

## REPARACIÓN Y TECNOLOGÍA MECÁNICA REPAIRING AND MECHANICAL TECHNOLOGICAL

# Determinación de la periodicidad real de cambio del aceite motor en una muestra de tractores ligeros de una unidad productiva

## *Determination of real periodicity of oil change in a sample of low-power tractors of a productive unit*

Manuel Fernández Sánchez<sup>1</sup>, Yadima Nores Napoles<sup>2</sup> y Damián Lora Cabrera<sup>3</sup>

**RESUMEN.** La periodicidad de realización de los mantenimientos técnicos de las diferentes marcas de tractores y máquinas agrícolas está condicionada en gran medida por la durabilidad o vida útil del aceite motor que se utilice, por lo que para establecer los periodos entre mantenimientos se toma como referente la periodicidad de cambio de aceite motor. Por tanto, el comprobar en la práctica la frecuencia media real entre cambios de aceite motor y sus posibles desviaciones con respecto al valor establecido constituye una vía para verificar el cumplimiento en tiempo o no de los periodos entre los mantenimientos programados. En el presente trabajo se determinó la frecuencia media entre cambios de aceite motor para una muestra de 14 tractores Yumz-6M y 4 tractores MTZ-80 con una edad promedio que oscila entre los 15-20 años. La investigación experimental se desarrolló en condiciones reales de explotación y se basó fundamentalmente en la recopilación de la información acerca de los consumos mensuales de combustible y lubricante tipo motor de los tractores investigados. El periodo de observación abarcó los años 2006 y 2007. La información fue procesada estadísticamente mediante el Método de las Sumas. Al analizar los resultados, se observó que existen desviaciones con respecto a los periodos de cambio establecidos para el cambio de aceite motor en cada una de estas marcas de tractores estudiados, lo cual indica que los mantenimientos programados se están realizando fuera del ciclo.

**Palabras clave:** durabilidad, mantenimiento, servicio técnico.

**ABSTRACT.** The periodicity of technical maintenance of the different makes of tractors and agricultural machines is conditioned in a great extent by the durability or useful life of the employed motor oil, so as for establishing the periodicity between maintenances is taken as reference the periodicity of change of the motor oil. In the present research was determined the mean frequency between the changes of motor oil for a sample of 14 tractors Yumz-6M and 4 tractors MTZ-80, with a mean age of 15-20 years. The experimental research was performed in real production conditions and was based mainly in the recompilation of information on the monthly consumption of diesel and motor oil of the tractors tested. The observation covers the years 2006 and 2007. The information was statistically processed. Analyzing the results, it was observed that there are deviations regarding the stabilized periodicity of changes of motor oil for these makes of tractors, indicating that the programmed maintenances are performed out of the correct cycle.

**Keywords:** durability, maintenance, technical service.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de un sistema de mantenimiento técnico en el sector agrícola de Cuba se remonta a la década del 60 del pasado siglo, cuando comenzó a impulsarse por el Ministerio de la Agricultura el empleo del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP), sistema que se estructuró a semejanza del

existente en la antigua URSS y el resto de los países socialistas de Europa del Este. Su aplicación en las condiciones específicas de nuestro país fue posible debido a que la totalidad de los tractores y máquinas agrícolas que existían en el país estaban en manos del estado, lo cual posibilitó organizarlo de forma centralizada en diferentes tipos de Empresas de Producción Agropecuaria.

**Recibido** 11/10/09, aprobado 30/06/11, trabajo 47/11, investigación.

<sup>1</sup> M.Sc., Investigador Auxiliar, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera Fontanar-Wajay, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. ☎ (53-7) 45-3608, 45-1731, 451353; Fax: (53-7) 45-3608; E-✉: mafesch@yahoo.es

<sup>2</sup> Ing., Especialista, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric).

<sup>3</sup> Ing., Investigador Agregado, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric).

Este sistema establece la realización de tres tipos fundamentales de mantenimientos escalonados o numéricos así como de dos tipos de reparaciones. El conjunto de operaciones tecnológicas establecidas para cada mantenimiento o reparación, la periodicidad en que se ejecutan y la laboriosidad de los trabajos preventivos y de reparación previstos, determinan el régimen de los mantenimientos técnicos y la reparación.

En el caso específico de los mantenimientos No 2 y No 3, la periodicidad de su realización para las diferentes marcas de tractores y maquinas agrícolas en explotación en Cuba esta condicionada, junto con otros factores, por la durabilidad o vida útil del aceite motor que se utilice, de ahí que para establecer los periodos entre dichos mantenimientos se toma como referente la periodicidad de cambio de aceite motor (Shkiliova y Serrano, 2006). Por tanto, determinando en las condiciones reales de la explotación el tiempo real de cambio del aceite motor en los tractores, se puede verificar si se cumplen los ciclos entre mantenimientos establecidos. En correspondencia el presente trabajo tiene como objetivos analizar el cumplimiento actual de los periodos entre mantenimientos en una flota de tractores tomando como base los resultados del calculo del indicador “frecuencia media entre cambios” para el aceite motor e identificar los factores que influyen en estos momentos sobre el grado de utilización del aceite motor en los tractores objetos de estudio.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el calculo del indicador frecuencia media entre cambios de aceite motor de cada una de las marcas de tractores objetos de estudio, se recopiló la información de las tarjetas de control de consumo de combustibles y lubricantes de cada uno de los tractores analizados durante los años 2006 y 2007. De estas tarjetas se extrajo la información sobre la cantidad de litros de combustible consumido entre cada uno de los cambios de aceite motor realizados.

Para el estudio se analizó una muestra de de 14 tractores YUMZ-6M y 4 tractores MTZ-80 con una edad promedio que oscila entre los 15-20 años. La investigación experimental se desarrolló en condiciones reales de explotación. La metodología utilizada (Método de las Sumas) para el procesamiento de la información comprende los siguientes aspectos generales (Atá, 1988):

- Confección de la tabla de información inicial en orden descendente sobre los cambios de aceite motor (en litros de combustible).
- Confección de la serie estadística de la información inicial.
- Determinación del valor medio y las características absolutas de la dispersión (dispersión y desviación media cuadrática).
- Comprobación de la información según los puntos a excluir.
- Determinación del indicador relativo de la dispersión (coeficiente de variación).
- Determinación de las fronteras confiables de la información y el error posibles del experimento.

**Serie estadística de la información**

*Determinación de la cantidad de intervalos de la serie estadística*

$$n = \frac{t_f - t_{desp}}{A} \tag{1}$$

donde:

$t_f$  -valor máximo de la información

$t_{desp}$  -desplazamiento inicial para el primer valor de la información primaria. En este caso  $t_{desp} = 2900$

A-amplitud de los intervalos. Se asume este valor, A = 430 L.

*Determinación del valor medio y la desviación media cuadrática*

$$\bar{t} = \bar{t}_C + \frac{AM_1}{N} \tag{2}$$

donde:

$\bar{t}$  -valor medio;

$\bar{t}_C$  -valor medio del intervalo frente al cual se tacho;

A - amplitud de los intervalos;

N - cantidad de datos.

$M_1$  - coeficiente que se determina según la expresión.  $M = a_1 \cdot b_1 = 14 - 11 = 3$

$$\sigma = A \sqrt{\frac{M_2 - \frac{M_1^2}{N}}{N}} \tag{3}$$

donde:

$M_2$  - Coeficiente que se determina como

$$M_2 = a_1 + b_1 + 2a_2 + 2b_2$$

*Comprobación de la información según los puntos a excluir*

La información inicial puede tener datos erróneos que no se contemplan en la ley general de la distribución, por eso, antes de la elaboración matemática final de la información esta debe ser comprobada según los puntos a excluir. Esta comprobación se realiza mediante la Ley  $\pm 3\sigma$  que consiste en adicionarle y reatarle al valor medio calculado la cantidad  $3\sigma$ . Si los puntos extremos de la información no se encuentran fuera de los límites  $t \pm 3\sigma$ , todos los puntos de la información se consideran aceptables.

*Determinación del coeficiente de variación*

$$V = \frac{\sigma}{\bar{t}} \tag{4}$$

*Determinación de las fronteras confiables de la información y el error del experimento*

En correspondencia con la Ley de Distribución Normal, las fronteras confiables de la información se determinan según las expresiones 5 y 6.

$$t^i_{\alpha} = \bar{t} + t_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \tag{5}$$

$$t^s_{\alpha} = \bar{t} - t_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad [6]$$

donde:

$t^i_{\alpha}$ . Frontera confiable inferior;

$t^s_{\alpha}$ . Frontera confiable superior;

$t_{\alpha}$ . Coeficiente para las fronteras confiables (se obtiene por tablas).

El error del experimento se determino de acuerdo a la expresión 7.

$$E_{\alpha} = \frac{t^s_{\alpha} - \bar{t}}{\bar{t}} \times 100 \quad [7]$$

## ANALISIS DE LOS RESULTADOS

### Serie estadística de la información

Para los tractores YUMZ-6M:

### Valor medio y la desviación media cuadrática

El valor medio fue de:  $\bar{t} = 4372,75$  L de combustible

$$M_2 = 14+11+18+8 = 51$$

Sustituyendo valores en la expresión (3), se obtuvo la desviación media cuadrática:  $\sigma = 484,39$  L de combustible

### Comprobación de la información según los puntos a excluir

Frontera inferior.  $t - 3\sigma = 4372,75 - 3(484,39) = 2919,58$  L de combustible

Frontera superior.  $t + 3\sigma = 4372,75 + 3(484,39) = 5825,92$  L de combustible

Como ambos extremos de la información se encuentran dentro de los límites, se consideran aceptables.

### Coeficiente de variación

Al sustituir valores en [4] se tiene que  $V = 0,32$ .

Como  $V < 0,35$  los datos experimentales se corresponden con la Ley de Distribución Normal.

### Fronteras confiables de la información y el error del experimento

Para un nivel de exactitud del experimento  $\alpha = 0,90$  se obtuvo un valor de  $t_{\alpha} = 1,68$

Sustituyendo valores en las expresiones [5] y [6], se obtuvieron:  $t^i_{\alpha} = 4244,05$  L de combustible;  $t^s_{\alpha} = 4501,43$  L de combustible

Al sustituir los valores correspondientes en la expresión [7] se obtuvo el error del experimento:  $E_{\alpha} = 3\%$

Para el caso de los tractores MTZ-80 se aplico el mismo procedimiento metodológico para el procesamiento de la información. Los resultados fueron los siguientes:

$\bar{t} = 2806$  L de combustible.

$\sigma = 257,49$  L de combustible

$V = 0,63$  (Ley de Distribución de Weibull);  $t^i_{\alpha} = 2583,43$  L;  $t^s_{\alpha} = 3028,57$  L;  $E_{\alpha} = 8\%$

### Análisis estadístico de la información mediante el Método de las Sumas

En las Tablas 1 y 2 aparece reflejada la información primaria relacionada con las frecuencias de cambio de aceite motor de los tractores YUMZ-6M y MTZ-80.

TABLA 1. Periodicidad de cambio de aceite motor (en L de combustible) de los tractores YUMZ-6M

No.	Frecuencia de cambio del aceite motor, L	No.	Frecuencia de cambio del aceite motor, L	No.	Frecuencia de cambio del aceite motor, L	No.	Frecuencia de cambio del aceite motor, L
1	2 986	11	3 814	21	4 330	31	4 702
2	3 031	12	3 820	22	4 353	32	4 765
3	3 164	13	3 890	23	4 395	33	4 883
4	3 280	14	4 093	24	4 412	34	4 896
5	3 282	15	4 196	25	4 470	35	4 955
6	3 379	16	4 223	26	4 525	36	5 036
7	3 555	17	4 280	27	4 539	37	5 086
8	3 578	18	4 296	28	4 596	38	5 188
9	3 717	19	4 309	29	4 612	39	5 232
10	3 776	20	4 320	30	4 651	40	5 461

**TABLA 2. Periodicidad de cambio de aceite motor (en litros de combustible) de los tractores MTZ-80**

No	Frecuencia de cambio del aceite motor, L	No.	Frecuencia de cambio del aceite motor, L	No.	Frecuencia de cambio del aceite motor, L	No.	Frecuencia de cambio del aceite motor, L
1	2499	10	2635	19	2916	28	3213
2	2500	11	2643	20	2935	29	3251
3	2501	12	2671	21	2949	30	3273
4	2502	13	2759	22	2982	31	3304
5	2504	14	2767	23	3020	32	3352
6	2513	15	2789	24	3065	33	3420
7	2525	16	2815	25	3120	34	3561
8	2527	17	2831	26	3162		
9	2631	18	2875	27	3180		

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la serie estadística de la información y en la Tabla 4 el cálculo de los coeficientes  $a_1, b_1, a_2$  y  $b_2$

**TABLA 3. Serie estadística de la información**

Valor del Intervalo	2900-3330	3330-3760	3760-4190	4190-4620	4620-5050	5050-5480
Frecuencia $m_i$	5	4	5	15	7	4
Probabilidad experimental $P_i$	0.125	0.1	0.125	0.375	0.175	0.1
$\Sigma P_i$	0.125	0.225	0.35	0.725	0.9	1

**TABLA 4. Cálculo de los coeficientes  $a_1, b_1, a_2$  y  $b_2$**

Valor medio del Intervalo	3115	3545	3975	4405	4835	5265	
Frecuencia $m_i$	5	4	5	15	7	4	
$a_1 = 14$	5	4	5	-	7	4	$b_1 = 11$
$a_2 = 9$	5	4	-	-	-	4	$b_2 = 4$

Los resultados alcanzados en el procesamiento de la información se consideran confiables. El error del experimento estuvo en el orden del 3 y 8% lo cual está dentro del rango establecido para las maquinas agrícolas (Daquinta, 1993).

Según los cálculos realizados el indicador “frecuencia media de cambio de aceite motor” tomo valores de 4372,75 y 2806 L de combustible para los tractores YUMZ-6M y MTZ-80 respectivamente. Si se tiene en cuenta la periodicidad establecida para el cambio del aceite motor en estas marcas de tractores (cada 3785 y 2588 L de combustible) se observa que en la practica los cambios de aceite motor se están realizando en los tractores YUMZ-6M en 587,75 L por encima de lo establecido y en el caso de los tractores MTZ-80 en 218 L. Las desviaciones de estos valores con respecto a las periodicidades de cambio establecidas están en el orden de 15 y 8%. Debe tenerse en cuenta, sobre todo en los tractores YUMZ-6M, que la durabilidad o periodo de vida útil del aceite motor MULTI-B se estableció a las 500 moto-horas de trabajo o su equivalente en litros de combustible atendiendo a su nivel de calidad lo cual se corroboró en pruebas de explotación realizadas al efecto, pero su uso por encima de este valor no puede garantizar que dicho aceite conserve sus propiedades y solo puede contribuir con la aparición de fallos imprevistos debido a procesos de desgaste en las partes componentes del motor.

**Identificación de los factores que influyen en la actualidad sobre el grado de utilización del aceite motor en los tractores objetos de estudio**

Aunque los niveles de producción de los diferentes surtidos de lubricantes se han incrementado en los últimos años, la demanda de estos productos por parte del sector agrícola supera las posibilidades de oferta. Esta demanda esta sustentada en los altos niveles de consumo del parque actual de tractores en explotación, el cual, según recientes estudios realizados por Campos (2005), poseen una edad promedio que oscila entre los 15-20 años de explotación y con un elevado grado de desgaste. Esto hace que en sentido general los actuales índices de consumo para el caso del aceite motor en las diferentes marcas de tractores estén en el entorno del 2,5% con respecto al total de combustible consumido, valor este que se considera elevado al compararse con los datos que se reportan en la bibliografía especializada (Eminova, 1999). Como aspecto a destacar vale decir que del volumen total de aceite motor consumido por los tractores, más del 80% corresponde a rellenos, por tanto, la disponibilidad de aceite motor en los talleres para realizar los cambios establecidos casi siempre se ve afectada debido a que las asignaciones de aceite motor nunca tienen en cuenta esta problemática. Como práctica (y ante la presión de la producción agrícola) se alarga el periodo de utilización del aceite hasta tanto exista disponibilidad del mismo. En ese momento se para el tractor y se le efectúa el cambio, momento que muchas veces es aprovechado para realizar el resto de las

operaciones tecnológicas correspondientes a ese tipo de mantenimiento.

## CONCLUSIONES

- Se calculó el indicador “frecuencia media entre cambios de aceite motor” para las marcas de tractores YUM-6M y MTZ-80. El mismo tomó valores de 4 372,75 y 2 806 L de combustible respectivamente.

- Los valores obtenidos para el indicador “frecuencia media entre cambios de aceite motor” indican que los ciclos entre mantenimientos técnicos de los tractores objetos de estudio son superiores a los establecidos. Se observan desviaciones de 15 y 8%.
- Puede afirmarse que la baja disponibilidad de aceite motor en los talleres de mantenimiento es un factor que determina el nivel de utilización de este producto en la actualidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

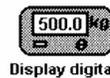
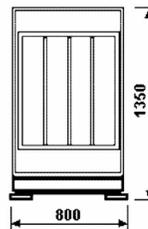
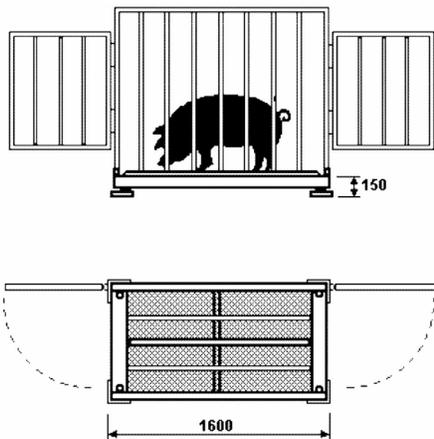
- ATÁ, V. R.: *Fiabilidad de la Técnica Agrícola*, Conferencias para curso de postgrado, Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria(IIMA), La Habana, Cuba, 1988.
- CAMPOS, B.: *Determinación del indicador de la durabilidad de los motores agrícolas*, Informe de investigación. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria, (IIMA), La Habana, Cuba, 2005.
- DAQUINTA, A.: *Mantenimiento y Reparación de la Maquinaria Agrícola*, 402pp., Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1993.
- EMINOVA, E.: *Manual de utilización y normas de consumo de lubricantes*, Editorial Jimia, Moscú, Rusia, 1999.
- SHKILIOVA, L. y J.C. BREZÓ: “Reparación de la técnica agrícola en el mundo actual y tendencias de su desarrollo”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 4(2): 51-53, 1994.



**MAQUINARIA AGRICOLA &  
INSTRUMENTOS DE MEDICION**

# BALANZAS PARA CERDOS Y OVINOS

**CEMA TED - 500**



Display digital

Capacidad hasta 500 kg.  
Precisión de 0,2 kg.  
Presentación de la lectura: Digital (5 dígitos LCD).  
Dimensiones de la plataforma: 1600 x 800 mm.  
Altura de la jaula: 1350 mm.  
Superficie de la plataforma: Metálica con alfombra de goma.

### Solicitudes de ofertas a:

M.Sc. Héctor de las Cuevas Milán  
Centro de Mecanización Agropecuaria  
Autopista Nacional y Carretera de Tapaste. km 23, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Apdo. 18-19  
Tel.: (53)(47) 864346  
E\_mail: hector@isch.edu.cu