

Original

EVALUACIÓN DE INDICADORES TECNOLÓGICOS Y DE EXPLOTACIÓN DE LOS CONJUNTOS DE MÁQUINAS UTILIZADOS EN DOS TECNOLOGÍAS PARA LA LABRANZA DEL CULTIVO DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L)

Evaluation of technological indicators and of exploitation of the groups of machines used in two technologies for the farm of the tomato cultivation (*solanum lycopersicum* l)

Dr. C. Alfonso Enrique Ortiz-Rodríguez, Universidad de Granma, aortizr@udg.co.cu, Cuba

Dr. C. Luis Raúl Parra-Serrano, Universidad de Granma, lparras@udg.co.cu, Cuba

Dr. C. Hugo Berto Vázquez-Milanés, Universidad de Granma, hvazquezm@udg.co.cu, Cuba

Recibido 20/07/2017- Aceptado 06/09/2017

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "14 de Junio" perteneciente a la Empresa Agropecuaria "Paquito Rosales Benítez" de Veguitas, municipio Yara, provincia de Granma. El objetivo consistió en evaluar los conjuntos de máquinas utilizados en dos tecnologías de labranza (T1, T2) para el cultivo de tomate (*solanum lycopersicum* l.) en *Fluvisol*, teniendo en cuenta el comportamiento de los índices tecnológico - explotativos y económicos. Al comparar los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas entre las dos tecnologías (tratamientos), aportando los mejores resultados T2 con aprovechamiento del ancho y velocidad de trabajo de 0,94 y 0,87 respectivamente, patinaje de los propulsores 11,90 %, productividad por hora de tiempo limpio 1,21 ha h⁻¹, menor consumo de combustible 36,75 L·ha⁻¹, resultando la más racional con un costo de 107,75 CUPha⁻¹.

Palabras clave: índices, labranza, tecnologías, tratamientos

ABSTRACT

The investigation was developed in the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) "14 of June" belonging to the Agricultural Company "Paquito Rosales Benítez" of Veguitas, municipality Yara, county Granma. The objective consisted on evaluating the groups of machines used in two farm technologies (T1, T2) for the tomato cultivation (*solanum lycopersicum* l.) in *Fluvisol*, keeping in mind the behavior of the technological indexes - explotativos and economic. When comparing the obtained results they were significant

differences among the two technologies (treatments), contributing the best results T2 with use of the width and speed of work of 0,94 and 0,87 respectively, skating of the propellers 11,90 %, productivity for hour of clean time 1,21 ha h⁻¹, smaller consumption of fuel 36,75 L ha⁻¹, being the most rational with a cost of 107,75 CUP ha⁻¹.

Key words: indexes, farm, technologies, treatments

INTRODUCCIÓN

El tomate (*solanum lycopersicum* L.), es uno de los vegetales y hortalizas más importantes del mundo y su popularidad aumenta constantemente. En Cuba ocupa el primer lugar en importancia en la producción hortícola y asegura la mayor parte de la materia prima de la industria de conserva de vegetales, además de destinarse al consumo fresco de la población, por lo que se hace necesario satisfacer la demanda de la población y asegurar los productos en la canasta básica familiar (Gómez *et al*, 2010).

La labranza es la actividad agrícola que se realiza con el fin de cambiar, por medios mecánicos, las condiciones físicas originales del suelo para mejorarlas de acuerdo con los fines perseguidos. Ella contribuye a lograr un adecuado lecho para la siembra, además de eliminar determinados factores limitantes del suelo que afectan la producción sostenida de los cultivos, tales como compactación, encostramiento e infiltración deficiente (De las Cuevas *et al.*, 2004).

El laboreo convencional o tradicional requiere de una serie de labores con las que progresivamente se va a obtener el estado deseado. El agricultor que en muchas zonas se identifica como labrador, es feliz cuando contempla sus campos con una superficie formada por suelo fino y mullido, libre de malezas y con todos los restos de vegetación convenientemente enterrados. El bajo rendimiento energético que suponen, junto con la erosión y la degradación de la estructura del suelo (compactación) que provoca el paso reiterado de las máquinas, hace que en los últimos años se esté produciendo un progresivo abandono del laboreo convencional a favor de técnicas en las que éste se reduzca o incluso se anule (Blanco, 2007).

Dada la importancia, complejidad y costo, la preparación de suelos requiere de la aplicación de tecnologías de laboreo mínimo, las cuales permiten reducir dicho costo y los plazos de ejecución, así como mejorar la conservación de los suelos. Actualmente, se desarrollan en el mundo diferentes sistemas de laboreo basados en estos principios empleando diferentes combinaciones de órganos de trabajo, máquinas y aperos. No obstante, en Cuba predomina

aún el laboreo tradicional, aplicando varias pasadas de arados de discos y gradas de discos, por lo que se encarece el proceso de laboreo y se afecta el suelo. En los últimos años se está generalizando la utilización de un sistema de laboreo mínimo basado en el empleo de aperos que no invierten el prisma de suelo como es el escarificador con saetas conocido como “Multiarado” y el subsolador, los cuales han ofrecidos buenos resultados en suelos ligeros y medios (Parra, 2009).

La labranza es uno de los procesos más complejos y costosos para la implementación de cualquier cultivo, en él se emplean diversos conjuntos y conlleva un elevado consumo de energía, por lo que es necesario someter a evaluaciones tanto a las máquinas nuevas como las que se encuentran en explotación. La selección de las tecnologías de labranza más conveniente a cada cultivo, así como de los aperos y conjuntos para su realización, y la forma más eficiente de explotación de los mismos constituye un problema difícil de resolver. En los momentos actuales en las empresas agropecuarias del Ministerio de la Agricultura, para la producción de hortalizas como el tomate prevalece la utilización de la tecnología de labranza convencional, la cual produce alteraciones en la capacidad de trabajo de las máquinas empleadas, afectándose los indicadores tecnológicos y explotativos de los conjuntos utilizados (MINAG, 2016; NC 34-49:03; Paneque y Soto, 2007).

POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación, se desarrolló en la UBPC “14 de Junio” perteneciente a la Empresa Agropecuaria “Paquito Rosales Benítez” ubicada en Veguitas, municipio Yara, provincia de Granma. El experimento fue concebido en *Fluvisol* para plantar el cultivo del tomate variedad “Amalia” con marco de plantación de 1,40 m entre surcos y 0,15 m entre plantas (MINAG, 2016).

En las tablas 1 y 2; fig.1 y 2, aparecen los conjuntos de máquinas utilizados en cada tecnología (IMPAG, 2016).

No	Labor	Fuente energética	Apero
1	Rotura	BELARUS-800	Arado ADI-3M
2	1 ^{er} Gradeo	T-150K-09	Grada 2 046 kg
3	2 ^{do} Gradeo	T-150K-09	Grada 2 046 kg
4	Surcado	BELARUS-800	Surcador SA-2

Tabla 1. Tecnología en base a cuatro labores (T1).



a



b



c

Fig.1. Máquinas utilizadas en la tecnología T1: a).Tractor BELARUS 800 y ADI-3M; b). Tractor T - 150 K-09 y G - 2 046 kg; c). Tractor BELARUS-800 y SA-2.

No	Labor	Fuente energética	Apero
1	Subsolado	Valtra Valmet 1180 DH	Subsolador ASTH 5/5
2	1 ^{er} Gradeo	Valtra Valmet 1180 DH	Grada BALDAN
3	Surcado	BELARUS-800	Surcador SA-2

Tabla 2. Tecnología en base a tres labores (T2).



a



b



c

Fig.2. Máquinas utilizadas en la tecnología T2: a).Tractor Valtra Valmet 1180 DH y Subsolador ASTH 5/5; b). Tractor Valtra Valmet y Grada BALDAN; c). Tractor BELARUS-800 y SA-2.

El diseño experimental utilizado (fig. 3) respecto a las variables de los conjuntos evaluados fue de bloques al azar con tres repeticiones (bloques) y dos tratamientos (tecnologías), concebidos de la manera siguiente: B1 en el cuadrante número tres, B2 en el cuadrante número uno y B3 en el cuadrante número dos, todos bajo el área ocupada por la máquina de riego de pivote central Ballama 2 000. Se dispuso de una longitud de 400 m, un ancho de 50 m (franjas), para cada tratamiento, con 5 m de separación entre los mismos y a 25 m de la cabecera del campo, para evitar el efecto de borde de un tratamiento sobre el otro, y garantizar la estabilidad y maniobrabilidad del trabajo del conjunto (NC 34-49:03).

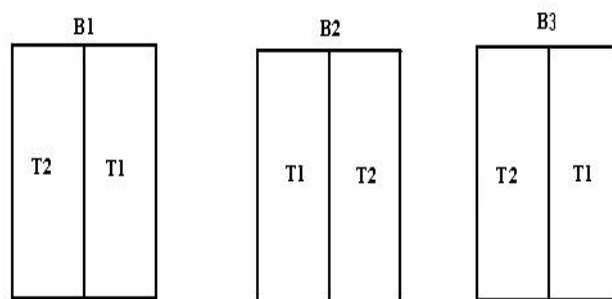


Fig. 3. Esquema del diseño experimental.

Para obtener la toma y procesamiento de datos, utilizamos el programa estadístico (STATISTICA, 2006), la Norma Ramal de la Agricultura de Cuba (NRAG XX1:2005). Se realizó un análisis de varianza con los datos experimentales obtenidos de la evaluación de los conjuntos en cada tratamiento para los indicadores evaluados, cuando se detectaron diferencias significativas entre las medias de cada variable estudiada se procedió a la separación de las mismas y se comprobó aplicando la prueba de rangos múltiples de Duncan para $p < 0,05$.

Las variables objeto de investigación estuvieron determinadas por los siguientes indicadores:

- ❖ Coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo (ξBr).
- ❖ Coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo (ξVtr).
- ❖ Coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno (t).
- ❖ Patinaje de los propulsores (%).
- ❖ Productividad por hora de tiempo limpio ($ha\ h^{-1}$).
- ❖ Consumo de combustible ($L\ ha^{-1}$).
- ❖ Costo de la tecnología ($CUP\ ha^{-1}$).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Análisis del comportamiento del ancho de trabajo real (frente de labor) del conjunto.

Como se pudo apreciar en la tabla 3 y el gráfico 1, se comprobó diferencia significativa entre los conjuntos evaluados para las dos tecnologías, arrojando el mejor comportamiento los conjuntos utilizados en la tecnología T2 (0,94), superior en 9 % con relación a T1. Este resultado se encuentra dentro del rango (0,90 a 0,99) establecido por González (1993) y estuvo motivado en que para la labor de rotura se utilizó un apero (Subsolador ASTH 5/5) de mayor frente de labor que el tradicional arado ADI-3M utilizado para T1.

Indicadores	T1		T2	
Ancho de trabajo real (ξBr)	0,85	b	0,94	a
Velocidad de trabajo (ξVr)	0,78	b	0,87	a
Tiempo útil de turno de trabajo (t)	0,68	a	0,69	a
Patinaje de los propulsores (δ)	12,40	b	11,90	a
Productividad por tiempo limpio ($ha\ h^{-1}$)	0,88	b	1,21	a
Consumo de combustible ($L\ ha^{-1}$)	70,91	b	36,75	a

Tabla 3. Análisis comparativo del comportamiento de los indicadores para T1 y T2.

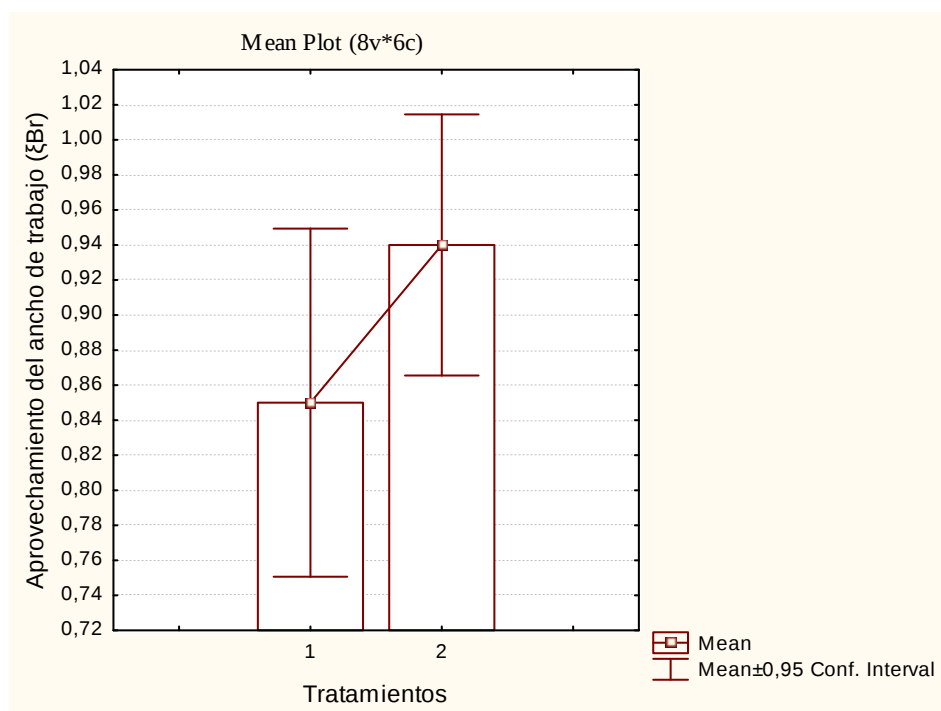


Gráfico 1. Comportamiento del aprovechamiento del ancho de trabajo.

Análisis del comportamiento de la velocidad de trabajo real del conjunto

El comportamiento más desfavorable lo obtuvo la tecnología T1 (gráfico 2) con resultado inferior en 9 % con respecto a T2. Este resultado inadecuado de T1 (0,78) estuvo motivado por la utilización del conjunto tractor BELARUS 800 y ADI-3M con valor de 0,69, influyendo el patinaje y la sinuosidad del movimiento durante el trabajo del conjunto, este difiere de un 13 % del valor óptimo de 0,82 establecido por González (1993) y Gutiérrez *et. al* (2007). El resultado de T2 (0,87) es catalogado de adecuado comportándose dentro del rango establecido.

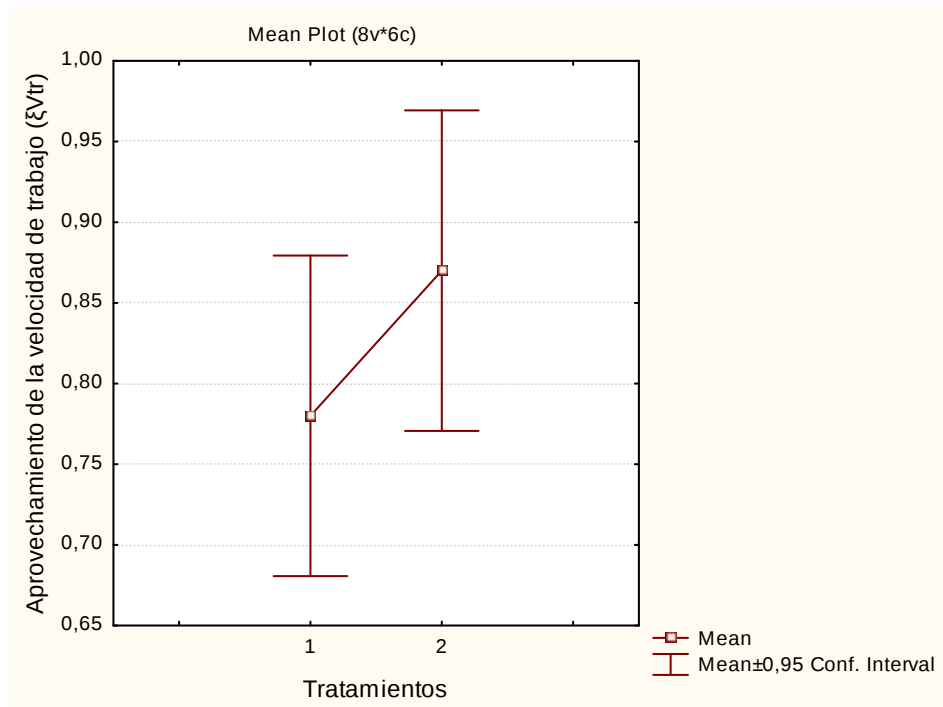


Gráfico 2. Comportamiento del aprovechamiento de la velocidad de trabajo.

Análisis del comportamiento del aprovechamiento del turno de trabajo

Es otro factor importante, a tener en cuenta en la eficiencia del trabajo del conjunto, expresado a través del coeficiente de aprovechamiento (ξ_{vtr}). Se puede observar en la tabla 3 que no existe diferencia significativa de los valores obtenidos entre las dos tecnologías, influyendo que el método de movimiento y viraje utilizados por los conjuntos fue similar y el establecido para cada uno de ellos, destacando que el valor obtenido para cada tecnología es inadecuado comportándose su valor inferior al establecido por González (1993) y Gutiérrez *et al*, (2007) de 0,70 a 0,90 afectado fundamentalmente por el apero utilizado en la labor de surcado, el cual por no poseer marcadores tenía que repetir un surco en cada pasada, aumentando el número de virajes en vacío y el período de ejecución de la labor.

Análisis del comportamiento del patinaje de los propulsores

Tal como se muestra en la tabla 3 y gráfico 3 se encontraron diferencias significativas en los valores obtenidos para cada tecnología. Para el caso del conjunto T-150 K-09 con la Grada 4 500 kg y el Valtra Valmet con la Grada BALDAN, sus valores se encuentran en el rango establecido (4 a 12 %), según Chudakov (1987). El valor del tractor BELARUS 800 y ADI-3M es superior al 16 % planteado por Chudakov (1987). En el conjunto Valtra Valmet y Subsolador

ASTH y BELARUS 800 con SA-2 se consideran adecuados y dentro del rango para la labor que realizan. En sentido general el peor comportamiento lo obtuvo T1, influyendo de forma negativa el valor obtenido en la labor con el apero ADI-3M.

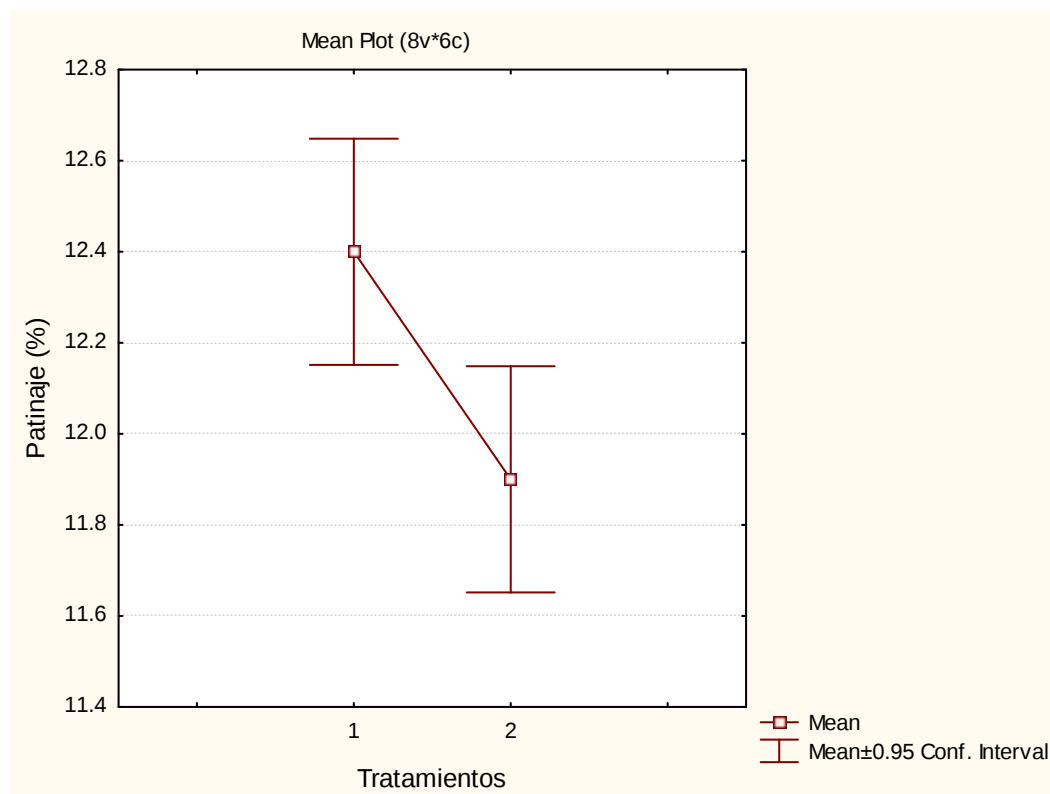


Gráfico 3. Comportamiento del patinaje de los propulsores.

Análisis de la productividad por tiempo limpio.

La productividad por tiempo limpio es el indicador más importante, que nos permite valorar la eficiencia del trabajo del conjunto, el mismo está estrechamente relacionado con el tiempo en realizar el volumen de trabajo. Al observar el gráfico 4 se destaca en este indicador la tecnología T2 (1,21 ha h⁻¹), existiendo diferencia significativa con relación a T1 superior en un 33 %, debido a que en ésta se aplican solamente tres labores de preparación de suelo, influyendo positivamente en este resultado la disminución de las pasadas de trabajo y los respectivos virajes y tiempo en realizarlos, además de aprovechar el ancho de trabajo y la velocidad del movimiento adecuadamente.

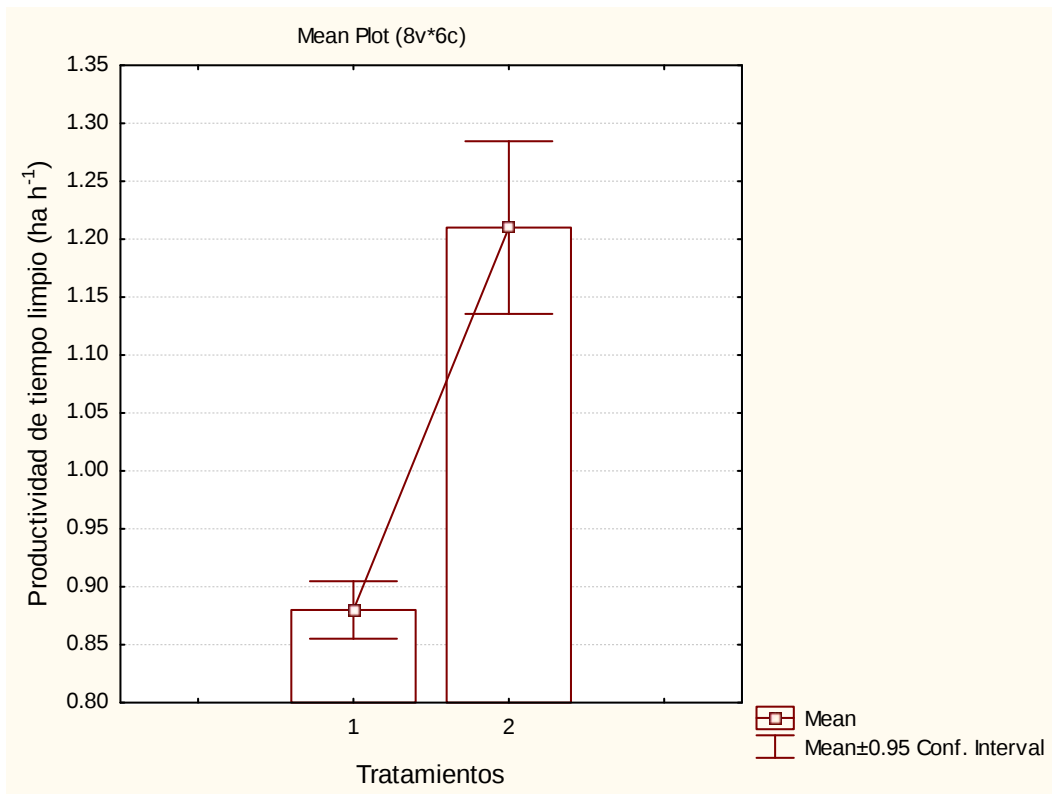


Gráfico 4. Comportamiento de la productividad por tiempo limpio.

Análisis del consumo de combustible.

Para realizar este análisis del gasto de combustible por unidad de trabajo realizado tuvimos en cuenta el índice de consumo de todos los conjuntos que se evaluaron para cada una de las tecnologías (Vázquez y Parra, 1996).

En la tabla 4 y el gráfico 5 se muestra el comportamiento del consumo de combustible por tecnologías, correspondiendo el menor consumo a T2 (36,75 L ha⁻¹) con diferencia significativa con respecto a T1, al utilizar menor cantidad de conjuntos, menos labores, mayor productividad por hora de tiempo limpio; reduciéndose el consumo en un 34,36 % en relación a T1.

Tratamientos	Consumo (L ha ⁻¹)	
T1	70,91	b
T2	36,75	a

Tabla 4. Comportamiento del consumo de combustible total por tecnologías.

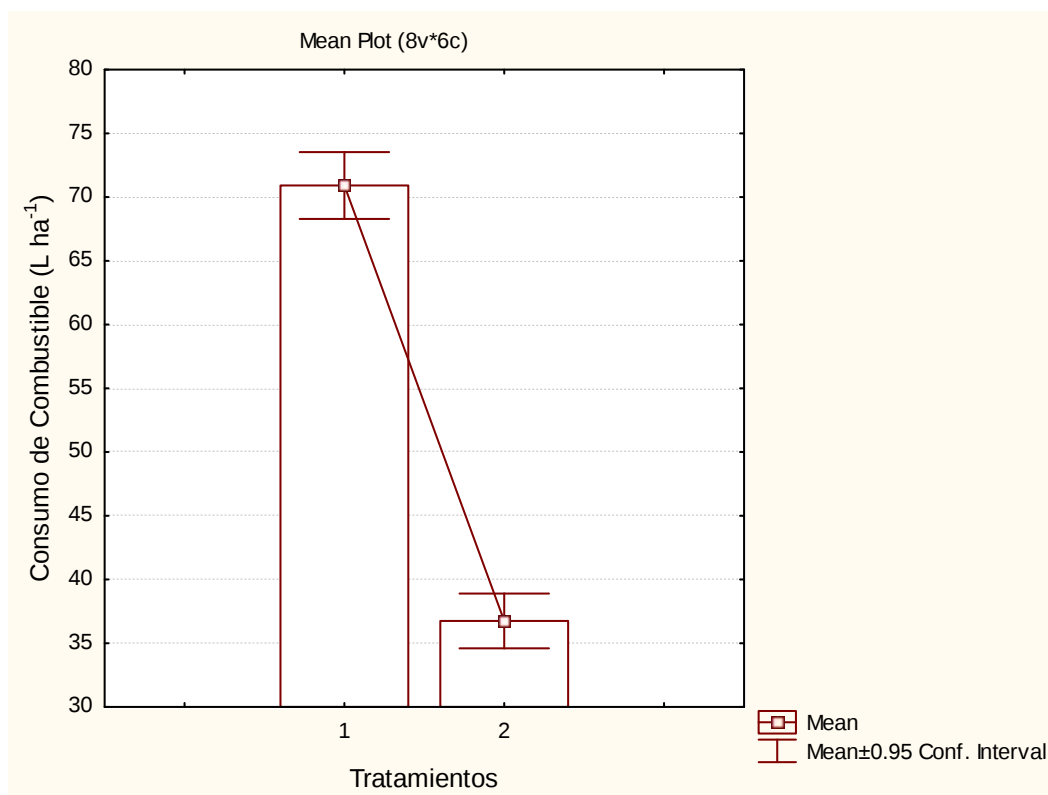


Gráfico 5. Comportamiento del consumo de combustible.

Análisis económico de los conjuntos evaluados.

La valoración económica está referida al costo de la preparación de suelo que se realizó para cada tecnología, donde se tuvo en cuenta el consumo de combustible de cada conjunto de máquina utilizado y el número de labores (NRAG XX2: 2005).

Como se puede apreciar en la tabla 5, la tecnología T2 tuvo el mejor comportamiento, basada en la de utilización de aperos que no invierten el prisma de suelo (subsolador ASTH 5/5), resultando la más racional con un costo de 107,75 CUP·ha⁻¹, reduciendo el mismo en un 23 % con relación a T1.

Tecnologías	Consumo de comb. (L·ha ⁻¹)	Costo del comb. (CUP·L ⁻¹)	Costo de la labranza (CUP·ha ⁻¹)	Costo total (CUP·ha ⁻¹)
T1	70,91	34,03	106,41	140,44
T2	36,75	17,64	90,11	107,75

Tabla 5. Costo de cada tecnología.

CONCLUSIONES

1. La tecnología compuesta por tres labores (T2), favoreció el mejor comportamiento del frente de labor, velocidad de trabajo y patinaje de los propulsores con valores de 0,94, 0,87 y 11,90 % respectivamente.
2. El mejor resultado de productividad de tiempo limpio se obtuvo en T2 con 1,21 ha h⁻¹.
3. El menor consumo de combustible correspondió a T2 con 36,75 L·ha⁻¹.
4. La tecnología T2 resultó la más racional con un costo de 107,75 CUP·ha⁻¹, reduciendo el mismo en un 23 % con relación a T1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blanco, G., 2007. Maquinaria y equipos para laboreo mínimo y convencional. Vida Rural. No. 253, 68-73.
2. Chudakov, D. A., 1987. Fundamentos de la Teoría y Cálculo de Tractores y Automóviles. Moscú. Editorial MIR.
3. De las Cuevas, M. H., Rodríguez, H. T., Paneque, R. P. y Herrera, P. M., 2004. La labranza conservacionista y sus gastos energéticos. Ciencias Técnicas Agropecuarias. La Habana 13 (002).
4. González, V. R., 1993. Explotación del Parque de Maquinaria. Segunda edición. La Habana: Editorial Félix Varela.
5. Gutiérrez, F., Iofinov, S., Serrano, M., 2007. Fundamentos para la investigación, administración y explotación de la maquinaria agrícola. Universidad Autónoma de México .Editorial de México S.A.
6. Gómez, O., Casanova, A., Cardoza, H., Piñeiro, F., Hernández, JC., Murguido, C., León, M., 2010. Guía Técnica para el cultivo del tomate. Editora Agroecología. Biblioteca ACTAF. IIH "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba.
7. IMPAG, 2016. Fábrica de equipos agrícolas. Holguín. Cuba.
8. MINAG, 2016. Balance de Trabajo de la Delegación Provincial de la Agricultura en Granma. Bayamo.
9. NC 34-49:03. Comité Estatal de Normalización. Metodología para la realización de las pruebas de máquinas e implementos agrícolas.

10. NRAG XX1: 2005. Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa.
11. NRAG XX2: 2005. Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación económica.
12. Paneque, R. P. y Soto, L. D., 2007. Costo energético de las labores de preparación de suelos en Cuba. Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 16, N° 4., 17-21.
13. Parra, S. 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. Madrid, España, Universidad Politécnica de Madrid.
14. STATISTICA. 2006. Programa Estadístico para el análisis y procesamiento de datos experimentales. Versión 7.0 para Windows.
15. Vázquez M. H., Parra, S. L. R, 1996. Dispositivo para la medición de consumo de combustible. Fórum Nacional de Ciencia y Técnica. La Habana.