

**Original**

**Evaluación explotativa y energética de dos tractores de alta y media potencia en la labranza del suelo para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.)**

**Exploitative and energetic evaluation of two high and medium power tractors in the tillage of corn cultivation soil (*Zea mays* L.)**

**Hilde Lores de la Paz**, estudiante de 5to año del Grupo científico de Laboreo del Suelo y Energía Agrícola de la carrera de Ingeniería Agrícola, Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad de Granma, Cuba, [hloresd@estudiantes.udg.co.cu](mailto:hloresd@estudiantes.udg.co.cu)

**Dr. C. Yosvel Enrique Olivet Rodríguez**, Prof. Titular e Inv. de la Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, Cuba, [yolivetr@udg.co.cu](mailto:yolivetr@udg.co.cu)

Recibido: 18-de junio de 2019 / Aceptado: 25 de septiembre de 2019

**Resumen**

El presente trabajo se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) 14 de junio, perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios Paquito Rosales Benítez del Municipio Yara, provincia de Granma, Cuba. El mismo se llevó a cabo con objetivo de evaluar de forma explotativa y energética dos tractores (tractor de media potencia, T1 y tractor de alta potencia, T2), en la preparación de suelo para el cultivo del maíz. Teniendo como resultado que el T2 fue el que alcanzó la mayor productividad por hora de tiempo limpio ( $W_1=1,25 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ), operativo ( $W_{02}=1,00 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ), productivo ( $W_{04}=0,48$ ), tiempo sin fallos ( $W_t=0,27 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ) y explotación ( $W_{07}= 0,23 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ) con respecto a T1. Este último con los menores valores de consumo de energía de uso directo ( $704,45 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e indirecto ( $727,50 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y de energía de entrada (*Input*)  $1\ 066,42 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$  con relación a T2. Mostrando T2 el mayor gasto directo de explotación  $450,09 \text{ CUP}\cdot\text{ha}^{-1}$  con respecto a T1 ( $355,00 \text{ CUP}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

**Palabras claves:** productividad; energía de uso directo e indirecto; suelo

**Abstract**

The present work was carried out in the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) "14 de Junio", belonging to Paquito Rosales Benítez Miscellaneous Crops Company of Yara Municipality, province of Granma, Cuba. It was carried out with the objective of making the exploitative and energetic evaluation of two tractors (medium power tractor,

T1 and high power tractor, T2) in the preparation of soil for the cultivation of corn. As a result T2 was the one that reached the highest productivity per hour of clean ( $W1 = 1.25 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ), operative ( $W02 = 1.00 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ) and productive ( $W04 = 0,48 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ) time; as well as time without failures ( $Wt = 0.27 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ) and exploitation ( $W07 = 0.23 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ) with respect to T1, which presented the lowest energy consumption values for direct ( $704.45 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and indirect ( $727.50 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) use and input energy (*Input*)  $1\ 066.42 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$  in relation to T2. However, T2 showed the highest direct operating expense  $450.09 \text{ CUP}\cdot\text{ha}^{-1}$  with respect to T1 ( $355.00$ )  $\text{CUP}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

**Key words:** productivity; direct and indirect use energy; soil

### **Introducción**

La necesidad actual de tener una agricultura totalmente mecanizada y sostenible, ha conllevado la necesidad de aplicar diferentes técnicas de laboreo con vista a aumentar los rendimientos agrícolas en cantidades considerables que satisfaga la demanda del país y de las exportaciones (Olivet *et al.*, 2014).

La labranza es una de las actividades más usadas por el hombre para el control de las malezas y la creación de un lecho de siembra apropiado para las futuras plantas. El empleo de las máquinas agrícolas depende de las condiciones del suelo. Los trabajos mecanizados crean las condiciones para el desarrollo de la producción agrícola, además facilitan el trabajo y lo hacen más rentable. Ya que, la amplia mecanización e intensificación de la producción constituye un camino fundamental para el desarrollo ulterior de la agricultura y la satisfacción de las necesidades crecientes de la población en productos agrícolas (Parra y Hernánz, 2010; Olivet *et al.*, 2012).

Actualmente, los sistemas de labranza tradicionales presentan un consumo de combustible de  $60$  a  $80 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , mientras que los sistemas de labranza reducida pueden llegar a suponer un ahorro significativo en términos de energía sin poner en riesgo la productividad de los cultivos (Lal *et al.*, 1990). El combustible que se consume al realizar una determinada labor de cultivo depende de una serie de variables entre las que podemos destacar el tipo de suelo y su estado o condición en el momento de ser labrado, la potencia del tractor, el apero utilizado y la profundidad en que trabaja (Aliaga, 2012). Sin embargo, existen condiciones para mejorar este incremento de manera sostenible, pero los productores se aferran a seguir imponiendo sus

tradicionales métodos de siembra, sin tener en cuenta las especificaciones agrotécnicas de los cultivos, así como el consumo energético y los gastos económicos que estos generan (Atencio, 2011).

La demanda de energía en la agricultura ha aumentado considerablemente desde la finalización de la segunda guerra mundial por efecto de la creciente mecanización de los cultivos y por la introducción de variedades altamente productivas (Canakci y Akinci, 2006). Lo más importante para lograr la eficiencia energética de una empresa no es solo tener un plan de ahorro de energía, sino que exista un sistema de gestión energética que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todas las áreas de trabajo, a los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo (Atencio, 2011). El objetivo de este trabajo es evaluar de forma explotativa y energética dos tractores de alta y media potencia en la preparación de suelo para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.).

## **Materiales y Métodos**

### Localización y caracterización del área experimental

El trabajo investigativo se desarrolló en la Taller UBPC “14 de Junio”, perteneciente a la Empresa Agropecuaria “Paquito Rosales Benítez”, del municipio de Yara de la provincia de Granma, Cuba, sobre un *Fluvisol* (Hernández *et al.*, 2015), de consistencia media, medianamente profundo, relativamente llano, con grado de residuos ligero, sin presencia de obstáculos y con un pH de 7. El experimento se inició en la primera quincena mayo del 2018, comparando dos tractores como fuentes de energía en labranza para el cultivo del maíz.

### Área experimental

Se montó un diseño experimental en bloques al azar, con dos tratamientos y dos repeticiones, para un total de cuatro parcelas de 400×175 m. Donde se evaluaron los siguientes indicadores: productividad por tiempo limpio, operativo, productivo, turno sin fallo y de explotación y consumo de energía por tiempo explotación, así como los gastos explotativos. Durante el ensayo se reportaron temperaturas mínimas y máximas de 19,80°C y 34,90°C respectivamente. La humedad relativa del aire osciló entre 68 y 75 %. La velocidad de los vientos fluctuó entre 6,10 y 13 km·h<sup>-1</sup>. Las precipitaciones entre 1 207 mm, promediando en 23,20 mm (Naranjo y Gutiérrez, 2017).

Una vez tomados los datos relacionados con el suelo se procesaron los datos por el paquete estadístico STATISTICA (Statsoft, 2003). En cuanto se detectaron diferencias significativas entre las variables medidas en los tratamientos, la separación de medias se efectuó con la prueba de LSD de Fischer para una probabilidad de  $p < 0,95$ .

Fuentes de energía evaluadas

En la siguiente investigación se compararon dos tractores de alta y media potencia en la labranza del suelo para el cultivo del maíz (T1 y T2).

- Tractor de media potencia T1, consistió en una labor de rotura del suelo con el arado de discos AFT-4 y tractor BELARUS 800 a una profundidad de 25 cm.
- Tractor de alta potencia T2, consistió en la labor de rotura del suelo con grada de discos IMPA 2,06 t y el tractor XTZ T150K-09 a 25 cm de profundidad.

Metodología de cálculo explotativo

1) Productividad de la máquina por hora de tiempo limpio ( $W_{01}$ ) ( $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ )

Para el cálculo de las productividades de trabajo, se tuvo en cuenta la norma ramal del Ministerio de la Agricultura de Cuba (NRAG-XX1, 2005).

$$W_{01} = \frac{Q}{TP} \quad (1)$$

donde:

Q – Área de preparación de suelo, ha

TP–Tiempo principal (limpio) de trabajo, h

Es el tiempo transcurrido en el cual el apero de tracción animal está trabajando con todos los órganos de trabajo bajo carga. O sea es el tiempo en que se transforma el objeto de trabajo.

2) Productividad por hora de tiempo operativo ( $W_{02}$ ) ( $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ )

$$W_{02} = \frac{Q}{T_{02}} \quad (2)$$

donde:

$T_{02}$ –Tiempo operativo, h

$T_{02} = T_1 + T_2$

$T_2$ – Tiempo auxiliar.

$T_2 = T_{21} + T_{22} + T_{23}$

T<sub>21</sub>–Tiempo de viraje.

Es al final de cada pasada cuando se interrumpe el proceso tecnológico y el conjunto realiza la maniobra (viraje) para continuar el trabajo.

T<sub>22</sub>–Tiempo del traslado en lugar de trabajo.

Traslado en vacío del lugar de trabajo.

T<sub>23</sub>–Tiempo de paradas tecnológicas.

3) Productividad por hora de tiempo productivo ( $W_{04}$ ) ( $ha \cdot h^{-1}$ )

$$W_{04} = \frac{Q}{T_{04}} \quad (3)$$

donde:

T<sub>04</sub>–Tiempo productivo, h

$$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

T<sub>3</sub>–Tiempo de mantenimiento técnico de la máquina en prueba

$$T_3 = T_{31} + T_{32} + T_{33}$$

T<sub>31</sub>–Tiempo del mantenimiento diario, h

Tiempo invertido en las operaciones del mantenimiento técnico diario, previsto por el manual de explotación de la máquina.

T<sub>32</sub>–Tiempo para la preparación de la yunta de buey para el trabajo

T<sub>33</sub>–Tiempo en realizar regulaciones

Tiempo para la realización de operaciones de regulación con los cambios de condiciones de trabajo.

T<sub>4</sub>–Tiempo para la eliminación de fallos, h

$$T_4 = T_{41} + T_{42}$$

T<sub>41</sub>–Tiempo para la eliminación de fallos tecnológicos (Funcionales)

T<sub>42</sub>–Tiempo para la eliminación de fallos técnicos

4) Productividad por hora de tiempo de turno sin fallos ( $W_t$ ) ( $ha \cdot h^{-1}$ )

$$W_t = \frac{Q}{T_t} \quad (4)$$

donde:

T<sub>t</sub>–Tiempo de turno sin fallos, h

$$T_t = T_1 + T_2 + T_3 + T_5 + T_6 + T_7$$

T<sub>5</sub>–Tiempo de descanso del personal de servicio de la máquina en prueba

T<sub>6</sub>–Tiempo de traslado en vacío

$$T_6 = T_{61} + T_{62}$$

T<sub>61</sub>–Tiempo de traslado del parqueo hacia el campo o viceversa

T<sub>62</sub>–Tiempo de traslado de un campo a otro o de parcela para continuar el trabajo

T<sub>7</sub>–Tiempo de mantenimiento técnico diario previsto en las instrucciones para la explotación

5) Productividad por hora de tiempo de explotación ( $W_{07}$ ) ( $\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$ )

$$W_{07} = \frac{Q}{T_{07}} \quad (5)$$

donde:

T<sub>07</sub>–Tiempo de explotación, h

$$T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7$$

6) Aprovechamiento del ancho de trabajo ( $\xi\beta$ )

$$\xi\beta = \frac{B_r}{B_c} \quad (6)$$

donde:

B<sub>r</sub>–Ancho real de trabajo, m

B<sub>c</sub>–ancho constructivo, m

7) Gasto por unidad de trabajo realizado ( $C_e$ ) ( $\text{L} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

$$C_e = \frac{C}{Q} \quad (7)$$

Donde:

Q – volumen de trabajo realizado de los conjuntos, ha

C – gasto de combustible durante el trabajo, L

Determinación del consumo energético

El consumo energético se determinó mediante la metodología propuesta por Bowers (1992), donde solo se tuvo en cuenta energía de entrada (*Input*), suma de la energía directa e indirecta.

Energía directa ( $E_d$ ) incluye aquella que está asociada al consumo de combustible y mano de obra empleada en las diferentes labores:

a. Energía asociada al consumo de combustible ( $E_{dc}$ ), ( $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

$$E_{dc} = C_c \cdot E_{eg} \quad (8)$$

Donde:

$C_c$  – es el consumo de combustible, ( $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

$E_{eg}$  – es el equivalente energético del combustible Diesel ( $41 \text{ MJ}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (Saunders *et al.*, 2006)

b. Energía asociada con la mano de obra empleada ( $E_{dh}$ ), ( $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

$$E_{dh} = \frac{E_h \cdot n_{ob}}{C_{tob}} \quad (9)$$

Donde:

$E_h$  – es el equivalente energético del trabajo humano ( $1,96$  para el hombre y  $1,57 \text{ MJ}\cdot\text{h}^{-1}$  para la mujer) (Mandal *et al.*, 2002)

$n_{ob}$  – es la cantidad de obreros que participan en una determinada labor

$C_{tob}$  – es la capacidad de trabajo de los obreros agrícolas, ( $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ )

Energía indirecta ( $E_i$ ) es aquella que se emplea en la utilización de la maquinaria y de los factores de producción, esto es:

a. Energía de uso indirecto asociada a la utilización de la maquinaria ( $E_{imq}$ ), ( $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

$$E_{imq} = \frac{m_{eq}[E_f(1 + (E_r/100)) + E_t]}{V_u} \times \frac{10}{a_t v_{tr}} \quad (10)$$

Donde:

$E_f$  – es el factor energético debido a la fabricación del equipo ( $87 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (Bowers, 1992)

$E_r$  – es el factor energético en reparación y mantenimiento, (%)

$E_t$  – es el factor energético debido al transporte del equipo desde la fábrica ( $88 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (Bowers, 1992)

$m_{eq}$  – es la masa del equipo, (kg)

$V_u$  – es la vida útil del equipo, (h)

$a_t$  – es la anchura de trabajo del equipo, (m)

$v_{tr}$  – es la velocidad real de trabajo, ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )

Los valores del factor energético correspondiente a reparación y mantenimiento de los diferentes equipos mecánicos utilizados, junto con sus correspondientes vidas Tabla 1.

Tabla 1. Factor energético correspondiente a reparaciones y mantenimiento, y vida útil de cada equipo.

Equipos	Energía de reparación (%)	Fuente:	Vida útil (h)	Fuente:
Tractor	49	Bowers (1992)	12 000	ASAE (2006)
Grada de discos	61	Bowers (1992)	6 000	MINAG (2008)
Arado de discos	97	Chamsing <i>et al.</i> (2006)	6 000	MINAG (2008)

Determinación de los valores económicos de producción

$$C_e = C_s + C_c + C_{me} + C_a + C_m + C_{aux} \quad (11)$$

Donde:

$C_s$  – Salario del personal que trabaja con el agregado, CUP

$C_c$  – Costo del combustible y lubricante, CUP

$C_{me}$  – Costo de otros materiales de explotación, CUP

$C_a$  – Descuento de amortización, CUP

$C_m$  – Costo de los mantenimientos, reparaciones y conservación, CUP

$C_{aux}$  – Costo de las operaciones auxiliares, durante el trabajo de los agregados, CUP

### Análisis y discusión de los resultados

Productividades de trabajo

En la Tabla 2 se muestra el comportamiento de la productividad de trabajos de los tratamientos evaluados. En la productividad por hora de tiempo limpio ( $W_{01}$ ) se observa una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual T2 alcanzó la mayor productividad por hora de tiempo limpio de 1,25 ha h<sup>-1</sup>, 62 % superior a la productividad alcanzada por T1, con valores de 0,48 ha·h<sup>-1</sup> respectivamente. Al analizar la productividad por hora de tiempo operativo ( $W_{02}$ ) se observa una reducción de dicha productividad por igual en los dos tratamientos de 2 y 20 % en T1 y T2 respectivamente con respecto a la productividad por hora de tiempo limpio obtenida.

En el caso de la productividad por hora de tiempo sin fallos ( $W_i$ ) y explotación ( $W_{07}$ ) de

los tratamientos, también mostraron una reducción de su productividad con respecto a  $W_{02}$ , influyendo en cada tratamiento el tiempo invertido de traslado del parqueo al campo de trabajo o viceversa, así como tiempo invertido para eliminar los embotamientos de los órganos de trabajo. En ambas productividades ( $W_t$ ) y ( $W_{07}$ ) el tratamiento T2, mostró diferencia significativa con relación a los valores de productividad obtenido por T1. Los valores de productividad se encuentran por encima de los estudiados por Labañino (2005), García (2005), Olivet (2006), al evaluar la labranza mínima en diferentes tipos de suelo para el cultivo del tabaco.

Tabla 2. Comportamiento de las productividades ( $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ )

Productividades	Simb.	T1	T 2	Media
Prod. por hora de tiempo limpio	$W_1$	0,48bA	1,25aA	0,86
Prod. por hora de tiempo operativo	$W_{02}$	0,47bB	1,00aB	0,73
Prod. por hora de tiempo productivo	$W_{04}$	0,32bC	0,48aC	0,40
Prod. por hora de tiempo turno sin fallo	$W_t$	0,26bD	0,27aD	0,27
Prod. por hora de tiempo de explotación	$W_{07}$	0,20bE	0,26aE	0,23

T1, Tractor de media potencia; T2, Tractor de alta potencia.

En cada fila las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ( $p < 0,95$ ) según la prueba de LSD de Fisher. En una columna las cifras seguidas por la misma letra mayúscula no son significativamente diferentes para ( $p < 0,95$ ) según la prueba de LSD de Fisher.

Al comparar en un mismo tratamiento las productividades analizadas, se comprobó que para los dos tratamientos en la productividad por hora de tiempo limpio es donde se obtienen los mayores valores de productividad,  $0,86 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ , seguido en su orden la productividad por hora de tiempo operativo, productivo, turno sin fallo y de explotación. En cada caso los valores de productividad obtenidos están en correspondencia con los obtenidos por Olivet y Herrera (2007).

#### Gasto por unidad de trabajo realizado

En la siguiente Figura 1 se muestra el gasto de combustible por unidad de trabajo para T1 y T2. Donde se aprecia que T1 obtiene menor gasto que T2, 17% inferior al gasto ocasionado por T2, con sólo  $18 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ . En cada caso los valores están por debajo del consumo mostrado por Parra (2009) y Vázquez Milanés et al. (2012) aplicando labranza reducida para el cultivo de la papa.

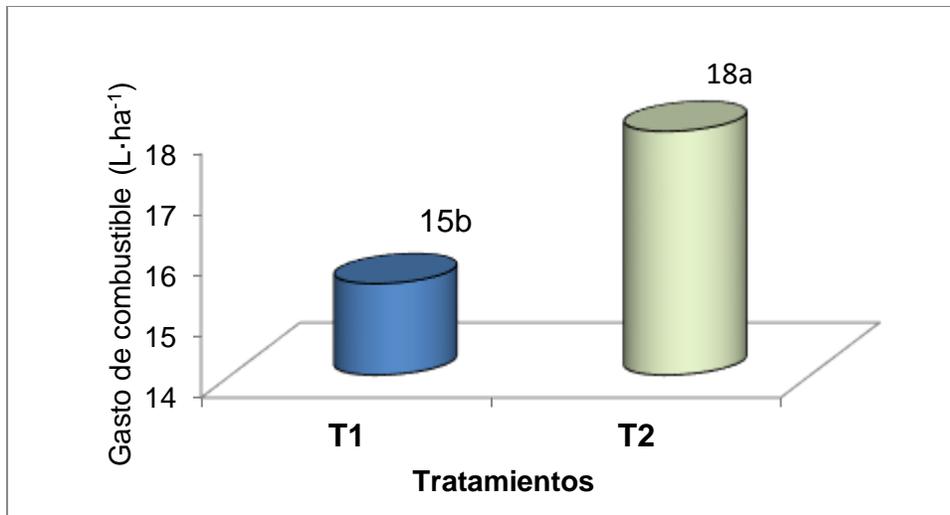


Figura 1. Comportamiento del gasto de combustible.

#### Energía directa e indirecta del proceso

En la Figura 2 se muestra el comportamiento del consumo de energía directa, donde interviene la energía consumida por uso del combustible y la mano de obra, donde se muestra diferencia significativa entre los tratamientos, donde T2 alcanza el mayor consumo de energía  $727,50 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ , 3,2 % superior a la energía consumida por T1, con sólo  $704,45 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

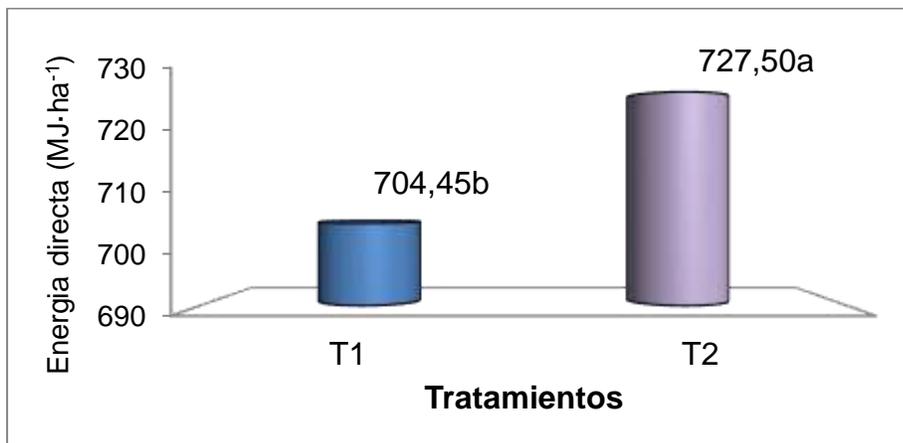


Figura 2. Consumo de energía de uso directa.

Es evidente que el uso del combustible proporciona en T1 y T2 el mayor consumo de energía por este concepto, representando en T1 y T2 el 87 y 99 % de la energía de uso directa respectivamente. Siendo insignificante el uso de la energía humana para T1 y T2, la cual representa 1,05 % de la energía de uso directo respectivamente. Los valores de energía directa de T1 y T2 están por debajo de lo alcanzado por Rodríguez (2016), Olivet (2017), al evaluar la preparación del suelo para el cultivo de frijol.

El consumo de energía indirecta donde sólo se tiene en cuenta el uso de la maquinaria agrícola y la productividad de tiempo de explotación, tal y como se muestra en la Figura 3, se observa la existencia de una diferencia significativa entre los tratamientos, donde T2 alcanzó el mayor valor  $639,67 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ , 43 % superior a la energía consumida por T1, con sólo  $361,97 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Ambos valores se encuentran en correspondencia con que señalan Fluck (1992), Álvarez *et al.* (2006) y Parra *et al.* (2017), en cuanto al uso de la maquinaria agrícola.

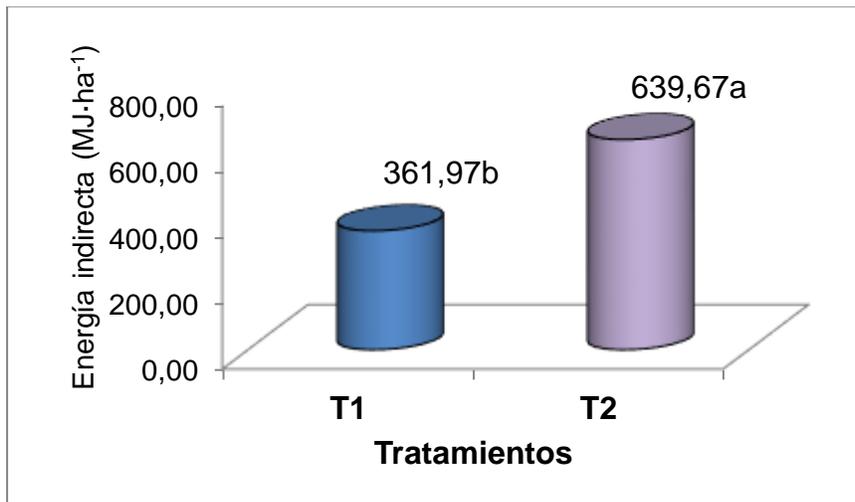


Figura 3. Consumo de energía de uso indirecta.

#### Energía de entrada Input

En la Figura 4 se observa la energía (*Input*) total del proceso, producto de la suma de la energía directa e indirecta, para lo cual se muestra diferencia significativa entre los tratamientos, donde T2 muestra el mayor consumo de energía total de  $1\,367,17 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ , siendo 22 % superior a los valores registrados por T1, con  $1\,066,42 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ . La energía de entrada está por debajo de los valores alcanzados por Paneque y Prado (2005) y MINAG (2008), al evaluar la labranza con arado de discos, multiarado y grada de discos, en un suelo *Ferralítico rojo*.

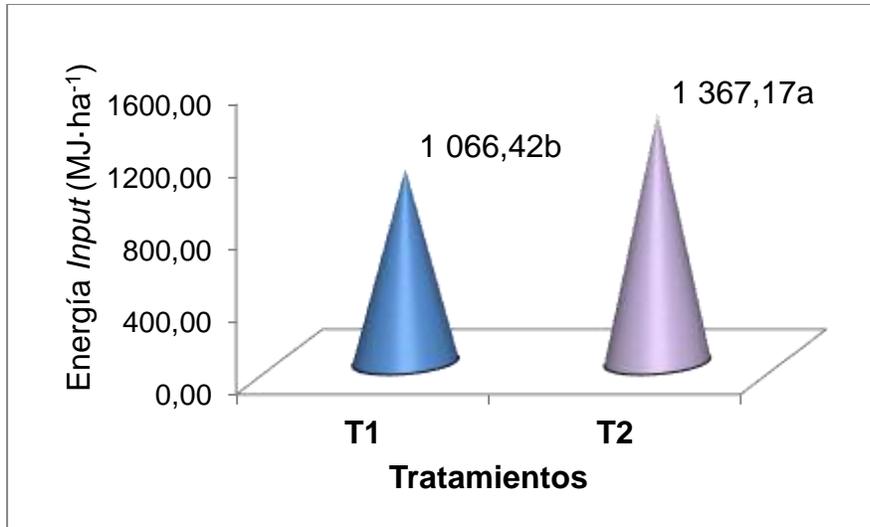


Figura 4. Consumo de energía de entrada.

### Valoración económica

En la Figura 5 se observan los costos directos de explotación alcanzados con cada uno de los agregados estudiados. Encontrándose que los datos económicos alcanzados por T1 mostraron diferencia significativa con relación a T2. Presentando este último el mayor gasto directo de explotación (450,00 CUP·ha<sup>-1</sup>), 32 % superior a los valores económicos mostrados por T1.

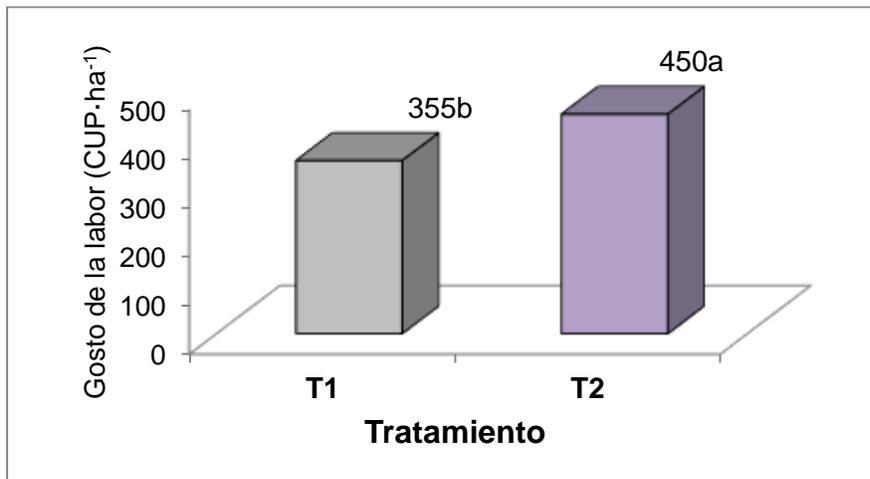


Figura 5. Comportamiento de los gastos directos de explotación.

### Conclusiones

1. Con la aplicación de T2 se alcanzan mayores valores de productividad por hora de tiempo limpio ( $W_1=1,25$  ha·h<sup>-1</sup>) operativo ( $W_{02}=1,00$  ha·h<sup>-1</sup>), productivo ( $W_{04}=0,48$ ), tiempo sin fallos ( $W_t=0,27$ ) y explotación ( $W_{07}= 0,23$  ha·h<sup>-1</sup>) con

- respecto a T1.
2. Con la aplicación de T1 se alcanzan los menores valores de consumo de energía de uso directo ( $704,45 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e indirecto ( $727,50 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), así como la energía de entrada (*Input*)  $1\,066,42 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$  con relación a T2.
  3. El uso del tractor de alta potencia (T2) muestra los mayores valores referido al gasto directo de explotación  $450,09 \text{ CUP}\cdot\text{ha}^{-1}$  con respecto a T1 ( $355,00 \text{ CUP}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

### Referencias bibliográficas

- Aliaga, M. (2012). Balance energético de tres unidades productoras de caña de azúcar de la UEB atención a los productores "Grito de Yara". (Trabajo de Diploma), Universidad de Granma, Facultad de Ciencias Técnicas.
- Álvarez, R. L., Paneque, R. P., Álvarez, O. y Brizuela, S. M. (2006). Costo energético de las operaciones de siembra más comunes en Cuba. IIMA. MINAG. Cuba.
- ASAE, S. (2006). Estimating agricultural field machinery costs. By: Shuler, R.T., Extension Agricultural Engineer.
- Atencio, E. (2011). Evaluación de algunos índices tecnológicos-explotativos y energéticos durante las operaciones de labranza para el cultivo del King Grass (*Pennisetum purpureun cv.*). (Trabajo de Diploma), Universidad de Granma, Departamento de Ingeniería Agrícola.
- Bowers, W. (1992). Agricultural field equipment. In: Fluck, R.C. (Ed.), Energy in World Agriculture. Energy in Farm Production. Elsevier, Amsterdam, 6, 117-129.
- Canakci, M. y Akinci, I. (2006). Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production. Energy, 31(8), 1243-1256.
- Chamsing, A., Salokhe, V. y Singh, G. (2006). Energy Consumption for Selected Crops in Different Regions of Thailand, Agricultural Systems and Engineering. Resources and Development Asian Institute of Technology, Doon University, India.
- Fluck, R. C. (1992). Energy Analysis of Agricultural Systems. Energy in World Agriculture, 6, 45-52.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D. y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Ministerio de Educación

- Superior (MES). Instituto de Suelo, Ministerio de la Agricultura (MINAG).
- Mandal, K. G., Saha, K. P., Ghosh, P. K., Hati, K. M. y Bandyopadhyay, K. K. (2002). Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, 23(5), 337-345.
- MINAG. (2008). Costos y vida útil de la maquinaria estimados. Delegación provincial de la agricultura. Bayamo Granma: Cuba.
- Naranjo, J. E. y Gutiérrez, E. (2017). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Centro Meteorológico Decadal, 28(30), 1-5.
- Olivet, Y. E. (2017). Balance energético de la preparación del suelo para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). REDEL. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 1(3), 144-145.
- Olivet, Y. E. y Herrera, E. (2007). Aprovechamiento de la tracción animal en una Cooperativa Agropecuaria. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 16(2), 91-94.
- Parra, L. R., Hernanz, J. L. y Sánchez-Girón, V. (2017). Influencia de cuatro sistemas de laboreo en las propiedades físicas de un Fluvisol y en el balance energético en cultivos de raíces y tubérculos. *Revista Universidad & Ciencia*, 6(1), 65-81.
- Rodríguez, L. (2016). Balance energético para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Unidad Básica de Producción Cooperativa "14 de Junio". (Trabajo de Diploma, curso 2015-2016), Universidad de Granma, Facultad de Ciencias Técnicas.