimiento correctivo es el tiempo de mantenimiento correctivo activo de los n elementos durante un periodo dado de tiempo;

K_{MCA} - número total de tiempos de mantenimiento correctivo activo de los elementos durante el periodo dado de tiempo; $(TTMCA)_i$ es el tiempo total de mantenimiento activo del i-ésimo elemento durante el periodo de tiempo dado.

$$TTMCA = TMCAd + TMCAP \quad (3)$$

$$TTMCA = \sum_{i=1}^n (TTMCA)_i \quad (4)$$

donde:

TMCAd- Tiempo de mantenimiento correctivo activo diarios; TMCAP-Tiempo de mantenimiento correctivo activo periódico.

$$TMCAd = TMCAd_{principal} + TMCAd_{Auxiliar} \quad (5)$$

$$TMCAP = TMCAP_{principal} + TMCAP_{Auxiliar} \quad (6)$$

Sustituyendo 4 en 2 el tiempo medio de mantenimiento correctivo activo es:

$$TMMCA = \frac{\sum_{i=1}^n (TMCAd_{principal} + TMCAd_{Auxiliar} + TMCAP_{principal} + TMCAP_{Auxiliar})}{k_{MCA}} \quad (7)$$

El fotocronometraje comienza en el momento que comienza el mantenimiento técnico que corresponda (diario y/o cada 30 h), con la ayuda del reloj se toma la hora de inicio y fin y con el cronómetro se tiene en cuenta el tiempo de cada operación de mantenimiento por cada máquina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Apoyados en los datos obtenidos del cronometraje de los tiempos de los mantenimientos técnicos realizados durante el período de cosecha; se determinaron valores promedios (Figura 1A). El tiempo medio de mantenimiento técnico de las cosechadoras está compuesto por el tiempo medio principal y auxiliar, este último prolongado por lo que dificulta la optimización del tiempo de mantenimiento técnico, arrojando que en los mantenimientos diarios entre 99,5...108,6 min (59...64%) es tiempo principal y entre 35,4...42,2 min (36...41%) es tiempo auxiliar lo que demuestra la excesiva pérdida de tiempo por falta de herramientas, y dispositivos adecuados. En los mantenimientos cada 30 h entre

101,6...121,9 min (50...55%) se emplea en las operaciones principales y entre 68,3...74,2 min (45...50%) en la espera y preparación de las herramientas, dispositivos, traslado entre puntos a ser atendidos, posicionamiento para ejecutar las operaciones, etc.

Tiempo de eliminación de fallas técnicas

Una vez recogidos y analizados los datos obtenidos durante el cronometraje del proceso de eliminación de fallas (Figura 1B) arroja que el tiempo medio de eliminación de fallas del primer grupo está entre 150,1...330 min (22...49%) siendo mayor para la cosechadora L-626, valor que nos da la medida de la cantidad de trabajo que se realizan. Mientras que el segundo grupo de complejidad está entre 349,7...521,1 min (51...78%), evidenciándose que las roturas del grupo I son más frecuentes y a la vez menos complicada su eliminación, sin embargo, en grupo II las roturas son más complicadas por lo que el tiempo es mayor, consecuentemente es mayor el tiempo en gestión y búsqueda de piezas o conjuntos que fallan.

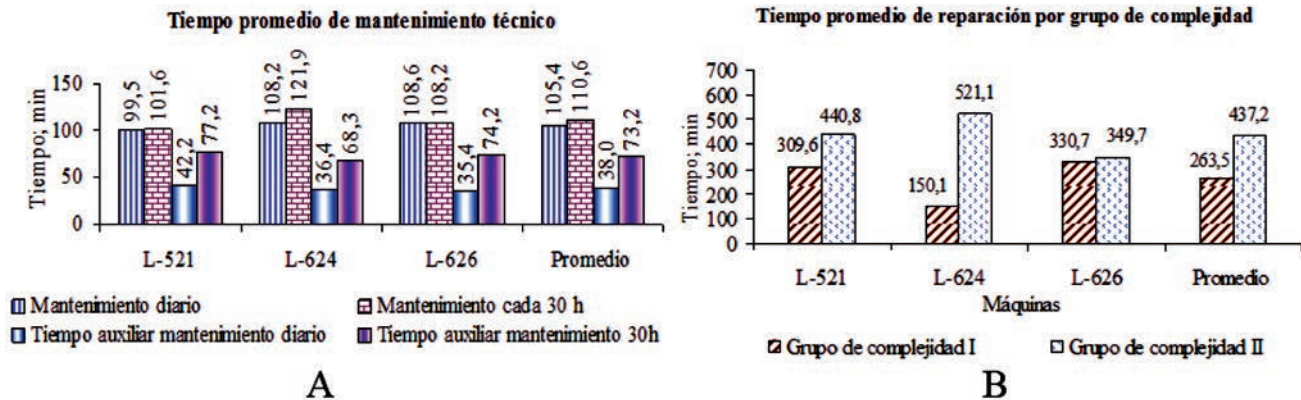


FIGURA 1. Tiempos medios de: A) mantenimiento técnico de las cosechadoras New Holland L-521, L-624, L-626. B) reparación por grupo de complejidad (fallas técnicas) por grupo de complejidad.

El tiempo medio de eliminación de fallas del grupo I tiene mejor comportamiento en la cosechadora L-624 con un valor de 150,1 min, originado por ser máquina única en el Complejo Agroindustrial (CAI), lo que hace que las piezas que se necesiten estén en la unidad productora y con ello se disminuyen los tiempos de retrasos, la máquina L-626 posee valores más desfavorables 330,7min debido a la demora en la gestión de piezas, las que están en el taller central de la empresa o en el almacén de abastecimiento.

Tiempo hasta la restauración

Entre el 7...17% del tiempo de turno se emplea para eliminación de roturas o tiempo hasta la restauración de este (Figura 2A) agrupándolo por la complejidad de la falla en el grupo I entre 244,9...347,6 min (73...79%) pertenecen a los tiempos auxiliares, mientras que en el grupo II entre 218,5...311, 43 min (45...86%); demostrando que existen grandes pérdidas de tiempo por gestión y búsqueda de piezas de repuestos (retrasos administrativos y logísticos) y espera de recursos en el eslabón productivo (piezas o conjuntos). Sin duda estas causas repercuten en la eficiencia del proceso, en el grupo I entre 64,3...98,6 min (21...31%) pertenece al tiempo principal, en el grupo II entre 52,40...268,2 min (14...55%) lo que se podría disminuir si el personal encargado de la

reparación estuviera más preparado, existieran los medios y herramientas necesarios.

Tiempo auxiliar

Analizando el balance del tiempo auxiliar (Figura 2B) el tiempo medio de búsqueda de falla es de 8,7...11,63 min (4%), el desmontaje de las piezas o conjuntos que fallan está entre (19,93...26,98 min) 10...13%, el tiempo medio de retraso administrativo está entre 131,73...158,5 min (43...67%), provocado por

la excesiva demora en espera de documentación para extraer la pieza desde los almacenes, situación que podría revertirse de existir un mecanismo más ágil o existir las piezas en taller móvil (Novia) o almacén de la UEBA donde están ubicadas las máquinas. El retraso logístico está entre 36,13...152,85 min (16...33%) debido a la distancia que se recorre para obtener las piezas, en ocasiones fuera de la empresa; por lo que existen valores de tiempo en los indicadores administrativos y logísticos que se podrían mejorar y con ellos la eficiencia del proceso.

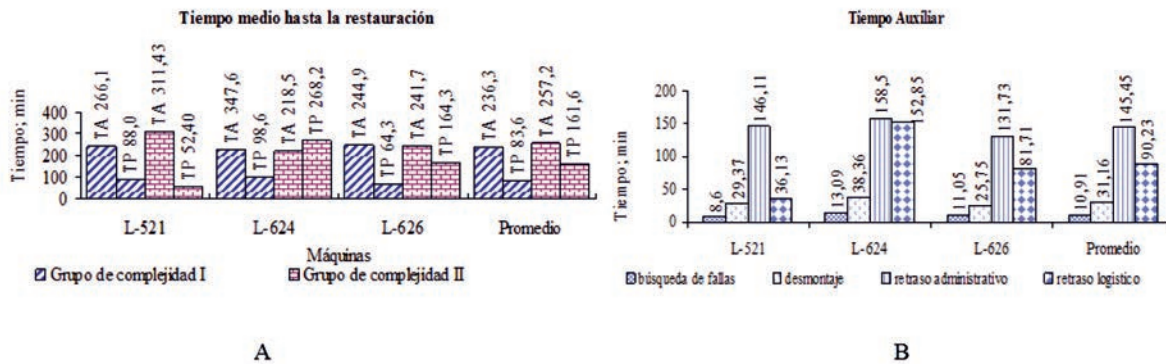


FIGURA 2. A) Tiempo medio hasta la restauración de las cosechadoras New Holland L-521, L-624, L-626. B) Tiempo auxiliar por grupo de complejidad de las cosechadoras.

El análisis del tiempo administrativo (Figura 3) arrojó que existe reserva en los tiempos de retraso administrativo, condicionado por los tiempos en que se incurre durante la extracción de piezas de repuestos necesarias para el funcionamiento de las cosechadoras de arroz, entre 41,46...42,19 min (27...45%) es por espera de documentación necesaria para solicitar la pieza y/o conjunto, entre 21,30...33,07 min (21...23%) se emplea en la espera para extraer la pieza del almacén ya sea por cola, u otra cuestiones organizativas. Existe un tiempo muy determinante que tiene estrecha relación con el personal que autoriza la extracción de la pieza oscilando entre 11,32...32,35 min (12...22%). El tiempo por espera del medio de transporte para búsqueda de las piezas o conjunto está entre (11,64...28,71 min) 13...19%, además existen otras causas que si no presentan gran influencia en el balance de tiempo de retraso administrativo representan entre 6,04...20,88 min (8...14%) y pueden ser minimizadas hasta un valor nulo.

En la cosechadora L-624 el retraso administrativo presenta mejor comportamiento con respecto a las L-521, L-626 ya que la extracción de piezas, búsqueda del personal que autoriza extracción, la espera de llegada del medio de trasporte y otros tiempo, fue menor por ser esta máquina, única de su tipo en el CAI y no se necesita de previas distribución y por consiguiente autorización, además en las áreas de la UEBA los trámites son más ágiles, convergen en una misma oficina y no existe gran afluencia de personas al almacén; por lo que el tiempo de espera para la extracción de pieza del almacén es mínimo.

El retraso administrativo en las cosechadoras L-521 y L-626 es mayor que la media, provocado por la excesiva demora en espera de la documentación para extraer la pieza desde los almacenes, situación que podría revertirse de existir un mecanismo más ágil o existir las piezas en taller móvil (Novia) o almacén de la UEBA donde están ubicadas las máquinas.

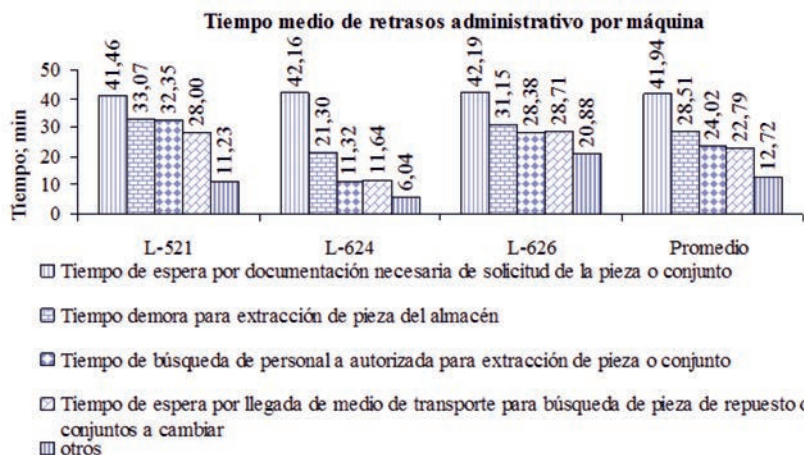


FIGURA 3. Balance de tiempo de retraso administrativo por grupo de complejidad de las cosechadoras New Holland L-521, L-624, L-626.

Una vez realizadas las pruebas y calculado el tiempo medio de retraso logístico (Figura 4) arrojó que entre 44,11...95,27 min (35...62%) se emplea en el recorrido entre el pelotón y almacén donde se encuentra la pieza, entre 8,63...24,16 min (8...11%) es el tiempo desde que se produce la falla hasta que llegue el personal calificado a revisar la falla, entre 13,30...19,23 min (11...24%) es el tiempo de espera por herramientas y medios necesarios para realizar las operaciones de desarme o arme del conjunto, entre 10...36,13 min (7...29%) en espera para la elaboración de piezas necesaria para eliminar la falla, entre 1,83...21,86 min (1...17%) es la espera por falta de recursos necesarios para la realización de la reparación de los elementos que fallan.

En la máquina L-624 el retraso logístico está por encima de la media, debido fundamentalmente a la distancia que se recorre para obtener las piezas, aunque es la única máquina en el CAI, y las piezas de repuesto se ubican directamente en el taller de la UEBA, en ocasiones es necesario buscar piezas fuera del área de la empresa, ya que por razones económicas

no se adquieren con anterioridad, el tiempo en que se demora el personal calificado en llegar a donde se produce la falla y el tiempo de espera por herramientas y medios para realizar las operaciones de desarme y arme de los conjuntos, podrían disminuir si existieran suficiente personal calificado y las condiciones económicas de la empresa permiten tener en la Novia estos recursos, el tiempo de espera para elaboración de piezas puede disminuir, si se pudiera contar en el taller de la UEBA con materiales en bruto suficientes, el tiempo de espera por falta de recursos para la reparación se erradicaría si se ubican en la Novia un grupo (stock) de las piezas que más fallan.

En la cosechadora L-521 el tiempo de espera por elaboración de piezas y el tiempo de espera por falta de recursos necesarios para realizar la reparación, está por encima de la media, situación que se podría revertir de existir los recursos necesarios en la Novia y en el taller de la UEBA los materiales, personal y máquinas herramientas necesarias para elaborar las piezas en el momento preciso.

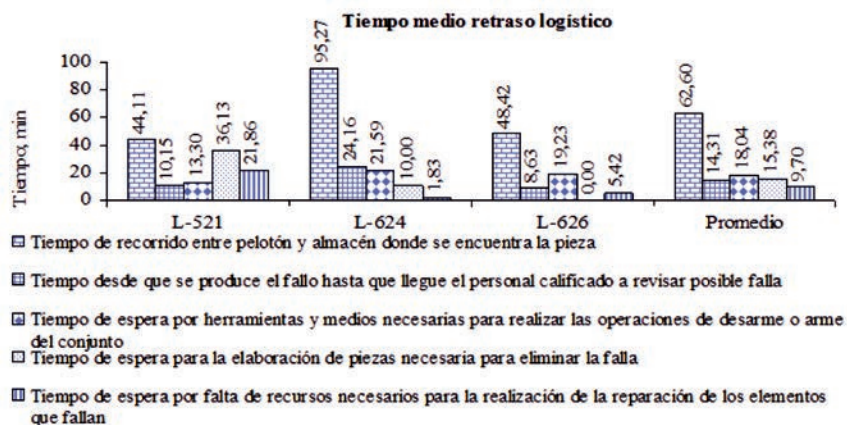


FIGURA 4. Balance de tiempo de retraso logístico por grupo de complejidad de las cosechadora New Holland L-521, L-624, L-626.

Tiempo principal

Los resultados obtenidos del balance de tiempo principal de restablecimiento de la capacidad de trabajo se muestran en la Figura 5, el tiempo de sustitución de piezas está entre 19,01...26.23 min (27...30%), el tiempo de remontaje de piezas está entre (29, 68...47,88 min) 46...48% y el tiempo de ajustes y pruebas, entre el 15,63...23,12 min (24...26%).

En las cosechadoras L-521 y L-624 el tiempo de sustitución y remontaje de las piezas está por encima de la media, provocado fundamentalmente por la envergadura de las fallas y la posición donde ocurre, herramientas y dispositivos que se deben emplear, no así en la cosechadora L-626 donde los valores están por debajo de la media y si bien está en mejor condiciones que las restantes máquinas este debe seguir mejorando al mínimo valor posible, lo que sin duda aseguraría la capacidad de trabajo de la cosechadora y consecuentemente la productividad.

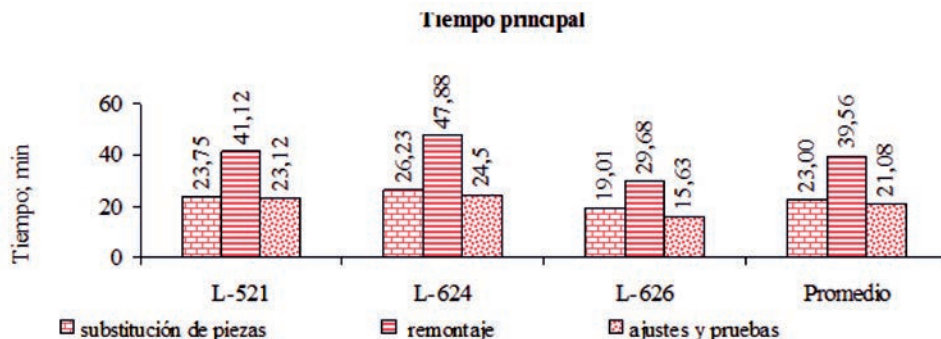


FIGURA 5. Tiempo principal de las cosechadoras New Holland L-521, L-624, L-626.

Estimación de la mantenibilidad de los mantenimientos técnicos

De los resultados obtenidos del cálculo de estimación (Figura 6), muestran que en la cosechadora L-521, existe la probabilidad del 97% que el mantenimiento técnico diario se realice en 2 h, en la cosechadora L-624 existe la probabilidad del 96% que el mantenimiento técnico diario se ejecute en ese mismo tiempo, y en la cosechadora L-626 existe la probabilidad del 95,8% que el mantenimiento técnico diario también se realice en dicho tiempo. Demostrando que las dos horas normadas de los mantenimientos diarios no es suficiente tiempo para efectuar el mantenimiento diario lo que origina que se utilice más tiempo (2,40 h) provocando pérdidas de tiempo de explotación de la cosechadora.

Para el mantenimiento periódico, cada 30 h, en las cosechadoras L-521 existe una probabilidad del 78% de que el

mantenimiento técnico se realice en 2 h, en la cosechadora L-624 también existe una probabilidad del 75% de que el mantenimiento técnico cada 30 h se realice en ese mismo tiempo y en la cosechadora L-626 existe una probabilidad del 74% de que el mantenimiento técnico también se realice en dicho tiempo. Lo que evidencia que las dos horas normadas para realizar el mantenimiento técnico periódico, cada 30 horas, no es suficiente; por lo que es necesario aumentar el tiempo hasta 3 h, lo que origina pérdida de tiempo de explotación de la cosechadora. Por lo tanto la probabilidad de realizar un mantenimiento en un tiempo cero es cero, en la medida que se amplía el tiempo de realización la curva de mantenibilidad aumenta para volverse máxima en un tiempo mayor o infinito; esto revela que en la medida que se asigne un tiempo mayor y máximo para realizar un mantenimiento, la probabilidad exitosa de realizarlo crece.

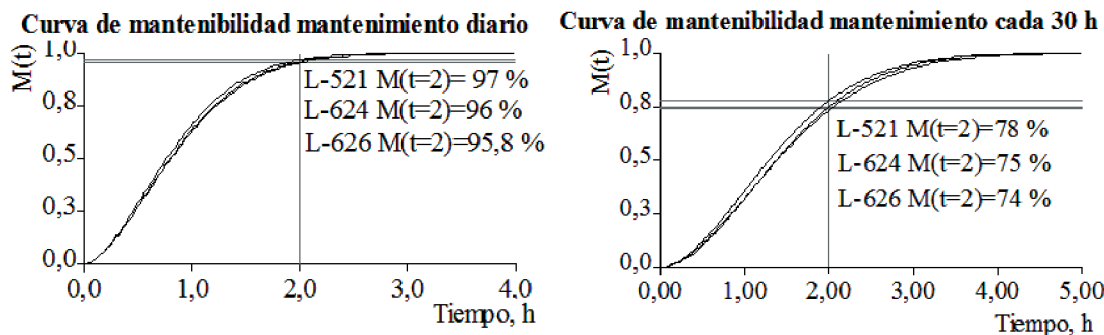


FIGURA 6. Curva de mantenibilidad de las cosechadoras New Holland L-521, L-624, L-626 durante los mantenimientos técnicos.

CONCLUSIONES

- Se obtuvieron entre 66...100 datos primarios por cosechadora para evaluar los indicadores de mantenibilidad durante el período de estudio mostrando que:
- El tiempo medio de mantenimiento diario de las cosechadoras está entre 2,36...2,40 h, mientras el de mantenimiento periódico, cada 30 h, está entre 2,98...3,17 h.
- El tiempo medio de eliminación de fallas de grupo de complejidad I está entre 2,50...5,50 h, mientras que las del grupo II está entre 5,8...8,68 h.
- En las cosechadoras evaluadas la curva de mantenibilidad

muestra que existe entre 95,8...97% de probabilidad que el mantenimiento técnico diario se realice en dos horas; mientras que en el mantenimiento técnico, cada 30 horas, la probabilidad es de 74...78% en igual período de tiempo.

- El nivel de mantenibilidad de las cosechadoras de arroz durante la eliminación de las fallas y los mantenimientos técnicos diario y de cada 30 h en el proceso de cosecha en el CAI Arrocero “Los Palacios” es inferior del posible a alcanzar, debido principalmente del factor del sistema logístico y atrasos administrativos, siendo el de diseño de menos influencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEMÁN L.: La producción popular de arroz génesis, resultados y desafíos, En: Memoria del III Encuentro Científico Ecosistemas Arroceros Pinar del Río. Cuba, 2009.
- CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA: *Instructivo Técnico del arroz*, Ed. MINAG, La Habana, Cuba, 2006.
- AL-NAJIAR, B: *Selección de mantenimiento basado en condición de sistema mecánico*, pp. 153-173, Edición Elsevier Science, Ltd., (en inglés), Inglaterra, 1991.
- DAQUINTA, G. A. L.: *Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola*, Editorial Felix Varela, La Habana. Cuba, 2004.
- DAQUINTA, G. A. L.: *Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola*, 500pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Ciego de Ávila, Cuba, 1999.
- GAVRILOV, F.I.: *Métodos de análisis de utilización de la técnica agrícola*, Ed. Kolos (en ruso), Moscú, 1970.
- HERNÁNDEZ, A.; L. SHKILIOVA, A. GARCÍA; C. SUÁREZ: “Determinación de los principales indicadores de fiabilidad de las cosechadoras KTP-2M”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 8(1):55-59, 1999.

- HERRERA, E.; L. SHKILIOVA: Base metodológica para el cálculo de mantenibilidad de las cosechadoras de arroz en las condiciones del CAI “Los Palacios”. En: V Conferencia de Ingeniería Agrícola de La Habana, AgrIng'2010 ISBN 978-959-16-1214-4, La Habana, Cuba, 2010.
- HERRERA, E.; L. SHKILIOVA: Propuesta metodológica para determinar los índices de mantenibilidad y soportabilidad de las cosechadoras de arroz en el CAI Los Palacios. En: IV Congreso Internacional de las Ciencias Agropecuarias “Agrociencias 2009”, ISBN 978-959-16-1054-6, La Habana, Cuba, 2009.
- KNEZEVIC J.: *Mantenibilidad.*, 211pp., Ed. Publicaciones de Ingeniería de Sistemas, Madrid, España 2008.
- MESA, G. D.; S. ORTIZ; M. YESID: “La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento”, UTP, *Scientia et Technica* Año XII, No. 30, mayo de 2006.
- 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”*, 95pp., (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2006.
- MIRANDA, C. A.; C. IGLESIAS; L. SHKILIOVA: *Investigación del proceso de cosecha mecanizada del arroz*, La Habana, Cuba, Universidad Agraria de La Habana, (monografía), 2008.
- MONCHY, F.: *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial*, Versión castellana Manuel Fraxanet de Simón, Ed. Masson S. A., Barcelona, España, 1989.
- MORA, G. L. A.: *Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios* ISBN 958-33-8218-3, Colombia, 2008.
- PISTARELLI J. A.: *Mantenibilidad [en línea]*, Disponible en: <http://www.apistarelli.com.ar> [Consulta: enero 28 2011].
- SHKILIOVA L.: Influencia de los factores de diseño y tecnológicos en la fiabilidad y mantenibilidad de la maquinaria agrícola. En: Congreso de Maquinaria y Mecanización Agrícola, AGROMECA '2009. La Habana, Cuba, 2009.
- SHKILIOVA L., M. FERNÁNDEZ; J. NARANJO: “Determinación del trabajo útil promedio entre los fallos de los tractores MTZ-80 y MTZ-50”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 14(2): 35-39, 2005.
- SHKILIOVA L.: *Fiabilidad de las máquinas agrícolas*, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, Dirección de Información Científico y Tecnológica, (monografía), 2001.
- SHKILIOVA L.: Influencia de los factores de diseño y tecnológicos en la fiabilidad y mantenibilidad de la maquinaria agrícola. En: Congreso de Maquinaria y Mecanización Agrícola AGROMECA, La Habana, Cuba, 2009.
- SHKILIOVA, L.; C. IGLESIAS 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*, Vol. 16(1): 58-60, 2007.
- SHKILIOVA L.; M. FERNÁNDEZ: *Estudio de la fiabilidad de los tractores MTZ-80 y MTZ-510 en Cuba [en línea]*, Disponible en: <http://www.fao.cu/>, [www.fao.org/docrep. 2004](http://www.fao.org/docrep/2004) [Consulta: enero 28 2011].
- SHKILIOVA, L. y M. FERNÁNDEZ: “Sistemas de Mantenimiento Técnico y Reparaciones y su aplicación en la Agricultura” *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 20(1): 72-77, 2007.
- SKOROCHODOV, A.N.: *El aseguramiento de explotación del trabajo sin fallo de los agregados complejos*, 120pp., (en ruso), Editorial MIISP, Moscú, Rusia, 1990.
- TORRES, L. D.: *Mantenimiento su implementación y gestión*, 120pp., Segunda Edición, Ed. UNIVERSITAS. Argentina, 2005.

Recibido: 27 de enero de 2013.

Aprobado: 9 de julio de 2014.

Erwin Herrera González, Ing., Profesor Asistente, Universidad de Guantánamo-FAM, Guantánamo, Cuba. Teléfono (53) (0121) 294430; 294323, Correo electrónico: erwin@fam.cug.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.