

Cálculo de indicadores de mantenimiento de los tractores Belarus-892

Calculation of indicators of maintenance of tractors Belarus-892

Dr. Manuel Fernández Sánchez PhD.

Investigador Titular del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola
jdpomecan@iagric.cu

Dra. Liudmila Shkiliova PhD.

Profesor Académico Invitada de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Profesora Titular de la Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
liudmilashkiliova14@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo exponer los resultados del cálculo de indicadores de mantenimiento de los tractores Belarus-892, mediante un método que toma como fuente de información a las tarjetas de control de consumo de combustible y lubricantes de los tractores. El método permitió calcular los principales indicadores de mantenimiento: Tiempo Medio entre Fallas, Tiempo Medio de Reparación y Disponibilidad de Equipos. Para el cálculo se utilizó la información contenida en las tarjetas de los años 2009, 2010 y 2011 de tres tractores Belarus-892, pertenecientes a la Unidad Empresarial de Base de Servicios Técnicos de la Empresa Agropecuaria de Güira de Melena, República de Cuba. Los valores promedios de Disponibilidad de los tractores 0,765, 0,67 y 0,59, correspondientes a los años 2009, 2010 y 2011, son menores de 0,80, por lo que se considera baja la disponibilidad de los mismos, como consecuencia de la influencia de factores como el diseño y construcción; la calidad de ejecución de mantenimientos y reparaciones, así como el suministro de piezas de recambio y materiales para estos últimos.

Palabras clave: gestión de mantenimiento, consumo, combustible, disponibilidad, método.

ABSTRACT

The paper aims to present the results of the calculation of maintenance indicators of tractors Belarus-892 using a method that takes as a source of information the control of cards of fuel and lubricants consumption of tractors. The method allowed the calculation of key indicators of maintenance: mean time between failures, mean time of repair and equipment availability. For the calculation we used the information in the cards in the years 2009, 2010 and 2011 of the tractors Belarus-892, belonging to the Enterprise Unit of Technical Services of Agropiggery of Guira de Melena, Republic of Cuba. The average values of the availability of tractors 0,765; 0,67 and 0,59 in the years 2009, 2010 and 2011 are less than 0,80, which is considered a low availability of them, as a result of the influence of the main factors, such as tractors and construction design, quality of maintenance and repairs, and supply of spare parts and materials.

Key words: maintenance management, consumption, combustible, availability, method.



Recibido: 28 de julio, 2015
Aceptado: 30 de noviembre, 2015

1. INTRODUCCIÓN



Al revisar las nuevas tendencias de mantenimiento de las máquinas en el mundo, se observa una amplia y variada gama de técnicas o herramientas de apoyo a esta actividad, cuyo fin es buscar una integración más estrecha y dinámica con el negocio. Entre estas técnicas están el mantenimiento productivo total (TPM), el Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) y otras devenidas del desarrollo de la teoría de la fiabilidad y la ingeniería de mantenimiento como son el análisis causa-raíz, los árboles de fallas, el análisis de riesgos, el análisis de criticidad, entre otros (Sotuyo, 2001).

Por otro lado, también existe un gran auge en el uso de nuevos sistemas operativos para el procesamiento de datos mediante computadoras de nueva generación, así como el desarrollo de poderosos gestores de datos que propiciaron la aparición de aplicaciones de software empleadas específicamente para gestionar el mantenimiento automotor. Entre estos se destacan los sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC), los cuales son capaces de gestionar de una manera integral la función de mantenimiento dentro de una empresa.

En el ámbito cubano, muchas de estas técnicas comenzaron a emplearse en los últimos años, fundamentalmente en las industrias y el transporte, sectores donde se encuentran desde herramientas de gestión desarrolladas de manera autónoma, hasta sistemas foráneos y nacionales especializados en la gestión.

Dentro del sector agropecuario de Cuba, los avances referentes a la gestión del mantenimiento aún no son factibles de aplicar íntegramente, puesto que no existe la suficiente experiencia, destreza y el nivel de preparación necesario que permita al personal técnico operar con éxito las nuevas técnicas, independientemente de que las condiciones materiales existentes en los talleres tampoco son favorables. Por esta razón, en la práctica productiva no existe una eficiente gestión del mantenimiento, proceso que se realiza hace varios años, al final de cada

mes, mediante una observación momentánea a través de un solo indicador: el coeficiente de disponibilidad técnica, medido como la relación de cantidad de maquinaria activa contra la total.

En 2009 se iniciaron los estudios para perfeccionar la asistencia técnica y la gestión en los talleres vinculados a la empresa agropecuaria, los cuales incluyeron el desarrollo de métodos para la gestión del mantenimiento en correspondencia con las peculiaridades y condiciones en que se desarrolla actualmente la asistencia técnica, así como el nivel y tipo de información que se plasma en los medios de control del trabajo de la maquinaria (Fernández *et al.*, 2009; Fernández & Shkiliova, 2012; Linares *et al.*, 2008; Shkiliova & Fernández, 2006; Azoy, 2014). Como resultado de estos estudios, se desarrolló un método para la evaluación de la función del mantenimiento, el cual tiene como aspecto novedoso la toma de información, como fuente primaria de datos, directamente de las tarjetas de control del consumo de combustible y lubricantes, que son el medio de control más utilizado y difundido en las unidades productivas y talleres del sector agrícola en Cuba (Fernández, 2013). Mediante este método es posible calcular tres indicadores de gestión catalogados como de clase mundial: El Trabajo Medio Entre Fallas, el Tiempo Medio de Reparación y la Disponibilidad de Equipos.

En el presente trabajo se exponen los resultados de aplicación del método desarrollado en una unidad dedicada a la prestación de servicios de maquinaria y asistencia técnica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La aplicación del método se llevó a cabo en las condiciones del taller de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Integral de Servicios Técnicos de la Empresa Agropecuaria de Güira de Melena, ubicada en la provincia Artemisa, República de Cuba.

Se tomó como objeto de estudio la información sobre las operaciones de mantenimiento y reparaciones de tres tractores agrícolas Belarus-892, puestos en explotación en enero de 2009. Para la recopilación de la información

primaria se utilizaron las tarjetas de control de consumo de combustible y lubricantes de los tractores. El período de observación abarcó los años 2009, 2010 y 2011.

De las tarjetas se recopiló (para cada tractor observado) la información mensual sobre el tiempo real de trabajo realizado, cantidad de fallas y el tiempo de parada a causa de estas. Con base en la información primaria, de acuerdo con la metodología desarrollada por Shkiliova y Fernández (2006), se calculó por mes y año, para cada tractor, los valores de los indicadores Trabajo Medio entre Fallas, Tiempo Medio de Reparación y Disponibilidad de Equipos.

A partir de estos datos se determinó el comportamiento de los indicadores para los tractores Belarus-892 y se realizó un análisis descriptivo de las variables mediante el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.1, calculándose los principales estadígrafos. También se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre las medias de dichas variables durante los tres años de observación, verificándose la normalidad y la homogeneidad de las varianzas, además de

seleccionarse muestras aleatorias. Para verificar las variables que diferían significativamente entre sí, se realizó la prueba de Múltiples Rangos, seleccionándose para ello la Dócima de Tukey.

Aspectos generales sobre el método propuesto

En las tarjetas de consumo de combustible y lubricantes se plasma diariamente la información sobre todas las actividades agrícolas programadas para cada tractor, así como lo que realmente realizó este (Figuras 1 y 2). Todo ello sirve de base para conocer el comportamiento real, en un período determinado, de algunos índices, entre los cuales está el consumo de combustible, por actividad. También, en estas tarjetas se recogen otros datos de interés y que no han tenido utilización práctica, sin embargo, a través de esta información es posible calcular algunos de los indicadores de mantenimiento catalogados internacionalmente como de clase mundial y que sirven para medir esta actividad, como son: el Tiempo Medio de Trabajo Útil entre Fallas (TMEF), el Tiempo Medio para la Reparación (TMPR) y la Disponibilidad de Equipos (DISP).

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA															EMPRESA:					UNIDAD:									
TARJETA DE CONTROL DE COMBUSTIBLE, LUBRICANTES Y MANTENIMIENTO															PELTON:					ACUMULADO MES ANTERIOR									
EQUIPO:															MARCA Y/O MODELO:					# INV.									
D															ACEITES (LTS)					GRASAS (KG)									
I															Motor :					Hidráulico:					Dirección:				
A															Tipo: _____					Tipo: _____					Tipo: _____				
S															Rot o Aver:					Rot o Aver:					Rot o Aver:				
Horas															Cambio					Cambio					Cambio				
o Kms.															Relleno					Relleno					Relleno				
Recorridos															Rot o Aver					Rot o Aver					Rot o Aver				
Consumido (Lts)															Bomba Inyección					Bomba Inyección					Bomba Inyección				
HOY															Tipo: _____					Tipo: _____					Tipo: _____				
ACUMULADO															Purificador de Aire					Purificador de Aire					Purificador de Aire				
															Usos Múltiples					Usos Múltiples					Usos Múltiples				
															Rollate					Rollate					Rollate				
															Tipo: _____					Tipo: _____					Tipo: _____				
															Copilla					Copilla					Copilla				
															Tipo: _____					Tipo: _____					Tipo: _____				
1																													
2																													
31																													
MES																													
PROGRAMACION Y CONTROL DE LAS ATENCIONES TECNICAS																													
AL CONSUMIRSE LOS LITROS. DE COMBUSTIBLE, HORAS. TRABAJADAS O KILOMETROS RECORRIDOS															SE DEBERA REALIZAR EL MANTENIMIENTO O REPARACION SIGUIENTE					ATENCION TECNICA REALIZADA					D I A				
																									NOMBRE Y FIRMA DEL MECANICO				

Figura 1. Tarjeta de consumo de combustible y lubricantes (Frente).

CONSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLE Y ACTIVIDAD REALIZADA (CIERRE DE CICLO)																		
D	LABOR	AGREGADO	LUGAR	VOLUMEN DE TRABAJO						COMBUSTIBLE						OBSERVACIONES		
				PLAN			REAL			PLAN			REAL					
I	A			VOLUMEN	NORMA	HORAS	VOLUMEN	HORAS	NORMA	INDICE	NECE	EXIST	SERVIDO	CONSU	INDICE			
A	REALIZAR			CANT	UM		CANT	UM				TANGUE		MIDO				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
MES																		
	H= E x G	L= K / I	N= E x M	P= N - O			R= Q / I											

Figura 2. Tarjeta de consumo de combustible y lubricantes (Reverso).

La información que aparece en su parte frontal está relacionada con el tiempo real (HROP) trabajado cada mes (en días y horas), el tiempo no trabajado por fallas (HTMC) en cada mes (en días) y la cantidad de fallas en cada mes (NTMC).

El proceso de recopilación de la información se realiza de manera individual para todos los tractores en estudio, debiéndose ejecutar separadamente por marca y tipo de tractor. La información recopilada se asienta mediante el modelo representado en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelo para la recogida de la información primaria por tractor.

Tractor, marca y No de Inv.	Año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	HROP											
Tractor No	HTMC											
	NTMC											

Con la información proveniente de la tabla anterior, se procede al cálculo de los indicadores de mantenimiento para cada tractor en cada mes del año, mediante las siguientes expresiones (Lourival, 2000; Amendola, 2004; Catalán, 2007; Navarrete et al., 2000; Mora, 2008; Dairo, 2006; Parra & Crespo, 2012):

$$TMEF = \frac{HROP}{NTMC}, \text{ h/falla} \quad (1)$$

Donde:

- TMEF: Tiempo medio entre fallas;
- HROP: Tiempo real de trabajado en el período analizado, h.
- NTMC: Cantidad de fallas de la máquina durante el período de observación.

$$TMPR = \frac{HTMC}{NTMC}, \text{ h} \quad (2)$$

Donde:

- TMPR: Tiempo para la reparación;
- HTMC: Tiempo de parada por fallas en el periodo analizado, h;
- NTMC: Cantidad de fallas de la máquina durante el período de observación.

$$DISP = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}, \% \quad (3)$$

Donde:

- DISP: Disponibilidad de equipos

Los resultados obtenidos en la evaluación de las expresiones (1), (2) y (3), se tabulan de acuerdo con el modelo que se muestra en la Tabla 2, obteniendo de esta forma la información necesaria para el análisis del comportamiento mensual de los indicadores.

Tabla 2. Modelo para el análisis del comportamiento mensual de los indicadores de mantenimiento por marca de tractor.

Tractor, marca y No de Inv.*	Tractor 1			Tractor 2			Tractor 3		
	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP
Enero									
Febrero									
Marzo									
...									
Diciembre									

*Teniendo en cuenta que los tractores analizados son de la misma marca Belarus-982 y su número de inventario no representa el interés para los fines del artículo, esta información en esta y posteriores tablas se sustituye por términos Tractor 1, Tractor 2 y Tractor 3.

RESULTADOS

Mediante el método descrito anteriormente, se calcularon los valores mensuales de los indicadores Tiempo Medio Entre Fallas, Tiempo Medio Para la Reparación y Disponibilidad de Equipos para cada uno de los tractores

analizados en el periodo 2009-2011, resultados que se muestran en las tablas 3, 4 y 5.

También se realizó un análisis descriptivo de las variables TMEF, TMPR y DISP y se calcularon los principales estadígrafos para las mismas mediante el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (Tabla 6).

Tabla 3. Valores mensuales de los indicadores TMEF, TMPR y DISP, año 2009.

Meses	Año 2009								
	Tractor 1			Tractor 2			Tractor 3		
	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP
Enero	50,66	12	0,81	40	12,6	0,76	33,7	10,7	0,76
Febrero	54	11,33	0,83	36,5	18	0,67	43,75	16,5	0,72
Marzo	49,75	18	0,73	42,25	19	0,69	39,4	16	0,70
Abril	40	24,5	0,62	59,33	22	0,73	47,75	17,5	0,77
Mayo	54	9,33	0,85	45	12	0,79	43,25	11,25	0,80
Junio	46,5	13	0,78	38,75	14,5	0,73	37,33	10	0,79
Julio	48,66	14,66	0,77	42,5	12	0,78	49,5	10,5	0,83
Agosto	39	14,5	0,73	31,83	11,33	0,74	36,4	13,2	0,73
Septiembre	42	11,5	0,78	48,66	19,33	0,72	43,75	14	0,76
Octubre	47,25	10,5	0,82	38,6	11,2	0,78	49	10,5	0,82
Noviembre	48,25	13	0,79	44,66	15,66	0,74	42,4	10,8	0,80
Diciembre	37,6	16	0,70	41	14	0,75	43,8	11,6	0,79

Tabla 4. Valores mensuales de los indicadores TMEF, TMPR y DISP, año 2010.

Meses	Año 2010								
	Tractor 1			Tractor 2			Tractor 3		
	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP
Enero	29	17	0,63	21,7	9,14	0,70	30,6	12,8	0,71
Febrero	25	14	0,64	27	9,2	0,75	30,5	18	0,63
Marzo	35,25	13	0,73	25,4	13,6	0,65	41,25	15	0,73
Abril	25,6	14	0,65	22,28	11,28	0,66	48	44	0,52
Mayo	21,8	14,4	0,60	26,5	11,83	0,69	21	8	0,72
Junio	31,5	15	0,68	25	11	0,69	25,6	12,6	0,67
Julio	28	13,4	0,68	22,66	12,33	0,65	35	20	0,64
Agosto	18,16	12,66	0,59	24	16	0,60	20	12,8	0,61
Septiembre	26,8	15,2	0,64	36	16	0,69	27,75	16	0,63
Octubre	39	26,7	0,59	32	14,4	0,69	48,33	13,33	0,78
Noviembre	37,5	12	0,75	34,75	16,25	0,68	30	29,33	0,51
Diciembre	32,8	12,4	0,73	37,75	14,5	0,72	58,66	11,66	0,83

Tabla 5. Valores de los indicadores TMEF, TMPR y DISP, año 2011.

Meses	Año 2011								
	Tractor 1			Tractor 2			Tractor 3		
	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP
Enero	26	15,2	0,63	18,16	16,33	0,53	19,6	21,2	0,48
Febrero	24,4	15,4	0,61	29,25	19	0,61	31,66	40	0,44
Marzo	21,8	15,67	0,58	21,2	19,2	0,52	21	16,66	0,58
Abril	23,8	17,6	0,57	30,5	20	0,60	28,4	17,2	0,62
Mayo	21,5	15,6	0,58	26	18	0,59	29,2	15,2	0,66
Junio	19,8	12	0,62	24,6	18,8	0,54	27,25	24	0,53
Julio	24,2	15,8	0,61	24,5	22	0,53	21,6	20	0,52
Agosto	23,8	16,6	0,59	39	22	0,64	30,4	15,6	0,66
Septiembre	28,8	15	0,66	25,5	18	0,59	25,6	19,6	0,57
Octubre	21	13,16	0,61	26,6	18,6	0,59	31,25	18,75	0,63
Noviembre	23	15,8	0,59	22,83	12,5	0,65	27,4	15,4	0,64
Diciembre	22,2	17,4	0,56	26	16	0,62	32	13,2	0,71

Tabla 6. Principales estadígrafos para las variables TMEF, TMPR y DISP.

Estadígrafos	INDICADORES								
	2009			2010			2011		
	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP	TMEF	TMPR	DISP
Cantidad de datos	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Media	43,79	13,95	0,765	30,61	15,24	0,67	25,55	17,84	0,59
Varianza	36,29	12,67	0,002	76,44	41,42	0,004	18,85	21,87	0,0029
Desviación Típica	6,02	3,56	0,049	8,74	6,43	0,066	4,34	4,67	0,054
Error estándar	1,004	0,59	0,008	1,45	1,07	0,011	0,72	0,77	0,009
Mínimo	31,83	9,33	0,62	18,16	8,0	0,51	18,16	12,0	0,44
Máximo	59,33	24,5	0,85	58,66	44,0	0,83	39,0	40	0,71
Coefficiente de Variación	13,75	25,50	6,46	28,55	42,21	9,91	16,99	26,40	9,27

Los resultados del procesamiento estadístico de la información primaria y su análisis demostraron lo siguiente:

- El indicador Tiempo Medio Entre Fallas decreció en los años 2010 y 2011 (en 13,18 y 18,24 horas respectivamente) con respecto al año 2009. Los valores medios anuales obtenidos fueron de $43,79 \pm 1,004$; $30,61 \pm 1,45$, y $25,55 \pm 0,72$ horas en cada año observado, los que se consideran muy bajos.
- El indicador Tiempo Medio Para la Reparación ascendió en 1,29 y 3,89 horas/falla en los años 2010 y 2011, respectivamente, al compararse con el año 2009. Este alcanzó valores medios anuales de $13,95 \pm 0,59$; $15,24 \pm 1,07$, y $17,84 \pm 0,77$ h/falla durante los años 2009, 2010 y 2011, respectivamente.
- El indicador Disponibilidad de Equipos alcanzó valores de 0,765; 0,67 y 0,59 en los años 2009, 2010 y 2011

correspondientemente, con decrecimientos de 9,5 y 17,5 % en los años 2010 y 2011, respectivamente, al compararlos con el primer año de observación.

- El análisis de varianza indicó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las variables TMEF, TMPR y DISP durante los años 2009, 2010 y 2011, con un nivel de confianza del 95 %.
- Mediante la Prueba de Múltiples Rangos (Dócima de Tukey) se determinó que:
 - Los valores medios de la variable TMEF difieren significativamente entre sí en los años 2009, 2010 y 2011.
 - No existe diferencia significativa de los valores medios de la variable TMPR entre los años 2009-2010 y 2010-2011. Entre los años 2009-2011 sí existen diferencias significativas.
 - Los valores medios de la variable DISP

difieren significativamente entre si durante los tres años evaluados.

DISCUSIÓN

El indicador Disponibilidad de Equipos se comportó por debajo de los valores recomendados (mayores de 0,8) por la bibliografía especializada (Daquinta, 2008) durante los años estudiados. El mismo alcanzó valores de 0,765; 0,67 y 0,59 en los años 2009, 2010 y 2011, correspondientemente, con decrecimientos de 9,5 y 17,5 % en los años 2010 y 2011, respectivamente, al compararlos con el primer año de observación. Las pérdidas de tiempo debido a las fallas fueron como promedio de 23,5 (2009); 33 (2010) y 41 % (2011) en los tres años observados con relación al tiempo total de trabajo realizado por los tractores.

En el comportamiento de los indicadores TMEF, TMPR y DISP, durante los tres años analizados influyeron varios factores, entre los que destacan:

a) Problemas en el diseño y construcción de los tractores Belarus-892.

De acuerdo con los criterios de los especialistas de la Dirección de Pruebas del Instituto de Ingeniería Agrícola, la calidad de diseño y construcción de los tractores producidos en Bielorrusia ha disminuido mucho en los últimos años, lo que ha quedado evidenciado durante las pruebas estatales realizadas a estos tractores en las condiciones de explotación en Cuba. Como resultado, elaboraron una serie de recomendaciones encaminadas al mejoramiento de la calidad del diseño de los tractores y la eliminación de los problemas detectados. Sin embargo, los equipos que se comercializan actualmente no vienen rediseñados según las recomendaciones realizadas, de ahí que continúen presentando los mismos problemas que con anterioridad fueron detectados y por consiguiente las paradas a causas de las fallas ya denunciadas. De acuerdo con los resultados de las pruebas estatales realizadas, los conjuntos donde se han presentado los principales problemas en los tractores Belarus-892 son:

sistema eléctrico, sistema hidráulico, sistema de alimentación, embrague, llantas y las cintas de transmisión del ATF (árbol de toma de fuerza).

b) Servicio de asistencia técnica durante el período de garantía.

Durante el año 2009, que es el periodo de garantía, la asistencia técnica a estos equipos por parte de los proveedores fue insuficiente, debido a la poca sistematicidad en el abastecimiento de los recursos necesarios para la sustitución reglamentada de partes y accesorios. Esto propició la disminución del tiempo operativo de los tractores debido a las paradas a causa de las fallas, el incremento del tiempo por concepto de espera y del tiempo para la reparación, aunque sobre este último aspecto influyó también el desconocimiento por parte de los mecánicos respecto a la tecnología de la maquinaria.

c) Actividades de mantenimiento técnico y reparaciones posterior al período de garantía.

Posterior a este período, el mantenimiento de los tractores comenzó a ejecutarse a partir de las periodicidades del tractor MTZ-510 que, aunque coinciden en horas-motor, no sucede igual con sus equivalentes en litros de combustible, dado que este es de menor potencia y tiene índices de consumo de combustible (específico y horario) también diferentes. Por tanto, los mantenimientos de los tractores Belarus-892 presentan desviaciones con respecto a los períodos entre mantenimientos recomendados. Además, las operaciones tecnológicas ejecutadas tampoco se correspondían con las recomendadas por los fabricantes.

Por otro lado, no siempre es posible corroborar la ejecución de los mantenimientos de menor complejidad (diarios y MT-1), ya que estos son realizados por el propio operador de los tractores, por lo que se desconoce su nivel de cumplimiento.

El suministro de piezas de recambio y materiales para el mantenimiento y la reparación fue aún más insuficiente que en el período de garantía, de ahí el incremento en el tiempo medio para la reparación y la disminución de la disponibilidad de los equipos.

CONCLUSIONES

Mediante un método que toma como fuente de información a las tarjetas de control de consumo de combustible y lubricantes, se calcularon para las condiciones de la Unidad Empresarial de Base de Servicios Técnicos de la Empresa Agropecuaria de Güira de Melena, República de Cuba, los principales indicadores de mantenimiento de los tractores Belarus-892: Tiempo Medio entre Fallas, Tiempo Medio

de Reparación y Disponibilidad de Equipos. Se destaca que los valores promedios de Disponibilidad de los tractores 0,765, 0,67 y 0,59 correspondientes a los años 2009, 2010 y 2011 son menores de 0,80, por lo que se considera baja la disponibilidad de los mismos, a consecuencia de factores como el diseño y construcción de los tractores; la calidad de ejecución de mantenimientos y reparaciones, así como el suministro de piezas de recambio y materiales para estos últimos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amendola, L. (2004). *Indicadores de confiabilidad, propulsores en la gestión del mantenimiento*. Universidad Politécnica Valencia España, [en línea]. Disponible en: <http://www.mantenimientoplanificado.com> [Consulta: 19 de Marzo 2011].
- Azoy, A. (2014). Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Revista Ingeniería Agrícola* 4(4): 45-49.
- Catalán, F. (2007). *Metodologías y criterios de mantenibilidad aplicados a la organización y planificación del proceso de mantenimiento de equipo electrónico de impresión*. Descargado de: www.biblioteca.usac.edu
- Dairo H. Mesa, Yesid O. S., & Manuel P. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Revista Scientia et Technica*. 12(30). Descargado de: www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4830901.pdf
- Daquinta, A. (2008). *Mantenimiento y Reparación de la Maquinaria Agrícola*. Ed. Félix Varela, La Habana, Cuba.
- Fernández, S. M., Nores, N. Y., Shkiliova, L., & Suárez, L. J. (2009). *Creación de las Unidades Empresariales de Base Integrales de Servicios Técnicos en provincia La Habana*. En: memorias del Evento Internacional Agrociencias 2009.
- Fernández, M., & Shkiliova L. (2012). Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 21(4):72-79
- Fernández M. (2013). *Perfeccionamiento de la gestión de los mantenimientos y las reparaciones en las Unidades Empresariales de Base Integrales de Servicios Técnicos*, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba.
- Linares, E., Fernández, M., Lora, D., Suarez, J., Salva, R., & Rey, R. (2008). *Procedimientos para el funcionamiento de las Unidades Empresariales de Base Integrales de Servicios Técnicos*. Editorial INFOIIMA. Instituto de Ingeniería Agrícola.
- Lourival, T. A. (2000) *Administración Moderna del Mantenimiento*. Descargado de: www.mantenimientomundial
- Mora, A. (2008). *Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios*. Colombia: Editorial AMG.
- Navarrete, E., Treto, O., Rodríguez, J. A., & Hernández, E. (2000). *Gestión e Ingeniería Integral del Mantenimiento*. Descargado de: <http://www.cujae.edu.cu>
- Parra, C., & Crespo A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. INGECON.
- Shkiliova L., & Fernández, M., (2006). *Método para la determinación de los índices de mantenimiento de clase mundial en los talleres de las empresas agropecuarias en Cuba*. Memorias del evento científico internacional AgrIng'2006. La Habana, Cuba.
- SOTUYO, B. S. (2001). *Optimización Integral de Mantenimiento*. Descargado de: www.ellmann.net