

# Elementos de gestión en el uso del parque de tractores

## *Elements of administration in the use of the park of tractors*

Mario Ignacio Herrera Prat<sup>1</sup>, Antonio Toledo<sup>2</sup>, Miguel Pelayo García Fernández<sup>3</sup>

**RESUMEN.** El uso racional de los tractores y sus agregados en los procesos agrícolas constituye el mayor potencial de ahorro de combustible y de disminución de la contaminación. En el Ministerio de Educación Superior se destinan 532 000 litros de diesel al año en esta esfera. La administración adecuada del parque de tractores y sus agregados en una entidad permite la gestión eficiente del tractor como fuente energética. En este trabajo utilizando el programa de computación CEMaq, se caracteriza y analiza el parque de tractores y sus agregados, las actividades y labores a realizar en las universidades y centros de investigación de la entidad. Se determinan los puntos clave en el uso de combustible referido a actividades, equipamiento y labores a ejecutar. La determinación de los índices de consumo por actividades, labores y equipos, servirán de base para la toma de decisiones para una gestión eficiente de la energía en este sector. En el Ministerio de Educación Superior, el combustible dedicado para esta fuente energética se divide en tres sectores: un 55% para el servicio, un 28% para el pecuario y un 17% para el agrícola. La actividad de servicio es el sector fundamental para la gestión energética en esta fuente y dentro de ella, la labor de deshierbe.

**Palabras clave:** ahorro, combustible, índice de consumo, software, servicio.

**ABSTRACT.** The rational use of the tractors and their attachés in the agricultural processes is the biggest potential of fuel saving and contamination decrease. The Ministry of Higher Education dedicates 532 000 liters of diesel a year in this sphere. The appropriate administration of the tractors parks and their attachés in an entity allows an efficient administration of the tractor as an energy source. By using CeMq software, tractors parks and their attachés are analyzed as well as the activities carried out at university and research centers. The determination of the fuel consumption indexes in activities and equipment will be fundamental for decision making regarding an efficient energy administration in this sector. In the Superior Education Ministry, fuel is distributed in three main sectors: 55% for service, 28% for cattle and 17% for agriculture. The service sector is the most important for energy management and weed elimination is its main activity.

**Keywords:** save, fuel, consumption index, software, service.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de mecanización de la agricultura requiere de un sistema de programación del trabajo y de control de la actividad tanto de los indicadores productivos, como de los económicos, técnicos, tecnológicos que permita incrementar su eficiencia.

El balance de maquinaria como sistema para la planificación y el control de la maquinaria resulta un medio efectivo para la programación a largo plazo y sirve además para calcular el parque de medios mecanizados en unidades productivas de nueva creación o para la realización de ajustes en la estructura del parque; pero el proceso productivo requiere también de un sistema a más corto plazo que posibilite de una forma más objetiva el cumplimiento de este propósito (Garrido, 1985; Ministerio de la Agricultura, 1995; Sotto *et al.*, 2003c). En el

trabajo a partir de los elementos de la planificación y el cálculo de la maquinaria se aplican elementos de gestión energética buscando los puntos clave caracterizado por el potencial de consumo de energía según Turner (2005).

En todas las unidades del Ministerio de Educación Superior (MES) se realiza de uno u otro modo la programación del combustible ya sea semanal o quincenal y en la mayoría de los casos se realiza una programación mensual, pero este proceso no está estandarizado, considerando casi siempre como único aspecto las actividades y el consumo de combustible global por labores, además la independencia entre el análisis del cierre de ciclo de combustible y la programación, no contribuye al uso eficiente del portador.

El MES posee 12 universidades y 7 centros de investigación que utilizan la maquinaria agrícola, estos requieren del análisis de la utilización de todos los medios mecanizados que

**Recibido** 04/01/10, aprobado 12/12/10, trabajo 04/11, investigación

<sup>1</sup> Dr., Prof. Titular, Universidad Agraria de La Habana, CEMA, Mayabeque, Cuba, E-✉: [herrera@isch.edu.cu](mailto:herrera@isch.edu.cu)

<sup>2</sup> Prof. Auxiliar, Universidad de Cienfuegos, provincia del mismo nombre, Cuba.

<sup>3</sup> Prof. Auxiliar, Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba.

poseen, de su organización y explotación, del estudio y la adecuación de los índices e indicadores que emplean en su programación a corto y mediano plazo, para de esta forma poder incidir en un uso más racional del combustible.

La investigación se realizó utilizando el software “CE-Maq”, concebido, confeccionado y desarrollado por investigadores del Instituto de Investigación de la Maquinaria Agrícola del MINAG (Sotto *et al.*, 2002; Sotto *et al.*, 2003a,b,c; Sotto *et al.*, 2005).

En el trabajo se caracteriza y analiza el parque de tractores y sus agregados, las actividades y labores a realizar en las universidades y centros de investigación de la entidad, Se determinan los puntos clave en el uso de combustible referido a actividades, equipamiento y labores a ejecutar. La determinación de los índices de consumo por actividades labores y equipos, servirá de base para la toma de decisiones para una gestión eficiente de la energía en este sector. La actividad de servicio constituye el puesto clave para la gestión energética en esta fuente y dentro de esta la labor el control mecánico de malas hierbas. Se determinan potenciales de ahorro en la gestión y se realiza un análisis de los principales factores de emisión de contaminantes y la reducción de emisiones por este concepto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El programa utilizado CEMaq, desarrollado por Sotto *et al.* (2003), acumula y analiza mensualmente, verificando el comportamiento del índice de consumo de combustible fundamentalmente y en los casos necesarios actualizándolos o disponiendo su verificación por métodos más exactos. Se podrá además analizar el comportamiento de los gastos de combustible por actividad o por cultivo comparándolo con el periodo precedente y con el similar del año anterior cuando existe el dato.

El nuevo modelo para la organización de la explotación y la asistencia técnica de la maquinaria elaborado por Sotto (2001), para la programación de los medios mecanizados consta de un área de información general en la parte superior donde se reflejará el nombre de la empresa, de la unidad productiva y el plazo de tiempo a que corresponde la programación; luego, el modelo como tal formado por veintiuna columnas agrupadas en ocho secciones fundamentales que son:

- Cultivo.
- Actividad.
- Agregación (tractor, implemento).
- Volumen de trabajo (UM, plan, real, % cumplimiento).
- Volumen de combustible (plan, real % cumplimiento).
- Índice de combustible (plan, real, % cumplimiento).
- Balance (días efectivos, horas, norma, necesidad de agregados).
- Salario (tarifa, plan, real).

En la Figura 1 se muestra la tabla con la información primaria a introducir en el programa CEMaq.

**MINISTERIO DE LA AGRICULTURA  
PROGRAMACIÓN DE TRABAJO DE MAQUINARIA Y TRACCIÓN ANIMAL . NECESIDAD DE AGREGADOS  
PLAN Y CUMPLIMIENTO**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 UNIDAD DE PRODUCCIÓN: \_\_\_\_\_  
 PERÍODO: DESDE \_\_\_\_\_ HASTA: \_\_\_\_\_

Cultivo	ACTIVIDAD	AGREGACIÓN		VOLUMEN DE TRABAJO				VOLUMEN COMBUSTIBLE (litros)			ÍNDICE DE COMBUSTIBLE			BALANCE				SALARIO			
		TRACTOR	IMPLEMENTO	UM	PLAN	REAL	% CUMP.	PLAN	REAL	% CUMP.	PLAN	REAL	% CUMP.	DÍAS EFECT.	HORAS	NORMA	SIC. AGRÍC.	TARIFA	PLAN	REAL	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
H(%) = G / F x 100		I(lts) = F x L		K(%) = J / I x 100				M(lts/cab) = J / G			N(%) = M / L		R(nec agr) = F ((Q/8) x O x P) donde Q (hrs/ unidad de trab).								

OBSERVACIONES: SE REALIZARA AL DORSO DEL MODELO UN COMENTARIO SOBRE LAS CAUSAS FUNDAMENTALES QUE INCIDIERON EN LOS INCUMPLIMIENTOS O SOBRECUMPLIMIENTOS Y VARIACIONES DE LOS ÍNDICES

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA | PRODUCCIÓN

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA ENERGÉTICO

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA | MAQUINARIA

FIGURA 1. Hoja de información primaria.

### Resultados que brinda el programa CEMaq

CEMmaq ofrece al usuario múltiples posibilidades tales como:

1. Programación y control de:

- La producción con medios mecanizados.

- Consumo de combustible.
  - Índice de consumo por labor y agregado.
  - Gastos de salario.
2. Análisis del comportamiento de la producción y el consumo de combustible por:
- Cultivo.

- Actividad.
  - Equipo.
  - Agregado.
3. Control y análisis del índice de consumo de combustible por actividad y agregado.
  4. Comportamiento de los gastos de salario por cultivo y por actividad.
  5. Determinación de la necesidad de equipos e implementos.
  6. Consolidar la información al nivel de unidad productiva, empresa, municipio, provincia, etcétera.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se muestra una grafica con la distribución del volumen del combustible por actividades, aquí se observa que la actividad de servicio utiliza un 54% del combustible característica de la mayoría de las instituciones en la Educación Superior, le sigue en orden descendente la Pecuaria con un 28,44% esta actividad en su mayoría se concentra en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), en las áreas dedicadas a la Investigación-Producción. En la actividad agrícola se utiliza el 17% y en laboratorios docentes el 0,4%.

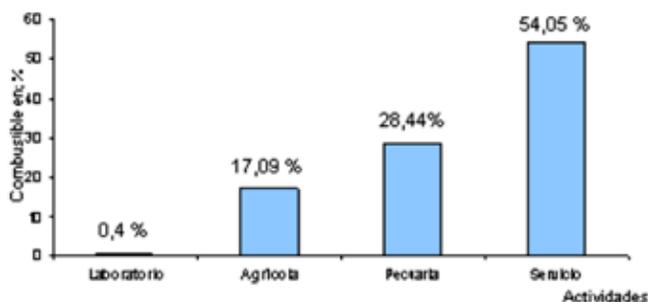


FIGURA 2. Distribución del combustible por actividades en el Ministerio de Educación Superior.

La actividad de servicio constituye el área de puesto clave en la utilización del tractor como fuente energética con un 54% del volumen de combustible aproximadamente 21 600 L mensuales.

En la Figura 3 se muestra la distribución del combustible por labores en la actividad de servicio la más comprometida en el consumo energético de la entidad. Es significativo que en esta actividad las labores con mayor volumen de combustible son; en primer lugar el control mecánico de malas hierbas con un 57% del total, por otro lado el traslado de personal con un 17,89% en esta labor se destaca la actividad de los recorridos de los visitantes en el Jardín Botánico aunque muchas entidades lo utilizan para el movimiento de trabajadores de mantenimiento y otros. El traslado de productos con un 16,7% en recorridos internos que apoyan la gestión de abastecimiento técnico material. La actividad con mayor acumulado de combustible es el control mecánico de malas hierbas, esta labor es mayormente enmarcada en la limpieza de las áreas verdes de los CES y principalmente se realiza en el mantenimiento del Jardín Botánico.

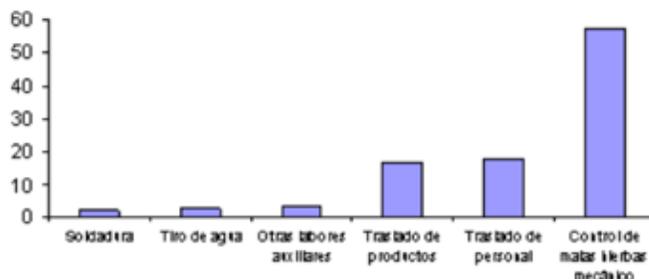


FIGURA 3. Distribución de combustible por labores en la actividad de servicio.

La actividad presenta un índice de consumo en el rango de 5,2 a 5,8 L/h, si se compara este con otras entidades agrícolas y utilizando el tractor YUMZ 6 con la Chapeadora CH-60, no posee diferencia significativa aunque los fines sean diferentes, pero si hay que destacar que se debe trabajar con este índice de consumo en los meses de seca cuando la densidad de la hierba es menor y el índice de consumo disminuye, experiencias similares en empresas agrícolas demuestran en el periodo seco una disminución en el índice de consumo de hasta 1 L/h. (Sotto *et al.*, 2002). Cálculos conservadores en la labor en la entidad proporcionan un potencial de ahorro de 3 500 L/mes.

La actividad pecuaria es la que en segundo lugar consume mayor cantidad de combustible diesel con un 28,44%, representa aproximadamente 10 800 L/mes. En la Figura 4 se hace un análisis de la estructura de consumo por las principales labores como herramienta de gestión energética reportados por Wulfinghoff, (1999), se observa que el mayor consumo recae en dos labores de forma similar con un 23%, estas son la labor de preparación de suelos y la transportación de alimentos para el ganado destacándose en esta última el tiro de forraje que en ocasiones se realiza a grandes distancias para garantizar la alimentación. Las demás labores se mantienen en un volumen racional en la actividad; aunque la labor de suministrar energía con el tractor a las estaciones de ordeño consume un 8,49%, esta tarea en algunos casos puede sustituirse por energía eléctrica o buscar alternativa con fuentes energéticas más eficientes y constituye de hecho un potencial de ahorro. Otra labor que se puede racionalizar es la limpieza de las vaquerías que consume el 9,74% del combustible; en esta labor se incluye el traslado de las excretas, que de utilizarse esta en la producción de biogás disminuiría eliminando esta labor obteniendo una fuente energética más.

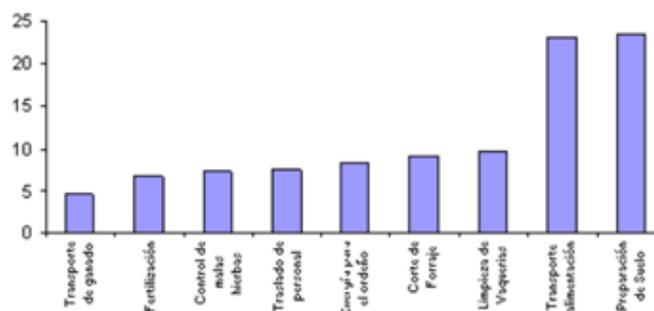


FIGURA 4. Distribución de combustible por labores en la actividad pecuaria.

En la Figura 5 se observa el volumen de combustible distribuido por marca de tractor, los mayores volúmenes de combustible se utilizan en los tractores de clase traccional 14 kN con un acumulado de 89% y entre estos en el tractor YUMZ 6 con un 65%. Los tractores YUMZ que acumulan el 65% del combustible tienen más de 20 años de explotación en el país, no obstante algunos se han remotorizados, pero no logran la eficiencia de la técnica más moderna, lo que se demuestra utilizando los mismos agregados y labores con tractores más modernos de la misma clase traccional diferencia en los índices de consumo de 0,5 L/h mayor.

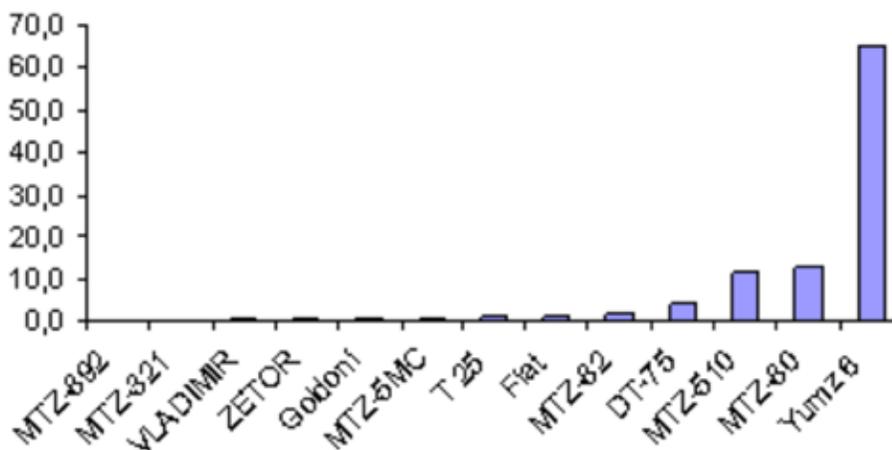


FIGURA 5. Distribución de combustible por marca de tractor.

Analizando el parque de tractores del Ministerio de Educación Superior solo el 11,5% del volumen de combustible se emplean en tractores nuevos el resto en tractores de más de 20 años de explotación. La media de los índices de consumo del MES responde a una técnica con desgaste que provoca índices de consumo de combustible de hasta 1,5 L/h mayor en las mismas condiciones de trabajo utilizando tractores modernos. La renovación del parque de tractores puede disminuir el consumo de combustible hasta un 20% manteniendo el mismo nivel de actividad.

### Resultados del análisis de las emisiones de contaminantes a la atmosfera

Es importante tener en cuenta que el ahorro de combustible en estas actividades, tiene otro efecto no menos importante, que es la disminución de la contaminación al medio ambiente por la no utilización de este combustible. En el trabajo se hace un análisis de las emisiones de contaminantes que produce el

combustible producto del potencial de ahorro que se analiza, ya sea por el uso racional de los índices de consumo en la labor de corte de hierba, o por el concepto de modernización del parque de tractores. La metodología empleada en el trabajo se basó en los trabajos de Castillo (2004), Gaceta Oficial de la República de Cuba (1997), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2005) y la Fundación MAPFRE (1994), donde se presentan los valores de índices de contaminación por tipo de contaminante dada en g/L.

En la Tabla 1 se realiza un análisis de lo que significaría en la reducción de emisiones de contaminantes el ahorro en el consumo 3 500 L en el año de combustible diesel, por concepto del uso racional de los índices de consumo. Como se observa en la Tabla 1, la reducción de esta cantidad de combustible evitaría emisiones de contaminantes de: 28 kg de N<sub>ox</sub> que provocan lluvias acidas; 2,1 kg de CO<sub>2</sub> gases dañinos a la atmósfera; 10 451 kg de CO que aumentan el efecto invernadero; 0,42 kg de hidrocarburos y 1,3965 kg de SO<sub>2</sub> que provocan las lluvias acidas.

TABLA 1. Reducción de emisiones de contaminantes al ahorrar 3 500 L de combustible/año

Emisiones	Factor de emisión, g/L	Cantidad de emisiones, kg
Lluvias Acidas	N <sub>ox</sub>	8
Gases Dañinos	CO <sub>2</sub>	0,6
Efecto Invernadero	CO	2986
Hidrocarburos	HC	0,12
Lluvias Acidas	SO <sub>2</sub>	0,399

En la Tabla 2 se realiza un análisis de lo que significaría la reducción de emisiones de contaminantes por la disminución en el consumo de diesel al realizar la modernización del parque de tractores, incluyendo la remotorización como vía de disminuir los índices de consumo en las distintas labores. En el Ministerio de Educación Superior, mejorando el parque de tractores, se puede disminuir el consumo anual en 106 400 L de diesel.

Esta renovación del parque de tractores constituye un potencial de ahorro de combustible que puede alcanzar hasta el 20% manteniendo el mismo nivel de actividad.

Como se observa en la Tabla 2, dejar de utilizar esta cantidad de combustible evitaría una disminución de las emisiones

de: 851,2 kg de N<sub>ox</sub> que provocan lluvias acidas; 63,84 kg de CO<sub>2</sub> gases dañinos; 317 710 de CO que aumentan el efecto invernadero; 12,768 kg de hidrocarburos y 42,4536 kg de SO<sub>2</sub> que provocan las lluvias ácidas.

**TABLA 2. Reducción de emisiones de contaminantes por la disminución del consumo de diesel, al realizar la modernización del parque de tractores**

Emisiones	Factor de emisión en; g/L	Cantidad de emisiones en; kg
Lluvias Acidas	N <sub>ox</sub>	851,2
Gases Dañinos	CO <sub>2</sub>	63,84
Efecto Invernadero	CO	317 710
Hidrocarburos	HC	12,768
Lluvias Acidas	SO <sub>2</sub>	42,4536

## CONCLUSIONES

- En el combustible destinado a los tractores en el Ministerio de Educación Superior la actividad de servicio emplea el 54% del combustible, en la pecuaria el 28,44%, la actividad agrícola el 17% y en laboratorios el 0,4%.
- En al actividad de servicio el control mecánico de malas hierbas constituye el mayor volumen de combustible empleado con un 57%.
- En la labor de control mecánico de malas hierbas referida a la actividad de servicio existe un potencial de ahorro de 3 500 L/mes para los meses de seca a partir del estudio de los índices de consumo en la labor en las diferentes entidades con los agregados actuales.
- El 89% del combustible utilizado en tractores en el Ministerio de Educación Superior se utiliza en la clase traccional de 14 kN y el 88,5% en tractores que poseen más de 20 años de explotación.
- La renovación del parque de tractores constituye un potencial de ahorro de combustible que puede alcanzar hasta el 20% manteniendo el mismo nivel de actividad.
- Lograr alcanzar el potencial de disminución de combustible en el Ministerio de Educación Superior contribuiría en disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera principalmente en CO de 328 toneladas que contribuyen al aumento del efecto invernadero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTILLO, L.: *Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del Medio Ambiente en Instituciones turísticas ubicadas en ecosistemas costeros*, pp. 6-16. La Habana, Cuba, 2004.
- FUNDACIÓN MAPFRE: *Manual de Contaminación Ambiental*, Ed. Mapfre, S.A., Madrid, España, 1994.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba*: «Ley No.81, del Medio Ambiente», 47pp., La Habana, no.7, año XCV, La Habana, Cuba, 1997.
- GARRIDO, J. P.: *Implementos, máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación*, 504pp., Ed. Científico Técnica, La Habana, Cuba, 1985.
- MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE: *Estrategia Ambiental Nacional 2005-2010*, 28pp., Ed. Academia, La Habana, Cuba, 2005.
- MINISTERIO DE LA AGRICULTURA: *Evaluación y ordenamiento del uso y organización de la maquinaria agrícola y los equipos de riego, transporte, construcciones y comunicaciones*, MINAG-IIMA, La Habana, Cuba, 1995.
- SOTTO, P. D.: *Organización de la explotación y la asistencia técnica de la maquinaria*, 13pp., Proyecto de I+D, IIMA, Programa de Mecanización, La Habana, Cuba, 2001
- SOTTO, P.D.; N. FUENTES y R. SALVA: *Manual de usuario del CEMaq*, 10pp., IIMA. La Habana, Cuba, 2003a.
- SOTTO, B. P.; N. FUENTES y R. SALVA: CEMAQ, Software especializado para la programación, el control y el análisis del uso de los medios mecanizados, En: **AGROMECA 2003**, La Habana, Cuba, 2003b.
- SOTTO, P.D.; N. FUENTES y R. SALVA: *Sistema para la planificación, control y análisis de la explotación de la maquinaria*, 12pp., Proyecto de I+D, Programa de Mecanización, La Habana, Cuba, 2003c.
- SOTTO, P.D.; N. FUENTES y R. SALVA: *Balance de los medios mecanizados*, 16pp., Informe Etapa 03, IIMA, La Habana, Cuba, 2002.
- TURNER, W. C.: *Energy Management Handbook: Fifth Edition*, Lilburn, Georgia, The Fairmont Press, Inc., Georgia, USA, 2005.
- WULFINGHOFF, D. R.: *Energy Efficiency Manual*, Energy Institute Press, Maryland, USA, 1999.