

PUNTOS DE VISTA

Sistemas de Mantenimiento Técnico y Reparaciones y su aplicación en la Agricultura

Systems of Technical Maintenance and Repair and their application in the Agriculture

Liudmila Shkiliova¹ y Manuel Fernandez Sanchez²

RESUMEN. Basado en el estudio de fuentes bibliográficas y las investigaciones realizadas en Cuba y en el extranjero, así como los enfoques modernos aplicados a los sistemas de mantenimiento, se recomienda la selección de los sistemas a utilizar durante el mantenimiento y reparación de las máquinas agrícolas complejas.

Palabras clave: tipo de mantenimiento, filosofía de mantenimiento.

ABSTRACT. Based on the study of bibliographical sources, research carried out in Cuba and abroad, as well as the modern approaches applied to the maintenance systems, the selection of systems to use on the maintenance and repair of complex agricultural machines is recommended.

Keywords: maintenance type, maintenance philosophy.

INTRODUCCIÓN

Cada una de las máquinas que trabaja en la agricultura y sus partes componentes están predestinadas a cumplir las funciones asignadas en determinadas condiciones de producción y explotación técnica. El estado técnico de las máquinas durante el proceso de explotación cambia, así como cambian de nominal al límite los valores de los parámetros que lo caracterizan. Cuando al menos un parámetro estructural sobrepasa su valor límite, esto puede provocar un deterioro o la pérdida de la capacidad del trabajo de la máquina o sus partes componentes. Las partes componentes de las máquinas se regulan, recuperan y sustituyen para lograr que sus parámetros técnicos no sobrepasan durante el proceso de explotación el valor límite y los agregados no alcancen su estado límite. Precisamente es por esto que se utilizan en la documentación técnica normativa el sistema de los valores permisibles de los parámetros, que permitan prevenir las fallas y/o las consecuencias de las fallas de las piezas en el proceso de explotación hasta llegar a la próxima reparación o control de su estado técnico. Las máquinas modernas agrícolas (tractores, combinadas y otras)

están constituidas por decenas de miles de piezas, cada cual potencialmente puede fallar por uno o varios parámetros de su estado técnico. Sin embargo, es conocido de la práctica de explotación que solamente hasta un 5% de las piezas representan la fuente principal de las fallas de las máquinas. Debido a esto en la práctica durante el proceso de dirección del estado técnico y de fiabilidad de las máquinas, generalmente, se trabaja con 100...200 piezas, que condicionan el nivel de trabajo sin falla, durabilidad y mantenibilidad de las máquinas agrícolas (Shkiliova, 2010; Daquinta, 2008). Las máquinas agrícolas simples tienen todavía mucho menos piezas que determinan su estado técnico. Para mantener y restaurar la fiabilidad y efectividad de trabajo de las máquinas es necesario contar con un conjunto de medios, documentación y ejecutores, lo cual representa el Sistema de Mantenimientos Técnicos y Reparaciones (SMTR), estando su trabajo reglamentado por determinadas reglas, resoluciones, decisiones, etcétera.

En Cuba para la maquinaria agrícola está establecido el Sistema de Mantenimientos Técnicos y Reparaciones Planificado Preventivo (Amándola, 2005). Que fue introducido en los años 60 producto de la colaboración con la URSS, y se

Recibido 11/10/09, aprobado 12/11/10, trabajo 14/11, investigación.

¹ Dr.C., Prof. Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Carretera de Tapaste y Autopista Nacional, km 23¹/₂, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, ☎ (53-47) 860302. E-✉: liudmila@isch.edu.cu.

² MSc., Inv.Aux., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgriC), Carretera Fontanar, km 2¹/₂, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba.

caracteriza por la periodicidad reglamentada (planificación) de ejecución de las operaciones de mantenimientos técnicos y reparaciones y carácter preventivo de los trabajos, dirigidos a prevenir las fallas y sus consecuencias. Este sistema en su esencia no ha experimentado grandes cambios durante su funcionamiento, y hasta ahora se aplican los conceptos establecidos en su inicio, incluyendo el lenguaje, términos y definiciones. Sin embargo, la introducción en la agricultura de la técnica moderna, el desarrollo en el presente de los trabajos para la reorganización de su utilización y explotación técnica, exigen que se realice un análisis de la “filosofía” del trabajo del sistema, teniendo en cuenta los enfoques modernos aplicados a los sistemas de mantenimiento a escala mundial como en la industria, transporte, así y en la agricultura (Shkiliova, 2000; Shkiliova, 2010).

En forma general, en la industria y en la agricultura, los principales sistemas de mantenimiento y reparación que se han desarrollado para organizar, ejecutar y controlar sus acciones y responder a las exigencias durante años han sido: *correctivo, preventivo y predictivo*. A partir de la segunda mitad del siglo XX se aumentaron las exigencias y se amplía la gama de aspectos que deben garantizar el mantenimiento, lo que impulsó la aparición de las “nuevas filosofías” de aplicación de los sistemas anteriores de mantenimiento, tales como Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad, Sistema Alterno y otras (*Administración moderna de mantenimiento, 2005; Navarrete, 2000; Torres, 2005*).

El objetivo del presente trabajo es exponer el punto de vista sobre la selección de los sistemas a utilizar durante el mantenimiento y reparación de las máquinas agrícolas complejas los sistemas.

DESARROLLO

Una de las principales tareas del mantenimiento técnico y reparaciones es la conservación de tal estado técnico de la maquinaria agrícola que le permita cumplir las funciones asignadas según las exigencias establecidas para determinadas labores en las condiciones dadas durante un período de tiempo dado. Es más importante prestar atención en mantener lo que la maquinaria *hace*, más que en lo que la misma *es*. Si un modo de falla tiene consecuencias severas para la seguridad del personal y la producción, entonces es imprescindible tomar todas las medidas para prevenirla, si tiene poco o ningún efecto, hay que valorar si es necesario o no realizar alguna acción preventiva. Es decir, las características técnicas de las fallas no son tan importantes como las consecuencias de estas (Moubray, 2005).

En la actualidad la mayor parte de lo que ha sido escrito sobre estrategias de mantenimiento, independientemente de la esfera de producción, se hace referencia a tres sistemas (estrategias) principales (Moubray, 2005; Torres, 2005; Zineu Simeu-Abazi, 2006).

• Sistema Correctivo

Consiste en intervenir con una acción de reparación cuando el fallo se ha producido, restituyéndole la capacidad de tra-

bajo a la máquina. Concibe también acciones de limpieza y lubricación con carácter preventivo y acorde en general con recomendaciones y exigencias de los fabricantes. Las acciones de reparación se pueden clasificar en pequeñas, medias y generales.

El sistema correctivo era el más utilizado prácticamente hasta mediados del siglo XX (Navarrete, 2000; Torres, 2005).

• Sistema Preventivo

Concibe la realización de intervenciones con carácter profiláctico según una programación con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos aleatorios. No obstante, éstos no se eliminan totalmente. Con el accionar preventivo se introducen nuevos costos pero se reducen éstos en las reparaciones, las cuales disminuyen en cantidad y complejidad.

Son intervenciones típicas de este sistema la limpieza, los ajustes, los reaprietes, las regulaciones, la lubricación, los cambios de elementos utilizando el concepto de recurso asignado justificado convenientemente y hasta las propias reparaciones de cualquier tipo, siempre que sean planificadas previamente (Torres, 2005).

• Sistema Predictivo

Se trata de un mantenimiento profiláctico pero que no descansa en el cumplimiento de una programación rígida de acciones como las mencionadas en el preventivo. Aquí lo que se programa y se cumple con obligación son las inspecciones, cuyo objetivo es la detección del estado técnico del sistema y la indicación sobre la conveniencia o no de realización de alguna acción correctora. También puede indicar el recurso remanente que le queda al sistema para llegar a su estado límite. Las inspecciones pueden ser programadas y ser cumplidas con cierta periodicidad (monitoreo discreto) o pueden ejecutarse de forma constante con aparatos situados permanentemente sobre la máquina (monitoreo continuo). El monitoreo tiene la ventaja de indicar la ejecución de la acción correctora lo más cercana al estado límite del elemento o sistema aprovechándose al máximo su vida útil. Sin embargo no siempre es posible técnica y/o económicamente establecer el monitoreo continuo. Hay que tener en cuenta que la frecuencia de las tareas de Mantenimiento Predictivo no tiene nada que ver con la frecuencia de la falla y no tiene nada que ver con la criticidad del ítem. La frecuencia de cualquier forma de mantenimiento “a-condición-de” se basa en el hecho de que la mayoría de las fallas no ocurren repentinamente. Más bien ocurre que en muchos casos es posible detectar que la falla ha comenzado a ocurrir, durante los estadios finales del deterioro (*Mantenimiento centralizado en la confiabilidad, 2010; Amándola, 2005; Moubray, 2005; Navarrete, 2000; Torres, 2005*).

En la práctica durante los mantenimientos técnicos y reparaciones de una máquina compleja en general aplican varias estrategias, cada una para una determinada parte componente. Por ejemplo, cambio de las bombillas de luces del tractor se realiza por la estrategia correctiva, cambio de aceite del motor—por la preventiva, cambio del grupo cilindro-pistón — por

la predictiva. Con el desarrollo de medios del diagnóstico cada vez más ampliamente se aplica el Sistema Predictivo.

En dependencia de la aplicación de uno y otro sistema, hay que variar las exigencias técnicas para MT y R. Por ejemplo, durante el Mantenimiento Correctivo, la desviación permisible del parámetro del estado técnico es igual a la desviación límite, durante el Mantenimiento Preventivo es igual a cero y cuando se aplica el Mantenimiento Predictivo, la desviación tiene un valor intermedio entre cero y límite. En la Tabla 1 se brindan las características de los principales sistemas de mantenimiento (Shkiliova, 2010).

TABLA 1. Características de los principales sistemas de mantenimiento

Rasgo característico	Sistema		
	Correctivo	Preventivo	Predictivo
Control (diagnóstico)	1. No se realiza 2. No planificado, después de la falla	1. No se realiza 2. No planificado, después de la falla	1. Según el plan y no planificado, después de la falla
Carácter de acciones	Fuera del plan, después de la falla	1. Planificado preventivo, según el trabajo útil. 2. Planificado preventivo, según la vida útil.	1. No planificado preventivo según el estado, teniendo en cuenta las desviaciones permisibles de los parámetros. 2. Planificado preventivo según el estado, teniendo en cuenta el recurso residual.
Periodicidad planificada de las acciones	No existe	1. Según el trabajo útil; 2. Según la vida útil.	Para el control: 1. Según el trabajo útil; 2. Según la vida útil.
El período entre ejecución de las acciones	Casual	1. Constante 2. Discretamente variable	Para el control: 1. Constante 2. Discretamente variable 3. Monitoreo permanente
Proceso de ejecución de las acciones	1. Individual 2. Acompañante		
Inicio de la eliminación de las secuencias de la falla	1. Enseguida después de la falla 2. Después de un período de ocurrencia de la falla		
Grado de recuperación de los parámetros del estado técnico	1. Completo 2. Parcialmente		

Es importante para cada caso dado optimizar la estrategia, es decir seleccionar la mejor de las tres posibles, teniendo en cuenta que esta debe ser real, realizable y asegurar el cumplimiento de las exigencia establecidas. En dependencia de la estrategia, se establece la periodicidad entre los mantenimiento y la nomenclatura de las operaciones a ejecutar, basándose para esto en los valores permisibles de los parámetros del estado técnico de la maquina. También se determinan los parámetros de recurso de las partes componentes de la maquina, según los cuales es posible pronosticar el recurso residual de estas.

También hay que destacar que existe toda una familia de tareas de mantenimiento que no está incluida en ninguna de las tres estrategias anteriores. Las tareas diseñadas para verificar si algo aun funciona, se conocen como “verificación funcional” o “tareas de búsqueda de fallas” o como **mantenimiento detectivo**. El mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas, solamente se aplica para fallas ocultas o no-evidentes y que sólo afectan a dispositivos de protección. En el presente a este mantenimiento todavía no se presta la debida atención por falta de conocimiento y la conciencia sobre la importancia del mismo (Moubray, 2005).

Principales estrategias de mantenimiento y reparación a las máquinas agrícolas complejas aplicadas y más perspectivas en las condiciones de Cuba

Según lo establecido, en Cuba se emplea el Sistema Planificado Preventivo de Mantenimientos Técnicos y Reparaciones, que aplica principalmente los tipos de mantenimiento Preventivo (Programado, Periódico, Sistemático) y Predictivo, predominando el primer tipo. Es decir, que la realización de unas operaciones lleva un carácter rígidamente reglamentado, sin embargo otras operaciones se realizan teniendo en cuenta el estado técnico de los elementos de la máquina.

Durante la crisis económica de los años 90 (Período Especial), la base material del Sistema Planificado Preventivo de Mantenimientos Técnicos y Reparaciones fue debilitada considerablemente y en este período prácticamente se desapareció el mantenimiento predictivo, durante el mantenimiento preventivo no se realizaba todo el volumen del trabajo, así como no se mantenía la periodicidad establecida entre mantenimientos. En muchos casos el mantenimiento correctivo se convirtió en la principal estrategia para mantener la capacidad de trabajo de la técnica agrícola.

En el presente la situación está cambiando, se trabaja en la dirección de reorganización y modernización del parque de maquinaria y su servicio técnico. Por esto es muy importante seleccionar una estrategia optima de MT y R para la técnica moderna, principalmente para las maquinas complejas, que son muy costosas, generalmente fabricadas con la aplicación de tecnologías de punta y requieren el cumplimiento estricto

de las exigencias para la explotación y mantenimiento técnico de sus sistemas (Fernández *et al.*, 2009)

Modernamente, la acción del mantenimiento sobre las máquinas tiene que poseer un nivel de intensidad racional. Por intensidad se puede entender la cantidad de operaciones que se planifican y la periodicidad con que se ejecutan. No es tarea fácil el determinar la intensidad que debe tener el mantenimiento programado sobre una máquina dada. En mayoría de los casos se aceptan las recomendaciones del fabricante para establecer las operaciones y sus periodicidades. Esta es la solución más fácil pero puede ser la más alejada de la racional, ya que el fabricante no puede conocer las posibles condiciones de explotación de sus equipos y tiene que limitarse a recomendaciones para condiciones medias. En general estas sugerencias se brindan en exceso con el objetivo de evitar problemas y conservar el prestigio, todo a costa de los costos del explotador. Otro inconveniente consiste en que el fabricante en ocasiones no ofrece todas las gamas que pueden resultar necesarias para sistemas o partes de la máquina que no son de su interés particular (Moubray, 2005). Sin embargo, las recomendaciones del fabricante son de obligatorio cumplimiento durante los períodos de garantía y en muchos casos se mantienen durante todo el período de explotación.

A la maquinaria agrícola, cómo y en las otras esferas de producción, se aplican tres estrategias (sistemas) principales para la realización de las operaciones de mantenimientos técnicos y reparaciones de (Shkiliova, 2010).

Es_1 – después de la falla (Mantenimiento Correctivo);

1. Es_2 – reglamentada por contenido (volumen) de trabajos y el trabajo útil realizado (Mantenimiento Preventivo);
2. Es_3 – según el estado técnico (Mantenimiento Predictivo), con el control (monitoreo) continuo o discreto.

La mayoría de los especialistas en la rama coinciden que los mantenimientos técnicos y reparaciones de la maquinaria agrícola deben ser orientados principalmente a la tercera estrategia (Es_3). Teniendo en cuenta las dificultades de índole organizativa de esta estrategia, cuando se trata de grandes cantidades de máquinas, se recomienda aplicar las variantes de esta estrategia (Tabla 2):

- Es_3^1 – el período de realización de las operaciones de MT y R no se planifica rígidamente, el estado técnico se controla periódicamente, el contenido (volumen) de trabajos es rígidamente reglamentado.
- Es_3^2 – ídem anterior, pero el contenido (volumen) de trabajos no es rígidamente reglamentado, se determina por los resultados del diagnóstico técnico.
- Es_3^3 – el período de realización de las operaciones de MT y R se planifica rígidamente, el estado técnico se controla periódicamente, el contenido (volumen) de trabajos no es rígidamente reglamentado, se determina por los resultados del diagnóstico técnico, la consecuencias de los fallos se eliminan según su aparición.

TABLA 2. Principales estrategias (sistemas) de MT y R de la maquinaria agrícola

Máquinas	Tipos de MT			Reparación		
	diario	numérico (periódico)	de temporada	durante la conservación	corriente	general
Tractores	Es_2 o Es_3^3	Es_2 o Es_3^3	Es_3^1	Es_3^1	Es_3^3 o Es_2^2	Es_3^1
Combinadas autopropulsadas	Es_2 o Es_3^3	Es_2 o Es_3^3	-	Es_3^1	Es_3^3 o Es_2^2	Es_3^1
Preparación de suelo, sembradoras	Es_2 o Es_3^2	-	-	Es_3^1	Es_3^3 o Es_2^2	-
Fertilizadoras	Es_2 o Es_3^3	Es_2 o Es_3^3	-	Es_3^1	Es_3^3 o Es_2^2	-

Como se puede observar en la Tabla 2, las variantes anteriores contienen en sí las combinaciones de los Sistemas Preventivo y Predictivo, predominando este último.

También hay que tener en cuenta que en la práctica siempre van a mantenerse algunas operaciones que corresponden al Mantenimiento Correctivo. En los últimos años cada vez más se realizan las investigaciones sobre la fiabilidad de las máquinas y sus partes componentes, lo que permite obtener la información para justificar el accionar programado de operaciones de mantenimiento con los resultados de los índices simples y complejos de fiabilidad. Estos resultados permiten aplicar los elementos del Mantenimiento Centrado (*Mantenimiento centralizado en la confiabilidad*, 2010).

Para definir de forma aproximada el tipo de atención que requiere un sistema o elemento de máquina Castillo Asencio (2007), propone un método que concibe el análisis de al menos diez criterios técnico-económicos. La caracterización del

sistema o elemento de la máquina compleja a la luz de cada criterio puede indicar la conveniencia o no de programarle una o varias acciones de mantenimiento. El balance de los resultados obtenidos después del análisis de todos los criterios puede concluir sobre el tipo de sistema de mantenimiento conveniente a adoptar. Este método en la actualidad se aplica en la esfera de transporte, se considera que el mismo se puede aplicar a la maquinaria agrícola para seleccionar las acciones de mantenimiento para la maquinaria moderna.

A continuación se relacionan los criterios e indicaciones a tener en cuenta durante la selección según Castillo Asencio (2007):

- 1.- **Posibilidad de diagnóstico del sistema.** – Considera la existencia o no de alguna técnica racional para diagnosticar el sistema. Si existe, se estimula una acción de mantenimiento programada (preventiva o predictiva), en este caso predictiva.

- 2.- **Nivel técnico del personal de mantenimiento.** – Considera el nivel de preparación y formación técnica de este personal. De ser elevado estimula la utilización del mantenimiento programado ya que éste necesita de mayor nivel de los hombres para su reparación y ejecución (estudios, investigaciones previas, utilización de equipos de mayor complejidad, serio cumplimiento de los programas de atención, etcétera). De ser bajo, estimula el accionar correctivo.
- 3.- **Consecuencia de la falla del sistema.** – Se analiza si la falla ocasiona catástrofes u otras fallas importantes o pérdidas económicas; si es así, desestimula el correctivo y estimula el programado.
- 4.- **Grado de aparición de la falla** – Considera el grado de ocurrencia de la falla del elemento, el cual puede incidir en la parada de la máquina y por tanto en el valor de la estadía. Para grados elevados de ocurrencia se desestimula el correctivo y se estimula el programado.
- 5.- **Caracterización de la falla** – En dependencia de las características de la falla del elemento, su complejidad para eliminarlo y las consecuencias de forma general que este puede traer para el proceso productivo, para situaciones complejas y de gran repercusión, se desestimula el correctivo y se estimula el programado.
6. **Existencia de redundancia (reserva de máquinas o elementos paralelos).** – En cualquier caso de reserva la falla no afecta la producción, no desestimula el correctivo y puede desestimar al programado por los costos de su frecuente accionar.
- 7.- **Posibilidad de intercambio del sistema o elemento.** – Si el elemento que falla pertenece a un sistema o agregado que se atiende por el intercambio (existencia de fondo circulante), esto facilita enormemente la solución y disminuye el tiempo y los costos del paro. Entonces se estimula el correctivo y desestimula el programado.
- 8.- **Características tecnológicas del arme, desarme, y ajuste del elemento y mecanismos.** – Existen elementos (mecanismos) cuyo desarme y arme implican grandes afectaciones, desgastes intensos, peligros de rotura, deformaciones, etc. Por ejemplo uniones prensadas en frío, uniones roscadas en base de aluminio, uniones remachadas, soldaduras, etc. En estos casos el accionar programado puede motivar una frecuencia más elevada de los procesos de desarme y ajuste que si fuera correctivo. Por ello, se estimulará este último y no el programado.
- 9.- **Necesidades sistemáticas obligatorias de trabajos de lubricación y otros programados sobre el mecanismo a que pertenece el elemento.** – En estos casos ya hay un accionar programado quizás obligado por el fabricante y a veces ya conlleva el paro de la máquina. En estos casos la inclusión de una actividad adicional programada no implica grandes inconvenientes. De esta forma se estimula el programado y no el correctivo.
- 10.- **Tiempo medio de reparación del elemento.** – Si el fallo implica el cambio de la pieza y la concepción es repararla y volver a utilizarla, entonces el tiempo medio de reparación juega un papel importante. Si es elevado se estimula el pro-

gramado y no el correctivo, pues al menos la recuperación se prepara, es más eficiente y el paro se aprovecha para la ejecución de otras acciones.

- 11.- **Si la acción del programado eleva la productividad y/o la calidad del producto.** – Hay acciones programadas sobre elementos o sistemas que tienen gran influencia sobre la productividad y eficiencia del equipo, así como sobre la calidad del producto que se elabora. Por ejemplo: ajustes y reglajes a piezas que soportan herramientas de corte, lubricaciones a transmisiones, a rodamientos, a superficies con movimiento relativo, etc. En estos casos se estimula el programado y se desestimula el correctivo.

En forma resumida para seleccionar uno u otro sistema hay que seguir la siguiente metodología:

- 1) **Diferenciar las máquinas y categorizarlas** (Clase A, B y C: Entendiendo por **Clase** - Importancia del equipo en el proceso (o servicio), dividiéndose en:
 - Clase A - Equipo cuya parada interrumpe el proceso (o servicio), llevando a la facturación cesante;
 - Clase B - Equipo que participa del proceso (o servicio) pero que su parada por algún tiempo no interrumpe la producción;
 - Clase C - Equipo que no participa del proceso (o servicio);
- 2) **Dividirlos en sus sistemas y elementos más importantes**, tanto por su valor como por sus funciones.
- 3) **Estudiar cada sistema para concluir sobre la conveniencia de aplicarle mantenimiento programado (preventivo o predictivo) o correctivo**, de manera que se cumpla la política trazada a nivel de máquina.
- 4) **En los sistemas y elementos donde la atención debe ser programada queda pendiente definir si será una acción predictiva, preventiva o de ambos tipos adecuadamente relacionadas.** El resultado de una acción predictiva puede anular la ejecución de una preventiva prevista o exigir una acción correctiva previa a la falla.
- 5) **Los tipos de acciones para cada sistema se pueden seleccionar de las experiencias de mantenimiento, de las recomendaciones del fabricante o por algunas normas estatales según el caso.**

Independientemente del método a aplicar, es muy importante la incorporación al proceso de determinación de estrategias de mantenimiento a las personas que trabajan directamente con las máquinas y equipos, ya que ellas son las que realmente entienden cómo funcionan, qué es lo que falla, cuánto importa cuando falla y qué tiene que ser realizado para repararlo.

CONCLUSIONES

- En la práctica para las máquinas agrícolas complejas se recomienda aplicar los sistemas de mantenimiento según la Tabla 2 o realizar la selección para cada parte componente de la máquina según la metodología propuesta por el MSc., Ing. Orlando Castillo Asencio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración moderna de mantenimiento, Libro en edición magnética [en línea] Disponible en: www.mantenimientomundial.com. [Consulta: mayo 18 2005].*
- AMÁNDOLA: [en línea] Disponible en: www.mantenimientomundial.com. [Consulta: mayo 18 2005].
- CASTILLO ASENCIO, O: *Gestión de Mantenimiento, Ira. Parte*, Dpto. de Ingeniería del Transporte, Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE, La Habana, Cuba, 2007.
- DAQUINTA GRADAILLE, A: *Mantenimiento y Reparación de la Maquinaria Agrícola*, Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2008.
- FERNÁNDEZ, S. M.; L. SHKILIOVA; J. SUÁREZ: *Talleres y Asistencia Técnica*, Libro en edición magnética. IIMA-UNAH. ISBN 978-959-285-014-9, La Habana, Cuba, 2009.
- Mantenimiento centralizado en la confiabilidad, pdf [en línea] Disponible en: www.mantenimientoplanificado.com [Consulta: septiembre 2010].*
- MOUBRAY, J.: *RCM 2: Estrategias del mantenimiento, un nuevo paradigma [en línea] Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/notas/RcmIntro.asp> [Consulta: febrero 02 2005].*
- NAVARRETE, P.E.: *Gestión Integral del mantenimiento*, Libro en edición magnética, La Habana, Cuba, 2000.
- SHKILIOVA, L.: *Aseguramiento de la calidad en las condiciones de los talleres de reparaciones de la técnica agrícola*, 31pp., Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Mecanización Agropecuaria, La Habana, Cuba, (monografía), 2000.
- SHKILIOVA, L.: *Gestión de Mantenimiento*, Apuntes para un curso de postgrado, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Mecanización Agropecuaria, La Habana, Cuba, 2010.
- TORRES, L. D.: *Mantenimiento, Su implementación y gestión*, ISBN: 987-9406-81-8. © 2005, Segunda Edición, UNIVERSITAS, lugar, país, 2005.
- ZINEB SIMEU-ABAZI: *Monitoring and predictive maintenance: Modeling and analyze of fault latency*. Published by Elsevier B.V. doi:10.1016/j.compind.2006.02.017, Amsterdam, Nederland, 2006.

**CRECIMIENTO
SOSTENIBLE
EN LA AGRICULTURA
Y LA GANADERÍA**

**UNIVERSIDAD
AGRARIA
DE LA HABANA**

- *Mecanización en la agricultura ecológica
- *Biotecnología vegetal
- *Biofertilizantes
- *Biorreguladores de crecimiento vegetal
- *Control de plagas
- *Laboratorios de análisis químico
- *Alimentación animal no convencional
- *Mejoramiento animal
- *Sistemas silvopastoriles