

SOFTWARE

ExploMq, software para la evaluación energética y económica de la maquinaria agrícola

ExploMq, software for energetic and economic evaluating of farming machine

M.Sc. Carlos A. Pereira Marín, Ing. Ariadna Pérez Mendez, Ing. Dayana Marín Darías, Dr.C. Omar González Cueto

Universidad Central de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola, Santa Clara, VC, Cuba.

RESUMEN. El presente trabajo se realizó con el objetivo de desarrollar un software para viabilizar la evaluación energética y económica del conjunto tractor-implemento, con un diseño de aplicación sobre ventanas y sistema portable. El software ExploMq, determina la evaluación energética del conjunto tractor-máquina agrícola a partir del cálculo de las fuerzas que actúan en una única labor, también evalúa el balance de potencia, calculado a partir de las pérdidas de diferentes tipos de potencia y otros factores de resistencia. Es posible además, la evaluación de los gastos directos de explotación. El software, en su primera versión de prueba y puesta a punto, está a disposición de usuarios con objetivos académicos e investigativos sobre la evaluación energética de máquinas agrícolas.

Palabras clave: evaluación energética, cálculo de fuerzas, software, gastos de explotación, maquinaria agrícola.

ABSTRACT. The present work was carried out with the goal of developing of software for evaluations of the energetics and economics parameters of the set tractor-implements, with a design work of portable windows application. The software ExploMq, calculate the energetic evaluation of set tractor-implements through the computation of the forces acting over a unique task, the power's balance is also calculated through the losses of several kinds of powers. It is possible besides, the direct exploitation's expenses. The application is ready in its first test version and to set it ready for application on those branches with academic and investigative objectives on the energy evaluation of farming machines.

Keywords: energetic evaluation, forces calculation, software, exploitation direct expenses, farming machinery.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los agricultores de los países en desarrollo invierten más en insumos de energía agrícola que en fertilizantes, semillas o sustancias agroquímicas. González *et al.* (2009b), refieren que la producción agrícola depende en gran medida del consumo de energía, específicamente en las labores agrícolas como es el caso de la preparación de suelo. Rodríguez *et al.* (2007), consideran que el índice que más ampliamente refleja el grado de perfección técnica, las condiciones de trabajo y el nivel de utilización del conjunto son los gastos directos de explotación por unidad de tiempo, de trabajo o de producción. Varias investigaciones han establecido que el costo energético por concepto de combustible y máquina representa un alto porcentaje del costo energético total de producción en la agricultura empresarial (FAO, 1990¹; Fluck, 1992; Hetz y Barrios, 1997).

La NC 34-38 (2003), donde se expresan elementos de los

gastos directos de explotación ha sido utilizada ampliamente para la evaluación económica de los agregados agrícolas (González *et al.*, 2009a; González *et al.*, 2009b; Torres, 2012). Un ejemplo particular de su aplicación fue la realizada por Paneque *et al.* (2001) en la "Evaluación de la cosecha semimecanizada del pimiento utilizando bandas transportadoras" donde fueron realizadas pruebas de campo al conjunto formado por el transportador cosechador de bandas TCU-25P, construido en el Departamento de Mecanización de la Universidad de Granma, el remolque HW 60/11 y el tractor YUMZ-6KM.

Los procesos agropecuarios mecanizados exigen que los tractores y máquinas agrícolas sean sometidos constantemente a estudios e investigaciones, con el objetivo de obtener información acerca de su capacidad técnica de trabajo, de los índices de un

¹ FAO: Energy consumption and input output relation in field operations CNRE, Roma, Italia, 1990.

correcto estado técnico de la fuente energética, de los órganos de trabajo del apero, etc., con lo cual se garantiza la correcta explotación de la capacidad de trabajo de los mismos (Garrido, 1984)².

(Wismer y Luth, 1972) desarrollaron un juego de ecuaciones empíricas para el rendimiento de tracción de tractores de ruedas en suelos agrícolas, las cuales fueron generalizadas por (Clark, 1985) y utilizadas por (Brixius, 1987). (Al-Hamed *et al.*, 1994) introdujeron una hoja de cálculo para determinar la eficiencia traccional en las ruedas radiales. Posteriormente fue utilizada por (Zoz y Grisso, 2003), (Goering y Hansen, 2004)³; (Grisso y Zoz, 2004)⁴. En la actualidad Visual Basic y Visual C++ se utilizan ampliamente para desarrollar software, así lo hicieron (Al-Hamed y Al-Janobi, 2001), (Catalán *et al.*, 2008) y (Kumar y Pandey, 2009). En Cuba, se han desarrollado softwares que permiten el cálculo de diferentes parámetros de explotación de los conjuntos agrícolas y de las normas cubanas para la evaluación tecnológico explotativa y económica, como el desarrollado por De las Cuevas *et al.*, 2010, sin embargo se hace necesario un software que permita la obtención de los parámetros del cálculo de formación de agregados y de los costos de explotación de los tractores en un solo software.

A partir de estos elementos se desarrolla esta investigación que tiene objetivo general desarrollar un software para la evaluación de la formación de agregados y la evaluación económica del conjunto tractor-implemento.

MÉTODOS

El trabajo consistió en la implementación de un programa o aplicación computacional para automatizar la

evaluación de la formación de agregados y económica del conjunto tractor-máquina agrícola, para el cual se desarrolló un algoritmo de cálculo que permitió determinar el orden de introducción de los datos, las ecuaciones y las salidas del software.

Metodología de cálculo: Los procedimientos estuvieron basados en las metodologías para la evaluación energética de la formación del conjunto tractor-máquina agrícola, a partir del cálculo de fuerzas y los parámetros que en ellas intervienen, propuestos por Jrobostov (1977)⁵ y la evaluación económica por la NC 34-38, la misma puede ser consultada de forma íntegra en Pereira (2003).

Algoritmo y lenguaje de programación: Para especificar el problema en forma esquemática y con una notación orientada a la computación se utilizó un diagrama de flujo como herramienta para representar los pasos a seguir, mientras que para la implementación del código fuente del programa se decidió utilizar el lenguaje de programación BASIC, apoyado en el ambiente de trabajo interactivo del sistema de programación Visual Studio 6.0, conformando así el Visual Basic. Este sistema ofrece todas las ventajas y facilidades de la programación modular para resolver el problema planteado y las facilidades y los beneficios de la programación orientada a objetos para la utilización aplicación de los recursos necesarios para la interfaz de usuario.

Estructura de datos: Para declarar las variables necesarias en la implementación del programa, fue necesario diseñar varios esquemas jerárquicos de los datos (Figura 1) y fórmulas para hallar las dependencias entre sí y determinar el tipo de estructura de los datos u objetos para definir su tipo.

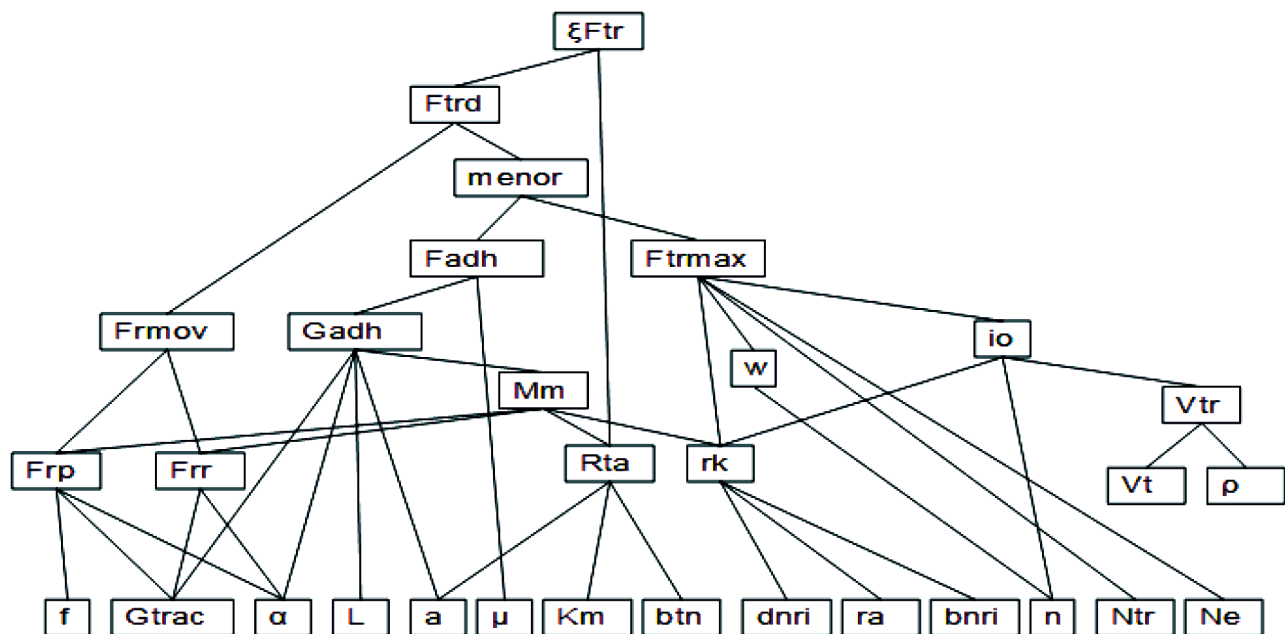


FIGURA 1. Esquema jerárquico utilizado para la declaración de variables en el cálculo de las fuerzas.

² GARRIDO, P. J.: Implemento, Máquinas Agrícolas y fundamentos para su explotación., Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1984.

³ GOERING, C. E. y A. C. HANSEN: "Engine and Tractor Power", ASAE Paper, 2004.

⁴ GRISSO, R. D. y F. M. ZOZ: "Tractor and traction performance-spreadsheet development", ASAE/CSAE 2004.

⁵ JRÓBROSTOV, S. N.: Explotación del parque de tractores y máquinas, Ed. MIR, Moscú, 1977.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta primera versión de programa se concibió para ser utilizado en el análisis de un conjunto agrícola en una labor. Para la aplicación del programa se tienen tres sesiones principales, constituidas por las opciones que permiten la entrada de los datos, la selección de las evaluaciones a computar y el análisis de los resultados obtenidos. Hasta el momento resulta ser un sistema portable sin necesidad de instalación.

Introducción de datos: A partir de la opción “Caracteri-

zación” del menú de la ventana principal, el software permite al usuario una forma organizada de introducir los datos, ya sea del tractor, del implemento o del suelo, según la opción que se seleccione, por ejemplo: “Tractor”, el usuario debe introducir todos los datos que allí son solicitados, teniendo en cuenta las unidades de medida que se especifican (Figura 2). De igual forma sucede con la entrada de datos del implemento partir de la opción “Implemento” y de las especificaciones respecto de las propiedades del área, con la opción “Suelo” (Figura 3).

FIGURA 2. Cajas de diálogo para la entrada de datos sobre las características del tractor o equipo.

FIGURA 3. Cajas de diálogo para la entrada de datos sobre el implemento utilizado y el suelo.

En todas las cajas de diálogos existe la posibilidad de mensajes emergentes, ya sea de advertencias o errores, para hacer consciente al usuario de su predisposición a no obtener los resultados esperados por entradas falseadas.

Etapas de cálculo: Esta etapa se cumple al seleccionar la opción “Evaluaciones” del menú de la ventana principal. Aquí existen tres opciones, “Fuerzas”, “Potencias” y “Gastos”, a partir de cuyos cuadros de selección, se decide cuáles parámetros evaluar, los cuales se activarán o desactivarán según la dependencia del cálculo de sus valores respecto de otros

parámetros (Figura 4).

Etapas de análisis e interpretación: Los resultados obtenidos en cada una de las opciones del menú “Evaluaciones” saldrán inmediatamente después de seleccionar el botón “Evaluar” ubicado en cada una de estas cajas de diálogos anteriormente explicadas. Los resultados de cada tema de evaluación estarán disponibles en ventanas diferentes, para un mejor análisis e interpretación de los mismos (Figura 5). El usuario podrá comprobar y ganar en fiabilidad al verificar los datos introducidos o crear un nuevo juego de datos.

FIGURA 4. Selección para la evaluación de las fuerzas y potencias a calcular.

FIGURA 5. Ventanas de resúmenes de los cálculos y evaluaciones.

Resultados de la validación del software ExploMaq

Se realizaron cuidadosos cálculos manuales con el objetivo de comparar los resultados derivados de estos, con los resultados de las fórmulas programadas en el software. Estos resultados pueden ser consultados en Pereira (2013) y los mismos evidencian gran

similitud en los resultados, con diferencias en el orden centesimal y de milésimas, causado por el formato y aproximación de los cálculos y de la salida o presentación de los resultados de cada sistema (manual, calculadora o computadora) con que se calculó.

CONCLUSIONES

- El algoritmo desarrollado para la solución de los cálculos de la evaluación energética y económica del conjunto tractor-implemento ha permitido implementar un software útil que disminuye el tiempo y precisión del cálculo de los

principales indicadores energéticos y económicos en un conjunto agrícola, garantizando rapidez y fiabilidad en los resultados obtenidos.

- La utilización del lenguaje de programación Visual Basic 6.0, ha permitido de forma fácil y rápida obtener un software ejecutable para la evaluación energética y económica del conjunto tractor-implemento.
- El correcto ajuste entre los resultados de ExploMq y el cálculo manual de la evaluación energética y económica de un conjunto formado por el tractor UMZ 6K y un arado ADI 3 ha permitido validar el software desarrollado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-HAMED, S. A. & A. A. AL-JANOBI: "A program for predicting tractor performance in Visual C++", *Comput. Electron. Agric.*, ISSN: 0168-1699, 3: 137-149, 2001.
- AL-HAMED, S. A.; R. D. GRISSO; F. M. ZOZ y K. VON BARGEN: "Tractor performance spreadsheet for radial tires", *Comput. Electron. Agric.*, ISSN: 0168-1699, 10: 45-62, 1994.
- BRIXIUS, W. W.: "Traction prediction equations for bias ply tires", *ASAE Paper* No. 87-1622, 1987.
- CATALÁN, H.; P. LINARES y V. MENDEZ: "A traction prediction software for agricultural tractors", *Comput. Electron. Agric.*, ISSN: 0168-1699, 60 (2): 289-295, 2008.
- CLARK, R. L.: "Tractive modeling with the modified Wismer-Luth model", *ASAE Paper* No. 85-1049, 1985.
- DE LAS CUEVAS, M. H.R.; M. DÍAZ; P. PANEQUE: "Software para el cálculo de indicadores energéticos, de explotación y económicos del sistema de distribución de humus de lombriz", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 19 (2): 65-70, 2010.
- FLUCK, R.: "Energy for farm production", *Energy for World Agriculture*, ISBN: 978-0-444-88681-1 6: 1992.
- GONZÁLEZ, R.; A. E. GARCÍA DE LA FIGAL; Y. MOREJÓN y D. MORALES: "Evaluación energética de la labor de rotura con tracción animal y tractor MTZ-510. Estudio de caso: Granja Guayabal", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 18 (3): 82-86, 2009a.
- GONZÁLEZ, R.; M. Y. y M. O. CAZEAU: "Evaluación energética de la cosecha-transporte del forraje para la alimentación del ganado vacuno en San José de las Lajas, Cuba", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 18 (4): 13-16, 2009b.
- HETZ, E. y A. BARRIOS: "Reducción del costo energético de labranza/siembra utilizando sistemas conservacionistas en Chile", *AgroCiencia*, ISSN: 0719-3882 print, 0719-3890 online, 13 (1): 41-47, 1997.
- KUMAR, R. y K. P. PANDEY: "A program in Visual Basic for predicting haulage and field performance of 2WD tractors", *Comput. Electron. Agric.*, ISSN: 0168-1699, 67: 18-26, 2009.
- NC 34-38.: *Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación económica*, Vig. Noviembre 2003.
- PANEQUE, J.; D. JIMENEZ; E. OLIVET y E. REYNA: "Evaluación de la cosecha semimecanizada del pimiento utilizando bandas transportadoras", *Revista Electrónica Granma Ciencia*, ISSN: 1027-975X, 5 (3): 2001.
- RODRÍGUEZ, Y.; A. F. GONZÁLEZ; R. G. VALDEZ; C. E. S. PONCIANO y C. M. T. RODRÍGUEZ: "Evaluación económico-energética de la cosecha de la caña de azúcar manual y mecanizada en una cooperativa agrícola", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, Vol. 16 (4): 22-27, 2007.
- WISMER, R. D. y H. J. LUTH: "Off-road traction prediction of wheeled vehicles", *ASAE Paper*, No. 76- 619, 1972.
- ZOZ, F. M. y R. D. GRISSO: "Traction and tractor performance", *ASAE Paper*, No. 27: 2003.

Recibido: 25 de enero de 2014.

Aprobado: 22 de septiembre de 2014.

Publicado: 28 de diciembre de 2014.

Carlos A. Pereira Marín, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola, Santa Clara, VC, Cuba. Correo electrónico: carlosap@uclv.edu.cu