**AGROCENTRO**

**IX SIMPOSIO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**Título**

**Evaluación de Tecnologías de Labranza Tradicionales y de Laboreo Mínimo y Conservación para el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en un *Fluvisol.***

***Title***

***Evaluation of traditinal tecnologies and minimun tillage and conservation for cassava (Manihot esculenta Crantz) in the Fluvisol.***

Dr.C. Hugo Berto Vázquez Milanés1, Dr. C. Luis Raúl Parra Serrano 2 y Dr. C. Víctor Sánchez-Girón Renedo 3

1 Facultad de Ciencias Técnicas (Universidad de Granma)

E-mailhvazquezm@udg.co.cu

2 Facultad de Ciencias Técnicas (Universidad de Granma)

E-maillparras@udg.co.cu

 3 Departamento de Ingeniería Rural (Universidad Politécnica de Madrid)

E-mailvictor.sanchezgiron@upm.es

RESUMEN:

El trabajo se desarrolló en la Unidad Básica de Producción Cooperativa “El Palmar” perteneciente a la Empresa Agropecuaria "Paquito Rosales Benítez" del municipio de Yara, provincia de Granma, Cuba. Se evaluaron los conjuntos tractor-apero que intervienen en la realización de cuatro sistemas de labranza para el cultivo de la yuca, variedad Enana Rosada. Se realizaron cinco observaciones de la jornada laboral para cada uno de los conjuntos tractor-apero de cada sistema de laboreo en tres campañas, evaluando el consumo de combustible, las diferentes productividades, los índices y coeficientes tecnológicos y de explotación y el rendimiento del cultivo. Los mejores resultados relacionados con los indicadores evaluados a la maquinaria correspondieron al sistema de laboreo mínimo T2, el cual presenta la mejor 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 los sistemas de labranza evaluados; así como el menor consumo de combustible (32,4 L ha-1).

Palabras Claves: Explotación, productividad, suelo, multiarado.

**ABSTRACT**

The work was developed in the Basic Unit of Cooperative Production "El Palmar" belonging to the agricultural farm "Paquito Rosales Benitez" in the municipality of Yara, Granma Province, Cuba. Were evaluated tractor-implement sets involved in the completion of four tillage systems for cassava, Pink Dwarf variety. Five observations of the working day for each tractor-implement sets of each tillage system in three seasons were performed, evaluating fuel consumption, different productivities, indexes and technological and operational factors, The best results related to evaluated machinery indicators corresponded to T2 minimum tillage system, which presents the best productivity per hour clean time (1.34 ha h-1) and operating time (1.27 ha h-1), with significant differences compared to other tillage systems evaluated; as well as lower fuel consumption (32.4 L ha-1)

Keys Words: Exploitation, productivity, soil, multiplow

INTRODUCCIÓN.

Ortiz-Cañavate, (2003); Leyva (2009; Parra (2009); Olivet (2010) declaran que la labranza tradicional es una tecnología obsoleta y su utilización tendrá que disminuir en la medida en que se desarrollen nuevos sistemas de labranza, ya que influye en uno de los principales problemas ambientales existentes en el mundo y en Cuba, como es la degradación de los suelos que afecta en todo el mundo a más de 1 200 106 ha. Gutiérrez (2007) se refiere a que 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 agregados, 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 costes de trabajo.

Se ha demostrado que el consumo de combustible depende de las condiciones de trabajo del conjunto máquina tractor (tipo y condiciones de los suelos, relieve y superficie de la parcela que se labora, estado técnico del conjunto), por lo que podemos afirmar que el consumo es directamente proporcional al estado técnico de la maquinaria y al diseño y construcción del motor, así como de la forma en que el hombre la utiliza (Jróbostov, 1977).

Constituyeel objetivo principal de este trabajo: Comparar cuatro sistemas de laboreo, en los que se emplean diferentes conjuntos tractor-apero, en el cultivo de la yuca, evaluando los indicadores tecnológicos y de explotación de cada uno de ellos y el rendimiento agrícola del cultivo.

**MATERIALES Y MÉTODOS.**

En este experimento se consideraron cuatro sistemas de laboreo diferentes para preparar el suelo donde se plantan las estacas de yuca, se realizó un estudio tecnológico y de explotación a los conjuntos tractor-apero y se determinó el rendimiento del cultivo.

### Localización geográfica del área experimental

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

### Suelo del área experimental

La investigación se desarrolló en un *Fluvisol* según la Nueva Clasificación Genética de los suelos de Cuba (ONE, 2006 y FAO, 2006).

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres bloques y cuatro tratamientos, consistentes en sistemas de labranza, donde se realizaron los cronometrajes a los conjuntos para la determinación de los índices, coeficientes tecnológicos y de explotación, sus productividades y el rendimiento agrícola del cultivo.



Figura 3.1. Esquema del diseño experimental.

donde:

T1 – Sistema de labranza tradicional o convencional.

T2 – Sistema de labranza mínima con escarificador con saetas y grada de discos.

T3 – Sistema de labranza mínima con escarificador y fresadora.

T4 – Sistema de labranza con escarificador 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 cabeceras de 5 m de separación para permitir el viraje de la maquinaria.

### Conjuntos máquina-tractor evaluados por sistemas de labranza

*T1 – Sistema de labranza 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. Escarificado: se llevó a cabo con el agregado formado por el tractor T-150 K y el escarificador 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 la Figura 3.3 aparecen fotografías de los conjuntos utilizados en el sistema de labranza tradicional o convencional (T1).

*T2 – Sistema de labranza con escarificador con saetas y gradeo (dos labores)*

Rotura: se efectuó con el agregado formado por el tractor T-150 K y el escarificador con saetas 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 3.3 aparecen fotografías de los conjuntos utilizados en el sistema de labranza de labranza mínima (T2).

*T3 – Sistema de labranza con* *escarificado y fresado (tres labores)*

Escarificado: se efectuó con el agregado formado por el tractor T-150 K y el escarificador 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 3.3 aparecen fotografías de los conjuntos utilizados en el sistema de labranza mínima (T3).

*T4 – Sistema de labranza* *con escarificado 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. Escarificado: se efectuó con el agregado formado por el tractor T-150 K y el escarificador 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.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 100_9943 | 100_8912 Labor Multiarado T2 Boniato |
| Tractor MTZ-80 y arado ADI-3M | Tractor T 150K y escarificador FN (4 órg) | Tractor T 150K y escarificador con saetas |
| 100_8930 Gradeo T2 Boniato.JPG | 100_9959.JPG | 100_5627.JPG |
| Tractor T 150K y grada 2 046 kg | Tractor YUMZ- 6AM y fresadora CIMA- 1,60 | Tractor T 150K y grada 1 500 kg |
| Figura 3.3. Conjuntos utilizados en los sistemas de labranza. |

Se realizó un análisis de varianza con los datos experimentales obtenidos de la evaluación de los conjuntos en cada tratamiento para la productividad. el consumo de combustible y el rendimiento del cultivo. 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*.

###

### Evaluación tecnológica y de explotación

 Se evaluó cada conjunto por labores en los sistemas de labranza teniendo en cuenta la norma ramal del Ministerio de la Agricultura, NRAG XX1: 2005.

El consumo de combustible se determinó con un depósito aforado descrito por Chudakov, (1987) y construido por Vázquez y Parra, (1996) con precisión de 0,01 L. Se realizaron en cada operación 30 observaciones.

El patinaje o resbalamiento se determinó según la metodología planteada por Chudakov (1977).

### Determinación de la densidad y humedad del suelo

Para la determinación de la densidad del suelo se empleó el método de cilindros cortantes y de volumen constante de relación diámetro/altura mayor a 1 (Ortiz, 2012),

### Determinación de la profundidad de trabajo

La profundidad de trabajo se determinósegún lo planteado por Ortíz, 2012***.***

### Determinación de la anchura real de trabajo

##  La anchura real de trabajo se determinó según lo planteado por Ortíz, 2012.

### Determinación de la velocidad de trabajo real del conjunto

La velocidad real de trabajo se calculó según Gutiérrez *et al*., 2007; IIMA, 2012):

**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**.

### Capacidad de trabajo o productividades por sistemas de labranza

En la tabla 4.1 se muestra la capacidad de trabajo de los conjuntos para cada uno de los sistemas de labranza evaluados.

Tabla 4.1. Capacidad de trabajo por sistemas de labranza (ha h**-**1).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Capacidad de trabajo | 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).*

Como se puede observar se destaca por sus resultados el sistema de labranza T2 en el comportamiento de la capacidad de trabajo por hora de tiempo limpio, (1,34 ha h**-**1); la que supera a las restantes, debido a que en ésta se aplican solamente dos labores de preparación de suelo, las cuales consistieron en roturación con escarificador con saetas 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 éste sistema con los restantes (T1, T3, T4), no hay diferencia significativa entre T1 y T3. En los demás la influencia estuvo dada por el mayor número de labores.

Se aprecian resultados con diferencias significativas en T2 relacionados con el resto de las capacidades de trabajo como: por hora de tiempo operativo; productivo, sin fallos y explotativo, la que supera a las restantes, debido a que el conjunto formado por el tractor T-150 K y la grada 2 046 kg en la labor de gradeo, el tiempo de viraje está incluido en el tiempo principal motivado porque el método de movimiento es circular, y para el conjunto formado por el tractor T-150 K y escarificador con saetas el método de movimiento empleado es en lanzadera y el tipo de viraje es en lazo en forma de pera. Al aumentar el número de labores en las tecnologías T1 y T4, la ocurrencia de paradas para la eliminación de fallas aumentó así como el tiempo de mantenimiento técnico. En T2 los órganos de trabajo del escarificador con saetas son rígidos y la ocurrencia de fallas es muy baja. En los sistemas de labranza con mayor número de labores, el tiempo auxiliar que hay que invertir es mayor, así como las operaciones de mantenimiento son más complejas y se requiere de mayores tiempos de traslados en vacío. El sistema de labranza T3 está compuesto por tres labores, la mayor afectación estuvo dada en la labor de fresado la cual redujo el tiempo limpio por su baja velocidad de trabajo, el tiempo auxiliar empleado para la puesta en marcha afectó el tiempo explotativo, el de mantenimiento diario a la máquina es complejo e incrementa su tiempo, así como la ampliación de las pérdidas de tiempo para la eliminación de fallas, ocurridas fundamentalmente en la unión cardánica. Resultados similares fueron obtenidos y reportados por Arévalo, (2007); López y Suárez, 2009 y Vázquez, (2010,2013).Kichlr *et al*. (2011) al estudiar el efecto de la selección de los escalones de marcha en el rendimiento y el coste de combustible en un tractor John Deere 8300 durante las operaciones profundas de labranza de un subsolador, señalan que a profundidades de 26 cm y velocidades de 3,0; 5,8 y 8,3 km h-1 respectivamente, obtuvieron productividades de 1,61; 3,11 y 8,3 ha h-1 en ese mismo orden, destacándose por sus mejores resultados la última variante, dada por su mayor velocidad de trabajo.

###

### Consumo de combustible

Al utilizar los mismos conjuntos en igual tipo de suelo para los tres bloques, los resultados fueron similares, por lo cual se tomaron los valores promedios de cada sistema de labranza para el análisis. El menor consumo de combustible correspondió a T2 (32,4 L ha-1) con diferencias significativas con un grado de significación *(p<0,05)* respecto a T1, T3 y T4 al utilizar menor cantidad de conjuntos, menos labores, mayor capacidad de trabajo 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); Sin embargo al analizar los consumos de combustible por los conjuntos evaluados se puede apreciar que el conjunto formado por el tractor T-150 K y el escarificador con saetas tiene un consumo de 14,9 L ha-1 muy cercano a los obtenidos por Cadena-Zapata (2004) de 12,41 L ha-1 para suelos arcillosos empleando conjuntos de 30 kN en la labor de rotura con escarificador con saetas, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Gutiérrez, (2006); Arévalo, (2007), Parra, (2009) y Vázquez (2010). 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 plantean para este conjunto un consumo entre 28,41 a 38,43 L ha-1.

Tabla 4.2. Consumo de combustible total por tecnologías.

|  |  |
| --- | --- |
| Tratamientos | C. 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).*

En la labor de 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) los que plantean valores entre 21,5 y 29,2 L ha-1. En la labor de escarificado el valor obtenido coincide con lo planteado por Brizuela *et al*. (2006) y es superior a los determinados por (Gutiérrez, 2006 y Arévalo, 2007). En la labor de fresado coincide con lo planteado por Parra (2009) y es superior a lo expresado por (Gutiérrez, 2006 y Arévalo, 2007). Klimenko, *et al.* (2010), plantean un decrecimiento del consumo de combustible en un 70 % al emplear cultivador KFU con relación al uso del tradicional.

###

### Coeficientes tecnológicos y de explotación

Como se muestra en la Tabla 4.3 el mayor resultado del coeficiente de pasadas de trabajo 0,94 correspondió a T2, en la cual para la rotura con el escarificador con saetas se utilizó el método de movimiento de lanzadera y el tipo de viraje de lazo en forma de pera. Para la labor de gradeo se utilizó el método de movimiento circular, el tiempo de viraje está incluido dentro del tiempo limpio.

| Tabla. 4.3. Comportamiento de los coeficientes tecnológicos y de explotación de los diferentes sistemas de labranza evaluados.  |
| --- |
| Denominación | Símb. | Sistemas de labranza |
| T1 | T2 | T3 | T4 |
| Coeficiente de pases de trabajo  | K21 | 0,89 | 0,94 | 0,78 | 0,88 |
| Coeficiente de servicio tecnológico | K23 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| Coeficiente de mantenimiento técnico. | K3 | 0,81 | 0,87 | 0,74 | 0,79 |
| Coeficiente de seguridad tecnológica. | K41 | 0,90 | 0, 99 | 0,71 | 0 ,93 |
| Coeficiente de seguridad técnica  | K42 | 0,91 | 0,98 | 0,93 | 0,92 |
| Coeficiente de utilización del tiempo explotativo. | K07 | 0,71 | 0,87 | 0,69 | 0,73 |
| Coeficiente de utilización del tiempo productivo. | K | 0,76 | 0,86 | 0,81 | 0,79 |

El coeficiente de servicio tecnológico K23, mantuvo un comportamiento similar para los cuatro sistemas de labranza. El coeficiente de utilización del tiempo explotativo K07, en T3 fue ligeramente inferior al valor mínimo del rango (0,7 a 0,95) planteado por (González, 1993). En T1 y T4 se comportaron dentro del rango establecido, obteniéndose el mayor resultado (0,87) para T2, en la cual los tiempos no productivos obtuvieron sus menores valores, por tanto el coeficiente de utilización del tiempo productivo Kobtuvo su mayor valor (0,86) en esta tecnología. El coeficiente de mantenimiento técnico K3 en T2 es de 0,87 superando al resto de los Sistemas de labranza evaluados, motivado porque el escarificador con saetas es un apero muy fiable, de órganos de trabajo rígidos que requiere un mantenimiento muy simple que se basa solamente en la revisión y en caso necesario el ajuste de los pernos. En el resto de los sistemas de labranza, las máquinas poseen rodamientos y elementos móviles que requieren lubricación, así como un mayor número de operaciones de mantenimiento.

### Indicadores tecnológicos y de explotación

Tabla 4.4. Análisis de los indicadores tecnológicos y de explotación de los conjuntos.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Denominación | Coef. Aprov.del tiempo (τ) | Coef. Aprov. del ancho de trabajo(ξAk) | Coef. Aprov.de la velocidad (ξV) | Patinaje% |
| T150 K - grada 1 500 kg  | 0,71 | 0,98 | 0,89 | 4,5 |
| T150 K - grada 2 046 kg | 0,75 | 0,97 | 0,92 | 6,5 |
| T150 K - esc. FN (4 órg.) | 0,64 | 1,28 | 0,89 | 12,8 |
| T150 K - esc. con saetas. | 0,77 | 1,20 | 0,88 | 14,1 |
| MTZ-80 y ADI-3M | 0,67 | 0,90 | 0,69 | 16,9 |
| YUMZ 6AM y Fresadora CIMA Jaguar | 0,65 | 0,95 | 0,71 | 6,3 |

En la tabla 4.4 se puede observar que el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de la jornada laboral mantuvo un adecuado comportamiento en los agregados formados por el tractor T-150 K y la grada 1 500 kg, 2 046 kg y multiarado. González (1993) acerca del tema plantea que en dependencia de las condiciones y la complejidad del proceso el valordel coeficiente **(**τ)oscila entre 0,70 a 0,95. Los valores obtenidos son cercanos a los reportados por Borman (1991) el cual refiere un coeficiente de utilización del tiempo limpio de 0,73. Para la labor de multiarado Gutiérrez *et al*. (2004) reportan un coeficiente (τ) de 0,8, coincidiendo con lo planteado por Garrido (1984) para órganos de trabajo pasivos, siendo superior a los obtenidos para las condiciones de la UBPC “El Palmar” con el conjunto T-150 K y el escarificador con saetas en la labor de rotura. Para la labor de aradura Gutiérrez (2007) en pasadas de trabajo de 400 m de longitud destaca un valor de éste coeficiente de 0,76; superior a los obtenidos por el conjunto MTZ-80 y ADI-3 que fue de 0,67; hay coincidencia con los resultados señalados por (Gutiérrez, 2006 y Arévalo, 2007) .El coeficiente de aprovechamiento de la velocidad mostró un comportamiento más desfavorable en los conjuntos formados por el tractor MTZ-80 y ADI-3M así como YUMZ-6AM y la fresadora CIMA con valores de 0,69 y 0,71; según Jróbostov (1977) éste coeficiente se encuentra entre 0 y 1, mientras más se aproxime a la unidad es mejor.

El coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo (ξAk), según González (1993) debe estar entre 0,9 y 0,99. Para el conjunto T-150 K y el escarificador FN (4 órganos), el valor es superior a la unidad debido a que el operador dejaba espacios sin laborar influyendo negativamente en la calidad de la labor, dado por la carencia de órganos marcadores. El conjunto T-150 K y el escarificador con saetas tiene un valor de 1,2 motivado a que el ancho real de trabajo superaba el ancho constructivo, es decir que el suelo removido por los órganos de trabajo alcanzaba hasta 2,5 m. Gutiérrez (2006) y Arévalo (2007) plantean resultados similares para este conjunto.

Como se puede observar, el patinaje o resbalamiento en el conjunto formado por el tractor MTZ-80 y el arado ADI-3 es superior al 16 % planteado por Chudakov (1987); así como lo expresado por ASAE (1998) para suelo compactado que debe estar entre 8 y 10 %, en cambio se encuentra dentro del rango del 8 al 20 % citado por Jróbostov (1977) para los tractores de ruedas. Se considera que el patinaje del conjunto en la labor de aradura es elevado. En el conjunto T-150 K y el escarificador con saetas se obtuvo un valor de 14,1 % , el cual se considera ligeramente alto, ya que supera el 12 % planteado por Chudakov (1987) aunque coincide con Arévalo (2007) el que refiere valores del 14 % empleando el conjunto T-150 K y el escarificador con saetas de 30 kN para este mismo suelo. Cadena Zapata (2004) determinó para el tractor 4x4 formando agregado con el escarificador alado de 30 kN un patinaje de 8 a 18 %. Los resultados del conjunto YUMZ-6AM y la Fresadora Jaguar 1,60 presenta ese comportamiento de un bajo deslizamiento motivado porque los órganos de trabajo de la fresadora agrícola son activos y favorecen el desplazamiento del conjunto; refieren resultados similares (Vázquez, 2007, 2013; Arévalo, 2007; López y Suárez, 2009).

### Rendimiento agrícola del cultivo

En la tabla 4.5se puede observar que los mejores rendimientos agrícolas del cultivo de la yuca se presentan en T2 con diferencia significativa respecto a los demás, siendo un 28; 35 y 46 % superior a T3, T4 y T1.El mayor valor obtenido en el tratamiento T2 (13,9 t ha-1), es un 30 % inferior del menor límite de las potencialidades del cultivo (20 hasta 50 t ha-1) (INIVIT, 2003). Siendo ligeramente inferior a los resultados promedio alcanzados en los principales países productores, Pimentel (2007; 2009); un 36 % mayor que los reportados en Granma con laboreo convencional por Estrada y Argentel (2008) para la variedad estudiada y un 7 % superior al mejor resultado en la provincia de Villa Clara obtenidos por Milián *et al*. (2000). Los menores resultados se obtuvieron en T1, que es precisamente el sistema de labranza tradicional y que se utiliza en la cooperativa.

 Tabla 4.5. Rendimiento agrícola del cultivo de la yuca

|  |  |
| --- | --- |
| Tratamiento | Rendimiento (t ha-1) |
| T1 | 7,5b |
| T2 | 13,9a |
| T3 | 10,0b |
| T4 | 9,0b |

 En una columna las cifras seguidas por la misma

 letra minúscula no son significativamente diferentes (*p<0,05*).

###

**Conclusiones.**

1. Los mejores resultados de los indicadores evaluados, y de los coeficientes tecnológicos y de explotación, correspondieron al sistema de labranza mínima con multiarado y grada de discos, T2; así como los de productividad de trabajo 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 los sistemas de labranza evaluados T1, T3 y T4.

2. El menor consumo de combustible correspondió a T2 con diferencias significativas respecto a T1, T3 y T4, ya que en él se emplean la menor cantidad de conjuntos y se efectúan el menor número de labores. Puesto que estas labores alcanzan la mayor productividad por hora de tiempo limpio; se reduce el consumo de combustible en un 72; 52 y 71 % con respecto a T1, T3 y T4.

3. Los mayores rendimientos agrícolas del cultivo se obtuvieron en T2 con diferencias significativas del 46; 28; 35 % con respecto a T1, T3 y T4 respectivamente.

# RECOMENDACIONES

1. Aplicar el sistema de labranza mínima basada en el empleo del escarificador con saetas y grada de discos (T2) para la preparación del suelo para el cultivo de la yuca en *Fluvisoles.*

# BIBLIOGRAFÍA

Arévalo, Y., 2007. 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 Benítez” en la campaña 2007-2008. 68 pp., Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Mecanizador Agropecuario), Universidad de Granma.

Borman, J., 1991. Acerca de la metodología de investigación para experimentos tecnológicos de gran escala en la preparación de suelo para el cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 3, No 1/91.

Cock, J., 1997. La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional. CIAT. Cali. Colombia.

FAO, 2006. World reference base for soil resources. (WRB). A framework for international classification, correlation and communication. World soil resources reports.

Garrido, J., 1984. Implementos, máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación, editorial científico Técnica. La Habana. pp.412.

Gutiérrez R.F, 1996. Explotación del Parque de Tractores y Máquinas. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Agronomía. México. 118p.

Gutiérrez R.F, Iofinov, S., Serrano, M., 2007. Fundamentos para la investigación, administración y explotación de la maquinaria agrícola. Universidad Autónoma del Estado de México. Co. Editorial de México S. A.

IIMA. 2012. Instituto de Investigaciones de mecanización Agropecuaria. La Habana. Cuba.

INIVIT, 2003. INIVIT Y-93-4: Nuevo clon de Yuca para Cuba.

Jróbostov, S.N., 1977. Explotación del Parque de Tractores y Máquinas. Moscú. Editorial Mir, 552p.

Kichlr, C.M., Fulton, J.P., Raper, R.L., McDonald, T.P., Zech, W.C., 2011. Effects of trasnmission gear selection on tractor perfomance and fuel costs during deep tillage operations. Soil & Tillage Research 113: 105-111.

Klimenko, V.I.; Somsonov,V.L.; 2010. Efficiency of the use of universal cultivators for soil tillage at differents depths. State Academy of Agriculture, Gorki. Belarus.

Leyva, O., 2009. Fundamentación de una tecnología para laboreo mínimo de suelos vertisoles basada en la aplicación de una máquina compleja en caña de azúcar. Tesis Doctoral. Universidad Agraria de La Habana, La Habana, 188 pp.

NC XX1:2005. Metodología para la Evaluación Tecnológico – Explotativa. Máquinas Agrícolas y Forestales. Norma Ramal MINAG.

Olivet, Y.E. 2010.Efecto de tres sistemas de labranza en las propiedades físicas y en el consumo energético para el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en un *Vertisol*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, España, 135 pp.

ONE, 2006a. (Oficina Nacional de Estadística. Cuba). El Clima de Cuba. Características generales.

ONE, 2006b. (Oficina Nacional de Estadística. Cuba). Clasificación genética de los suelos de Cuba.

Ortiz- Cañavate, J., 2003. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid. 526 p.

Ortiz, A. 2012. Fundamentación del conjunto tractor-apero para la labor de surcado y su influencia en el consumo energético en cultivos de raíces y tubérculos. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, España, 85 pp.

Parra, L.R., 2009. 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 Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, España, 178 pp.

Vázquez Milanés, H.B., Parra Serrano, L.R., , 1996. Dispositivo para la medición de consumo de combustible. Fórum Nacional de Ciencia y Técnica. La Habana.