

ARTÍCULO ORIGINAL

## 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)

### *Analysis of the Productivity and Consumption of Fuel in Farm Groups in a fluvisoil for the Cultivation of Yucca (Manihot esculenta, Crantz)*

Hugo Berto Vázquez Milanés<sup>1</sup>, Luis Raúl Parra Serrano<sup>2</sup>, Víctor M. Sánchez-Girón Renedo<sup>3</sup>  
y Alfonso Ortiz Rodríguez<sup>1</sup>

**RESUMEN.** El trabajo fue realizado en la UBPC “El Palmar” perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios “Paquito Rosales Benítez” del municipio de Yara, provincia de Granma. La investigación se llevó a cabo en el período de abril del 2007 a enero del 2008, el método utilizado fue el analítico investigativo y la técnica aplicada el fotocronometraje. Se evaluaron los conjuntos máquina tractor que intervienen en la realización de cuatro tecnologías de labranza (T1, T2, T3 y T4) para el cultivo de la yuca, variedad Enana Rosada. Se realizaron cinco observaciones de la jornada laboral para cada uno de los conjuntos, evaluando el consumo de combustible y la productividad. Los mejores resultados de los indicadores evaluados a la maquinaria correspondieron a la tecnología de laboreo mínimo T2 con Subsolador Bayamo Modificado y grada de discos: productividad por hora de tiempo limpio (1,34 ha h<sup>-1</sup>) y de tiempo operativo (1,27 ha h<sup>-1</sup>) con diferencias significativas respecto al resto de las tecnologías evaluadas, así como el menor consumo de combustible (32,4 L ha<sup>-1</sup>); se reduce éste en un porcentaje de un 72; 52 y 71 % respecto a T1, T3 y T4.

**Palabras clave:** labranza, productividad, consumo de combustible.

**ABSTRACT.** The present work was carried out in the basic unit of rural production, “El Palmar”, belonging to the Company of Mixed Cultivations “Paquito Rosales Benítez” in the municipality of Yara (Granma, Cuba) during the months of April (2007) to January (2008). The method used was the investigative-analytic one with the photometric technique. There were evaluated the farm groups (tractor-agricultural implements) that employed in four farm technologies (T1, T2, T3 and T4) for the cultivation of the yuca, Rosy Dwarf variety. They were done five observations of the Labor Day for each one of the farm groups aimed to evaluate the fuel consumption and their productivity. The best results in the evaluated indicators corresponded to the technology of minimum ploughing, T2, with a Modified Subsoiler Bayamo and with a disk harrow. In T2 the productivity per hour of net time was 1,34 ha h<sup>-1</sup> and the operational-time productivity was 1,27 ha h<sup>-1</sup>. T2 technology showed other significant differences regarding the rest of the evaluated technologies: it registered the smallest consumption of fuel (32,4 L h<sup>-1</sup>); that is, 72; 52 and 71 % less than T1, T3 and T4 farm technologies.

**Keywords:** tillage, productivity, fuel consumption.

**Recibido** 23/04/10, aprobado 30/01/12, trabajo 21/12, artículo original.

<sup>1</sup> M. Sc. Ing. Profesor Asistente de la Universidad de Granma, carretera a Manzanillo km 17<sup>1/2</sup>, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba. Apdo. postal 85100, E-✉: hvazquezm@udg.co.cu

<sup>2</sup> Dr. C. Ing. Profesor Auxiliar de la Universidad de Granma.

<sup>3</sup> Dr. C. Ing. Profesor Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid.

Colaborador: M. Sc., Lic., Profesor Instructor de la Universidad de Granma Juan Mato Tamayo, a quien se le agradece su participación en la investigación.

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.

## INTRODUCCIÓN

La construcción del socialismo en Cuba contempló el rápido crecimiento de la productividad del trabajo en la agricultura (Silveira, 1988). Controlar el consumo de combustible del tractor en las distintas labores y sus opciones posibles será el objetivo principal de una planificación de ahorro y uso eficiente del combustible en cada empresa agrícola (IDAE, 2005).

Cualquier proceso de producción agrario tiene como objetivo final la obtención de la mayor cantidad de productos con el mínimo de gastos posibles. Para el parque de máquinas y tractores (PMT) según Garrido (1984; 1985); Iofinov (1990); González (1993); Brizuela (2006) y Gutiérrez (2007) 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 y de este modo disminuir los gastos fijos específicos y con ello los costos de trabajo, por ello se propone evaluar la productividad y el consumo de combustible de los conjuntos utilizados en cuatro tecnologías de labranza de un *fluvisol* para el cultivo de la yuca.

## MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “El Palmar” perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios “Paquito Rosales Benítez” de Veguitas, municipio Yara, provincia de Granma en un *fluvisol*. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres bloques y cuatro tratamientos, consistentes en tecnologías de laboreo donde se realizó el cronometraje a los conjuntos (Fig. 1) para la determinación de la productividad y el consumo de combustible teniendo en cuenta la norma NRAG XX: 2005. El consumo de combustible se determinó con un depósito aforado descrito por Chudakov, (1987) y construido por Parra y Vázquez, (1996) con precisión de 0,01 L

- T1 – Tecnología de laboreo tradicional o convencional.
- T2 – Tecnología de laboreo mínimo con Subsolador Bayamo Modificado y grada de discos.
- T3 – Tecnología de laboreo mínimo con fresadora y subsolador.
- T4 – Tecnología de laboreo con subsolador y grada de discos.



FIGURA 1. Conjuntos utilizados en las tecnologías de laboreo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Productividad

En la Tabla 1 se observa el comportamiento de la productividad por hora de tiempo limpio, destacándose por sus resultados la tecnología T2, (1,34 ha h<sup>-1</sup>); la que supera a las restantes, debido a que en ésta se aplican solamente dos labores, las cuales consistieron en roturación con multirarado de 30 kN y cruce con una grada mediana de 2 046 kg formando ambas agregado con el tractor T-150 K; con lo cual se incrementa el frente de labor y se desarrolla una mayor velocidad de trabajo. Existe diferencia significativa de ésta tecnología

con las restantes (T1, T3, T4); no existiendo diferencia significativa entre T1 y T3.

Analizando la productividad, los resultados más desfavorables pertenecen a T3, compuesta por tres labores que consistieron en subsolado de forma cruzada con el agregado formado por el tractor T-150 K y subsolador FN (4 órganos), el fresado con el conjunto formado por el tractor YUMZ-6AM y la fresadora Jaguar CIMA 1,60; resultando la labor de fresado la que influye negativamente por su baja velocidad de trabajo. En las demás tecnologías la influencia estuvo dada por el mayor número de labores. En general los resultados más relevantes para cada productividad se obtuvieron en T2.

**TABLA 1. Productividad por tecnologías**

| Productividad         | T1    | T2    | T3    | T4    |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Tiempo limpio         | 1,14c | 1,34a | 1,12c | 1,29b |
| Tiempo operativo      | 1,04c | 1,27a | 0,87d | 1,21b |
| Tiempo productivo     | 0,81c | 0,91a | 0,76d | 0,87b |
| Tiempo sin fallos     | 0,68d | 0,85a | 0,70c | 0,82b |
| Tiempo de explotación | 0,72c | 0,81a | 0,69d | 0,76b |

**Consumo de combustible**

Para el análisis se tomaron los valores promedios de cada tecnología donde el menor consumo correspondió a T2 (32,4 L ha<sup>-1</sup>) con diferencias significativas respecto a T1, T3 y T4 al utilizar menor cantidad de conjuntos, menos labores y mayor productividad por hora de tiempo limpio. Se reduce el consumo en un porcentaje de un 72; 52 y 71 % respecto a T1, T3 y T4. Estos resultados coinciden con los planteados por González, (2006) y Arévalo, (2007).

Al analizar el conjunto formado por el tractor T-150 K y el Subsolador Bayamo Modificado se aprecia que tiene un consumo de 14,9 L ha<sup>-1</sup> muy cercano a los obtenidos por Cadena-Zapata (2004) de 12,4 L ha<sup>-1</sup> para suelos arcillosos empleando conjuntos de 30 kN en la labor de multiarado, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Gutiérrez, (2006); Arévalo,

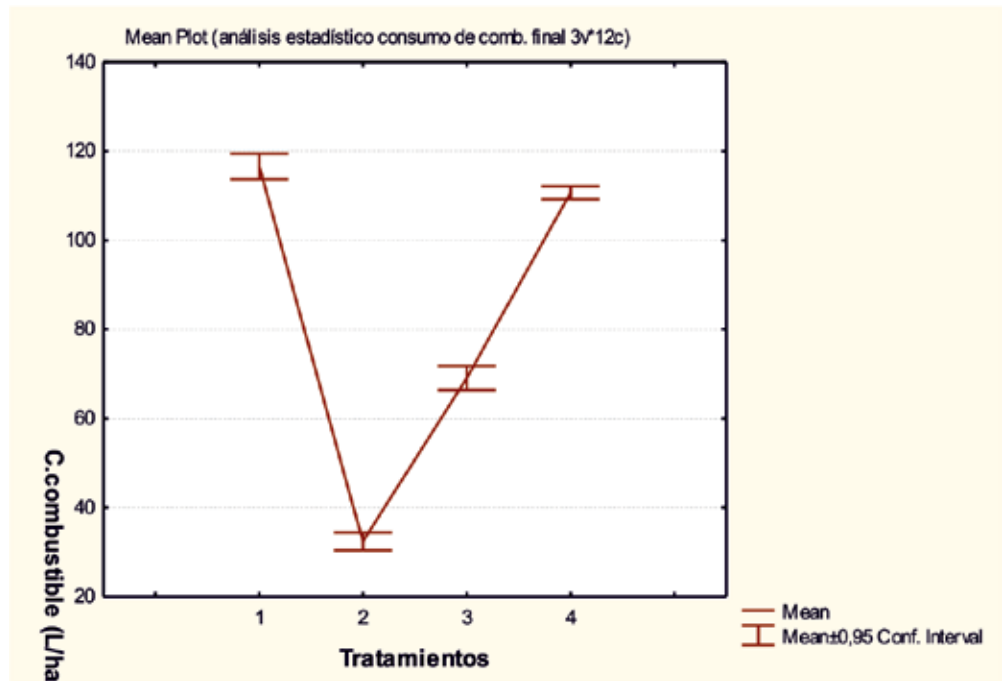
(2007) y Parra, (2009). El tractor T-150 K y la grada 2 046 kg tiene un consumo que se encuentra entre 17,5 y 21,5 L ha<sup>-1</sup> para primera, segunda y tercera pasadas, resultando inferior a lo planteado por Brizuela *et al.* (2006) que reportan para este conjunto un consumo entre 28,4 a 38,4 L ha<sup>-1</sup>.

En la aradura, el conjunto formado por el tractor MTZ-80 y el arado ADI-3 el consumo fue de 25,5 L ha<sup>-1</sup> resultando similar a lo planteado por Brizuela *et al.* (2006) con valores entre 21,5 y 29,2 L ha<sup>-1</sup>. En la labor de subsolado el valor obtenido coincide con lo obtenido por Brizuela *et al.* (2006) y es superior a los determinados por (Gutiérrez, 2006 y Arévalo, 2007). En la labor de fresado concuerda con lo logrado por Parra (2009) resultando superior a lo expresado por (Gutiérrez, 2006 y Arévalo, 2007).

**TABLA 2. Consumo de combustible por tecnologías**

| Tratamientos | Consumo de combustible (L ha <sup>-1</sup> ) |
|--------------|----------------------------------------------|
| T1           | 116,6 a                                      |
| T2           | 32,4 d                                       |
| T3           | 69,1 c                                       |
| T4           | 110,7 b                                      |

En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes (P<0,05).



**CONCLUSIONES**

- Los mejores resultados de productividad por hora de tiempo limpio (1,34 ha h<sup>-1</sup>) y de tiempo operativo (1,27 ha h<sup>-1</sup>) se alcanzaron en T2 (Tecnología de laboreo mínimo con Subsolador Bayamo Modificado y grada de discos), con diferencias significativas respecto al resto de las tecnologías evaluadas T1, T3 y T4.

- El menor consumo de combustible se obtuvo en T2 (Tecnología de laboreo mínimo con Subsolador Bayamo Modificado y grada de discos) con diferencias significativas respecto a T1, T3 y T4 al utilizar menor cantidad de conjuntos, menos labores, mayor productividad por hora de tiempo limpio. Se reduce el consumo en un porcentaje de un 72; 52 y 71 % respecto a T1, T3 y T4.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARÉVALO, Y.: *Evaluación tecnológico-explotativa de conjuntos de preparación de suelo para el cultivo de raíces y tubérculos en la UBPC "El Palmar" perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios "Paquito Rosales" en la campaña 2007-2008*, 68pp., Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Mecanizador Agropecuario), Universidad de Granma, Cuba, 2007.
2. BRIZUELA, S. M; A. RIOS y L. VILLARINO: *Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba*, Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), carretera de Fontanar al Wajay, Municipio Boyeros, La Habana, 2006
3. CADENA, Z.M., T. GAYTÁN: "Desempeño de implementos de labranza en términos de consumo de energía y calidad de trabajo", *Agraria Nueva Época*, Año I 1(3), México., 2004.
4. CHUDAKOV, D.A.: *Fundamentos de la teoría y el cálculo de tractores y automóviles*, Editorial MIR, Moscú, 1987.
5. IDEA: *Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola*, ISBN: 84-86850-93, Madrid, 2005.
6. IOFINOV, S. A.: *Explotación del parque de máquinas y tractores*, 124pp., UANL, México, 1990.
7. NRAG XX: 2005.: *Máquinas agrícolas y forestales, Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa de las máquinas e implementos agrícolas*. Vig. 2005.
8. PARRA, S. L.R. y H.B. VÁZQUEZ: Dispositivo para la medición de consumo de combustible, Fórum Nacional de Ciencia y Técnica, La Habana, Cuba, 1996.
9. PARRA, L.R.: *Influencia de cuatro sistemas de laboreo en las propiedades físicas de un fluvisol y en el balance energético en cultivos de raíces y tubérculos*, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2009.

# Programa de Investigación en Ingeniería Agrícola

Se realizan investigaciones en áreas de la Ingeniería Agrícola y Agroindustrial que plantean soluciones a problemas sectoriales o regionales de impacto nacional.

#### Líneas de investigación:

- Geohidrología
- Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola
- Sistemas y tecnologías para la mecanización
- Ingeniería y tecnología de alimentos

Se cuenta actualmente con máquinas para la cosecha del maíz, frijol, transplantadoras de piña, reventadora de amaranto, cosechadora de jamaica, cosechadora de cacahuete, sembradoras de precisión de diferentes tipos y capacidades.

#### Coordinar con:

Ing. Marco A. Rojas Martínez

#### Director del

Dpto. de Ing. Mecánica Agrícola  
Tel.: (595) 2 1500 ext. 5719

#### Dpto. de Irrigación

Tel.: (595) 2 1500 ext. 5690

**"Marcando el rumbo  
de la Ingeniería  
Agrícola en México,  
en el Tercer Milenio"**

**Universidad  
Autónoma  
Chapingo**

