



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Eficiencia energética en cinco agroecosistemas del municipio Pinar del Río

### Energy efficiency in five agroecosystems in the municipality of Pinar del Río

✉Yosbel López Quintana<sup>1\*</sup>, ✉Michel Alejandro Valdés Ravelo<sup>2</sup>, ✉Félix Ponce Ceballos<sup>1</sup>,  
✉Yoerlandy Santana-Baños<sup>1</sup>, ✉Francisco González Breijo<sup>3</sup>, ✉Sergio Carrodegua Díaz<sup>1</sup>,  
✉Mariol Morejón García<sup>1</sup>, ✉Ramón Hernández Carballo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Pinar del Río 20100, Cuba

<sup>2</sup>Empresa de Acopio y Beneficio de Tabaco Viñales, Pinar del Río 22400, Cuba

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo 56230, México

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 24/01/2020

Aceptado: 24/12/2021

#### CONFLICTO DE INTERESES

No se declaran conflictos de intereses.

#### CORRESPONDENCIA

Yosbel López Quintana  
yosbel.lopez@upr.edu.cu



Cu-ID: <https://cu-id.com/2153/cag071222355>

#### RESUMEN

En el contexto de una agricultura convencional, donde el empleo de insumos externos provoca impactos negativos en los sistemas agrícolas, los estudios de eficiencia energética constituyen un elemento de vital importancia para mediar la sostenibilidad de estos. La investigación se realizó en el municipio Pinar del Río con el objetivo de evaluar la eficiencia energética de cinco agroecosistemas con diferencias en los procesos productivos que desarrollan. Los índices de productividad y eficiencia energética se calcularon con el empleo del Software Energía 3.01, entre estos se consideraron los siguientes: energía consumida, energía producida, producción de proteínas, personas que alimenta el agroecosistema con la producción de proteínas y energía, costo energético de la proteína, intensidad energética y balance energético. Se evidenció que los agroecosistemas evaluados dependen de insumos externos para el desarrollo de los procesos productivos, afectando su eficiencia energética, resultado que sugiere la necesidad de fomentar una mayor diversificación de la producción y el empleo de prácticas agroecológicas, adecuadas a las condiciones locales, que garanticen mayor sostenibilidad.

**Palabras clave:** balance energético, productividad, proteína, sostenibilidad

#### ABSTRACT

In the context of conventional agriculture, where the use of external inputs causes negative impacts on agricultural systems, energy efficiency studies are a vitally important element to mediate their sustainability. The research was carried out in the municipality of Pinar del Río with the objective of evaluating the energy efficiency of five agroecosystems with differences in the productive processes they develop. The productivity and energy efficiency indexes were calculated with the use of Energy 3.01 software, among which the following were considered: energy consumed, energy produced, protein production, people fed by the agroecosystem with the production of protein and energy, energy cost of protein, energy intensity and energy balance. It was found that the agroecosystems evaluated depend on external inputs for the development of productive processes, affecting their energy efficiency, a result that suggests the need to promote greater diversification of production and the use of agroecological practices, appropriate to local conditions that guarantee greater sustainability.

**Keywords:** energy balance, productivity, protein, sustainability

## INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria se considera un proceso de conversión de energía, donde la energía solar, a través de la fotosíntesis, se transforma en alimento para los seres humanos, y en forraje para los animales. No obstante, la agricultura moderna requiere de aportes de energía fósil en las etapas de producción, como el uso directo de energía en la maquinaria agrícola, agua de riego, operaciones de cultivo y cosecha (Denoia y Montico, 2010).

El uso irracional de la energía es un tema muy ligado al cambio climático y a la acumulación de gases de efecto invernadero. La energía consumida en los sistemas agropecuarios proviene del trabajo humano y animal, de la materia orgánica, los insumos industriales y del sol. Parte de esta se transforma en producto y el resto se pierde en el proceso (Funes-Monzote, 2015).

Los sistemas agropecuarios con una mayor complejidad son más resilientes y aumentan así su sustentabilidad (Flores *et al.*, 2015; Dussi *et al.*, 2018).

La tendencia actual hacia los sistemas agrícolas sostenibles se enfoca en potenciar el uso de tecnologías ecológicas que mejoren la eficiencia energética en los procesos productivos; sin embargo, los análisis de energía son de gran importancia en la evaluación de la sostenibilidad. Varios autores han desarrollado estudios sobre balance energético en diferentes agroecosistemas (Silva-Laya *et al.*, 2017; Hernández y Díaz, 2019; Martínez *et al.*, 2020), algunos en escenarios de Pinar del Río, Cuba (Márquez *et al.*, 2011).

Los sistemas orgánicos integrales con alta diversidad procuran aprovechar al máximo los ingresos de energía al sistema. De esta forma, tratan de minimizar las pérdidas durante el desarrollo de las actividades productivas, y favorecen la interrelación de los componentes productivos y el reciclaje interno de nutrientes (Rodríguez *et al.*, 2017).

Si bien en los últimos años se logran incrementos en el rendimiento agrícola de los cultivos, la eficiencia energética en los sistemas disminuye, debido a que el uso de la energía crece a una tasa superior respecto a los rendimientos (Meul *et al.*, 2007). Por ello, la necesidad de fomentar sistemas de

cultivos que sean resilientes al cambio climático debe generar enfoques de manejo integral que contemplen aspectos sociales, económicos y ambientales (Altieri y Nicholls, 2008). En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia energética de cinco agroecosistemas representativos del municipio Pinar del Río.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en cinco agroecosistemas representativos de la producción agrícola en el municipio Pinar del Río. Los escenarios seleccionados fueron: Diosdadina, El Progreso, Esperanza No. 1, Esperanza No. 2 y San Esteban (Tabla 1).

El suelo predominante en los agroecosistemas seleccionados fue del tipo Ferralítico Amarillento Lixiviado (Hernández *et al.*, 2015). La preparación se realizó con tracción animal y, en determinadas labores, se incluyó la mecanización, con una duración promedio de 60 días.

Para la recopilación de datos se aplicaron entrevistas a los productores y se consultó la documentación disponible sobre los insumos suministrados para el desarrollo de los procesos productivos en los agroecosistemas, donde se incluyeron: fertilizantes y plaguicidas químicos, productos biológicos, combustibles y lubricantes y concentrados para la alimentación animal. También, se cuantificaron las horas de trabajo humano y animal, así como las relacionadas con el empleo de la maquinaria.

Con los datos obtenidos se calcularon los indicadores productivos y energéticos. En estos últimos, se tuvieron en cuenta las equivalencias de los diferentes insumos agropecuarios y las fórmulas descritas en diferentes fuentes de información (Funes-Monzote *et al.*, 2011; Neves *et al.*, 2018). Todos se calcularon en base a unidad de superficie (ha) para facilitar la su comparación entre los agroecosistemas y con otras referencias de la temática. Se emplearon elementos del software ENERGIA 3.01 para las operaciones de cálculo y la obtención de los resultados (Funes-Monzote *et al.*, 2009). A continuación, se describen los indicadores incluidos en el análisis:

**Tabla 1.** Características de los agroecosistemas evaluados

Agroecosistemas	Ubicación geográfica	Superficie (ha)	Objeto social
Diosdadina	22°25'20" N 83°35'56" O	12,50	Tabaco, maíz, frijol, boniato
El Progreso	22°24'54"N 83°35'52" O	2,24	Tabaco, maíz y frijol, Producción porcina
Esperanza No. 1	22°25'22" N 83°36'13" O	1,60	Tabaco
Esperanza No. 2	22°25'25" N 83°36'01" O	3,46	Tabaco y maíz
San Esteban	22°24'41" N 83°35'43" O	4,50	Tabaco y frijol común

- Productividad (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>): producción por hectárea durante un año en cada agroecosistema.
- Proteína producida (kg ha<sup>-1</sup>): cantidad total de proteínas producida por concepto de producciones agrícolas.
- Energía producida (MJ ha<sup>-1</sup>): cantidad de energía producida por concepto de producciones agrícolas.
- Intensidad de la fuerza de trabajo (horas ha<sup>-1</sup>): número de horas de trabajo humano por hectárea de superficie.
- Energía consumida (MJ ha<sup>-1</sup>): cantidad de energía gastada por concepto de insumos utilizados.
- Personas que alimenta con energía (individuos ha<sup>-1</sup>): número de personas que se pueden alimentar con las producciones agrícolas de acuerdo con los requerimientos energéticos anuales (Funes-Monzote, 2009).

$$P_e = \frac{\sum_{i=1}^S \frac{m_i \cdot \frac{r_i}{100} \cdot e_i}{A}}{R_e}$$

Donde:

Pe- personas que alimenta con energía

S- número de productos

mi- producción de cada producto (kg)

ri- porcentaje del peso del producto no consumible

ei- contenido energético de cada producto (MJ)

A- superficie del agroecosistema

Re- requerimiento energético promedio de una persona (MJ)

- Personas que alimenta con proteínas (individuos ha<sup>-1</sup>): número de personas que se pueden alimentar con las producciones agrícolas de acuerdo con los requerimientos de proteínas anuales (Funes-Monzote, 2009).

$$P_p = \frac{\sum_{i=1}^S \frac{m_i \cdot \frac{r_i}{100} \cdot \frac{P_i}{100}}{A}}{P_p}$$

Donde:

Pp- personas que alimenta con proteínas

S- número de productos

mi- producción de cada producto (kg)

ri- porcentaje del peso del producto no consumible

Pi- contenido proteico de cada producto (% de peso)

A- superficie del agroecosistema

Rp- requerimiento proteico promedio de una persona (kg)

- Intensidad energética (MJ Unidad<sup>-1</sup>): representa el gasto energético por unidad de producto que se genera en el agroecosistema.

- Costo energético de la proteína (MJ kg<sup>-1</sup>): relación (cociente) entre la energía total gastada por concepto de insumos utilizados y la cantidad total de proteína producida.

$$CEP = \frac{\sum_{j=1}^T I_j \cdot F_j}{\sum_{j=1}^T m_j \cdot \frac{P_j}{100}}$$

Donde:

CEP- costo energético de la proteína

T- número de insumos productivos

I- cantidad de insumos productivos (kg)

f- energía requerida para la producción del insumo (MJ kg<sup>-1</sup>)

S- número de productos

m- producción de cada producto (kg)

Pi- contenido proteico de cada producto (% del peso)

- Balance energético: relación (cociente) entre la energía producida en forma de productos y la energía gastada en forma de insumos.

$$BE = \frac{\sum_{i=1}^S m_i \cdot e_i}{\sum_{j=1}^T I_j \cdot F_j}$$

Donde:

BE- balance energético

S- número de productos

m- producción de cada producto (kg)

e- contenido energético de cada producto (MJ kg<sup>-1</sup>)

T- número de insumos productivos

I- cantidad de insumos productivos (kg)

f- energía requerida para la producción del insumo (MJ kg<sup>-1</sup>)

## RESULTADO Y DISCUSION

Los valores de productividad, energía y proteína producidas, en los agroecosistemas evaluados, evidenciaron resultados superiores en El Progreso (Tabla 2), con valores de productividad que superan en más de 15 % lo informado por Rodríguez *et al.* (2017), en agroecosistemas de Matanzas, Cuba. Este resultado evidencia una mayor eficiencia en el uso de la tierra, que se favorece con la integración de los subsistemas vegetal y pecuario en este agroecosistema.

La Esperanza No. 1 evidenció los valores más discretos de proteína y energía producidas, agroecosistema que concentra su actividad en la producción tabacalera. Sin embargo, superó la productividad de Diosdadina. Estudios realizados en agroecosistemas cubanos informan productividades superiores a 2,0 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Camejo *et al.*, 2011), así como valores de proteína y energía que superan los 600 kg ha<sup>-1</sup> y 60 MJ ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Malagón *et al.*, 2020).

La proteína producida en los agroecosistemas fue baja debido a que se dedican fundamentalmente a la producción vegetal y no fomentan la diversificación con subsistemas pecuarios, aspecto que pudiera beneficiar el aprovechamiento de la superficie disponible, así como el reciclaje de nutrientes y un mejoramiento de la eficiencia económica y energética. Se ha demostrado que los sistemas diversificados agroecológicos pueden producir con alta eficiencia, conservando los recursos naturales y sin degradación de los suelos (Funes-Monzote, 2015).

En la eficiencia energética de los agroecosistemas tiene gran importancia los insumos utilizados (Tabla 3). Esto sugiere la magnitud en que se emplea el trabajo humano y animal, el combustible (diésel) los fertilizantes y plaguicidas, entre otros, y se expresan en energía consumida a partir de sus equivalentes energéticos (Funes-Monzote, 2009).

Los resultados evidenciaron que el mayor gasto energético por insumos se produce en Diosdadina, que representa el 34,6 % del total de gastos de los agroecosistemas evaluados. Sin embargo, tuvieron mayor incidencia los fertilizantes y plaguicidas (58,3 %) y el combustible diésel (35,8 %), con una proporción similar a la informado por otros autores en estudios de eficiencia energética (Diego *et al.*, 2019). Los agroecosistemas San

Esteban y Esperanza No. 2 también superaron los 60 mil MJ de gasto energético por insumos.

Los indicadores intensidad de la fuerza de trabajo y energía consumida alcanzaron valores máximos en El Progreso, resultado determinado por el costo energético de los concentrados utilizados para la alimentación animal en este agroecosistema (Tabla 4) combinado con una menor superficie para el desarrollo de las producciones.

También se destaca que el número de personas que alimentan los agroecosistemas con proteína y con energía es bajo (Tabla 5), con excepción de El Progreso que mostró valores superiores a los alcanzados por otros autores en agroecosistemas de Matanzas, Cuba (Rodríguez *et al.*, 2017). Este agroecosistema centro su producción, fundamentalmente, en la cría porcina que tiene alto potencial calórico y proteico (Casimiro-Rodríguez *et al.*, 2020). Estos indicadores están directamente relacionados con la seguridad alimentaria, pues un agroecosistema es mucho más productivo, intensivo y sostenible a medida que aumenta el número de personas que puede alimentar por unidad de superficie.

Los resultados de intensidad energética (Figura 1A) indicaron que El Progreso alcanzó valores superiores a 20 MJ Unidad<sup>-1</sup>, lo cual se debe a la menor superficie y

**Tabla 2.** Productividad, energía y proteína producidas en los agroecosistemas

Agroecosistemas	Productividad (t ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Proteína producida (kg ha <sup>-1</sup> )	Energía producida (MJ ha <sup>-1</sup> )
Diosdadina	0,80	38,50	4 480,64
El Progreso	17,05	2 659,82	179 795,53
Esperanza No. 1	1,46	14,69	1 410,00
Esperanza No. 2	1,57	71,59	11 044,51
San Esteban	1,23	37,14	2 802,22

**Tabla 3.** Relación de gasto energético por insumos y agroecosistema

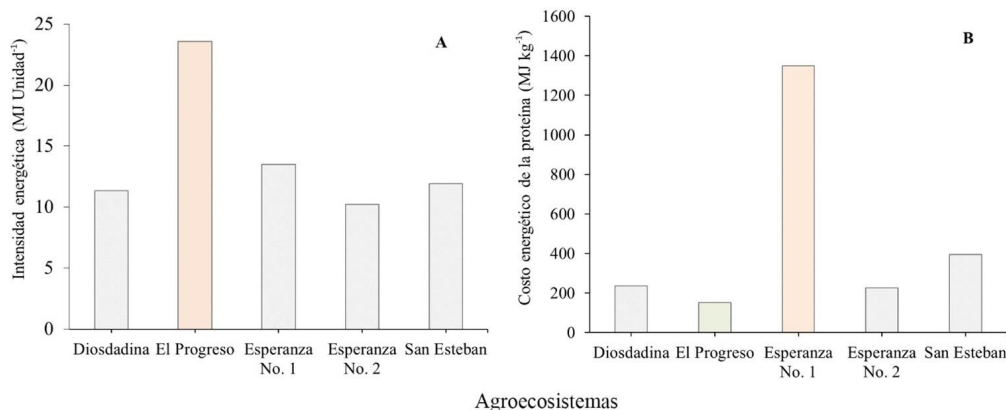
Agroecosistema	Trabajo humano y animal (MJ)	Diesel (MJ)	Fertilizantes y plaguicidas (MJ)	Semillas (MJ)	Total (MJ)
Diosdadina	10 081,67	40 620,82	62 798,47	44,83	113 545,79
El Progreso	3 796,95	23 211,90	33 725,60	43,19	60 777,64
Esperanza No. 1	1 230,50	7 737,30	22 756,09	0,57	31 724,46
Esperanza No. 2	2 365,27	27 080,55	26 252,57	17,82	55 716,21
San Esteban	3 599,95	23 211,90	39 310,78	10,78	66 133,41
<b>Total</b>	<b>21 074,34</b>	<b>121 862,47</b>	<b>184 843,51</b>	<b>117,19</b>	<b>327 897,51</b>

**Tabla 4.** Intensidad de la fuerza de trabajo y energía consumida en los agroecosistemas

Agroecosistemas	Intensidad de la fuerza de trabajo (h ha <sup>-1</sup> )	Energía consumida (MJ ha <sup>-1</sup> )
Diosdadina	166,00	9084,96
El Progreso	825,00	401 968,97
Esperanza No. 1	315,00	19 835,89
Esperanza No. 2	236,56	16 107,11
San Esteban	316,56	14 699,67

**Tabla 5.** Estimación de la cantidad de personas que pueden alimentar los agroecosistemas

Agroecosistemas	Personas que alimenta con energía (Individuos/ha)	Personas que alimenta con proteína (Individuos/ha)
Diosdadina	1,047	1,510
El Progreso	42,032	104,307
Esperanza No. 1	0,330	0,576
Esperanza No. 2	2,582	2,807
San Esteban	0,655	1,457



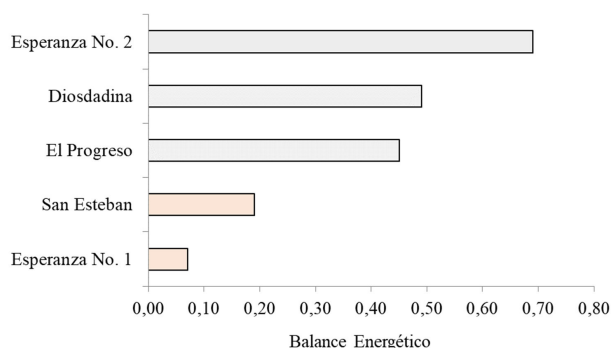
**Figura 1.** Indicadores energéticos en los agroecosistemas. A) Intensidad energética; B) costo energético de la proteína

rendimientos elevados que implican mayor consumo energético, no siendo así en otros agroecosistemas que, por la superficie disponible, tuvieron posibilidades de elevar los volúmenes de producción con menos insumos a pesar de su incidencia negativa en los rendimientos. Investigaciones recientes informan valores de intensidad energética inferiores a 5 MJ Unidad<sup>-1</sup> (Guevara *et al.*, 2018).

En contraste, el agroecosistema El Progreso logró un menor costo energético para la producción de proteína (151,12 MJ kg<sup>-1</sup>), precisamente porque, como se planteó anteriormente, su actividad principal es la cría porcina y le permite mayor proporción de producción proteica. Sin embargo, estudios realizados en Matanzas, Cuba, relacionan un costo máximo (114,80 MJ kg<sup>-1</sup>) todavía inferior (Rodríguez *et al.*, 2017).

El resultado más negativo en relación con el costo energético de la proteína se verificó en el agroecosistema Esperanza No. 1, evidenciándose la marcada influencia del monocultivo tabacalero en su capacidad para la producción de alimentos.

El balance energético expresa valores que demuestran baja eficiencia, pues por cada MJ que entra al sistema se generan menos de 0,80 MJ (Figura 2), resultado que demuestra la alta dependencia de insumos externos. Por ello, resulta de vital importancia la contextualización y apropiación de las tecnologías sobre bases agroecológicas, inclusivas y participativas (Borrás-Escayola *et al.*, 2021), que garanticen un incremento y diversificación de la producción en estos agroecosistemas.



**Figura 2.** Balance energético de los agroecosistemas evaluados

En tal sentido, la implementación de prácticas agroecológicas en los procesos productivos, que minimicen la entrada de energía al sistema, conlleva acciones para revertir la situación existente, entre las cuales pudieran considerarse:

- Disminuir el uso de combustibles.
- Incrementar el uso de abonos orgánicos en la fertilización de los cultivos.
- Potenciar el empleo de biopreparados en la nutrición y/o manejo de plagas en los cultivos.
- Fomentar cultivares con mayor tolerancia a las condiciones edafoclimáticas locales.
- Potenciar el uso de coberturas para la retención de la humedad del suelo.



- Emplear cultivos de abonos verdes para el mejoramiento de los suelos.
- Establecer sistemas y/o métodos y formas de riego más eficientes.
- Incrementar el número de especies vegetales ricas en contenido proteico.
- Diversificar las especies animales que se desarrollan en los agroecosistemas.
- Mejorar la eficiencia en el uso de la tierra mediante policultivos, rotación y/o alternancia.
- Incorporar fuentes carbonadas al suelo, principalmente con alta composición de lignina, celulosa y hemicelulosa, para asegurar la prevalencia de la materia orgánica.
- Disminuir las labores de preparación de suelo, principalmente aquellas que afectan agregados del suelo.
- Fomentar la mini-industria para conservación y comercialización de los productos obtenidos en los agroecosistemas.

## CONCLUSIONES

Los agroecosistemas evaluados muestran una dependencia de insumos externos para el desarrollo de los procesos productivos que conlleva baja eficiencia energética. Se evidencia la necesidad de fomentar la diversificación de la producción y el empleo de prácticas agroecológicas, adecuadas a las condiciones locales, que garanticen una mayor sostenibilidad.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Yosbel López Quintana:** Conceptualizó y formuló los objetivos generales de la investigación. Interpretación de los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del manuscrito. Además de escribir el manuscrito y corregir los señalamientos indicados en el proceso de arbitraje.

**Michel Alejandro Valdés Ravelo:** Participó en el diseño la investigación, recopiló y evaluó la información y datos obtenidos durante la ejecución de la investigación.

**Félix Ponce Ceballos:** Participó en el diseño de la investigación y elaboró las metodologías empleadas en la ejecución de esta. Contribuyó en la corrección de los señalamientos de arbitraje.

**Yoerlandy Santana Baños:** Contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos. Hizo la revisión crítica del borrador y recomendó modificaciones y adiciones en el mismo.

**Francisco González Breijo:** Responsable de la conservación de la información y datos obtenidos en el transcurso de la investigación.

**Sergio Carrodegua Díaz:** Responsable de planificar y supervisar la ejecución de las actividades de investigación, incluida la tutoría al equipo encargado de la recopilación de datos e información.

**Mariol Morejón García:** Responsable de validar y verificar la replicación general de la metodología empleada y los resultados obtenidos en la investigación.

**Ramón Hernández Carballo:** Responsable de proveer los materiales y recursos necesarios para la ejecución de la investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, M. A. y NICHOLLS, C. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*, 3: 7-24.
- BORRAS-ESCAIOLA, M., CASIMIRO-RODRIGUEZ, L. y SUAREZ-HERNANDEZ, J. 2021. Evaluación de la resiliencia socioecológica en seis fincas de la provincia de Sancti Spiritus, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 44: e26.
- CAMEJO, L. FUNES, F. R. y REYES, F. 2011. Análisis y caracterización del balance energético y financiero de un sistema en conversión agroecológica. Tesis para optar al título de Máster en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas, Cuba.
- CASIMIRO-RODRÍGUEZ, L., CASIMIRO-GONZÁLEZ, J. A., SUÁREZ-HERNÁNDEZ, J., *et al.* 2020. Evaluación de la resiliencia socioecológica en escenarios de agricultura familiar en cinco provincias de Cuba. *Pastos y Forrajes*, 43 (4): 304-314.
- DENOIA, J. y MONTICO, S. 2010. Balance de energía en cultivos hortícolas a campo en Rosario (Santa Fe, Argentina). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 21 (41): 145-157.
- DIEGO-NAVA, F., RUIZ VEGA, J., MARTÍNEZ-RUIZ, O., *et al.* 2019. Eficiencia energética y emisiones de gases de efecto invernadero en dos agroecosistemas en Oaxaca, México. *Revista Ingeniería Agrícola*, 9 (2): 39-44.
- DUSSI, M. C., FERNÁNDEZ, C. y FLORES, L. 2018. Hacia el uso sustentable de la energía en los agroecosistemas. *Cuadernos de Agroecología*, 13 (1): 1-8.

- FLORES, L., AZPILICUETA, C., DUSSI, M. C., *et al.* 2015. Impact of alleyway management and vegetation over the nematodes' abundance in pear agro-ecosystems. *Acta Horticulturae*, 1094: 341-350.
- FUNES-MONZOTE, F. R. 2009. *Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado*. Biblioteca ACTAF, Cuba, 37 p.
- FUNES-MONZOTE, F. R. 2015. La importancia de la integración ganadera para la conservación del suelo. *En: Liceaga, I. (Ed.). Sembrando en tierra viva. Manual de agroecología*. La Habana: Unión Europea-AECID-ANAP, pp. 165-188.
- FUNES-MONZOTE, F. R., CASTRO, J., PÉREZ, D., *et al.* 2009. *Energía 3.01. Sistema computarizado para el cálculo de los indicadores de eficiencia energética. Manual del usuario*. CEDECO, INCA, EEPF Indio Hatuey, La Habana, Cuba.
- FUNES-MONZOTE, F. R., MARTÍN, G. J., SUÁREZ, J., *et al.* 2011. Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34 (4): 445-462.
- GUEVARA, Z., MOLINA-PÉREZ, E., GARCÍA, E. X. M., *et al.* 2018. Energy and CO<sub>2</sub> emission relationships in the NAFTA trading bloc: a multi-regional multi-factor energy input-output approach. *Economic Systems Research*, 31 (2): 178-205.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D., *et al.* 2015. Clasificación de Suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 64 p.
- HERNÁNDEZ, M. M. y DÍAZ, M. 2019. Eficiencia energética del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Buenaventura. *Centro Agrícola*, 46 (3): 96-98.
- MALAGÓN, S., RIVERO, A., GIGATO, A., *et al.* 2020. Evaluación de la eficiencia energética de la finca "El Charrabascal". *ECOVIDA*, 10 (1): 72-79.
- MÁRQUEZ, M., VALDÉS, N., FERRO, E. M., *et al.* 2011. Análisis agroenergético de tipologías agrícolas en La Palma. *En: Ríos, H., Vargas, D. y Funes, F. (Eds.). Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, pp. 105-122.
- MARTÍNEZ, F. B., GUEVARA, F., LA O, M. A., *et al.* 2020. Caracterización de productores de maíz e indicadores de sustentabilidad en Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11 (5): 1031-1042.
- MEUL, M., NEVENS, F., REHEUL, D., *et al.* 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 119 (1-2): 135-144.
- NEVES, A. P., RIOS-OSORIO, L. A. y FUNES-MONZOTE, F. 2018. Eficiência produtiva e energética de unidades familiares em transição agroecológica: um estudo de caso no Oeste de Santa Catarina, Brasil. *Sociedade & Natureza*, 30 (3): 233-256.
- RODRÍGUEZ, L., RODRÍGUEZ S. L., MACÍAS, O. L., *et al.* 2017. Evaluación de la producción de alimentos y energía en fincas agropecuarias de la provincia Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 40 (3): 222-229.
- SILVA-LAYA, S. J., SILVA-LAYA, H. J. y PÉREZ-MARTÍNEZ, S. 2017. Eficiencia energética y monetaria de sistemas de producción de durazno (*Prunus pérsica*) en El Jarillo, Venezuela. *Idesia (Arica)*, 35 (4): 17-26.



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.