

Original

Balance energético del cultivo de pimiento (*capsicum annuum* L.) Bajo condiciones protegidas en el periodo 2017-2018

Energy balance of the cultivation of pepper (*capsicum annuum* L.), under protected conditions, in the period 2017-2018

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

Ing. Orly García Columbié, Universidad de Granma, Cuba,
ogarciacolumbie@estudiantes.udg.co.cu

Ing. Delio L. Reyes Varona, U.E.B Cultivos Protegidos y Semiprotegidos, Veguita, Cuba

Recibido: 12/05/2018- Aceptado: 27/06/2018

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base "Cultivos Protegidos y Semiprotegidos" perteneciente a la Empresa Agropecuaria "Paquito Rosales Benítez" de Veguita, municipio Yara, provincia Granma. El objetivo del trabajo fue evaluar a través de la metodología propuesta por Bowers (1992) el balance energético del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en *Fluvisol*, en el periodo comprendido de noviembre 2017 a marzo 2018. La energía de uso directo en T2 se comportó superior en 5,9 GJ ha⁻¹ a T1; los consumos más elevados estuvieron asociados a la fuerza humana relacionada con las actividades de atenciones culturales representando para T2 y T1 el 75,1 y 59,6 % del total respectivamente. La energía de uso indirecto correspondió a T1 superior en 1,2 GJ ha⁻¹ a T2, destacando que para ambos tratamientos la mayor cuantía estuvo asociada al uso de fertilizantes con valor de 7,6 GJ ha⁻¹. La relación energética (ratio) y el coeficiente de eficiencia energética (NER) en T2 con valores de 2,3 y 1,3 respectivamente, fueron superiores en 1,9 y 1,2 a los obtenidos por T1. Las emisiones de CO₂ a la atmósfera en los tratamientos T1 y T2 fueron de 0,1 y 1,3 kg y el coeficiente de eficiencia de reducción de las emisiones de dióxido de carbono indicaron valores de 1,3 y 2,3 respectivamente. La relación gastos-ingresos de la producción del cultivo de pimiento favoreció a T2, aportando una ganancia de 6 733,8 CUP, superior en 6 062,7 CUP con relación a T1.

Palabras clave: energía; metodología; tratamientos

ABSTRACT

The investigation was developed in the Unit of Base "Protected Cultivations and protected" Semi belonging to the Agricultural Company "Paquito Rosales Benítez" of Veguita, municipality Yara, county Granma. The objective of the work was to evaluate through the methodology proposed by Bowers (1992) the energy balance of the pepper cultivation (*Capsicum annuum* L.) in Fluvisol, in the understood period of november 2017 to march 2018. The energy of direct use in T2 superior behaved in 5,9 GJ ha⁻¹ to T1; the highest consumptions were associated to the human force related with the activities of cultural attentions representing respectively for T2 and T1 the 75,1 and 59,6 % of the total. The energy of indirect use corresponded T1 superior in 1,2 GJ ha⁻¹ to T2, highlighting that for both treatments the biggest quantity was associated the use of fertilizers with value of 7,6 GJ ha⁻¹. The energy relationship (ratio) and the coefficient of energy efficiency (NER) in T2 with values of 2,3 and 1,3 respectively, they were superior in 1,9 and 1,2 to those obtained by T1. The emissions of CO₂ to the atmosphere in the treatments T1 and T2 were of 0,1 and 1,3 kg and the coefficient of efficiency of reduction of the emissions of dioxide of carbon they indicated values of 1,3 and 2,3 respectively. The relationship expense-revenues of the production of the pepper cultivation favored T2, contributing a gain of 6 733,8 CUP, superior in 6 062,7 CUP with relationship to T1.

Key words: energy; methodology; treatments

INTRODUCCIÓN

El pimiento, *Capsicum annuum* L., es una planta de la familia de las solanáceas. Oriundo de la América tropical, se cultiva en la mayoría de los países del mundo donde las condiciones ambientales son favorables a su desarrollo. Sus frutos se usan en distintas formas, tanto frescos como procesados; son muy valiosos como fuentes de vitaminas, siendo los maduros más ricos en sustancias nutritivas y vitaminas. Constituye uno de los principales cultivos hortícolas, tanto por el área que ocupa nacionalmente como por sus producciones; abarca una superficie total de 5 275 ha. A nivel mundial en el 2016, se produjeron cerca de 30 10⁶ t de pimiento fresco concentrándose la producción mundial en Asia y Europa (FAOSTAT, 2016).

En Cuba, los cultivos hortícolas establecidos bajo condiciones protegidas constituyen una tecnología prometedora para asegurar su suministro fresco al turismo y población. Esta tecnología tiene como objetivo la producción de posturas y hortalizas dentro de casas. Se caracteriza por ser una inversión costosa pero altamente rentable (FAO, 2017).

El nivel de desarrollo tecnológico alcanzado por la agricultura que se practica en un determinado lugar está condicionado, en gran medida, por la cantidad de energía que se consume por unidad de superficie cultivada. Por ejemplo, el combustible, la maquinaria, los fertilizantes, los productos fitosanitarios y las semillas son los factores de producción que conllevan la mayor parte del consumo total de energía asociado a un determinado sistema productivo (Hatirli *et al.* 2006).

En Cuba se implementa el desarrollo de cultivos hortícolas como el pimiento bajo condiciones protegidas, por lo que se hace necesario evaluar la eficiencia energética y el efecto medioambiental por unidad de producción, lo que permite obtener criterios que proporcionan información para producciones más limpias y sostenibles.

Población y Muestra

La investigación se desarrolla en la UEB "Cultivos Protegidos y Semiprotegidos" perteneciente a la Empresa Agropecuaria "Paquito Rosales Benítez" ubicada en Veguita, provincia de Granma. Esta instalación cuenta con una extensión territorial de tres hectáreas, divididas en dos hectáreas para la siembra de cultivos protegidos que abarcan 15 casas de 540 m² y 16 de 800 m² y una hectárea para semiprotegidos. El experimento se realiza en la casa número 26 de un área de 0,054 ha (540 m²) en *Fluvisol* según la Nueva Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Se planta el cultivo de pimiento, variedad FORBUR F₁, de semillas procedentes de Israel (ONE, 2006 b).

Materiales y Métodos

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado ES en bloque al azar para las variables energéticas (energía de uso directo, energía de uso indirecto, rendimiento energético del cultivo: input energy, output energy, Ratio, NER y las emisiones de CO₂) y del cultivo (rendimiento agrícola); donde se realizan un total de cinco observaciones de cada una de las variables analizadas en los periodos noviembre 2016-marzo 2017 (T1); noviembre 2017-marzo 2018 (T2). El procesamiento de los datos se realiza con el paquete estadístico STATISTICA (Statsoft portable, 2008), se realiza un análisis de varianza mediante la prueba LSD de Fisher con una probabilidad $p < 0,95$.

Metodología de la investigación

Para realizar los cálculos se utiliza el procedimiento propuesto por (Bowers, 1992), el cual tiene en cuenta la energía directa e indirecta de los insumos consumidos que participan en el proceso productivo del cultivo, lo que permite determinar la relación energética (ratio) y coeficiente de eficiencia de la energía (NER). A continuación se detallan las expresiones que permiten calcular estas variables.

Cálculo de la energía de uso directo (Ed)

La energía directa en este caso es aquella que está asociada a la mano de obra empleada, los animales utilizados y al consumo de energía eléctrica que se usa en las diferentes labores del ciclo productivo, esto es:

a) Energía asociada al consumo de electricidad (E_{de}) (MJ ha^{-1}).

$$E_{de} = C_e E_e \quad (1)$$

Donde:

C_e , es el consumo de electricidad (kWh ha^{-1}).

E_e , Equivalente energético de la electricidad ($11,93 \text{ MJ kWh}^{-1}$) (Mandal *et al.* 2002).

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

$$E_{dh} = \frac{E_h n_{oa}}{C_{toa}} \quad (2)$$

Donde:

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

n_{oa} , es la cantidad de obreros agrícolas que participan en una determinada labor.

C_{toa} , es la capacidad de trabajo de los obreros agrícolas (ha h^{-1}).

c) Energía asociada con los animales utilizados en labores de tiro (E_{da}) (MJ ha^{-1}).

$$E_{da} = \frac{E_a n_a}{C_{ia}} \quad (3)$$

Donde:

E_a , es el equivalente energético del trabajo animal ($5,05 \text{ MJ h}^{-1}$) (Ozkan *et al.* 2004).

n_a , es la cantidad de animales que participan en una determinada labor.

C_{ta} , es la capacidad de trabajo de los animales ($ha\ h^{-1}$).

Cálculo de la energía de uso indirecto (Ei).

Se contabiliza como aquella que se emplea en la utilización de la maquinaria y de los factores de producción, la cual considera los indicadores siguientes:

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

$$E_{imq} = \frac{m_{eq}[E_f(1 + (E_r/100)) + E_t]}{V_u} \times \frac{10}{a_t v_{tr}} \quad (4)$$

Donde:

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

E_r , es factor energético en reparación y mantenimiento.

E_t , es el factor energético debido al transporte del equipo desde fábrica ($8,8\ MJ\ kg^{-1}$) (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 ($km\ h^{-1}$).

b) Energía de uso indirecto relacionada con los insumos de producción (E_{iin}) ($MJ\ ha^{-1}$).

$$E_{iin} = D_s E_{ein} \quad (5)$$

Donde:

D_s , es la dosis de insumo ($kg\ ha^{-1}$ o $L\ ha^{-1}$).

E_{ein} , es el equivalente energético de los insumos.

Cálculo de la energía de entrada (input) del cultivo por unidad de superficie (I_{ecs})

$$I_{ecs} = E_{dc} + E_{ic} \quad (6)$$

Donde:

E_{dc} , es la energía de uso directo en el cultivo ($GJ\ ha^{-1}$).

E_{ic} , es la energía de uso indirecto en el cultivo ($GJ\ ha^{-1}$).

Cálculo de la energía de entrada (input) del cultivo por rendimiento agrícola (I_{ecr})

$$I_{ecr} = \frac{I_{ecs}}{R_{ac}} \quad (7)$$

Donde:

R_{ac} , es el rendimiento agrícola del cultivo ($t\ ha^{-1}$).

Cálculo de la energía de salida (output) en el cultivo producido (O_{ecs})

$$O_{ecs} = E_{eq} R_{ac} \quad (8)$$

Donde:

E_{eq} , es la energía equivalente del cultivo ($GJ\ t^{-1}$).

R_{ac} , es el rendimiento agrícola del cultivo ($t\ ha^{-1}$).

Cálculo del coeficiente de relación energética del cultivo (Energy Ratio) (E_{rc})

$$E_{rc} = \frac{O_{ecs}}{I_{ecs}} \quad (9)$$

O_{ecs} , es la energía contenida (salida) en el cultivo producido ($GJ\ ha^{-1}$).

I_{ecs} , es la energía consumida (entrada) en el cultivo ($GJ\ ha^{-1}$).

Cálculo del coeficiente de eficiencia de energía neta del cultivo (NER)

$$NER = \frac{O_{ecs} - I_{ecs}}{I_{ecs}} \quad (10)$$

Cálculo de emisiones de dióxido de carbono (E_{co_2}) a la atmósfera

Actualmente se prefiere expresar la energía consumida (input) y la asociada al producto obtenido (output) de un sistema de producción agrícola en términos de unidades de dióxido de carbono equivalente ($kg\ Eco_2$), en vez de hacerlo en unidades de energía.

a) Relación entre el dióxido de carbono asociado al producto obtenido y el asociado a los insumos (E_{co_2}).

$$E_{CO_2} = \frac{C_{O_{ecs}}}{C_{I_{ecs}}} \quad (11)$$

$$C_{Oecs} = O_{ecs} EqCO_2 \quad (12)$$

$$C_{Iecs} = I_{ecs} EqCO_2 \quad (13)$$

Donde:

$EqCO_2$ -es el equivalente de las emisiones de CO_2 (73,95 kg E_{CO_2}).

b) Coeficiente de eficiencia de reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2).

$$NER_{CO_2} = \frac{C_{Oecs} - C_{Iecs}}{C_{Iecs}} \quad (14)$$

Análisis de los resultados

Análisis de la energía de uso directo asociada al cultivo ($MJ ha^{-1}$).

En la Tabla 1 y Fig. 1 aparecen los factores relacionados con el uso de la energía directa asociada al cultivo para los periodos 2016-2017 (T1) y 2017-2018 (T2), observándose diferencias significativas entre ambos tratamientos, notificando la mayor cantidad de energía T2 con valor de $13,4 GJ ha^{-1}$ superior en $5,9 GJ ha^{-1}$ al valor de $7,5 GJ ha^{-1}$ obtenido por T1, resalta que las diferencias en cuantía están dadas por los valores asociados a la utilización de la energía humana, esto se debe a que estas instalaciones en su generalidad realizan las labores de forma manual, destacando que los valores de T1 y T2, representan el 94,6 % y 96,2 % respectivamente del total .

Estos resultados se corroboran con los obtenidos en idénticas condiciones edafoclimáticas por Saykhammoun (2014); Borges (2015) y Fernández (2016) para el cultivo de tomate quienes notifican el 94,9; 94,6 y 96,2 % del total.

Tabla 1. Energía de uso directo asociada al cultivo ($GJ ha^{-1}$).

Tipo de energía	Tratamientos	
	Periodo 2016-2017 (T1)	Periodo 2017-2018 (T2)
Humana	7,1 a	12,9 b
Animal	0,2 a	0,3 a
Electricidad	0,2 a	0,2 a
Energía total	7,5 a	13,4 b

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

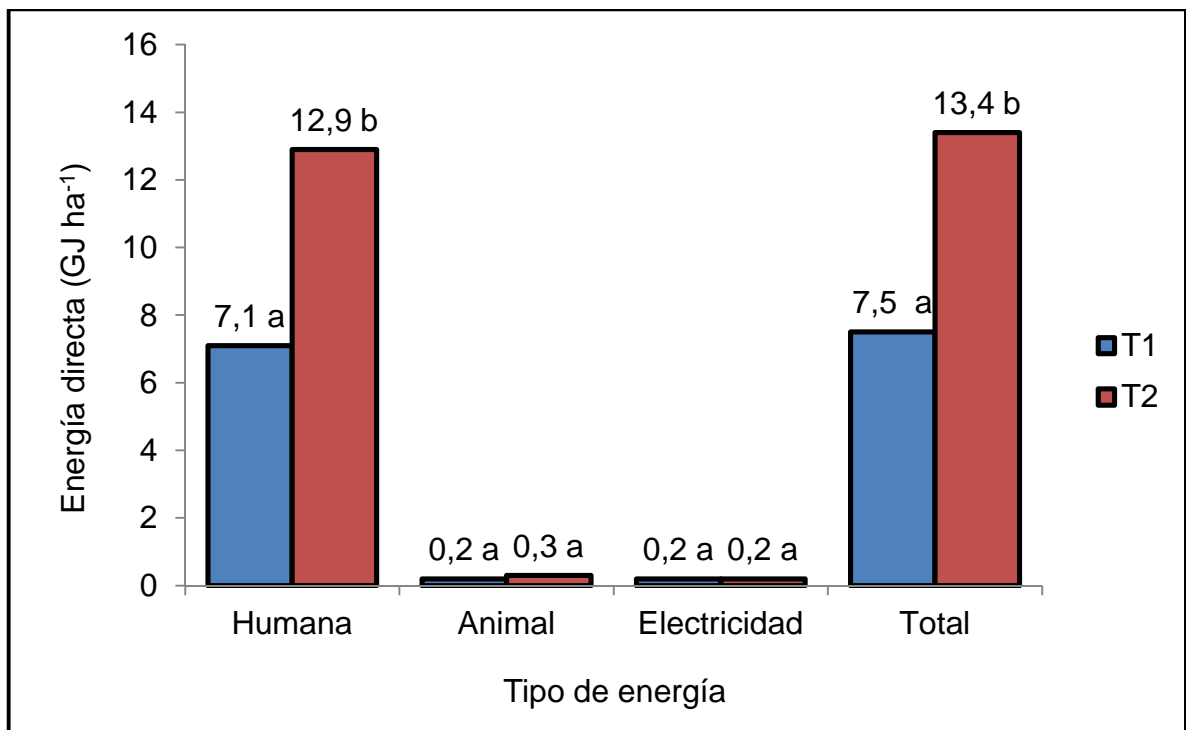


Fig. 1. Energía de uso directo asociada en el cultivo (GJ ha⁻¹).

Análisis de la energía de uso directo asociada a la fuerza humana (GJ ha⁻¹).

En efecto tal y como se muestra en la Tabla 2 y Fig. 2, los consumos más elevados están relacionados con las actividades de atenciones culturales en las que se encuentran diferencias significativas entre ambos tratamientos, representando para T2 y T1 el 75,1 y 59,6 % respectivamente del total. Estos resultados se corroboran con los obtenidos bajo las mismas condiciones por Saykhammoun (2014); Borges (2015) y Fernández (2016) para el cultivo de tomate quienes notifican 57,2; 59,9 y 79,2 % del total respectivamente.

Tabla 2. Energía directa (GJ ha⁻¹) asociada a la fuerza humana.

Actividades	Periodo 2016-2017 (T1)	Periodo 2017-2018 (T2)
Laboreo	0,9 a	1,9 a
Siembra	0,2 a	0,3 a
Atenciones culturales	5,9 a	9,9 b
Cosecha	0,1 a	1,2 a
Energía total	6,1 a	13,3 b

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

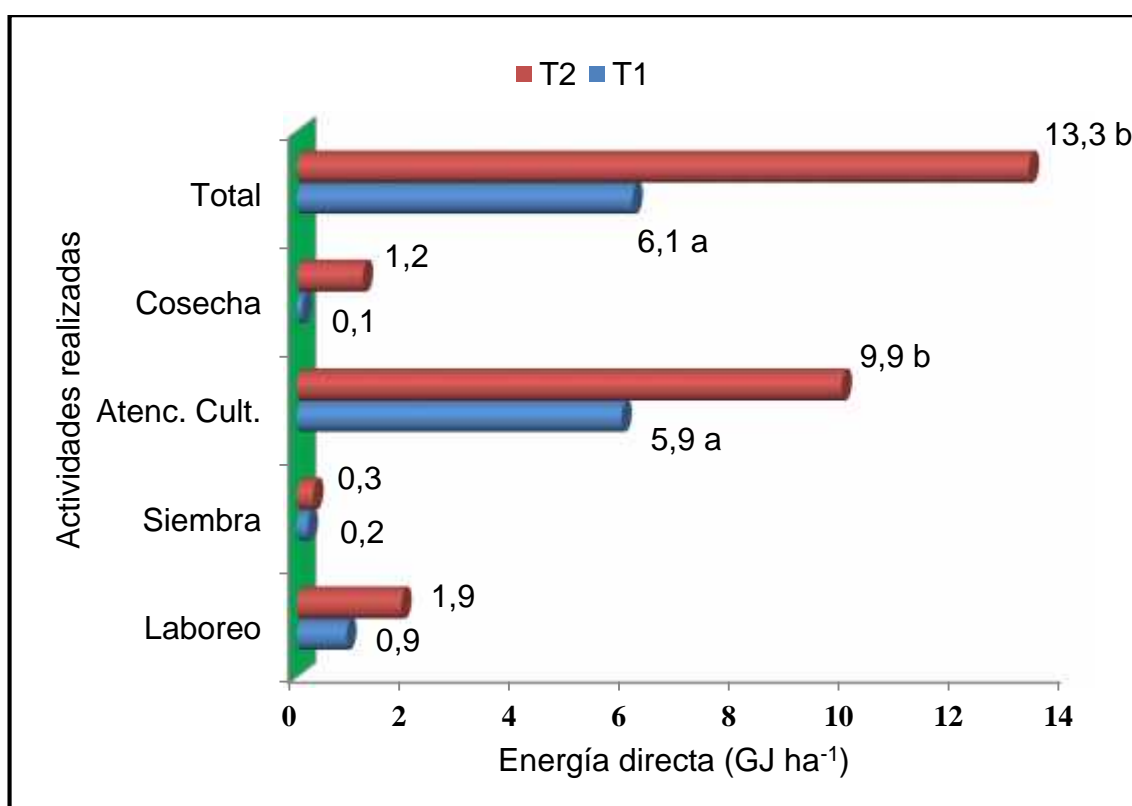


Fig. 2. Energía de uso directo asociada a la fuerza humana (GJ ha⁻¹).

Análisis de la energía de uso indirecto asociada al cultivo (GJ ha⁻¹).

Al observar la Tabla 3 y Fig. 3, en la energía de uso indirecto asociada al cultivo se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos, donde T1 se comporta superior en 1,2 GJ ha⁻¹ al resultado obtenido por T2. Hay que señalar que en ambos tratamientos la mayor cuantía de energía está asociada al uso de fertilizantes con valor de 7,6 GJ ha⁻¹ que representa el 65,5 y 73,1 % del total respectivamente, en lo fundamental el Nitrógeno, seguido de los productos fitosanitarios (plaguicidas, fungicidas e Insecticidas), se destaca que en similares resultados bajo las mismas condiciones para el cultivo del tomate se obtienen Saykhammoun (2014); Borges (2015) y Fernández (2016) que notifican una media del 85,3 % de la energía vinculada al uso de los fertilizantes.

Tabla 3. Energía de uso indirecto asociada al cultivo (GJ ha⁻¹)

Tipo de insumos	Tratamientos	
	Periodo 2016-2017 (T1)	Periodo 2017-2018 (T2)
Maquinaria	0,1 a	0,1 a
Semilla	0,3 a	0,3 a
Bioestimulantes	0,1 a	0,1 a
Productos fitosanitarios	3,5 b	2,3 a

Fungicidas	0,1 a	1,3 b
Insecticidas	1,5 b	0,7 a
Plaguicidas	1,9 b	0,3 a
Fertilizantes	7,6 a	7,6 a
Energía total	11,6 b	10,4 a

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

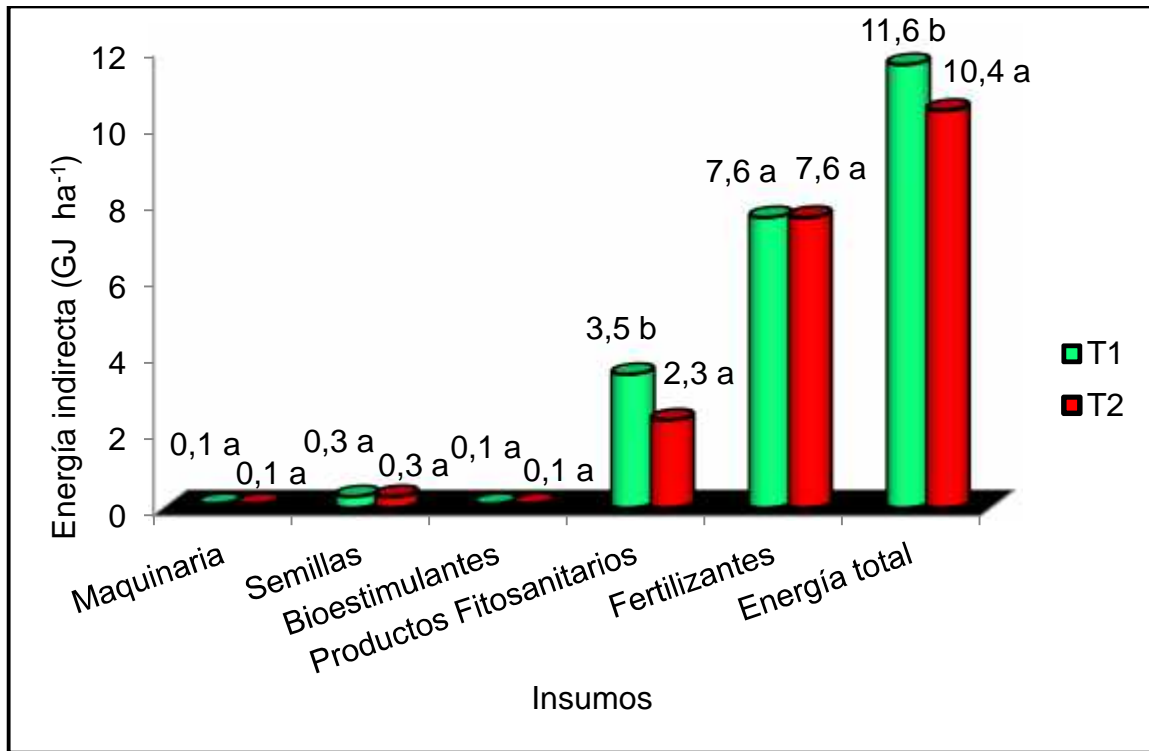


Fig.3. Energía de uso indirecto asociada al cultivo (GJ ha^{-1})

Análisis del balance energético del cultivo.

Como se observa en la Tabla 4 y la Fig. 4, se encuentran diferencias significativas en todos los indicadores energéticos evaluados, lo que favorece a T2, energía contenida en la producción de pimiento para la venta con valor de $54,9 \text{ GJ ha}^{-1}$, superior en $46,7 \text{ GJ ha}^{-1}$ a T1 con valor de $8,2 \text{ GJ ha}^{-1}$. Estos resultados indican en T2 un mejor resultado en la relación de entrada y salida de energía (ratio) y la eficiencia energética (NER) con valores de 2,3 y 1,3 respectivamente, superiores en 1,9 y 1,2 a los obtenidos por T1. Los resultados que se obtienen por T2 se comportan similares a los del cultivo del tomate bajo las mismas condiciones por Saykhammoun (2014) y Borges (2015) quienes reportan ratio de 4,07; 2,33 y NER de 3,09; 1,33 por o que sus comportamientos se catalogan de buenos.

Tabla 4. Balance energético del cultivo de pimiento

Indicadores	UM	Tratamientos	
		T1	T2
Energía de entrada (input) por unidad de superficie.	GJ ha ⁻¹	19,2 a	23,6 b
Energía de entrada (input) por rendimiento agrícola.	GJ t ⁻¹	1,9 b	0,3 a
Energía de salida en el cultivo producido (ouput).	GJ ha ⁻¹	8,2 b	54,9 a
Relación energética (ratio).	-	0,4 b	2,3 a
Eficiencia Energética Neta (NER).	-	0,1 b	1,3 a

En cada fila las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,05$).
T1- Periodo 2016-2017; T2- Periodo 2017-2018.

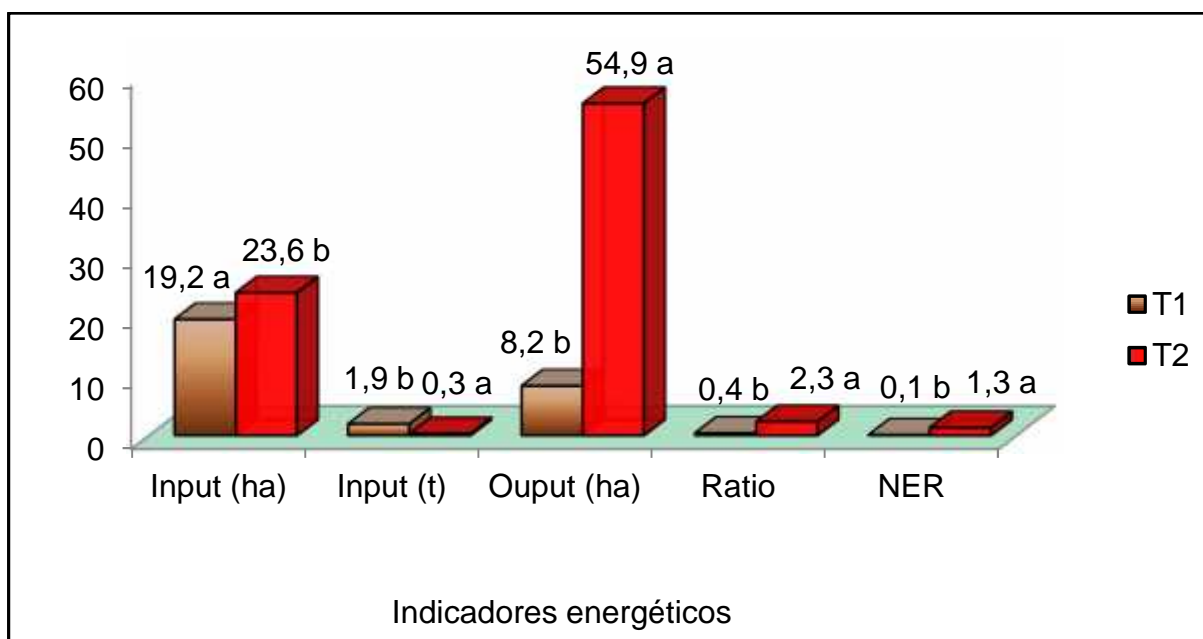


Fig. 4. Balance energético del cultivo.

Análisis de las emisiones de dióxido de carbono (Eco₂) a la atmósfera

En la Tabla 5 y Fig. 5 se reflejan los valores de CO₂ emitidos a la atmósfera por ambos tratamientos, comportándose con diferencias significativas, lo que se relaciona con las diferencias de cuantía de energía aportadas al sistema por los fertilizantes y productos fitosanitarios, por lo que mientras más bajo sea el consumo de estos productos, mejor es el índice de sostenibilidad al ser menores las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Hay que destacar que estos resultados son análogos a los obtenidos en unidades de energía, ya que estas se transforman en las anteriores multiplicándolas por una constante, 73,95 kg CO₂ E GJ⁻¹.

Tabla 5. Emisiones de dióxido de carbono (Eco₂) a la atmósfera

Tratamientos	Indicadores de emisiones de CO ₂	
	Relación de salida/entrada de dióxido de carbono (ECO2)	Sostenibilidad de emisiones de dióxido de carbono (NER CO2)

T1	0,1	1,3
T2	0,4	2,3

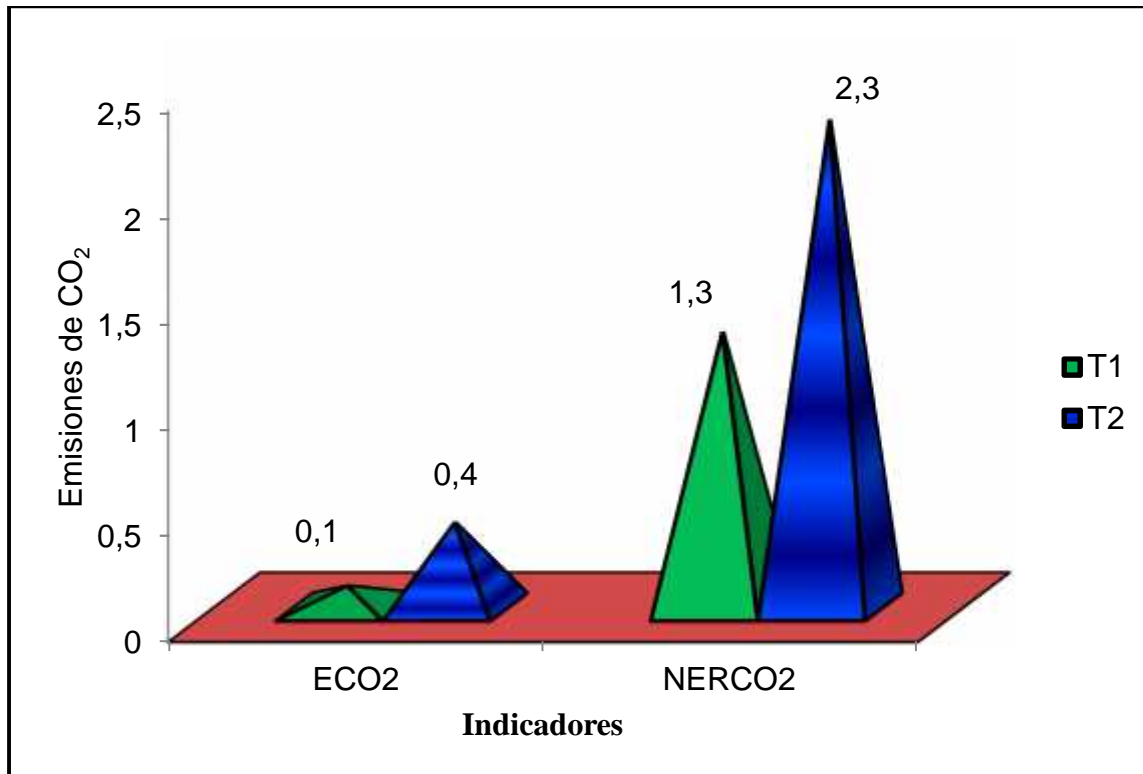


Fig. 5. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera

Valoración económica

En la casa donde se desarrolla el experimento, como se muestra en la Tabla 6 y Fig. 6, se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos, esto favorece el mejor resultado a T2, el cual incurre en los menores gastos (2 099,7 CUP), se aporta el mayor ingreso (8 833,5 CUP) y se obtiene la mayor ganancia (6 733,8 CUP).

Tabla 6. Ingreso total (CUP) de la producción del cultivo de pimienta

Indicadores	U M	Tratamientos	
		(T1)	(T2)
Volumen de producción	t	0,561	1,95
Precio del producto cosechado	CUP kg	5,20	4,53
Gastos	CUP	2 246,07	2 099,7
Ingresos	CUP	2 917,2	8 833,5
Ganancia	CUP	671,1 b	6 733,8 a

T1- Periodo 2016-2017; T2- Periodo 2017-2018.

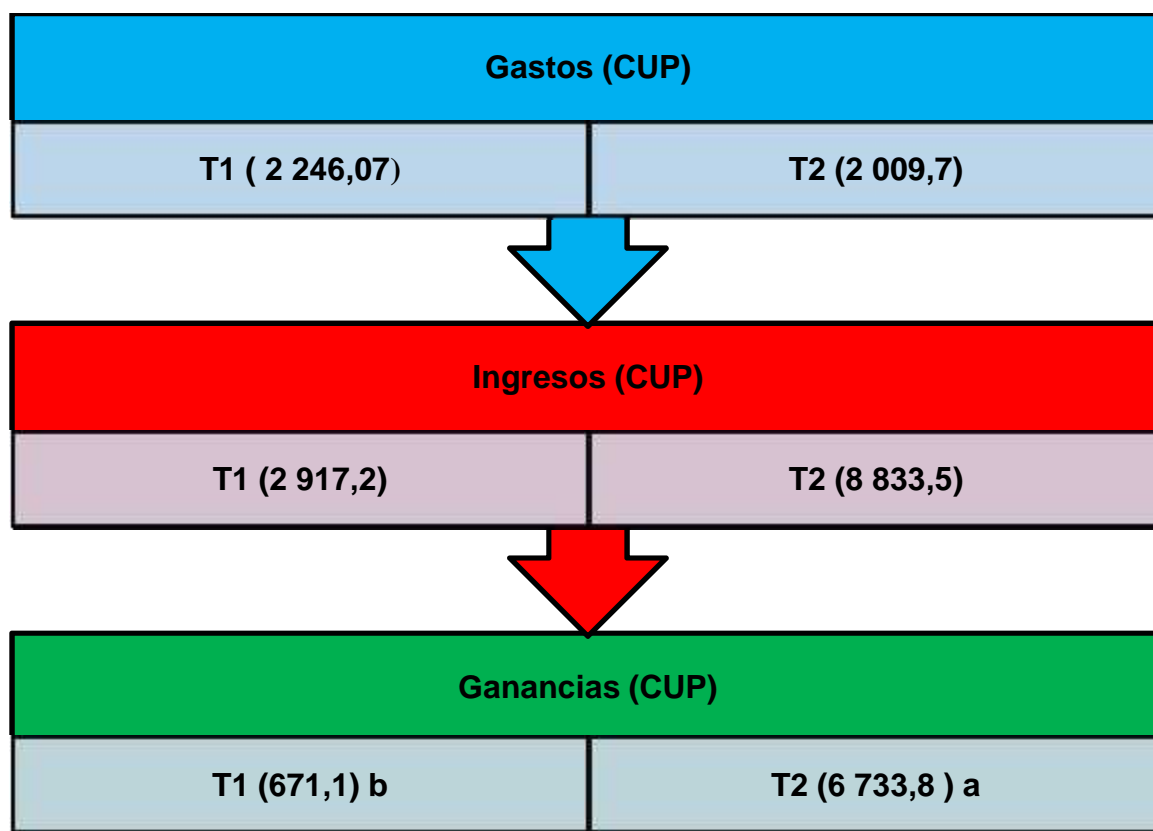


Fig. 6. Relación gasto – ingreso - ganancia del cultivo (CUP).

CONCLUSIONES

1. La mayor cantidad de energía de uso directo corresponde a T2 con valor de 13,4 GJ ha⁻¹, superior en 5,9 GJ ha⁻¹ al valor de 7,5 GJ ha⁻¹ obtenido por T1.
2. Los consumos más elevados de energía de uso directo están relacionados con las actividades de atenciones culturales, con diferencias significativas, que representan para T2 y T1 el 75,1 y 59,6 % del total respectivamente.
3. En la energía de uso indirecto se encuentran diferencias significativas, donde T1 se comporta superior en 1,2 GJ ha⁻¹ al resultado de T2. Para ambos tratamientos la mayor cuantía está asociada al uso de fertilizantes con valor de 7,6 GJ ha⁻¹.
4. La relación de entrada y salida de energía (ratio) y el coeficiente de eficiencia energética (NER) en T2 con valores de 2,3 y 1,3 respectivamente, son superiores en 1,9 y 1,2 a los obtenidos por T1.
5. Las emisiones de CO₂ a la atmósfera en los tratamientos T1 y T2 son de 0,1 y 1,3 kg y el coeficiente de eficiencia de reducción de las emisiones de dióxido de carbono de 1,3 y 2,3 respectivamente.

6. La relación gastos-ingresos de la producción del cultivo de pimiento favorece a T2, que aporta una ganancia de 6 733,8 CUP, superior en 6 062,7 CUP con relación a T1.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Bowers, W. (1992). Agricultural field equipment. In: Fluck, R.C. (Ed.), Energy in World Agriculture. Energy in Farm Production, vol. 6.Elsevier, Amsterdam, 117-129.
2. Borges, A. (2015). Balance energético del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum L.*).Trabajo de Diploma. Universidad de Granma. Cuba.
3. FAOSTAT. (2016). Principales países productores de pimiento.
4. FAO. (2017). Statistical database of Food and Agriculture Organization of The United Nations. Disponible en: <http://faostat.fao.org/faostat>.
5. Fernández, Y. (2017). Balance energético del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum M.*) en la UEB Cultivos Protegidos y Semiprotegidos de Veguitas. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma. Cuba.
6. Hatirli, A. S., Ozkan, B. and Fert, C. (2006). Energy in put sand crop yield relations hipin green house tomato production. *Renewable Energy* 31, 427-438.
7. Mandal, K.G., Saha, K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M., and Bandyopadhyay, K.K. (2002). Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy* 23 (2002) 337-345.
8. ONE. (2006 b). (Oficina Nacional de Estadística). Clasificación genética de los suelos de Cuba.
9. Ozkan, B., Akcaoz, H. and Fert, C. (2004). Energy input-ouput in Turkish agriculture. University of Akdeniz, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Antalya 07058, Turkey. *Renewable Energy* 29, 39-51.
10. Statsoft portable, (2008). Programa Estadístico para el análisis y procesamiento de datos experimentales.
11. Saykhammoun, S. (2014). Balance energético del cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma. Cuba.