



Automated System for Determination of Energy and Operating Costs of Self-Propelled Machines

Sistema automatizado para la determinación de los costos energéticos y de explotación de máquinas autopropulsadas

M.Sc. Héctor R. de las Cuevas-Milán, Dr.C. Idaris Gómez-Ravelo, Dr.C. Mario I. Herrera-Prat,
Dr.C. Pedro Paneque-Rondón

Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria,
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

ABSTRACT. Automated system “CEEautoprop”, determines energy and operating costs of self-propelled agricultural machines, analytically modeling the work of the machine in the field, determining the hourly costs (MJ/h) and per area unit worked (MJ/ha), considering energy sequestered in materials of construction, manufacture, transport; fuels; lubricants; repair / maintenance and labor. In addition, it evaluates the hourly operating costs (weight / h) and per area unit worked (weight / ha), contemplating the disbursement for wages, amortization, repairs and maintenance and fuel of the system. This automated system has been used to determine energy and operating costs of different cane harvesters in Cuba and the Bolivarian Republic of Venezuela, with high reliability in the results obtained.

Keywords: Hourly energy cost (MJ/h), Energy cost for unit of worked area (MJ/ha), sequestered energy.

RESUMEN. El sistema automatizado “CEEautoprop”, determina los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas autopropulsadas, modelando analíticamente el trabajo de la máquina en el campo, determinando los gastos horarios (MJ/h) y por unidad de área trabajada (MJ/ha), contemplando la energía secuestrada en materiales de construcción, fabricación, transporte; combustibles; lubricantes; reparación / mantenimientos y mano de obra. Además evalúa los costos de explotación horarios (peso/h) y por unidad de área trabajada (peso/ha), contemplando el desembolso por concepto de salarios, amortización, reparaciones y mantenimientos y combustible del sistema. Este sistema automatizado ha sido utilizado para la determinación de los costos energéticos y de explotación de diferentes máquinas cosechadoras de caña en Cuba y la República Bolivariana de Venezuela, con elevada fiabilidad en los resultados obtenidos.

Palabras clave: costo horario (MJ/h), costo por unidad de área trabajada (MJ/ha), energía secuestrada.

INTRODUCTION

Nowadays in Cuba, work is being carried out on the improvement of Sugar Company, strengthening its relations with agricultural units, in order to establish solid bases that guarantee cane availability for industry. In this direction, the creation of economic associations between sugar mill and cane producing units is foreseen, which will allow a harmonious growth and development between industry and field, in all its technical, economic and social aspects. The decline in production costs is of crucial importance given the situation of prevailing fluctuations in the sugar market, which shows no signs of improvement in a short term, mainly due to reasons linked to the well-known international economic situation. In these circumstances and according to

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Cuba, se trabaja en el perfeccionamiento de la Empresa Azucarera, fortaleciendo sus relaciones con las unidades agrícolas, con el fin de establecer bases sólidas que garanticen la disponibilidad de caña para la industria. En esa dirección, se prevé la creación de asociaciones económicas entre el central azucarero y las unidades productoras de caña, que viabilicen un crecimiento y desarrollo armónico entre la industria y el campo, en todos sus aspectos, técnicos, económicos y sociales.

La disminución de los costos de producción resulta de importancia crucial dada la situación de las fluctuaciones prevalecientes en el mercado azucarero que no muestra síntomas de mejoramiento a corto plazo, en gran medida por razones vinculadas a la bien conocida situación económica internacional. En estas circunstancias

our predictions for the future, it is of great importance to work for excellence in quality with the minimum economic and energy costs of mechanized agricultural work. In Cuba, modern harvesters have been introduced that represent a great advance in technology and implement deep transformations in the system of mechanized harvesting, transport and reception of cane in industry, that imply high energy consumption, mostly from fossil fuels, in addition to the high prices of them in the international market, so it is of great importance to study energy costs and operation of these technical means, in order to increase the efficiency of the technological process of harvesting, minimizing the above mentioned costs. In general, there is not enough information about the behavior of this technology in the operation stage. (Suárez *et al*, 2006; Daquinta *et al*, 2014).

Taking into account the above, in the present work, an automated system is developed, which allows determining the energy and operating costs of self-propelled agricultural machines, to study the technological process where large energy and capital consuming machines participate, allowing the decision making regarding the results obtained from the computer system.

METHODS

Theoretical foundations

Energy costs in self-propelled machines

The methodology for establishing energy costs of operation, presented by Hetz & Barrios (1997a and 1997b) and supported by the antecedents presented by ASAE (1993), Fluck (1992) and Stout (1990) were modified. This methodology determines total energy costs of operation with self-propelled machines (MJ/h), adding the sequestered energy in construction materials, including manufacturing and transportation, fuel, lubricants / filters, repairs / maintenance, and the necessary labor to operate the equipment. Total energy costs of the mechanized agricultural operation with self-propelled machines are calculated according to equation (1):

$$ESTma = ESma + ESma + ESma + ESma + ESma + ESma \quad (1)$$

where:

STma - total energy costs of self-propelled machine, MJ/h;
ESma - energy sequestered in materials, manufacturing, and transportation, MJ/h;
ESma - energy sequestered in fuel, MJ/h;
ESma - energy sequestered in lubricants / filters, MJ/h.

Energy sequestered in materials, manufacturing, and transport (*ESma*) was calculated using equation (2):

$$ESma = \frac{Gma \cdot EUma}{VUma} \quad (2)$$

where:

Gma - mass of the self-propelled machine, kg;

y por lo que podemos prever para el futuro, es de gran importancia trabajar por la excelencia en la calidad con los mínimos costos económicos y energéticos de las labores agrícolas mecanizadas.

En Cuba se han introducido modernas cosechadoras que representan un gran avance en la tecnología e implementan profundas transformaciones en el sistema de cosecha mecanizada, el transporte y recepción de la caña en la industria, que llevan implícitos altos consumos energéticos, en su mayoría a partir de combustibles fósiles, además de los elevados precios de las mismas en el mercado internacional, por lo que resulta de gran importancia el estudio de los costos energéticos y de explotación de estos medios técnicos, con vistas a elevar la eficiencia del proceso tecnológico de cosecha, minimizando los costos anteriormente mencionados, además en sentido general no existe información suficiente sobre el comportamiento de esta tecnología en la etapa de explotación. (Suárez *et al*, 2006; Daquinta *et al*, 2014).

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, en el presente trabajo se desarrolla un sistema automatizado, que permita determinar los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas autopropulsadas, lo cual permite el estudio del proceso tecnológico donde participan máquinas grandes consumidoras de energía y de capital, permitiendo la toma de decisiones a partir de los resultados obtenidos del sistema de cómputo.

MÉTODOS

Fundamentos teóricos

Costos energéticos en máquinas autopropulsadas

Se modificó la metodología para establecer los costos energéticos de ejecución de la operación, presentada por Hetz y Barrios (1997a y 1997b) y apoyada por los antecedentes presentados por ASAE (1993), Fluck (1992) y Stout (1990). Esta metodología determina los costos energéticos totales de la operación con máquinas autopropulsadas (MJ/h), adicionando la energía secuestrada en los materiales de construcción incluyendo la fabricación y transporte, combustible, lubricantes/filtros, reparaciones / mantenimientos, y la mano de obra necesaria para operar los equipos.

Los costos energéticos totales de la operación agrícola mecanizada con máquinas autopropulsadas se calculan según la ecuación (1):

donde:

ESTma - costos energéticos totales de la máquina autopropulsada, MJ/h;
ESma - energía secuestrada en los materiales, fabricación, y transporte, MJ/h;
ESma - energía secuestrada en combustible, MJ/h;
ESma - energía secuestrada en lubricantes/filtros, MJ/h.

La energía secuestrada en los materiales, fabricación, y transporte (*ESma*) se calculó usando la ecuación (2):

$$ESma = \frac{Gma \cdot EUma}{VUma} \quad (2)$$

donde:

Gma - masa de la máquina autopropulsada, kg;

EUma - energy per mass unit of the self-propelled machine, MJ/kg;

VUma – useful life time of the self-propelled machine, h

The values for *Gma* in equation (2) are obtained from experimental measurements and from manufacturer’s catalogs, *EUma* values were obtained from Fluck (1981, 1985, and 1992), Stout (1990) as well as from Hetz & Barrios (1997a) and Hetz (1998), *VU* values were obtained from Paneque (2000a and 2000b) and Paneque *et al.* (1998).

Energy corresponding to the fuel used (*EScma*) was calculated with the standard proposed by ASAE (1993), apoyados por Hetz & Barrios (1997b) and Paneque *et al.* (1998), according to equation (3):

$$EScma = ghma \cdot Eema \quad (3)$$

where:

Ghma - hourly fuel consumption, L/h;

Eema - specific fuel energy, MJ/L.

Energy corresponding to lubricants / filters (*ESlma*) and repairs / maintenance (*ESmrma*) was calculated as proposed by Fluck (1985) and calculated by Hetz y Barrios (1997a) as 5% of the fuel energy and 129% to materials / fabrication, respectively. The energy expenditure of the labor force (*ESmoma*) was established as proposed by Fluck (1981).

These energy costs expressed in MJ/h were transformed to MJ/ha using self-propelled machine productivity, by means of equation (4):

$$ESha = \frac{ESTma}{Wma} \quad (4)$$

where:

ESha - total energy costs of the mechanized agricultural operation per area unit worked, MJ/ha;

Wma - productivity of the self-propelled machine, t/h.

Operating costs of self-propelled machines

For the determination of operating costs, a calculation methodology was developed based on the Cuban standard NC 34–38 (2003) in the execution of mechanized agricultural operations with self - propelled machines. This methodology determines the operating costs in peso/h, adding costs for wages, amortization, repair, maintenance and fuel, as well as costs per area unit worked (peso/ha).

Operating costs in the execution of mechanized agricultural work with self-propelled machines are represented by the following expression:

$$Cexma = \frac{Cdma}{Wma} \quad (5)$$

where:

Cexma - operating costs of mechanized agricultural work with self-propelled machines, peso/ha;

Cdma - direct costs of operation of the mechanized agricultural operation, peso/h.

The direct operating costs of the mechanized agricultural operation with self-propelled machines are composed of:

EUma - energía por unidad de masa de la máquina autopropulsada, MJ/kg;

VUma - vida útil de la máquina autopropulsada, h.

Los valores para *Gma* en la ecuación (2) son obtenidos de mediciones experimentales y de catálogos de los fabricantes, los valores de *EUma* se obtuvieron de Fluck (1981, 1985, y 1992), Stout (1990) así como, de Hetz y Barrios (1997a) y Hetz (1998), los valores de *VU* se obtuvieron de Paneque (2000a y 2000b) y Paneque *et al.* (1998).

La energía correspondiente al combustible utilizado (*EScma*) se calculó con el estándar propuesto por ASAE (1993), apoyados por Hetz y Barrios (1997b) y Paneque *et al.* (1998), según la ecuación (3):

$$EScma = ghma \cdot Eema \quad (3)$$

donde:

ghma - consumo horario de combustible, L/h;

Eema - energía específica del combustible, MJ/L.

La energía correspondiente a lubricantes/filtros (*ESlma*) y reparaciones/mantenimiento (*ESmrma*) se calculó según lo propuesto por Fluck (1985) y calculados por Hetz y Barrios (1997a) como 5% de la energía del combustible y 129% la energía correspondiente a materiales/fabricación, respectivamente. El gasto energético de la mano de obra (*ESmoma*) se estableció según lo propuesto por Fluck (1981).

Estos costos energéticos expresados en MJ/h fueron transformados a MJ/ha utilizando la productividad de máquina autopropulsada, mediante la ecuación (4):

$$ESha = \frac{ESTma}{Wma} \quad (4)$$

donde:

ESha - costos energéticos totales de la operación agrícola mecanizada por unidad de área trabajada, MJ/ha;

Wma - productividad de la máquina autopropulsada, t/h.

Costos de explotación de las máquinas autopropulsadas

Para la determinación de los costos de explotación, en la ejecución de las operaciones agrícolas mecanizadas con máquinas autopropulsadas se desarrolló una metodología de cálculo a partir de la norma cubana NC 34 – 38 (2003). Esta metodología determina los costos de explotación en peso/h, adicionando los costos por concepto de salarios, amortización, reparación, mantenimientos y en combustible, así como los costos por unidad de área trabajada (peso/ha).

Los costos de explotación en la ejecución de las labores agrícolas mecanizadas con máquinas autopropulsadas, se representan por la expresión siguiente:

$$Cexma = \frac{Cdma}{Wma} \quad (5)$$

donde:

Cexma - costos de explotación de la labor agrícola mecanizada con máquinas autopropulsadas, peso/ha;

Cdma - costos directos de explotación de la operación agrícola mecanizada, peso/h.

Los costos directos de explotación de la operación agrícola mecanizada con máquinas autopropulsadas se componen de:

$$Cdma = Csma + Cama + Crmma + Ccma \quad (6)$$

where:

Csma - costs for wage, peso/h;

Bed - amortization costs, peso/h;

Crmma - repair costs - maintenance, peso/h;

Ccma - costs for fuel consumption, peso/h.

The wage costs are determined by equation (7):

$$Csma = (Stma + (Soax \cdot Noax)) \quad (7)$$

where:

St - hourly wage of the operator of the self-propelled machine, peso/h;

Soax - hourly wage of auxiliary workers working on the machine, peso/h;

Noax - number of auxiliary workers working on the machine

Amortization costs are determined by equation (8):

$$Cama = \left(\frac{Pma \cdot Ama}{Tma} \right) \quad (8)$$

where:

Pma - price of self-propelled machine, peso;

Ama - coefficient of the self-propelled machine;

Tma - annual load of the self-propelled machine, h

Costs for repairs and maintenance are expressed as:

$$Crmma = \left(\frac{Pma \cdot Rma}{Tma} \right) \quad (9)$$

where:

Rma - coefficient of repair and maintenance of the self-propelled machine

The calculation of fuel consumption costs of the self-propelled machine is calculated by the following expression:

$$Ccma = (ghma \cdot Bma) \quad (10)$$

where:

Bco - price of fuel consumed by the self-propelled machine, peso/L.

Automated system for the determination of energy and operating costs

The theoretical research developed allowed developing the automated system “CEEautopro” on EXCEL work platform for WINDOWS, which performs an analytical modeling of the work process of the self-propelled machine, determining the energy and operating costs for different operating conditions. When entering the system, the Control Panel is accessed directly and it is divided into two parts: Data Entry and Results (Figure 1)

$$Cdma = Csma + Cama + Crmma + Ccma \quad (6)$$

donde:

Csma - costos por concepto de salario, peso/h;

Cama - costos por concepto de amortización, peso/h;

Crmma - costos por concepto de reparaciones - mantenimientos, peso/h;

Ccma - costos por concepto de consumo de combustible, peso/h.

Los costos por concepto de salario se determinan por la ecuación (7):

$$Csma = (Stma + (Soax \cdot Noax)) \quad (7)$$

donde:

St - salario horario del operador de la máquina autopropulsada, peso/h;

Soax - salario horario de los obreros auxiliares que trabajan en la máquina, peso/h;

Noax - número de obreros auxiliares que trabajan en la máquina.

Los costos por concepto de amortización se determinan por la ecuación (8):

$$Cama = \left(\frac{Pma \cdot Ama}{Tma} \right) \quad (8)$$

donde:

Pma - precio de la máquina autopropulsada, peso;

Ama - coeficiente de la máquina autopropulsada;

Tma - carga anual de la máquina autopropulsada, h.

Los costos por concepto de reparaciones y mantenimientos se expresan por:

$$Crmma = \left(\frac{Pma \cdot Rma}{Tma} \right) \quad (9)$$

donde:

Rma - coeficiente de reparación y mantenimiento de la máquina autopropulsada.

El cálculo de los costos por concepto de consumo de combustible de la máquina autopropulsada, se calcula por la expresión siguiente:

$$Ccma = (ghma \cdot Bma) \quad (10)$$

donde:

Bco - precio del combustible consumido por la máquina autopropulsada, peso/L.

Sistema automatizado para la determinación de los costos energéticos y de explotación

La investigación teórica desarrollada, permitieron desarrollar el sistema automatizado “CEEautopro” sobre plataforma de trabajo en EXCEL para WINDOWS, el cual realiza una modelación analítica del proceso de trabajo de la máquina autopropulsada, determinando los costos energéticos y de explotación para diferentes condiciones de explotación.

Al entrar al sistema se accede directamente al Panel de Control, el cual está dividido en dos partes: *Entrada de datos* y *Resultados* (Figura 1)



FIGURE 1. Control Panel of the System.
 FIGURA 1. Panel de Control del sistema.

The data entry contains the following:

Primary information: Access to a spreadsheet, which allows the input of data on the technical characteristics, operating, energy and economic indicators of the self-propelled machine analyzed. This sheet has a command button for returning to the Control Panel. (Figure 2).

La entrada de datos contiene lo siguiente:

Información primaria: Acceder a una hoja de cálculo, que permite la entrada de datos sobre las características técnicas, indicadores de explotación, energéticos y económicos de la máquina autopropulsada analizada. Esta hoja presenta un botón de comando para el regreso al Panel de Control. (Figura 2).



FIGURE 2. Input data of the self-propelled machine.
 FIGURA 2. Datos de entrada de la máquina autopropulsada.

The results contain the following buttons: Energy costs: Access calculations that include the determination of energy sequestered in materials, manufacturing and transportation; gas; lubricants; repairs / maintenance and labor of the self-propelled machine analyzed. In addition, the behavior of each energy cost item in MJ / h is graphically represented.

This sheet has a command button for returning to the Control Panel. (Figure 3)

Los resultados contienen los siguientes botones:

Costos energéticos: Accede a las operaciones de cálculo que contemplan la determinación de la energía secuestrada en materiales, fabricación y transporte; combustible; lubricantes; reparaciones/mantenimientos y mano de obra de la máquina autopropulsada analizada. Además aparece representado gráficamente el comportamiento de cada partida de costo energético en MJ/h.

Esta hoja presenta un botón de comando para el regreso al Panel de Control. (Figura 3)

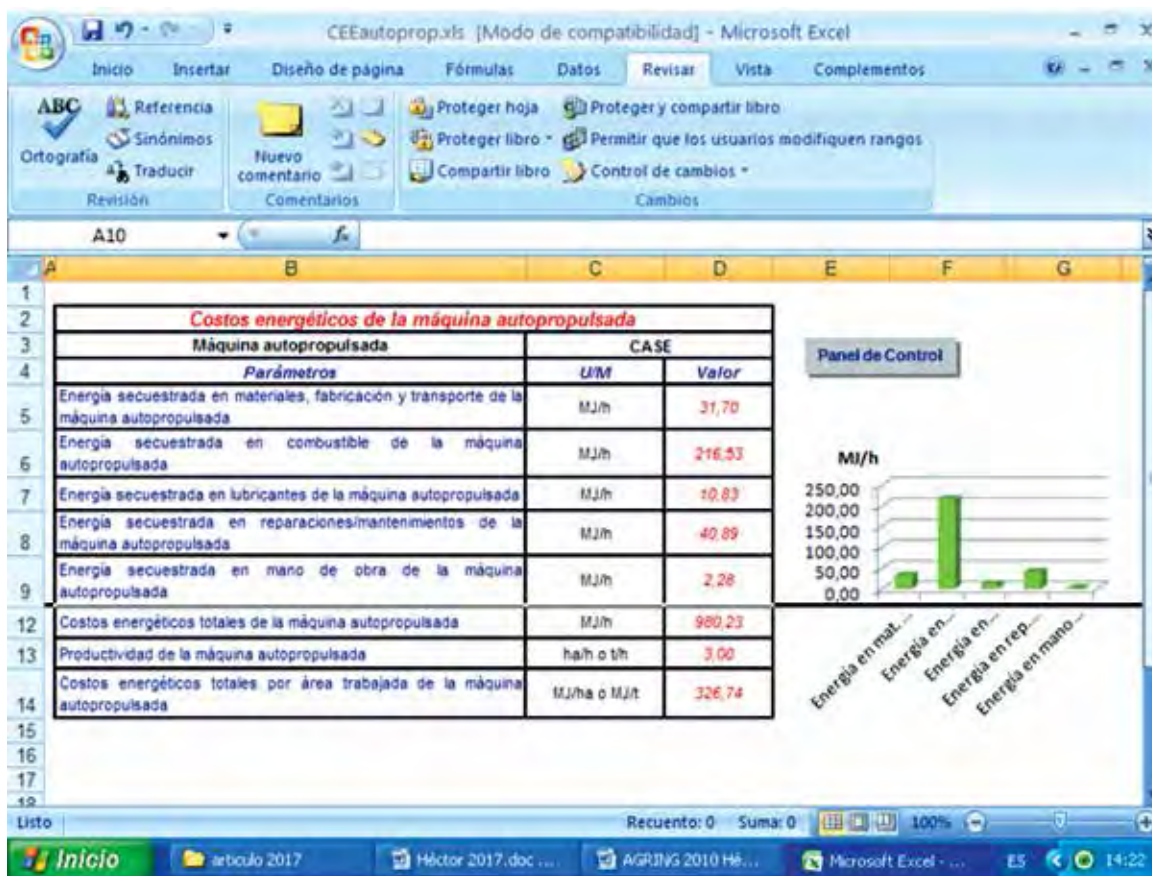


FIGURE 3. Energy costs of the self-propelled machine.
 FIGURA 3. Costos energéticos de la máquina autopropulsada.

Economic indicators: The economic indicators of the system are determined, including wage, amortization, repair and maintenance costs, fuel and direct and operating costs. The variation in the economic cost indicators of the analyzed machine is represented in a bar graph. This sheet has a command button for returning to the Control Panel. (Figure 4)

About: It displays authors' names, version, logo and address of the work center, etc. This sheet has a command button for returning to the Control Panel.

As an example, the results obtained from the automated system "CEEautoprop", for the case of the CASE 7000 cane harvester, are shown below, during its work in the Agroindustrial Complex "Dr. Antonio Nicolás Briceño" in the State of Trujillo, Bolivarian Republic of Venezuela.

The breakdown of energy costs of the CASE harvester under operating conditions is shown in Figure 5, where the

Indicadores económicos: Se determinan los indicadores económicos del sistema, contemplando los costos de salario, amortización, reparación y mantenimientos, combustible, costos directos y costos de explotación. Se representa en una gráfica de barra la variación que experimenta los indicadores de costos económicos de la máquina analizada en cuestión. Esta hoja presenta un botón de comando para el regreso al Panel de Control. (Figura 4)

Acerca de: Muestra los nombres y apellidos de los autores, versión, logotipo y dirección del centro de trabajo, etc. Esta hoja presenta un botón de comando para el regreso al Panel de Control.

A modo de ejemplo se muestra a continuación los resultados obtenidos del sistema automatizado "CEEautoprop", para el caso de la cosechadora de caña CASE 7000, durante su trabajo en el Complejo Agroindustrial "Dr. Antonio Nicolás Briceño", en el Estado Trujillo, República Bolivariana de Venezuela.

El desglose de los costos energéticos de la cosechadora CASE en condiciones de explotación se observa en la Figura 5, donde, la energía secuestrada en combustible representó la

energy sequestered in fuel represented the largest consumer with 80.40% (1622.28 MJ/h), followed by maintenance and repairs with 175.76 MJ/h, in materials, manufacturing and transport with 136.25MJ/h, lubricants (81.11 MJ/h) and in labor 2.28 MJ/h. As shown in Figure 6 for CASE cane harvester, the greatest weight of direct operating costs is due to the costs of repair and maintenance with amortization of 295.70 BsF/h, followed by amortization with 213.42 BsF / h; fuel and wage, lubricant, costs of 39.16 and 1.63 BsF/h, respectively. This behavior of the low values of fuel costs is caused by its low price in Venezuelan market.

mayor consumidora con 80,40% (1622,28 MJ/h), sucedido por los mantenimientos y reparaciones con 175,76 MJ/h, en materiales, fabricación y transporte con 136,25MJ/h, lubricantes (81,11 MJ/h) y en mano de obra 2,28 MJ/h.

Como se muestra en la Figura 6 para la cosechadora de caña CASE el mayor peso de los costos directos de explotación, recae sobre los costos por concepto de reparación y mantenimiento con amortización con 295,70 BsF/h, le continúan los costos por concepto de amortización con 213,42 BsF/h; sucedidos por los costos por concepto de salario y de combustible y lubricantes con 39,16 y 1,63 BsF/h respectivamente. Este comportamiento de los bajos valores de los costos de combustible se debe a bajo precio del mismo en el mercado de Venezuela.

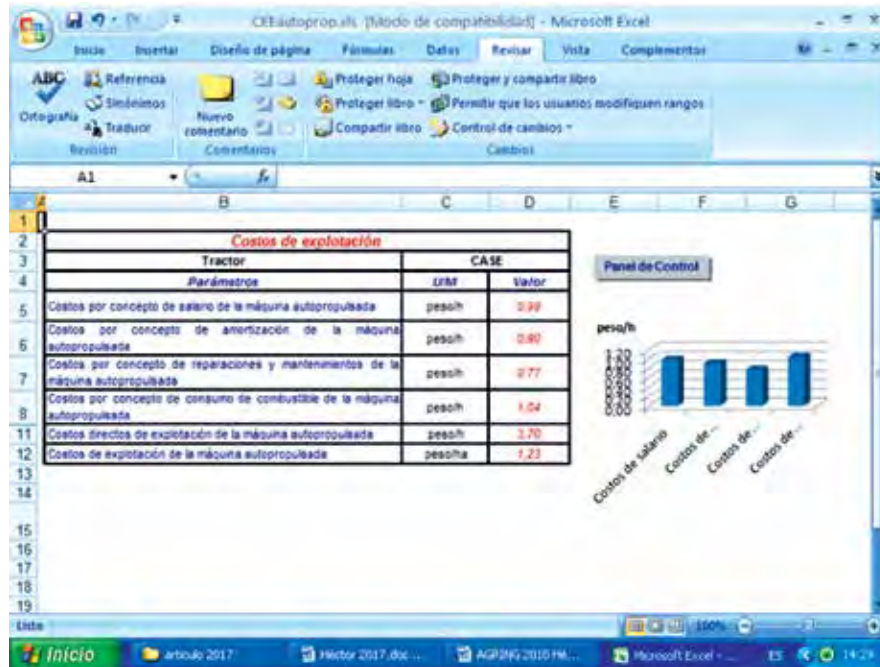


FIGURE 4. Operating costs of the self-propelled machine.
 FIGURA 4. Costos de explotación de la máquina autopropulsada.

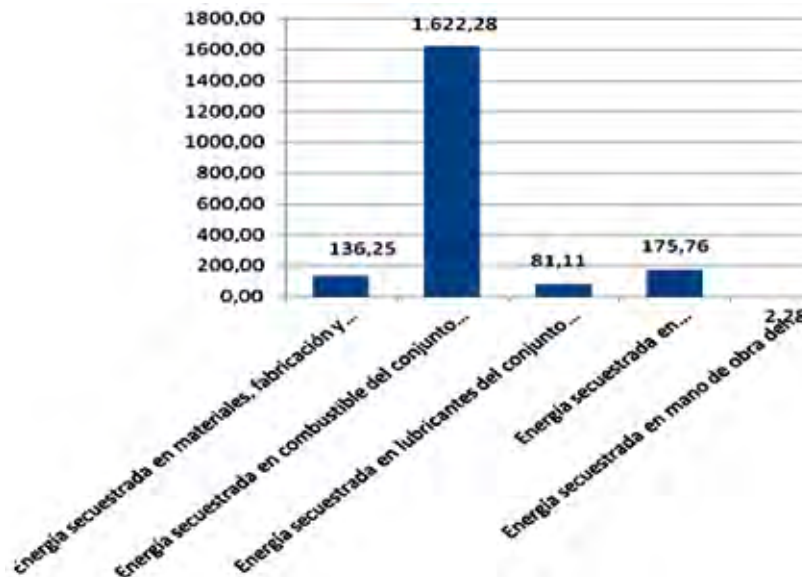


FIGURE 5. Energy costs of CASE cane harvester
 FIGURA 5. Costos energéticos de la cosechadora de caña CASE.

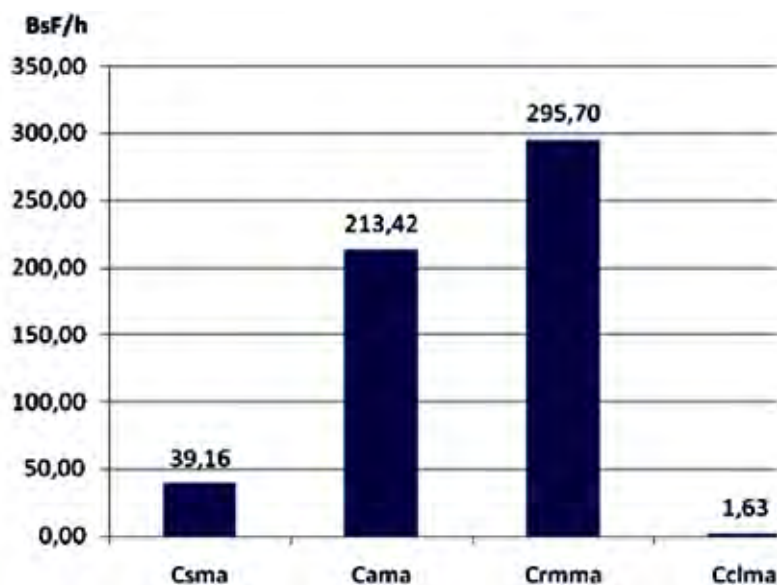


FIGURE 6. Operating costs of CASE 7000 cane harvester
 FIGURA 6. Costos de explotación de la cosechadora de caña CASE 7000.

CONCLUSIONS

- The automated system “EECautoprop” determines the energy and operating costs of self-propelled machines, for different operating conditions, guaranteeing speed and reliability of the results obtained.
- CEEautoprop software is easy to manipulate, accessing to every part of it through the user’s link with the Control Panel.

CONCLUSIONES

- El sistema automatizado “CEEautoprop” determina los costos energéticos y de explotación de las máquinas auto-propulsadas, para diferentes condiciones de explotación, garantizando rapidez y fiabilidad de los resultados obtenidos.
- El software CEEautoprop es de fácil manipulación, accediendo a cada parte del mismo mediante el vínculo del usuario con el Panel de Control.

REFERENCES / REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE: *Agricultural Engineers Yearbook*. Arg. Mach. Mgt. Data: EP391 and D230.3. St. Joseph, Michigan, USA, 1993.
- DAQUINTA, L.A., J. DOMINGUEZ, C. PÉREZ, M. FERNÁNDEZ: “Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila” *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761 4(3): 3-8, 2014.
- FLUCK, R.: “Net energy sequestered in agricultural labor”, *Transactions of the ASAE*, ISSN: 0001-2351, 24(6): 1449 – 1455, 1981.
- FLUCK, R.: “Energy sequestered in repairs and maintenance of agricultural machinery”. *Transactions of the ASAE*, ISSN: 0001-2351, 28(3): 738–744, 1985.
- FLUCK, R.: *Energy for farm production*, 287pp., Vol. 6 of Energy for World Agriculture, Elsevier, Amsterdam, 1992.
- FRYE, W.: *Energy requirements in no-tillage*, pp. 127–151, In: NO - tillage agriculture. Van Nostrand Reinhold. N. York, USA, 1984.
- HETZ, E.: “Energy utilization in fruit production in Chile”, *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America (AMA)*, ISSN: 0084-5841, 29(2): 17-20, 1998.
- HETZ, E.; A. BARRIOS: “Reducción del costo energético de labranza / siembra utilizando sistemas conservacionista en Chile”, *Agro – Ciencia (Chile)*, 13(1): 41 – 47,1997a.
- HETZ, E.; A. BARRIOS: “Costo energético de las operaciones agrícolas mecanizadas más comunes en Chile”, *Agro Sur (Chile)*, 24(2): 146 – 161, 1997b.
- NC 34 –38. 2003: Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación económica. Vig. Febrero 2003.
- PANEQUE, R. P., E. MARRERO, H. DE LAS CUEVAS. “Determinación de la fuente energética para las labores mecanizadas de los cítricos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 7(3):25-32, 1998.
- PANEQUE, R. P.: “Gastos energéticos de la poda mecanizada en plantaciones cítricas de Cuba” *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 9(2): 23-28, 2000a.
- PANEQUE, R. P.: “Gastos energéticos de las operaciones agrícolas mecanizadas en plantaciones cítricas de Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 9(3, 4): 17-22, 2000b.
- STOUT, B.: *Handbook of energy for wold agriculture*, 504pp., Elsevier, Amsterdam, 1990.
- SUÁREZ, P. C., Y. RODRÍGUEZ L. y K. MÁRQUEZ: “Determinación y análisis de los principales índices de explotación de las cosechadoras de caña CAMECO” *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 15(4): 69-73, 2006.

Received: 28/02/2016.

Approved: 13/03/2017.

Héctor de las Cuevas Milán, Inv. Aux., Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. E-mail: hector@unah.edu.cu

Idaris Gómez-Ravelo, E-mail: gomez68@inder.cu

Mario I. Herrera-Prat, E-mail: herrera@mes.gob.cu

Pedro Paneque-Rondón, E-mail: paneque@unah.edu.cu

Note: the mention of commercial equipment marks, instruments or specific materials obeys identification purposes, there is not any promotional commitment related to them, neither for the authors nor for the editor.



MISIÓN

Promover el desarrollo de la Ingeniería Agrícola y la formación de cuadros Científico Técnicos de alto nivel en este campo.

Ubicado en la carretera de Tapaste, en San José de las Lajas, en las áreas de la Universidad Agraria de La Habana, el CEMA se distingue:

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Ingeniería Agrícola para sistemas conservacionistas
 - Mecanización de Cultivos Tropicales
 - Energía en la Agricultura
- Sensoramiento en Agricultura de Precisión

DEFENSAS DE DOCTORADOS

- Sede del Tribunal Nacional de Defensa de Doctorado en Ingeniería Agrícola • Sede del Programa Doctoral en Mecanización Agrícola

SUPERACIÓN POSTGRADUADA

- Diplomados • Maestrías • Doctorados • Cursos y Entrenamientos de Postgrado • Cursos de Verano
- Cursos de Superación para profesionales

● TALLER DE PROTOTIPOS

● MÁQUINAS Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN Y TRANSPLANTES DE CEPELLONES

● BÁSCULAS ELECTRÓNICAS PARA LA GANADERÍA

● EQUIPO PORTÁTIL PARA DEPURAR ACEITES