

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL

Determinación de índices de consumo de combustible en las condiciones de la granja Pulido, Alquizar

Determination of Indexes of Consumption of Fuel under the Conditions of the Pulido Farm, Alquizar

Ing. Aylin Caballero-Portales, M.Sc. Amaury Rodríguez-González, M.Sc. José A. Martínez-Cañizares,
Ing. Orlando Cano-Estrella

RESUMEN. Uno de los problemas que afronta nuestro país en la actualidad es la desactualización de los índices de consumo de combustible para las diferentes labores agrícolas, de ahí la necesidad por parte de las entidades agropecuarias del Ministerio de la Agricultura de actualizar los mismos en las condiciones reales de producción. Para ello se plantea la realización de una investigación relacionada con la determinación de los consumos de combustible en condiciones reales de la Unidad Ciencia y Tecnología de Base (UCTB) Pulido ubicada en el municipio de Alquizar, provincia Artemisa, utilizándose como fuentes energéticas los tractores YUMZ- 6M y New Holland TT-55 y TT-75 acoplados a diferentes implementos para las labores de preparación de suelo, atenciones culturales y cosecha, determinándose indicadores de explotación, con énfasis en el consumo de combustible. Se observó que en la labor de cultivo y aporque realizada con el tractor YUMZ 6M existe un incremento del gasto de combustible en un 16,47% respecto al índice establecido para esta labor.

Palabras clave: labores agrícolas, preparación de suelo, indicadores de explotación.

ABSTRACT. One of the problems in our agriculture at the present time is the lack of upgrade of the indexes of consumption of fuel for the different agricultural works, of there the necessity on the part of the agricultural entities of the Ministry of the Agriculture to upgrade the same ones under the real conditions of production. For that arouses the necessity of the realization of a research related with the determination of the consumptions of fuel in real conditions of the Base Unit of Science and Technology (UCTB) located in the municipality of Alquizar, Artemisa province, being used the tractors YUMZ-6M and New Holland TT-55 and TT-75 coupled to different implement for soil farming, cultivation works and harvest, being determined the indicators of operation, with emphasis in the consumption of fuel. It was observed that in the cultivation work carried out with the tractor YUMZ 6M an increment of the consumption of fuel in 16.47% regarding the established index for this work.

Keywords: Agricultural Work, Soil Farming, Indicators of Operation.

INTRODUCCIÓN

El modelo actual de desarrollo que predomina en nuestra sociedad, basado en el consumo creciente de energía, no se puede mantener indefinidamente. El agotamiento progresivo de los combustibles fósiles, la concentración de las reservas fósiles en áreas geográficas políticamente inestables, la falta de alternativas a corto plazo, el fuerte crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero y un incremento de los precios internacionales de los combustibles fósiles y de su volatilidad obligan a hacer un cambio hacia un nuevo modelo basado en el desarrollo sostenible. Para ello, es necesario hacer un uso racional de los recursos energéticos y fomentar su ahorro en

todos los sectores de la economía donde se demande este tipo de energía (Rodríguez et al., 2011; Cañizares-Pentón et al., 2014).

Entre los sectores mayores consumidores de energía está el agrícola, dado que una de las fuentes de energía que emplea, el combustible, constituye un insumo importante para el cumplimiento de los diferentes procesos agrícolas. Según algunos autores Iofinov (1990), González (1993) y Brizuela *et al.* (2006), para el parque de máquinas y tractores el problema se reduce al cumplimiento de las labores mecanizadas en el plazo establecido, con la máxima calidad y el mínimo de gastos, para lo cual se deben seleccionar adecuadamente los conjuntos, sus

indicadores de trabajo y consumo, e incrementar al máximo la carga de trabajo.

En este sentido, el acondicionamiento del suelo es uno de los procesos más complejos y costosos para la implementación de cualquier cultivo, para lo cual se emplean diversos agregados, los cuales generan un elevado consumo de combustible (Mejías *et al.*, 2012; Vázquez *et al.*, 2012, 2013), de ahí la importancia de los estudios e investigaciones que contribuyan a la mejor explotación de estos medios, al ahorro de combustible, la disminución de los costos de explotación y los impactos provocados por esta actividad agrícola (IDAE, 2005; de las Cuevas *et al.*, 2009, 2013; Pupo *et al.*, 2014).

La Unidad de Ciencia y Técnica de Base (UCTB) Pulido, área experimental del Instituto de Ingeniería Agrícola, constituye uno de los escenarios donde se desarrollan diversas investigaciones en el campo de la ingeniería agrícola, en particular en lo relacionado con las tecnologías de preparación de suelos, sin embargo, la maquinaria agrícola empleada para estos fines está caracterizada por su elevada obsolescencia, deterioro técnico y por ser alta consumidora de combustible, aspecto este que se ve agravado por el deficiente sistema de registro y control del combustible imperante en esta unidad y que no ha permitido disponer hasta el presente de los índices de consumo de combustible reales por actividad agrícola

Basados en esta problemática, el presente trabajo tiene como objetivo determinar los índices de explotación y de calidad de trabajo en diferentes labores agrícolas para las condiciones específicas de esta unidad.

MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Unidad Ciencia y Tecnología de Base (UCTB) Pulido (Latitud 22°, 46' 49,2" N y Longitud 82°, 36' 06,69" W), localizada en el municipio Alquízar en la provincia Artemisa. La investigación se desarrolló durante el período comprendido entre los meses de marzo 2015 a septiembre de 2016, en un suelo ferralítico rojo compactado según la clasificación de Hernández *et al.* (1999).

Se utilizaron los procedimientos de gestión de la calidad PG-CA-042: 2012, PG-CA-45: 2013, PG-CA 043: 2013, PNO 23-04: 2012, mediante los cuales se determinaron los **índices de explotación** (consumo de combustible y productividad de los agregados) y **de calidad de trabajo** (profundidad de trabajo), mediante las siguientes expresiones:

Consumo de combustible

$$C_e = C/Q \tag{1}$$

donde:

C_e -gasto específico de combustible por unidad de trabajo específico, L/ha;

Q - volumen de trabajo realizado con la máquina, ha;

C - gasto de combustible durante la realización del volumen de trabajo, L.

La productividad del agregado se calculó a partir de la siguiente expresión:

$$W_1 = Q/T_1 \tag{2}$$

donde:

W_1 - productividad por hora de tiempo limpio, ha/h;

Q - volumen de trabajo realizado con la máquina en ha;

T_1 - tiempo de trabajo limpio, h.

Velocidad de trabajo:

$$v = s/T \tag{3}$$

donde:

v - velocidad de trabajo, m/s;

s - espacio recorrido, m;

T - duración del recorrido, s.

Para la determinación de los índices explotativos se realizaron 2 turnos de control con una duración del tiempo de trabajo de 10 horas, cronometrándose las diferentes labores agrícolas en el momento de su ejecución. Paralelamente se tomaron 50 mediciones de ida y vuelta de la profundidad de trabajo y 20 de la velocidad de trabajo.

El gasto de combustible se obtuvo mediante la diferencia entre el combustible serviciado antes del comienzo de la labor y el consumido al finalizar la misma. Se utilizó una probeta de 1000 mL.

Para la investigación se utilizaron los agregados siguientes:

Para las labores agrícolas de cultivo y aporque (YUMZ - 6M + Aporcador de 3 órganos); cruce (New Holland TT - 75 + Multiarado); mullido (New Holland TT - 75 + Tiller flexible de 11 órganos); reactivación de canteros (New Holland TT-55 + Surcador de 3 órganos) y cosecha de boniato (New Holland TT - 75 + Surcador de 1 órgano) respectivamente.

La humedad del suelo en la que trabajaron los diferentes conjuntos estuvo entre el 28 – 30%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados del cálculo de los índices de consumo de combustible por labor y los indicadores explotativos y de calidad de trabajo.

TABLA 1. Índices de consumo de combustible por labor e indicadores de explotación y de calidad

Agregados		Labor	Velocidad media (m/s)	Profundidad (cm)	Productividad tiempo limpio (ha/h)	Consumo de combustible (L/ha)
YUMZ-6M	Surcador Aporcador de 3 órganos	Cultivo y Aporque	1,97	17*	2,04	8.74

Agregados		Labor	Velocidad media (m/s)	Profundidad (cm)	Productividad tiempo limpio (ha/h)	Consumo de combustible (L/ha)
New Holland TT-75	Multiarado	Cruce	1,20	24	1,0	10,82
New Holland TT-75	Tiller flexible de 11 órganos	Mullir	1,66	18	1,49	8,29
New Holland TT-75	Surcador de un solo órgano	Cosecha de Boniato	1,89	19,88	0,44	15,90
New Holland TT-55	Surcador 3 órganos	Reactivar cantero	2,08	18,9**	2,10	4,32

*altura de la capa de suelo arrimada a la planta, **altura de cantero

Se observa que en las labores de cultivo y aporque, realizada con el tractor YUMZ 6M, existe un incremento del gasto de combustible en un 16,47% respecto al índice establecido por Sotto *et al.* (2006), para esta labor (5,40-7,30 L/ha). Existe un deterioro considerable de este índice, motivado por los años de explotación del tractor (más de 20 años) y específicamente por su estado técnico (deficiente funcionamiento de mecanismos, desgaste de piezas y conjuntos) que origina altos consumo de combustible.

En el caso de la labor de cruce con el tractor New Holland TT-75 y el multiarado se obtuvo un consumo de 10,82 L/ha, valor inferior al consumo reportado por (Rodríguez *et al.*, 2015) al evaluar esta labor con esta misma fuente energética y un arado A 10 000 de tres discos modificado.

Del análisis de la medición de este índice de consumo para la labor de mullición con el tiller flexible se observa un consumo de 8,29 L/ha, coincidiendo con los resultados reportados por Sotto *et al.* (2006).

Para la labor de cosecha el agregado consumió 15,90 L/ha considerándose elevado para esta actividad con el tractor utilizado, si se compara con el reportado por Sotto *et al.* (2006), al utilizar un surcador de tres órganos. Este resultado puede estar motivado porque el órgano de trabajo del implemento laboró todo el tiempo a una profundidad superior a los 20 cm debiendo vencer la resistencia que opone el suelo y por otro lado el agregado empleado subutiliza la potencia de la fuente energética, por lo que se propone realizar esta labor con un tractor de menor potencia (New Holland TT – 55).

Para la reactivación de cantero se utilizó el tractor New Holland TT-55 y surcador de 3 órganos obteniéndose un consumo de 2,51 L/ha, valor que está por debajo del rango 5,40 -7,30 L/

ha establecido para esta labor (Sotto *et al.*, 2006).

Las productividades de tiempo limpio para las diferentes labores mostradas en la Tabla 1 se determinaron según las características de suelo del área de experimentación y se corresponden con las velocidades y los anchos de trabajos de los agregados utilizados durante el experimento. Los valores obtenidos no coinciden en su totalidad con las que aparecen en el libro AnaExplo de Sotto *et al.* (2006), debido a que durante la ejecución del experimento se trabajó a diferentes profundidades y humedades de suelo.

CONCLUSIONES

- Se determinaron los índices de explotación y de calidad de trabajo en diferentes labores agrícolas para las condiciones específicas de la UCTB Pulido.
- Se obtuvo un gasto específico de combustible 8,74 L/ha para el cultivo y aporque con el YUMZ-6M, valor que está muy por encima al reportado por la bibliografía debido al deterioro técnico de la fuente energética.
- Se alcanzaron gastos de combustible con el tractor New Holland TT-75 de 10,89 y 8,29 L/ha respectivamente para las labores de cruce y mullido, valores que son inferiores a los obtenidos con otras fuentes energéticas.
- En la reactivación de cantero con el tractor New Holland TT-55 se consumió 2,51 L/ha apreciándose un ahorro que se encuentra en el intervalo de 2,89-4,79 L/ha respecto a otras fuentes energéticas empleadas en esta labor.
- Los gastos de combustibles calculados en condiciones reales de producción constituyen índices de referencia para el trabajo de planificación y explotación de la maquinaria en la UCTB Pulido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIZUELA, S.M.; RÍOS, A.; VILLARINO, L.: *Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba*, Ed. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria, La Habana, Cuba, 2006.
- CAÑIZARES-PENTÓN, G.; RIVERO-ARAGÓN, M.F.; PÉREZ-BERMÚDEZ, R.A.; GONZÁLEZ-SUÁREZ, E.: “La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba”, *Tecnología Química*, 34(1): 11-23, abril de 2014, ISSN: 2224-6185.

- DE LAS CUEVAS, H.R.; RODRIGUEZ, T.; DÍAZ, M.: "Sistema automatizado para la evaluación de explotación de las máquinas agrícolas", *Revista Ingeniería Agrícola*, 3(3): 29-34, 2013, ISSN: 2227-8761.
- DE LAS CUEVAS, H.R.; RODRÍGUEZ, T.; PANEQUE, P.; HERRERA, M.I.: "Software para la determinación de los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2): 78-84, 2009, ISSN: 1010-2760, 2071-0054.
- GONZÁLEZ, R.: *Explotación del parque de maquinarias*, Ed. Félix Varela, La Habana, Cuba, 318 p., 1993, ISBN: 959-07-0028-4.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUÍZ, J.; SALGADO, E.J.; MARSÁN, R.; OBREGÓN, A.; TORRES, J.M.; GONZÁLES, J.E.; ORELLANA, R.; PANEQUE, J.; RUIZ, J.M.; MESA, A.; FUENTES, E.; DURÁN, J.L.; PENA, J.; CID, G.; PONCE DE LEÓN, D.; HERNÁNDEZ, M.; FRÓMETA, E.; FERNÁNDEZ, L.; GARCÉS, N.; MORALES, M.; SUÁREZ, E.; MARTÍNEZ, E.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, Ed. AGROINFOR, La Habana, Cuba, 64 p., 1999, ISBN: 959-246-022-1.
- IDAE (INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA): *Ahorro de combustible en el tractor agrícola.*, ser. Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura, no. ser. 1, Ed. IDAE, Madrid, España, 36 p., 2005, ISBN: 978-84-86850-93-7.
- IOFINOV, S.A.: *Explotación del parque de máquinas y tractores*, Ed. UANL, México, 124 p., 1990.
- MEJÍAS, B.J.; PUPO, L.H.; MARTÍNEZ, G. de P.J.: "Comportamiento de los índices económicos de la maquinaria agrícola", *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (169), 2012, ISSN: 1696-8352, Disponible en: <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/cu/2012/blp.html>, [Consulta: 30 de agosto de 2016].
- PG-CA: *Sistema de gestión de la calidad. Procedimiento Determinación de las condiciones de ensayo*, no. PG-CA-042, p. 10, 2012.
- PG-CA: *Sistema de gestión de la calidad. Procedimiento de ensayo de los surcadores*, no. PG-CA-45, p. 13, 2013a.
- PG-CA: *Sistema de gestión de la calidad. Prueba de maquinaria agrícola. Evaluación tecnológico explotativa*, no. PG-CA 043, p. 10, 2013b.
- PNO: *Sistema de gestión de la calidad. Procedimiento normativo operacional Evaluación tecnológico explotativa*, no. PNO 23-04, p. 13, 2012.
- PUPO, L.H.; MEJÍAS, B.J.; CASTREJÓN, C.C.L.: "Análisis del uso de la maquinaria agrícola en las empresas pecuarias "Urbano Noris" y "Cultivos Varios Báguano" de la provincia Holguín, Cuba", *Tlatemoani*, (15): 93-110, 2014, ISSN: 1989-9300.
- RODRÍGUEZ, G.A.; MARTÍNEZ, J.A.; ARCIA, J.; GARCÍA, J.; HERNÁNDEZ, A.; CID, G.: "Propiedades del suelo bajo la acción de dos sistemas de labranza en el maíz", *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(4): 52-57, 2015, ISSN: 2306-1545, 2227-8761.
- RODRÍGUEZ, R.C.; NOGUEIRA, R.D.; GUTIÉRREZ, M.E.P.; ROMERO, B.F.: "Diseño e implementación de un sistema de información para el control del combustible en la empresa de suministros y transporte agropecuarios de Sancti Spiritus", *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (144), 2011, ISSN: 1696-8352, Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/erv/observ/y2011i14412.html>, [Consulta: 30 de agosto de 2016].
- SOTTO, P.; FUENTES, N.; SALVAT, R.; BRIZUELA, M.; LORA, D.; WONG, M.: *Maquinaria Agrícola Planificación y control de su utilización (AnaExplo)*, Ed. AGRINFOR, La Habana, Cuba, 2006, ISBN: 959-246-188.
- VÁZQUEZ, H.B.; PARRA, L.R.; SÁNCHEZ-GIRÓN, V.M.; MATO, J.; ORTIZ, A.: "Determinación de índices reales de consumo de combustible en el laboreo de un fluvisol en la Empresa de Cultivos Varios "Paquito Rosales Benítez"", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1): 34-36, marzo de 2012, ISSN: 2071-0054.
- VÁZQUEZ, H.B.; PARRA, L.R.; SÁNCHEZ-GIRÓN, V.M.; MATO, J.; ORTIZ, A.: "Análisis de la productividad y el consumo de combustible en conjuntos de labranza en un fluvisol para el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*, Crantz)", *Revista Ingeniería Agrícola*, 3(1): 61-67, 2013, ISSN: 2227-8761.

Recibido: 13/11/2016.

Aprobado: 31/07/2017.

Aylin Caballero-Portales, Investigadora, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba, Correo electrónico: adies-tradainv2@iagric.cu

Amaury Rodríguez-González, Correo electrónico: dptomecan8@iagric.cu

José A. Martínez-Cañizares, Correo electrónico: dptomecan1@iagric.cu

Orlando Cano-Estrella, Correo electrónico: dptomecan1@iagric.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.