

ARTÍCULO ORIGINAL

**Análisis de la productividad y el consumo
de combustible en conjuntos de labranza en un suelo
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)*

M.Sc. Hugo Berto Vázquez Milanés¹, Dr.C. Luis Raúl Parra Serrano¹, Dr.C. Víctor M. Sánchez-Girón Renedo^{II},
Dr.C. Juan Mato Tamayo¹, M.Sc. Alfonso Ortiz Rodríguez¹

¹ Universidad de Granma, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba.

^{II} Universidad Politécnica de Madrid, España.

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 Multiarado Bayamo Modificado y grada de discos: productividad por hora de tiempo limpio (1,34 ha·h⁻¹) y de tiempo operativo (1,27 ha·h⁻¹) con diferencias significativas respecto al resto de las tecnologías evaluadas, así como el menor consumo de combustible (32,4 L·ha⁻¹); 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 work was done in the UBPC “El Palmar” belonging to the miscellaneous crops enterprise “Paquito Rosales Benitez” Yara township, granma province. the research was conducted in the period April 2007 to January 2008, the analytical method used was the technique applied research and the fotocronometraje. Sets were evaluated tractor machine involved in the implementation of four tillage technologies (T1, T2, T3 and T4) for the cultivation of cassava, variety dwarf pink. There were five observations of the working day for each of the sets, evaluating fuel consumption and productivity. the best results of the indicators evaluated to machinery corresponded to minimum tillage technology with multiplow bayamo T2 and disc harrow modified: productivity per hour of clean time (1,34 ha·h⁻¹) and operating time (1,27 has h⁻¹) with significant differences from the rest of the technologies evaluated, as well as lower fuel consumption (32,4 L·ha⁻¹), it is reduced by a percentage of 72,52 and 71% compared to T1, T3 and T4.

Keywords: farming, productivity, fuel consumption.

INTRODUCCIÓN

La construcción del socialismo en Cuba contempló el rápido crecimiento de la productividad del trabajo en la agricultura. 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 Iofinov (1990) y Brizuela (2006), 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

Localización geográfica del área experimental

El trabajo se desarrolló en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “El Palmar” perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios “Paquito Rosales Benítez” de Veguitas, municipio de Yara, provincia de Granma.



FIGURA 1. Ubicación geográfica de la Empresa de Cultivos Varios “Paquito Rosales Benítez”.

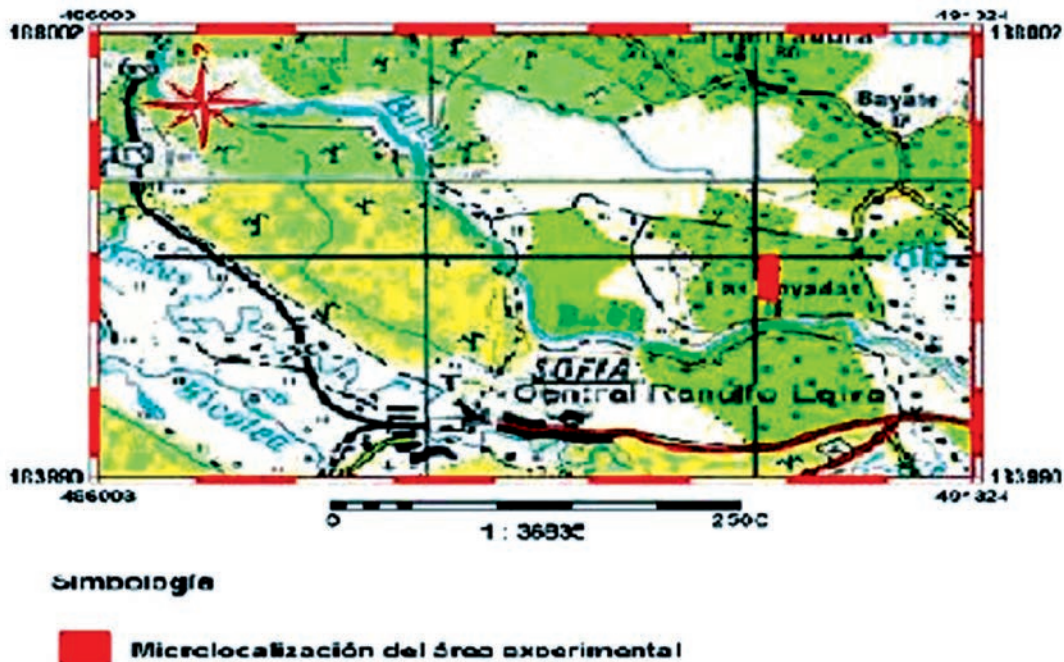


FIGURA 2. Microlocalización del área experimental.

Suelo del área experimental

La investigación se desarrolló en un *Fluvisol* según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba, medianamente profundo, relativamente llano, con grado de residuos ligero, sin pedregosidad y sin obstáculos, con una textura Loam arcilloso, un contenido de materia orgánica de 4%, un índice de pH de 7 y en tempero. Este suelo fue escogido por presentar la provincia de Granma el 32% del total de los *Fluvisoles* del país y la Empresa de Cultivos Varios donde se realizó el trabajo experimental el 70% de su superficie ocupada por éstos. Además presentar las mismas buenas características para el desarrollo del cultivo de la yuca.

Diseño del experimento

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres bloques y cuatro tratamientos (Figura 3), consistentes en tecnologías de preparación de suelo donde se realizaron los cronometrajes a los conjuntos para la determinación de las productividades. Siendo el tamaño de muestra n (cantidad de evaluaciones de la jornada laboral a los conjuntos) igual a cinco, siguiendo la ecuación:

$$n = \frac{\sum Ef}{T-1} \quad (1)$$

donde:

Ef -Número de evaluaciones finales.

$T-1$ -Número de tratamiento disminuido en uno.

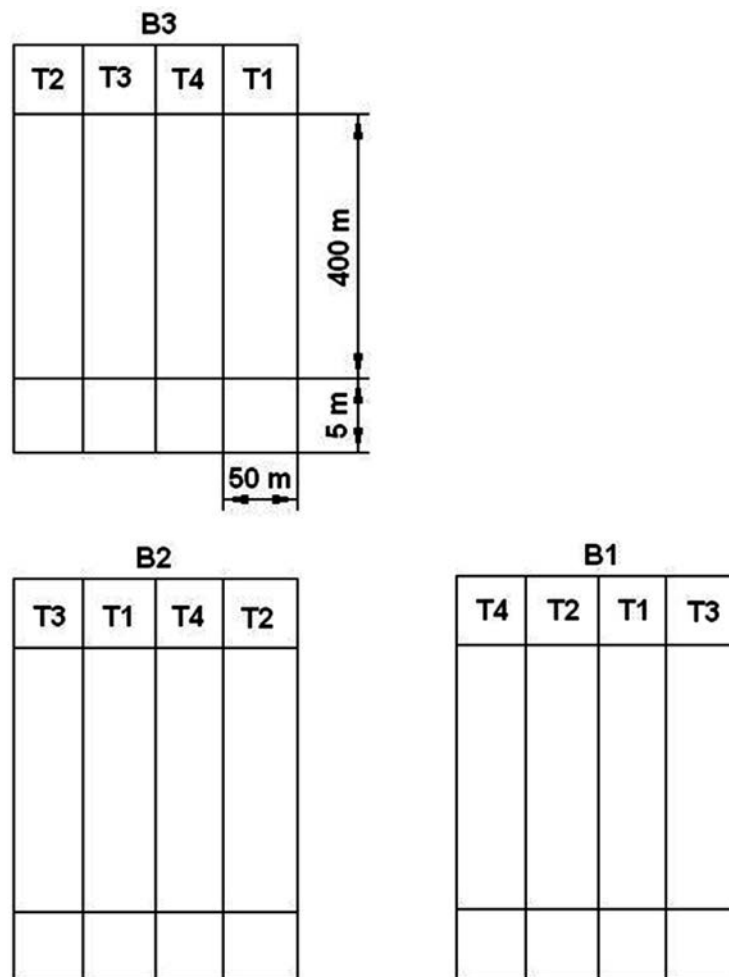


FIGURA 3. Esquema del diseño experimental.

donde:

T1-Tecnología de laboreo tradicional o convencional.

T2-Tecnología de laboreo mínimo con multiarado y grada de discos.

T3-Tecnología de laboreo mínimo con fresadora y subsolador.

T4-Tecnología de laboreo con subsolador y grada de discos.

Los bloques se situaron al azar: el B1 en el cuadrante número dos, el B2 en el cuadrante número uno y el B3 en el cuadrante número cuatro del área ocupada por la máquina de riego de pivote central Ballama. Las franjas o tratamientos tienen una longitud de 400 m y un ancho de 50 m. En cada uno se dispuso de 1 m de separación entre las parcelas experimentales y de cabezeras de 5 m de separación para permitir el viraje de la maquinaria.

Conjuntos máquina-tractor a evaluar por tecnologías

T1–Tecnología tradicional (cinco labores)

Rotura: se realizó con el agregado formado por el tractor MTZ-80 y el arado ADI-3M, a una profundidad de 20 cm.

Primera labor de gradeo: se realizó con el tractor T-150 K formando agregado con la grada de 1 500 kg a una profundidad de 14 cm.

Subsolado: se llevó a cabo con el agregado formado por el tractor T-150 K y el subsolador FN (4 órganos), realizando dos pasadas de forma perpendicular a una profundidad de 38 cm

Segunda labor de gradeo: se realizó con el tractor T-150 K formando agregado con la grada de 2 046 kg a una profundidad de 16 cm (cinco labores). En las Figuras 4 y 5 aparecen fotografías de los conjuntos utilizados en la tecnología de laboreo tradicional o convencional (T1).



Tractor MTZ-80 y ADI-3M.



Tractor T-150 K y G-2 046 kg.

FIGURA 4. Conjuntos utilizados en el sistema de laboreo tradicional T1 (arado y grada de discos).



Tractor T-150 K y subsolador FN.



Tractor T-150 K y G -1 500 kg.

FIGURA 5. Conjuntos utilizados en la tecnología de laboreo tradicional T1 (subsolador y grada de discos).

T2–Rotura con multiarado y gradeo (dos Labores)

Rotura: se efectuó con el agregado formado por el tractor T-150 K y el Multiarado Bayamo Modificado a una profundidad de 27 cm.

Primera labor de gradeo: se realizó con el tractor T-150 K formando agregado con la grada de 2 046 kg a una profundidad de 17 cm (dos labores). En la Figura 6 aparecen fotografías de los conjuntos utilizados en la tecnología de laboreo mínimo (T2).



Tractor T-150 K y Multiarado Bayamo Mod.



Tractor T-150 K y G-2 046 kg.

FIGURA 6. Conjuntos utilizados en la tecnología de laboreo mínimo con multiarado y grada de discos (T2).

T3–Subsolado y fresado (tres labores)

Subsolado: se efectuó con el agregado formado por el tractor T-150 K y el subsolador FN (4 órganos), realizando dos pasadas de forma perpendicular a una profundidad de 30 cm.

Fresado: se efectuó con el agregado formado por el tractor YUMZ-6AM y la fresadora CIMA Jaguar 1,60 a una profundidad de 10 cm (tres labores). En la Figura 7 aparecen fotografías de los conjuntos utilizados en la tecnología de laboreo mínimo (T3).



Tractor T-150 K y subsolador FN.



Tractor YUMZ- 6AM y fresadora.

FIGURA 7. Conjuntos utilizados en la tecnología de laboreo mínimo con fresadora y subsolador (T3).

T4–Subsolado y gradeo (cinco labores)

Primera labor de gradeo: se realizó con el tractor T-150 K formando agregado con la grada de 1 500 kg a una profundidad de 12 cm.

Segunda labor de gradeo: se realizó con el tractor T-150 K formando agregado con la grada de 2 046 kg a una profundidad de 14 cm.

Subsolado: se efectuó con el agregado formado por el tractor T-150 K y el subsolador FN (4 órganos), realizando dos pasadas de forma perpendicular a una profundidad de 33 cm.

Tercera labor de gradeo: se realizó con el tractor T -150 K formando agregado con la grada de 2 046 kg a una profundidad de 16 cm. En la Figura 8 aparecen fotografías de los conjuntos utilizados en la tecnología propuesta por MINAG (T4).



Tractor T-150 K y Subs. FN.



Tractor T-150 K y G- 2 046 kg.



Tractor T-150 K y G- 1 500 kg.

FIGURA 8. Conjuntos utilizados en la tecnología propuesta por MINAG (T4).

Se realizó un análisis de varianza con los datos experimentales obtenidos de la evaluación de los conjuntos en cada tratamiento para la productividad y el consumo de combustible. El procesamiento de los datos se realizó con el programa STATISTICA versión 6.0. Cuando se detectaron diferencias significativas entre las medias de cada variable estudiada se procede a la separación de las mismas y se comprobó aplicando la prueba de rangos múltiples de Duncan para $p < 0,05$.

Para la determinación de la productividad se tuvo en cuenta la norma NRAG XX1: 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. (Figura 9).



FIGURA 9. Depósito aforado para determinar consumo de combustible.

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⁻¹); la que supera a las restantes, debido a que en ésta se aplican solamente dos labores, las cuales consistieron en roturación con multiarado 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 explotativo	0,72c	0,81a	0,69d	0,76b

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

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⁻¹) 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 Arévalo, (2007).

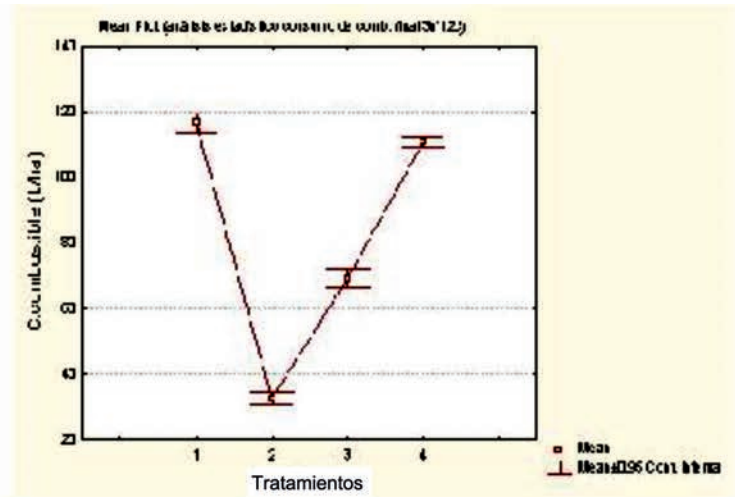
Al analizar el conjunto formado por el tractor T-150 K y el Multiarado Bayamo Modificado se aprecia que tiene un consumo de 14,9 L·ha⁻¹ muy cercano a los obtenidos por Cadena-Zapata (2004), de 12,4 L·ha⁻¹ para suelos arcillosos empleando conjuntos de 30 kN en la labor de multiarado, lo cual coincide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

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

TABLA 2. Consumo de combustible por tecnologías

Tratamientos	Consumo de combustible (L·ha ⁻¹)
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⁻¹) y de tiempo operativo (1,27 ha·h⁻¹) se alcanzaron en T2 (Tecnología de laboreo mínimo con Multiarado 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 Multiarado 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.

COLABORADOR

M.Sc. Alexis Liens Zambrano, a quien se le agradece su participación en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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*, 68pp., **Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Mecanizador Agropecuario)**, Universidad de Granma, 2007.
- BRIZUELA, S. M.; A. RIOS y L. VILLARINO: *Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba*, Ed. IIMA-MINAG, La Habana, Cuba, 2006.
- CADENA, Z. M. y T. GAYTÁN: “Desempeño de implementos de labranza en términos de consumo de energía y calidad de trabajo”, *Agraria Nueva Época*, 1(3): 2004.
- CHUDAKOV, D. A.: *Fundamentos de la teoría y el cálculo de tractores y automóviles*, Ed. MIR, Moscú, 1987.
- IDAE: *Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola*, Madrid, 2005.
- IOFINOV, S. A.: *Explotación del parque de máquinas y tractores*, Ed. UANL, México, 1990.
- NC XX1:2005: *Metodología para la Evaluación Tecnológico-Explotativa. Máquinas Agrícolas y Forestales*, Norma Ramal MINAG, Vig. 2005.
- 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 de Doctor en Ciencias Agrícolas)**, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, España, 2009.
- PARRA, S. L.R. y H.B. VÁZQUEZ: Dispositivo para la medición de consumo de combustible. En: **Fórum Nacional de Ciencia y Técnica**, La Habana. 1996.
- VÁZQUEZ, M. H.B.: *Análisis de la explotación de los conjuntos de labranza y balance energético en el cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz)*, **Tesis (en opción al título de Master en Mecanización Agrícola)**, Universidad de Granma, Cuba, 2010.

Recibido: 14 de octubre de 2011 / **Aprobado:** 22 de diciembre de 2012.

Hugo Berto Vázquez Milanés, Profesor Auxiliar de la Universidad de Granma, carretera a Manzanillo km 17^{1/2}, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba. Apdo. postal 85100, Correo electrónico: hvazquezm@udg.co.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.