



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación energética de la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Energy evaluation of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) production

Yosvel Enrique Olivet Rodríguez^{1*}, Daimara Cobas Hernández²

¹Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, carretera Bayamo-Manzanillo km 17 ½, Bayamo 85100, Cuba
²Centro de Idiomas, Facultad de Educación Media, Universidad de Granma, carretera Bayamo-Manzanillo km 17 ½, Bayamo 85100, Cuba

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 10/07/2019
Aceptado: 06/08/2021

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

CORRESPONDENCIA

Yosvel Enrique Olivet Rodríguez
yolivetr@udg.co.cu



Cu-ID: <https://cu-id.com/2153/cag031222351>

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) "VI Congreso Campesino", perteneciente al municipio Niquero, provincia Granma, Cuba, dedicada al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), con el propósito de evaluar el consumo energético de este cultivo en dos campañas diferentes. En la campaña 2016-2017 (C1) se presentó el mayor consumo de energía *Input* de 2 563,01 GJ ha⁻¹, energía de uso directo e indirecto de 1 910,62 y 652,39 GJ ha⁻¹, respectivamente, energía *Output* de 317 376,76 GJ ha⁻¹, la menor relación energética (*Ratio*) y el coeficiente de energía neta (*NER*). De igual forma, se presentó la mayor cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera de 189 534,59 kg CO₂ E ha⁻¹, contribuyendo al deterioro del medio.

Palabras clave: atmósfera, consumo energético, energía de entrada, energía de salida

ABSTRACT

The research was developed in the Agricultural Production Cooperative (CPA) "VI Congreso Campesino", belonging to Niquero municipality, Granma province, Cuba, dedicated to the cultivation of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), with the purpose of evaluating the energy consumption of this crop in two different campaigns. In the 2016-2017 campaign (C1), the highest Input energy consumption of 2 563.01 GJ ha⁻¹, direct and indirect use energy of 1 910.62 and 652.39 GJ ha⁻¹, respectively, Output energy of 317 376.76 GJ ha⁻¹, the lowest energy ratio (Ratio) and net energy ratio (NER) were presented. Similarly, the highest amount of CO₂ emitted to the atmosphere was 189 534.59 kg CO₂ E ha⁻¹, contributing to the deterioration of the environment.

Keywords: atmosphere, energy consumption, energy input, energy output

INTRODUCCIÓN

La agricultura que se practica en un determinado lugar está condicionada, en gran medida, por la cantidad de energía que se consume por unidad de superficie cultivada. El uso de los combustibles, la maquinaria, los fertilizantes y las semillas son factores que conllevan al consumo total de energía asociado a un proceso productivo. La utilización racional de la energía es vital para asegurar el aumento de la producción de alimentos de forma eficiente, y para mejorar la productividad y la competitividad de la agricultura con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de la vida rural (Parra *et al.*, 2017; Crespo *et al.*, 2018).

La energía es la capacidad que portan los subsistemas de la naturaleza y que constituye la base del desarrollo de toda sociedad (Recalde, 2017). El petróleo es una fuente energética natural no renovable, pero su uso indiscriminado por la sociedad moderna ha engendrado la insostenibilidad energética, económica y ecológica a nivel mundial (Reid *et al.*, 2014; Lora *et al.*, 2015). Por tal razón, se obliga a buscar nuevas estrategias para enfrentar el nuevo desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de las actuales y futuras generaciones con un bajo costo energéticos de producción (de las Cuevas *et al.*, 2017).

Hoy en día, muestra agricultura muestra un elevado consumo de energía, debido a un incremento de la mecanización de los cultivos donde los sistemas de producción agrícola mecanizados constituyen una de las actividades que más consumo de energía requiere (Olivet, 2017). Dentro de los sistemas de producción agrícola, las actividades de preparación de suelo generan elevados consumos de energía, debido al número de estas que se realizan. El consumo de combustible depende del tipo de suelo y su condición en el momento de ser labrado, la potencia del tractor, el apero utilizado y la profundidad de trabajo (Olivet, 2010).

Teniendo en cuenta todo lo abordado, 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 (Ponce *et al.*, 2008; de las Cuevas *et al.*, 2009). Es por eso que, se hace necesario garantizar las producciones venideras con un consumo mínimo de portadores energéticos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el consumo energético de la producción del cultivo de la caña de azúcar en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) “VI Congreso Campesino”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo investigativo se desarrolló en la CPA “VI Congreso Campesino”, perteneciente al municipio de Niquero, provincia Granma, Cuba, dedicada al cultivo de la caña de azúcar, sobre un *Vertisol* (Hernández *et al.*, 2015). Para el estudio se ajustó un diseño experimental completamente aleatorizado donde se evaluaron dos campañas, siendo los tratamientos, Campaña 1 (2016-2017) y Campaña 2 (2017-2018). Las variables de estudios fueron: energía de uso directo e indirecto, energía *Input* y *Output*, eficiencia energética (*Ratio* y *NER*), emisiones de CO₂. Una vez tomados los datos, se realizó un análisis de varianza con el paquete estadístico STATISTICA (Statsoft, 2003), efectuando la prueba de LSD de Fisher con una probabilidad $p < 0,95$.

Determinación del balance energético

El balance energético se realizó por la metodología propuesta por Bowers (1992), donde se tuvo en cuenta la energía directa e indirecta de los insumos.

La *Energía directa* (E_d) incluye aquellas que están asociadas al consumo de combustible, electricidad y mano de obra empleada en las diferentes labores:

- a) Energía asociada al consumo de combustible (E_{dc}), (MJ ha⁻¹)

$$E_{dc} = C_c \cdot E_{eg} \quad (1)$$

Donde:

C_c , es el consumo de combustible (L ha⁻¹)

E_{eg} , es el equivalente energético del gasóleo (41 MJ L⁻¹) (Saunders *et al.*, 2006)

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

$$E_{dh} = \frac{E_h \cdot n_{ob}}{C_{tob}} \quad (2)$$

Donde:

E_h , es el equivalente energético del trabajo humano (1,96 MJ ha⁻¹ para el hombre) (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, (ha h⁻¹)

En la *Energía indirecta* (E_i) se incluye, la utilización de la maquinaria y de los factores de producción:

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

$$E_{imq} = \frac{m_{eq} [E_f (1 + (E_r/100)) + E_t]}{V_u} \times \frac{10}{a_t v_{tr}} \quad (3)$$

Donde:

E_p , es el factor energético, debido a la fabricación del equipo (87 MJ 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 MJ kg⁻¹) (Bowers, 1992)

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

V_u , es la vida útil del equipo (h)

a_p , es el ancho de trabajo del equipo (m)

v_p , es la velocidad real de trabajo (km h⁻¹)

Los valores del factor energético, correspondiente a reparación y mantenimiento, la vidas útiles de los equipos, así como de los insumos, se toman de Bowers (1992), Chamsing *et al.* (2006), MINAG (2008), Gezer *et al.* (2003), Green (1987), y Pimentel (1992).

b) Energía indirecta de los insumos de producción (E_{iin}), (MJ kg⁻¹).

$$E_{iin} = D_s \cdot E_{ein} \quad (4)$$

Donde:

D_s , es la dosis de insumo, (kg ha⁻¹ para los fertilizantes y L ha⁻¹ para los pesticidas)

E_{ein} , es el equivalente energético de los insumos (MJ kg⁻¹ para los fertilizantes y MJ L⁻¹ para los pesticidas)

Energía total del proceso.

a) Energía total (*Input*) consumida en el proceso de labranza (MJ ha⁻¹)

$$E_{Input} = E_d + E_i \quad (5)$$

b) Energía total (*Input*) consumida por unidad de producto obtenido (MJ kg⁻¹)

$$E_{Input}/rend = \frac{E_{Input}}{R_{ac}} \quad (6)$$

Donde:

R_{ac} , es el rendimiento del cultivo (kg ha⁻¹)

c) Energía (*Output*) contenida en el producto obtenido (MJ ha⁻¹)

$$E_{Output} = R_{ac} \cdot E_{eq} \quad (7)$$

Donde:

R_{ac} , es el rendimiento del cultivo (kg ha⁻¹)

E_{eq} , es la energía equivalente del cultivo 15,6 MJ kg⁻¹ (Ferreira, 2015)

d) Relación energética del cultivo (*Ratio*) (E_{ue})

$$E_{ue} = \frac{E_{Output}}{E_{Input}} \quad (8)$$

e) Coeficiente de energía neta del cultivo (*NER*)

$$NER = \frac{E_{Output} - E_{Input}}{E_{Input}} \quad (9)$$

Donde:

E_{Output} , es la energía asociada al cultivo producido (MJ ha⁻¹)

E_{Input} , es el consumo de energía total (MJ ha⁻¹)

Determinación de las emisiones de dióxido de carbono

Las emisiones de CO₂ se determinaron multiplicando la energía de entrada *Input* por el equivalente de emisiones, ecuación 10.

$$C_{Input} = E_{Input} \cdot EqCO_2 \quad (10)$$

Donde:

$EqCO_2$, es el equivalente de las emisiones de CO₂ (73,95 kg CO₂ E GJ⁻¹) (Lal, 2004)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Energía de uso directo

En la figura 1 se muestra la energía de uso directo, consumida en dos campañas, para lo cual se observa diferencias significativas entre las campañas evaluadas. Donde C1 mostró el mayor consumo de energía (1 910,62 GJ ha⁻¹), 53 % superior a la energía consumida en C2 (897,25 GJ ha⁻¹).

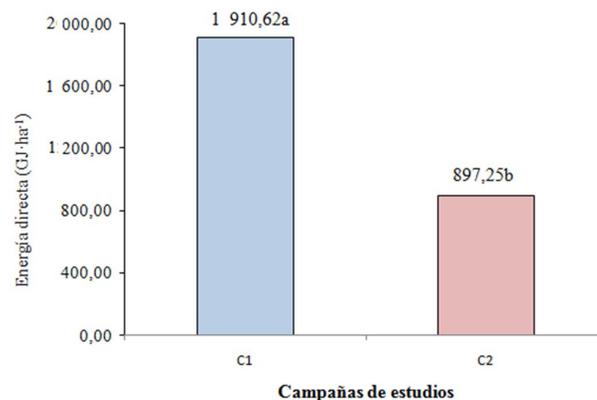


Figura 1. Consumo de energía total de uso directo (C1: campaña (2016-2017), C2: campaña (2017-2018). En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$), mediante la prueba LSD de Fisher)

Teniendo en cuenta cada uno de los componentes que integran la energía directa (Tabla 1), se comprobó que el uso del combustible, fue el parámetro que más energía aportó con relación a la energía utilizada en la mano de obra, alcanzando un valor medio de 1 397, 01 GJ ha⁻¹. Donde la C1 registró en mayor consumo de energía con relación a la C2. En correspondencia con los criterios de Álvarez *et al.* (2006) y Pino *et al.* (2016).

Tabla 1. Energía de uso directo (GJ ha⁻¹) (C1: campaña (2016-2017), C2: campaña (2017-2018)). En cada fila las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$) mediante la prueba LSD de Fisher. En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$), mediante la prueba LSD de Fisher

Indicadores	Campañas		Media
	C1	C2	
Combustible	1 903,25a A	890,77b A	1 397,01
Mano de obra	7,38a B	6,48a B	6,93
Media	955,31a	448,62b	701,97

Energía de uso indirecto

De igual forma se presenta el consumo de energía indirecta (Figura 2), con diferencia significativa entre las campañas. C1 mostró el mayor consumo de energía de uso indirecto (652,39 GJ ha⁻¹), siendo este resultado 58 % superior a lo alcanzado por C2 y a los determinados por López *et al.* (2018).

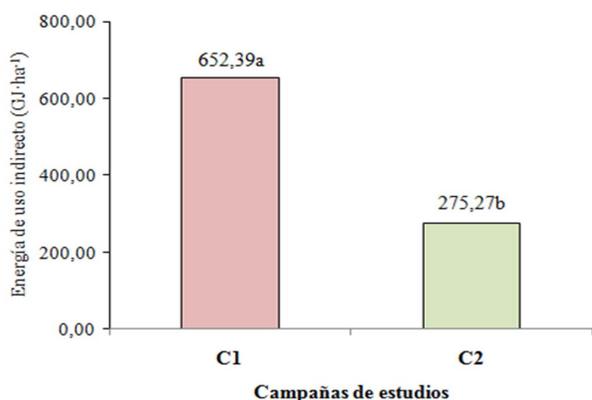


Figura 2. Consumo de energía de uso indirecto (C1: campaña (2016-2017), C2: campaña (2017-2018)). En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$), mediante la prueba LSD de Fisher)

El consumo de C1 está dado en lo fundamental, por la cantidad de energía empleada en la aplicación de los fertilizantes (Tabla 2). El análisis mostró que los valores de energía por concepto del uso de los fertilizantes alcanzado por C1 (595,94 GJ ha⁻¹) superan en un 62 % a los obtenidos por C2 (226,40 GJ ha⁻¹). Asimismo, la cosecha mecanizada con combinada KTP 2M, con 50,90 GJ ha⁻¹ en C1, 11 % superior a la energía alcanzada por C2 (45,24 GJ ha⁻¹).

Mientras que la energía empleada en la maquinaria utilizada en la preparación de suelo y el uso de los herbicidas presentan valores de consumo menores a los alcanzados por los fertilizantes y la cosecha con KTP 2M, también con

Tabla 2. Energía de uso indirecto (GJ ha⁻¹) (C1: campaña (2016-2017), C2: campaña (2017-2018)). En cada fila las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$) mediante la prueba LSD de Fisher. En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$), mediante la prueba LSD de Fisher

Indicadores	Campañas		Medias
	C1	C2	
Maquinaria	4,29a C	2,03b C	3,16
Fertilizantes	595,94a A	226,40b A	411,17
Herbicidas	1,26b D	1,59a D	1,43
Cosecha KTP 2M	50,90a B	45,24b B	48,07
Medias	216,03a	91,08b	153,56

diferencias significativas entre las campañas. De forma general, C1 alcanzó una energía media de 216,03 GJ ha⁻¹, 58 % superior a la energía media alcanzada por C2 (91,08 GJ ha⁻¹). Al comparar los indicadores, el uso de los fertilizantes alcanzó un valor medio de 411,17 MJ ha⁻¹ en correspondencia con Olivet *et al.* (2014).

Energía total Input

La energía *Input*, suma de la energía directa e indirecta reporta diferencia significativa entre las campañas (Figura 3A), donde C1 reporta valores de 2 563,01 GJ ha⁻¹, 54 % superior a C2, con valores de 1 172,52 GJ ha⁻¹. En función del rendimiento agrícola, C1 mostró el mayor consumo (0,13 GJ t⁻¹), superando en 38 % a C2 con 0,08 GJ t⁻¹ (Figura 3B), asimismo a lo alcanzado por Parra *et al.* (2017).

Energía Output contenida en el producto final

En la figura 4 se observa la energía *Output*, para lo cual se obtuvo diferencias significativas entre las campañas, donde C1 alcanzó el mayor valor 317 376,76 GJ ha⁻¹, 29 % superior a lo alcanzado por C2. Estos valores de energía superan a los obtenidos por Olivet (2017).

Relación energética del proceso

La relación energética del proceso (*Ratio*), obtenida por C2 (193), fue 36 % superior a C1 (124) (Figura 5A). De igual forma, se muestra el coeficiente de energía neta (*NER*), 192 para C2 y de 123 para C1 (Figura 5B). Los valores de *Ratio* y *NER* alcanzados en las dos campañas superan el 100 % respectivamente, esto fue debido a ya que la energía *Output* es superior a la *Input* en correspondencia con lo obtenido por Rodríguez (2016).

Emisiones de CO₂

Durante el estudio de las dos campañas se obtuvo un consumo de energía *Input* de 2 563,01 y 1 172,52 GJ ha⁻¹ respectivamente, transmitiendo a la atmósfera 189 534,59 y

86 707,85 kg CO₂ E ha⁻¹, respectivamente. Es evidente que a medida que aumenta el consumo de energía *Input* las emisiones de CO₂ son mayores, destacándose C1 con un comportamiento lineal para R²=1 (Figura 6), en correspondencia con Hermida *et al.* (2016).

CONCLUSIONES

En la campaña 2016-2017 (C1) se alcanzó el mayor consumo de energía *Input* (2 563,01 GJ ha⁻¹), así como de energía directa e indirecta, con valores de 1 910,62 GJ ha⁻¹ y 652,39 GJ ha⁻¹ respectivamente. La energía *Output* alcanzada por C1 (317 376,76 GJ ha⁻¹) fue 29 % superior a la alcanzada

por C2 (campaña 2017-2018). La relación energética (*Ratio*) y el coeficiente de energía neta (*NER*) tuvo mejor comportamiento en C2 (campaña 2017-2018) con relación a C1 (campaña 2016-2017). Las mayores emisiones de CO₂ se registraron en la campaña 2017-2018 (C2), con valores de 189 534,59 kg CO₂ E ha⁻¹.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Yosvel Enrique Olivet Rodríguez: Conceptualización y formulación de los objetivos generales de la investigación. Interpretación los resultados del análisis estadístico y redacción del borrador del manuscrito.

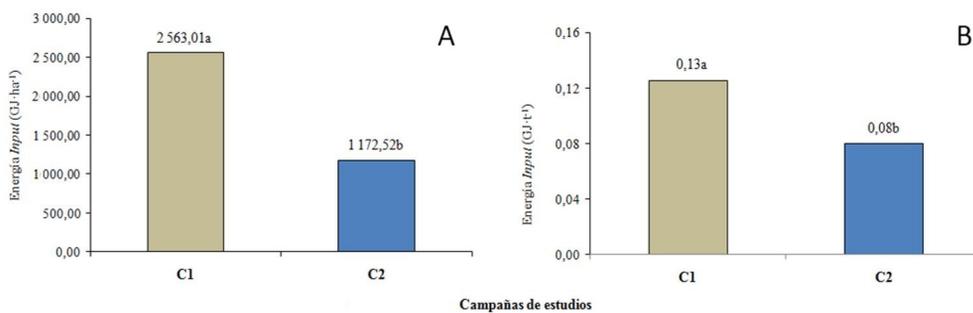


Figura 3. Energía *Input* del proceso; A) Energía total del proceso; B) Energía en función del rendimiento (C1: campaña (2016-2017), C2: campaña (2017-2018)). En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$), mediante la prueba LSD de Fisher)

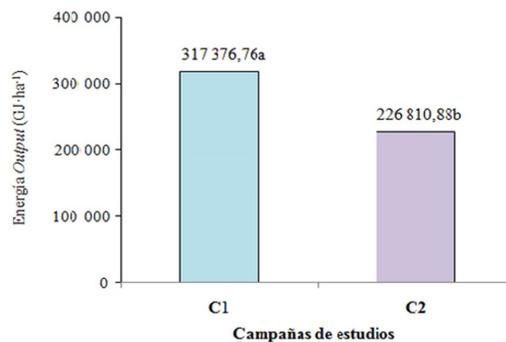


Figura 4. Consumo de energía *Output* del cultivo (C1: campaña (2016-2017), C2: campaña (2017-2018)). En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$), mediante la prueba LSD de Fisher)

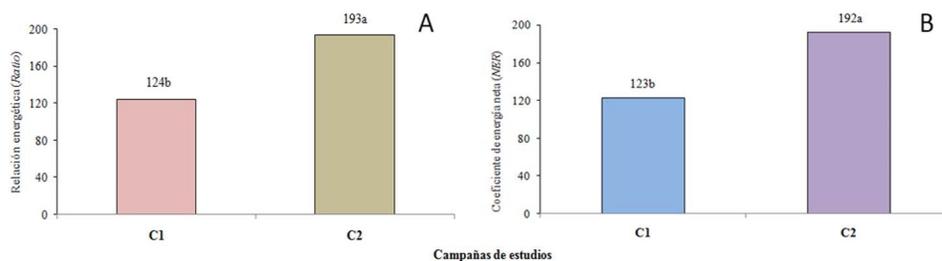


Figura 5. Parámetros energéticos del proceso. A) Relación energética del proceso (Ratio); B) Coeficiente de energía neta (NER) (C1: campaña (2016-2017), C2: campaña (2017-2018)). En una columna las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes para ($p < 0,95$), mediante la prueba LSD de Fisher)

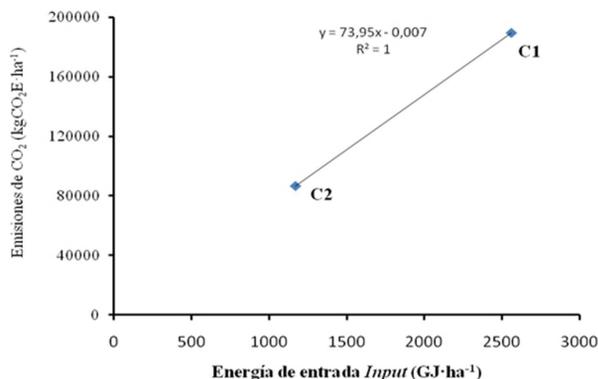


Figura 6. Energía de entrada *Input* vs emisiones de CO₂

Daimara Cobas Hernández: Conservación de los datos, hacer anotaciones y recopilación de los datos en el transcurso de la investigación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Ing. Aylen Uriarte Morales trabajadora en formación de la Delegación del MINAG, por su participación en la recopilación de los datos y elaboración de los materiales y métodos de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, R. L., PANEQUE, R. P., ÁLVAREZ, O., *et al.* 2006. *Costo energético de las operaciones de siembra más comunes en Cuba*. IIMA, Cuba.

BOWERS, W. 1992. Agricultural field equipment. *In: Fluck, R. C. (Ed.). Energy in World Agriculture. Energy in Farm Production*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 117-129.

CRESPO, R. M., PANEQUE, P. y MIRANDA, A. 2018. Determinación del costo energético y de explotación de la cosecha mecanizada del arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27 (2): 1-10.

CHAMSING, A., SALOKHE, V. and SINGH, G. 2006. Energy consumption for selected crops in different regions of Thailand. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, VIII: 1-18.

DE LAS CUEVAS, H. R., GÓMEZ, I., HERRERA, M. I., *et al.* 2017. Automated system for determination of energy and operating costs of self-propelled machines. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26 (2): 80-88.

DE LAS CUEVAS, H. R., RODRÍGUEZ, T., PANEQUE, P., *et al.* 2009. Costos energéticos de un conjunto tractor-

máquina de siembra directa. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18 (4): 8-12.

FERREIRA, R. 2015. Balance energético de la caña de azúcar producida mediante tecnologías de producción orgánica y convencional Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.

GEZER, I., ACAROGLU M. and HACISEFEROGULLARI, H. 2003. Use of energy and labour in apricot agriculture in Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 24: 215-219.

GREEN, M. B. 1987. Energy in pesticide manufacture, distribution and use. *In: Helsel, Z. R. (Ed.) Energy in World Agriculture*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 165-177.

HERMIDA, Y., FERNÁNDEZ, Y., LLANES, A., *et al.* 2016. Plantación de caña de a azúcar en surco de base ancha, una opción viable y sostenible para mitigar el cambio climático. *ICIDCA sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50 (1): 55-58.

HERNÁNDEZ, A., PÉREZ-JIMÉNEZ, J. M., BOSCH, D., *et al.* 2015. *Clasificación genética de los suelos de Cuba*. Ediciones INCA, Cuba, 91 p.

LAL, R. 2004. Carbon emission from farm operations. *Environment International*, 30(7): 981-990.

LÓPEZ, I., QUEIPO, O. y SALVADOR, F. 2018 Evaluación de los índices técnicos-explotativos y energéticos de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH A 8800. *Universidad & Ciencia*, 7 (3): 26-37.

LORA, D., RAMOS, R. y FERNÁNDEZ, M. 2015. Consumo energético de la maquinaria agrícola con el empleo de técnicas de agricultura de precisión. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5 (2): 23-28.

MANDAL, K. G., SAHA, K. P., GHOSH, P. K., *et al.* 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*. MINAG, Cuba.

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. 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 para optar por el título de Doctor en Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, España, 135 p.
- OLIVET, Y. E., SÁNCHEZ-GIRÓN, V. y PARRA, L. R. 2014. Balance energético de tres tecnologías de labranza en un *Vertisol* para el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Revista Ingeniería Agrícola*, 4 (2): 35-41.
- 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.
- PIMENTEL, D. 1992. Energy Inputs in Production Agriculture. In: Fluck, R. C. (Ed.). *Energy in World Agriculture*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 13-29.
- PINO, J. C., BELTRÁN, R. F., MENA, E. R., et al. 2016. Análisis comparativo de los indicadores técnicos explotativos en las cosechadoras de caña KTP-2M y KTP-3000S. *Ingenius. Revista de Ciencias y Tecnología*, 16: 12-19.
- PONCE, F., ÁLVAREZ, E. GONZÁLES, Y., et al. 2008. Influencia de las tecnologías de labranza- siembra sobre los costos energéticos y de explotación de la técnica empleada y la contaminación del aire en el cultivo del frijol. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17 (4): 13-18.
- RECALDE, M. 2017. La inversión en energías renovables en Argentina. *Revista de Economía Institucional*, 19 (36): 231-254.
- REID, A., GONZALEZ, V., SIKKEMA, P. H., et al. 2014. Delaying weed control lengthens the anthesis-silking interval in maize. *Weed Science*, 62 (2): 326-370.
- RODRÍGUEZ, L. 2016. Balance energético para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Unidad Básica de Producción Cooperativa "14 de Junio". Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrícola. Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, Cuba, 38 p.
- SAUNDERS, C., BARBER, A. y TAYLOR, G. 2006. *Food Miles - Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand's Agriculture Industry*. The Agribusiness and Economics Research Unit (AERU), Lincoln University, Research Report No., 285, New Zealand, 119 p.
- STATSOFT. 2003. Statistica for Windows, version 6. Tulsa, Oklahoma, USA.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una [Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.