



<https://cu-id.com/2284/v12n4e05>

Comportamiento de indicadores energéticos y económicos en una lechería convencional cubana

Behavior of Energy and Economic Indicators in a Cuban Conventional Dairy

MSc. Jenifer Alvarez-Lima^{II}, Dr.C. Yanoy Morejón-Mesa^I, Ing. José Carlos Oliva-Suárez^{II},
Dr.C. Pedro Pablo del Pozo-Rodríguez^{III}

^I Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II} Escuela Ramal del Ministerio de la Agricultura, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{III} Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El análisis energético acompañado de indicadores económicos constituye una herramienta valiosa para la evaluación integral y sistémica de los ecosistemas, la cual estima los valores de energías incorporados en los productos, procesos y las respuestas económicas, así como el impacto de las actividades antrópicas en los ecosistemas. En el presente trabajo se analiza el comportamiento de indicadores de eficiencia energética y económica en una unidad lechera con un sistema de manejo convencional, ubicada en la provincia Mayabeque, Cuba durante los años 2018 y 2019. Se determinaron los indicadores energéticos: energía producida e insumida, balance energético, proteína producida e insumida, costo energético de la producción de proteína y personas que alimenta el sistema con energía (Pe) y proteína (Pp); y los indicadores económicos: ingreso neto, beneficio neto y relación beneficio/costo. La producción total por unidad de superficie expresada en términos de energía, arrojó valores de 3,04 y 2,61 GJ.ha⁻¹, mientras que la proteína fue de 38,94 y 33,36 kg.ha⁻¹. Los balances energéticos se mostraron por debajo de la unidad (0,25 y 0,44 MJ/MJ), con elevados costos energéticos para obtener la proteína y baja capacidad para alimentar personas (0,71 Pe/ha y 1,53 Pp/ha, 2018; 0,61 Pe/ha y 1,31 Pp/ha, 2019); aun así, la relación beneficio/costo de 2,29 y 1,81 CUP/CUP reveló la rentabilidad del sistema. Aunque en 2019 se obtuvo mayor eficiencia energética, el beneficio económico fue inferior debido a la reducción de insumos alimentarios que, en ausencia de fuentes alternativas, afectaron la productividad y los ingresos.

Palabras clave: análisis energético, ecosistemas, eficiencia energética, proteína, beneficio económico.

ABSTRACT. The energy analysis accompanied by economic indicators constitutes a valuable tool for the comprehensive and systemic evaluation of ecosystems, which estimates the values of energies incorporated in products, processes and economic responses, as well as the impact of human activities on ecosystems. In the present work, the behavior of energy and economic efficiency indicators is analyzed in a dairy unit with a conventional management system, located in the Mayabeque province, Cuba during the years 2018 and 2019. The energy indicators were determined: energy produced and consumed, energy balance, protein produced and consumed, energy cost of protein production and people who feed the system with energy (Pe) and protein (Pp); and economic indicators: net income, net benefit and benefit/cost ratio. The total production per surface unit expressed in terms of energy, showed values of 3.04 and 2.61 GJ.ha⁻¹, while the protein was 38.94 and 33.36 kg.ha⁻¹. The energy balances were below the unit (0.25 and 0.44 MJ/MJ), with high energy costs to obtain protein and low capacity to feed people (0.71 Pe/ha and 1.53 Pp/ha, 2018; 0.61 Pe/ha and 1.31 Pp/ha, 2019); even so, the benefit/cost ratio of 2.29 and 1.81 CUP/CUP revealed the profitability of the system. Although greater energy efficiency was obtained in 2019, the economic benefit was lower due to the reduction in food inputs that, in the absence of alternative sources, affected productivity and income.

Keywords: Energy Analysis, Ecosystems, Energy Efficiency, Protein, Economic Benefit.

INTRODUCCIÓN

En los agroecosistemas además de la energía solar se utiliza energía de otras fuentes, fundamentalmente de aquellas

que consumen energía fósil para su producción según Suárez et al. (2017), como fertilizantes, agroquímicos y combusti-

¹ Autor para correspondencia: Jenifer Alvarez-Lima, e-mail: jenifer93@unah.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4456-269X>

Recibido: 25/02/2022.

Aprobado: 09/09/2022.

bles. La explotación acelerada de los recursos no renovables y entre ellos las reservas fósiles, toma particular relevancia en la formulación de nuevas estrategias de desarrollo basadas en el aprovechamiento de las potencialidades naturales de los ecosistemas en función de la producción de alimentos para el hombre (Funes, 2009; Funes *et al.*, 2011).

La utilización ineficiente de la energía en la ganadería suele resultar en impactos ambientales asociados a emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según Milera *et al.* (2019), los rumiantes son responsables del 18% de las emisiones netas globales de GEI, sobre todo de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O), generados por la fermentación ruminal y las deyecciones. Se ha constatado que, mientras mayor sea el suministro de alimento concentrado, mayor será la producción de GEI, así como también los gastos energéticos.

Como parte del cumplimiento de los objetivos propuestos por la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, Cuba se encuentra inmersa en un proceso transitorio en el sector agrario encaminado a «poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible» (ONU, 2015). La connotación económica y cultural que tiene la leche para Cuba, hacen que el sector no se encuentre exento de esas ambiciones. Es un alimento básico en la alimentación humana, que no limita sus beneficios al apreciado valor nutritivo en cuanto a energía, proteínas y vitaminas, sino que contribuye a la prevención de enfermedades y resulta de gran importancia para la ración de niños, ancianos y enfermos, tanto en forma de leche fresca como de derivados lácteos (Sánchez *et al.*, 2020).

Sin embargo, las tendencias de manejo con características convencionales que imperan en una buena parte de las lecherías del país, se alejan de un enfoque que pueda sostenerse en el tiempo; por lo cual, el sector representa línea fundamental en la estrategia de desarrollo de la ganadería cubana y su recuperación y crecimiento son premisas para transformar el escenario agropecuario actual Acosta *et al.* (2017), en un modelo que asegure durante todo el año, la producción, acceso y consumo del alimento.

Ante esta situación se origina la necesidad de realizar investigaciones en los diferentes subsistemas lecheros, que tributen a modificar la insostenibilidad productiva de los mismos. En este sentido, M. Altieri (1999); Altieri (1997) propone a la eficiencia energética (EE) como un indicador relacionado directamente con la sostenibilidad económica, ecológica y social de los sistemas de producción agropecuarios, que representa un elemento clave para el diseño; pues en la determinación de la eficiencia productiva lo importante no son los niveles de productividad, sino en que área y a que costo se produce en términos energéticos. Según el autor, el establecimiento del balance energético basado en la agroecología, es la base del estudio de una parte de los problemas de los sistemas agropecuarios. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de indicadores energéticos y económicos en la producción de una lechería en la Granja Guayabal durante los años 2018 y 2019, como premisa a la transición agroecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en una unidad lechera (Vaquería 021) de la Granja Guayabal, ubicada a los 23°00'12.5" latitud

N y 82°09'57.9" longitud O, en el municipio San José de Las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba; la cual cuenta con una superficie de 36 ha, con un suelo Ferralítico Rojo típico según Hernández *et al.* (2015) en toda su extensión, relieve llano y una altura sobre el nivel del mar de 120 m, de acuerdo al Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés). Las variables climáticas registradas en los últimos cinco años en la estación meteorológica más cercana (Tapaste), arrojan temperaturas y precipitaciones promedio anuales de 24,27 °C y 129,87 mm, respectivamente. La humedad relativa varía entre 72,8% (mínimo, en marzo) y 84,6% (máximo, en diciembre), mientras que la velocidad del viento no supera los 5,46 km/h.

La captura de datos se realizó mediante un diagnóstico rural rápido, el método de observación no participante, entrevistas semi-estructuradas a informantes clave y entrevistas al azar a productores/as; buscándose la triangulación de la información. Previamente se desarrolló un sondeo de las herramientas para valorar la factibilidad de las mismas. Se elaboró un diagrama de sistema que comprendió sus límites, entradas y salidas, componentes de la biocenosis y el biotopo y las interacciones que ocurren entre ellos (con énfasis en los flujos de energía), para visualizar de forma holística su estructura y funcionamiento.

Se determinaron los indicadores gasto energético, gasto proteico, balance energético, costo energético de la producción de proteína, personas que alimenta el sistema con energía y personas que alimenta el sistema con proteína, según la metodología de Funes (2009).

Gasto Energético y Proteico. La determinación del gasto energético (GE) y el gasto proteico (GP) se realizó mediante la cuantificación de todos los insumos incurridos en la producción (bienes y servicios), y se multiplicaron por sus correspondientes equivalencias, las cuales, fueron tomadas a partir de la información proporcionada por el Grupo Industrial de Alimentos y Silos (GIAS). (2015) y los criterios de Funes (2009).

Balance energético. El balance energético (BE) se calculó mediante la expresión:

$$BE = \frac{\sum_{i=1}^S m_i \cdot e_i}{\sum_{j=1}^T I_j + f_j} \quad (1)$$

donde: S: Número de productos; m: Producción de cada producto, kg; e: Contenido energético de cada producto, MJ/kg; T: Número de insumos productivos; I: Cantidad de insumos productivos, kg; f: Energía requerida para la producción del insumo, MJ/kg.

Costo energético de la producción de proteína. El costo energético de la proteína (CEP) se calculó mediante la expresión:

$$CEP = \frac{\sum_{j=1}^T I_j + f_j}{\sum_{i=1}^S m_i \cdot \frac{p_i}{100}} \quad (2)$$

donde: T: Número de insumos productivos; I: Cantidad de insumos productivos, kg; f: Energía requerida para la producción del insumo, MJ/kg; S: Número de producto; m: Producción de cada producto, kg; Pi: Contenido proteico de cada producto, %.

Personas que alimenta el sistema con energía. Para el cálculo de la cantidad de personas que alimenta el sistema con energía (Pe) al año, se consideraron los requerimientos diarios de energía de la población cubana aplicados en el Software Energía 3.01 y según los estudios de Funes (2009) correspondientes a 4 277,581 MJ/año. Se calculó mediante la expresión siguiente:

$$\ln(\ln P) = \frac{-R_{b+E}}{B} * t + \frac{R_{b+E}}{B} * \lambda + 1 \quad (3)$$

donde: 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/kg; A: Área de la finca, ha; Re: Requerimiento energético promedio de una persona, MJ.

Personas que alimenta el sistema con proteína. Para el cálculo de la cantidad de personas que alimenta el sistema con proteína (Pp) al año, se consideraron los requerimientos diarios de proteína de la población cubana, aplicados en el Software Energía 3.01 y según los estudios de Funes (2009) correspondientes a 25,5 kg/año de proteína (15,3 vegetal y 10,2 animal). Se calculó mediante la expresión:

$$P = \frac{B}{V_{ac}} \quad (4)$$

donde: S: Número de productos; mi: Producción de cada producto, kg; ri: Porcentaje del peso del producto no consumible, %; Pi: Contenido proteico de cada producto, %; Rp: Requerimiento proteico promedio de una persona, kg.

miento proteico promedio de una persona, kg.

Se asumió el contenido energético (2,5 MJ/kg) y proteico (3,2 g/100g) de la leche, publicado por Gebhardt et al. (2007).

El comportamiento financiero se evaluó a partir de los indicadores: ingreso neto de la producción, beneficio neto (margen neto) y relación beneficio/costo. En la determinación del ingreso neto de la producción solo se valoraron los ingresos por concepto de leche y carne, porque la unidad no paga impuesto a las ventas, ni registró pérdidas de leche durante el periodo evaluado. Para el cálculo de los costos totales de producción se consideraron costos fijos y variables: materias primas y materiales (alimento, materiales de la construcción, medicamentos y materiales afines, materiales y artículos de consumo, útiles y herramientas, partes y piezas de repuesto), combustibles (diésel, lubricantes y aceites), electricidad, salarios, depreciación de activos fijos y servicios profesionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total expresada en términos de energía y proteína por unidad de superficie, coincidió con los valores determinados por Funes (2009) en unidades lecheras especializadas; sin embargo, se observó considerablemente deprimida (Figura 1) en comparación a las productividades obtenidas en fincas integradas y con elevados niveles de diversificación según (L. Casimiro et al., 2017; Funes, 2009; Funes et al., 2011) y en la leche en sus estratos productivos.

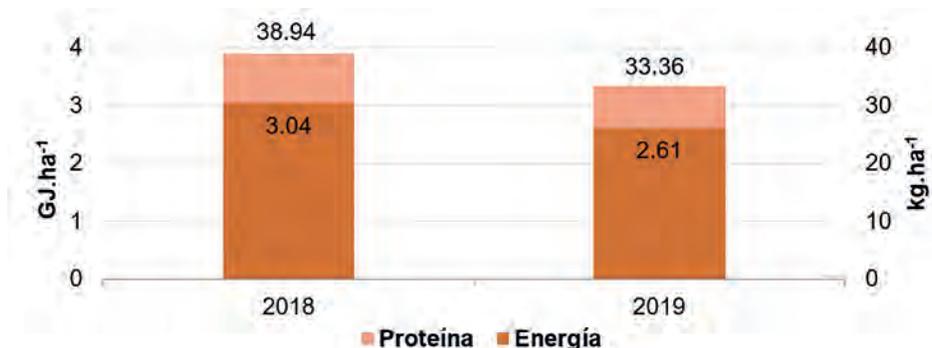


FIGURA 1. Producción de energía y proteína.

La productividad está asociada diversos factores como el grupo racial, el manejo, la base alimentaria, la edad, el componente reproductivo, la mortalidad y las condiciones climáticas de acuerdo a la época del año, entre otros que han sido planteadas en la literatura (Arcos et al., 2019; González et al., 2020). En este sentido, existen varias causas probables de los bajos rendimientos alcanzados (Tabla 1).

TABLA 1. Indicadores productivos

Indicador	UM	2018	2019
VT	Cabz	49	57
VO		24	24
Producción total		43805,42	37529,13
Producción/VT		893,99	658,41
Producción/VO	kg*	1825,23	1563,71
Producción/VT/día		2,45	1,80
Producción/VO/día		5,00	4,28
Rendimiento	kg.ha⁻¹	1216,82	1042,48

VT: vacas total; VO: vacas ordeño.

*Para la conversión de unidades volumétricas (L) a unidades de masa (kg) se consideró la densidad promedio anual de la leche, la cual fue similar en los dos años en estudio: 1,0289 kg/L.

Por una parte, se identificó una inadecuada dinámica de reemplazo, pues existen animales añejos con más de 9 años de vida productiva, los cuales han manifestado afectaciones en las capacidades físicas y biológicas, coincidiendo con los planteamientos de (A. Hernández & de León, 2018), quienes aseveran que las reproductoras en edades avanzadas cuentan con menos energía para dedicar al pastoreo, pierden pezones y potencial reproductivo, así como otras problemáticas que inciden sobre los rendimientos.

Por otra parte, la edad promedio de incorporación de las novillas a la reproducción durante el periodo evaluado fue de 3 años, con pesos promedio de 296,8 kg. Este tiempo se considera prolongado según (Vázquez *et al.*, 2018), los cuales afirman que en el trópico es un propósito incorporar a la novilla a la reproducción con edades inferiores a los 23 meses y que estas den a luz por primera vez antes de los 32 meses. Para conocer los motivos de esta situación en la unidad 021, sería necesario evaluar el manejo realizado durante la etapa de ganado en desarrollo, pues las deficiencias durante este periodo influyen en el acortamiento de la vida productiva, disminución del índice de natalidad, alto índice de desecho entre las vacas y pérdidas de valiosos materiales genéticos.

Uno de los indicadores que demuestra el planteamiento anterior, es la producción por VO/día, el cual se encuentran por debajo de los 5,25 kg reportados por Hernández & de León (2018) para ganado Siboney de Cuba, raza de mayor representatividad (67,8%), a los 305 días de lactancia y a los encontrados por (Palacios *et al.*, 2016) quienes registraron en la propia raza producciones máximas de 7,8 kg/VO/día.

En otro orden, las condiciones de manejo tampoco fueron óptimas para que este genotipo desarrollara su potencial. De acuerdo a la percepción de los ganaderos se realiza Pastoreo Rotacional Voisin, sin embargo, se perciben irregularidades relacionadas a la cantidad y dimensión de los cuarterones, y al manejo de los tiempos de estancia, ocupación y reposo, que evidencian el incumplimiento de las Leyes Universales del Pastoreo, acorde a las definiciones de (Voisin *et al.*, 1967).

Otro factor identificado como limitante de la productividad, fue la calidad de los pastos. Durante los dos años estudiados la mayor representatividad botánica en el pastizal, la mostró el Saca sebo (*Paspalum notatum* Flüggé.) con una abundancia del 51%, seguido por especies como la Pitilla (*Dichanthium* sp) (13%), Espartillo *Sporobolus indicus* (L.) (10%), Weyler (*Mimosa pellita* Kunth ex Willd) (9%), Guinea común (*Panicum maximum* Jacq.) (8%), Pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) (7%) y Hierba de la sangre (*Cordia globosa* Jacq.) (2%).

Estas condiciones destacan la inadecuada calidad del pastizal, con escasa presencia de pastos mejorados, alto índice de infestación por arvenses, despoblación arbustos y leguminosas con fines proteicos, y aislada existencia de árboles para brindar sombra al ganado. Una problemática inquietante es la predominancia de los pastos naturales de baja calidad, como el Saca sebo, que según Ramos & Martínez (2020), aunque es una especie bien adaptada, y resistente al pastoreo intenso y a las fuertes sequías, es un alimento de poco valor nutritivo, bajo rendimiento y poca aceptación por el animal.

La relación VO/VT demostró el bajo porcentaje de VO existente en ambos años con 51,02% y 57,89% en 2018 y 2019, respectivamente. Al no ser este comportamiento atribuible a la presencia de vacas problema, se pudo percibir que en la unidad también existieron deficiencias relacionadas al componente reproductivo que afectaron la productividad. El índice de natalidad fue de 78,05% (2018) y 70,29% (2019), lo cual se encuentra por debajo del mínimo porcentaje de natalidad considerado como aceptable (85%) por García *et al.* (2018).

Esto se debió a que los intervalos parto-parto se exhibieron muy prolongados con promedios anuales de 467,67 (2018) y 519,25 (2019) días, pues según consideran Salazar & Torres (2017) el valor óptimo para este indicador es de 365 días y no debe superar los 400 días. En la medida que se prolonga ese rango, se desaprovecha la oportunidad de obtener una lactancia anual por animal; lo que hace menos eficiente y rentable al proceso productivo. Dicho resultado indica que el periodo de servicio a las reproductoras presentó afectaciones que provocaron su incremento, lo cual guarda relación con el manejo, la alimentación, las condiciones de tenencia y/o la salud animal.

Conforme a la Tabla 2, la cantidad de energía y proteína producida en 2018 solo cubrió las necesidades nutricionales de 0,71 Pe/ha y 1,53 Pp/ha, valor que disminuyó en 2019 a 0,61 Pe/ha y 1,31 Pp/ha.

TABLA 2. Indicadores energéticos

Indicador	UM	2018	2019
Área de la finca	ha	36	36
Energía producida	GJ	109,51	93,82
Energía insumida	GJ	436,37	211,97
BE	MJ producidos/MJ insumidos	0,25	0,44
Proteína producida	kg	1401,77	1200,93
Proteína insumida	kg	328 570	69 410
CEP	MJ/kg	311,30	176,50
Pe	Personas/ha	0,71	0,61
Pp	Personas/ha	1,53	1,31

La energía insumida superó a la producida y demostró la ineficiencia del sistema, con un balance de 0,25 y 0,44 MJ obtenidos por cada MJ invertido en 2018 y 2019, respectivamente (Tabla 2). De igual forma, las entradas proteicas rebasaron las salidas. Aunque en el 2018 la productividad fue 174,34 kg.ha-1 superior, el balance indicó una mayor EE en 2019; lo cual, estuvo relacionado con que en ese último año los ingresos energéticos al sistema desde fuentes externas disminuyeron un 48,58%.

No obstante, el balance desfavorable en ambos periodos se debió, en primera instancia, a que la procedencia de los insumos fue mayoritariamente externa. Estos involucraron: electricidad, combustibles, depreciación de equipamientos, alimento animal, artículos de consumo, medicamentos, prestaciones de servicios técnico-profesionales y materiales de la infraestructura.

En 2019 disminuyó la importación de materias primas, fundamentalmente las destinadas a la alimentación animal, lo cual, implicó la disminución de la productividad como resultado de

la baja disponibilidad de alimentos voluminosos dentro de los límites de la finca. Esta problemática representa un riesgo para la seguridad alimentaria del ganado y la sostenibilidad del agroecosistema, marcadas por una significativa dependencia externa.

El aprovechamiento de las fuentes de energías renovables disponibles en la unidad, solo abarcó la producción

limitada (0,8 ha/año) de forraje (king grass CT-115) con semillas obtenidas en el propio proceso y el abonado ocasional de esas áreas a partir de las deyecciones. Los principales flujos energéticos incurridos en el sistema durante los años evaluados se representan de forma simplificada en las Figuras 2 y 3.

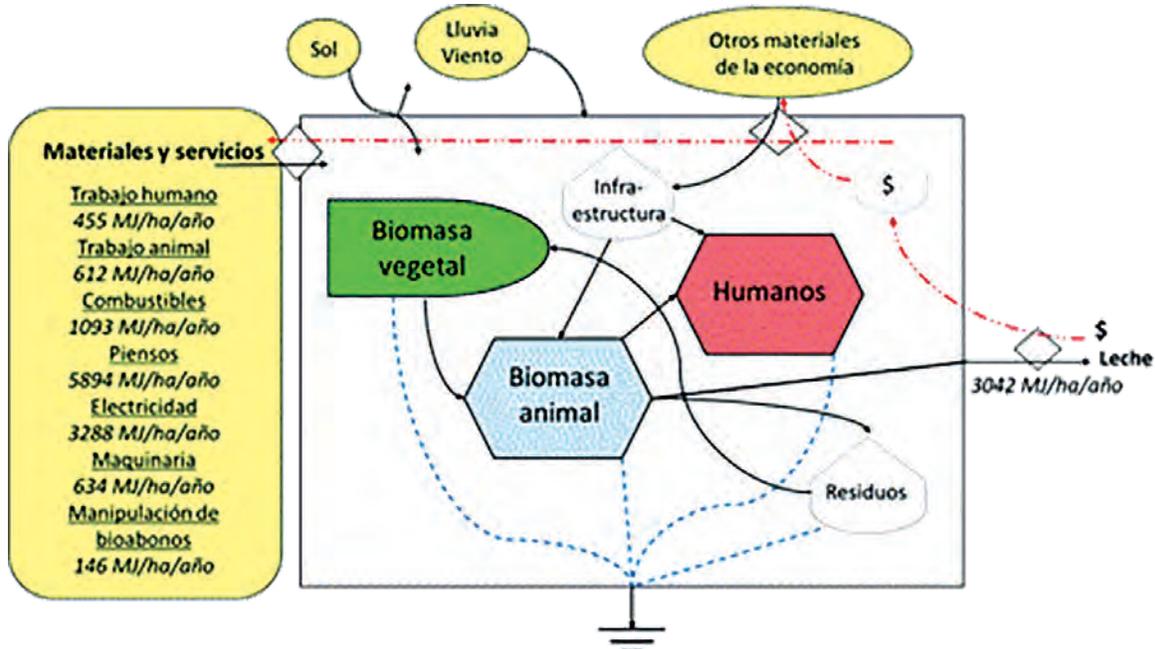


FIGURA 2. Representación simplificada del flujo de energía en el sistema, año 2018.

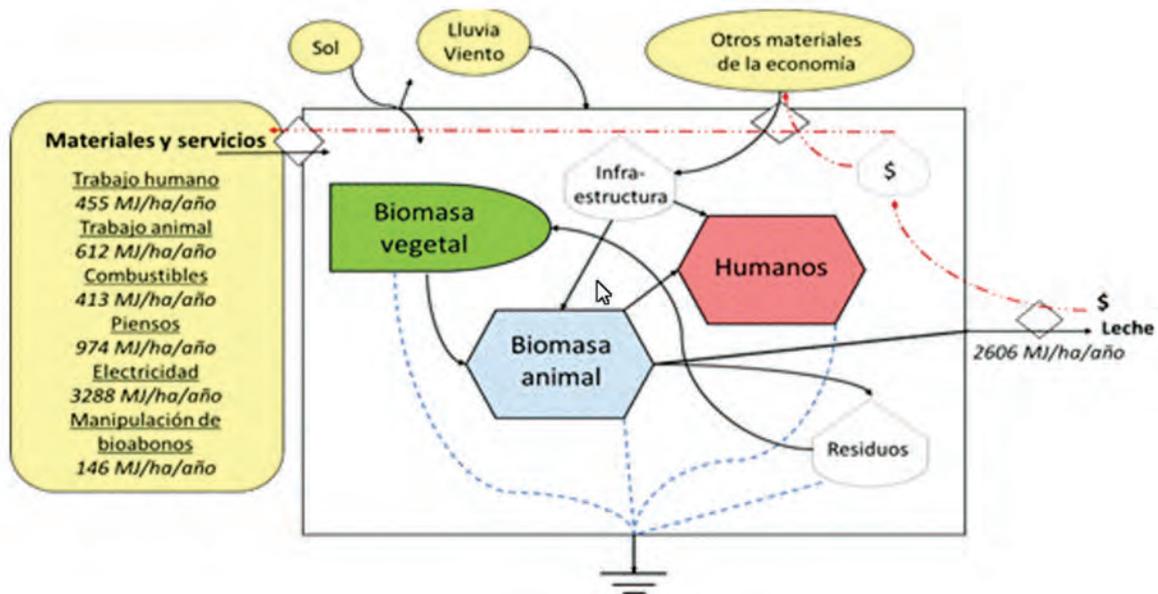


FIGURA 3. Representación simplificada del flujo de energía en el sistema, año 2019.

En la Tabla 3 se muestra la intensidad con que fueron insumidos algunos recursos, destacándose la importación de materias primas alimenticias, fundamentalmente en el 2018. Estos se hicieron imprescindibles debido al ineficiente diseño sistémico que se implementa en el escenario, el cual se proyecta al incremento en la producción por vaca y desprecia las funcionalidades de los componentes de la biodiversidad, el uso de las energías renovables desde el interior de la finca y la necesaria implementación de prácticas agroecológicas creativas e inclusivas. Bajo estas concepciones no solo se alcanzaría mayor soberanía alimentaria, sino mejores indicadores de EE y eficiencia económica.

TABLA 3. Intensidad de utilización de algunos recursos

Insumos	GE (GJ)		UM	CT	
	2018	2019		2018	2019
Diésel	39,26	14,84	L	1014,55	383,48
Fuerza de trabajo humana	16,37	16,37	h	16368	16368
Materias primas alimentarias de fuentes externas	212,18	35,05	kg	19283,67	3360,95

GE: gasto energético; CT: cantidad total.

Por otra parte, la intensidad de trabajo humano fue responsable del 3,75 y 7,72% de la energía insumida en 2018 y 2019, respectivamente. Se pudo constatar que las rutinas de trabajo realizadas por los ganaderos, les exigieron 454,7 horas/ha/año. Lo cual, corrobora el planteamiento de Jacobo *et al.* (2016) acerca de que la intensificación de la producción agropecuaria se sustenta en la especialización productiva, en el aumento de la productividad del trabajo a través de la simplificación del manejo del ganado y en una gran utilización de insumos externos, como fertilizantes, agroquímicos o alimentos concentrados.

Por cada kg de proteína producido en 2018 se emplearon 311,30 MJ, excediendo en 134,8 los MJ necesarios en 2019. Este indicador se encuentra considerablemente por encima de los mencionados en fincas con altos índices de aprovechamiento de energías renovables (0,58 MJ/kg) según Casimiro *et al.* (2017) y en unidades agropecuarias con crianza animal a menor escala (entre 1,94 y 27,44 MJ/kg) (Rodríguez *et al.*, 2017). En la medida que se incrementaron las demandas de insumos productivos desde fuentes externas, se incurrió en mayores costos energéticos para obtener la proteína en forma de alimento, por lo que se observó una relación inversamente proporcional entre el CEP y la EE (Figura 4).

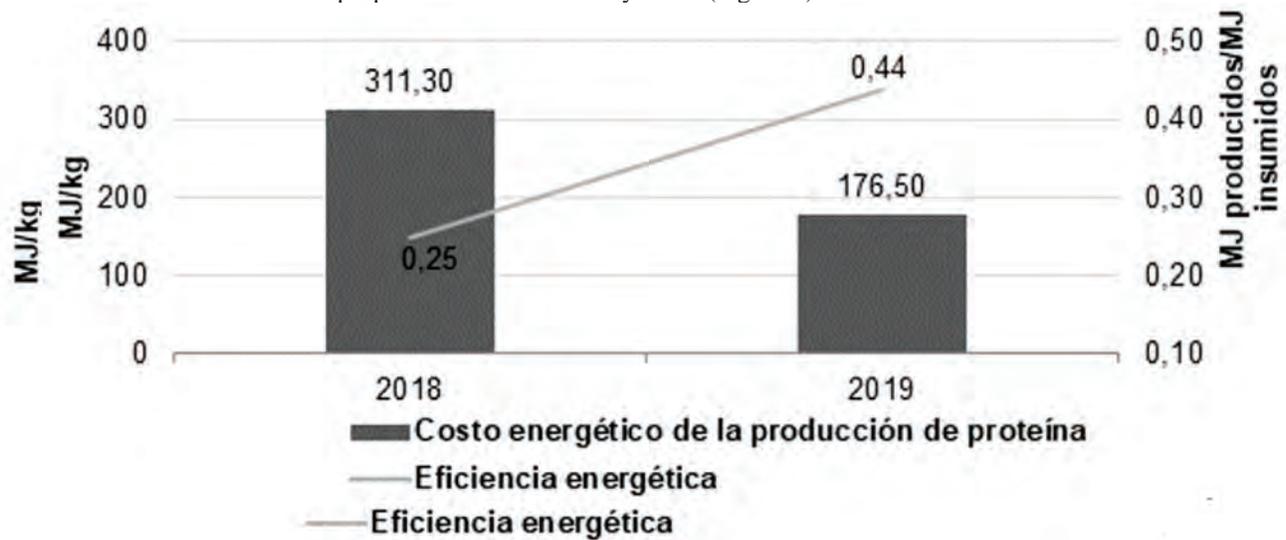


FIGURA 4. Costo energético de la producción de proteína y eficiencia energética.

El ingreso neto de la producción fue superior en el año 2018, sin embargo, los costos totales también lo fueron (Tabla 4). En este último indicador, durante el propio año, sobresalieron los gastos en materias primas y materiales, esencialmente los referentes a artículos de consumo, lo cual se corresponde con los resultados de EE, donde los mayores gastos fueron consecuencia de las importaciones de alimentos al sistema. También resaltaron los gastos en salarios, que significaron las mayores salidas de 2019, equivalentes a 720 CUP/ha. Aun así, de acuerdo a las entrevistas con productores/as, los salarios mensuales por trabajador (promedio de 2018: 473,46 CUP/obrero; promedio de 2019: 537,13 CUP/obrero) resultaron poco atractivos, ante lo cual, la percepción general se inclinó al interés de implementar un sistema de pago que incluyera al salario, la utilidad en ventas mensuales. La adopción de este criterio no solo contribuiría a estabilizar la fuerza de trabajo, sino a fortalecer el sentido de pertenencia y el beneficio social. Sin embargo, para ello sería necesario introducir alternativas que garanticen la eficiencia y estabilidad de las producciones.

En este sentido, la agroecología se presenta como un enfoque que ha promovido el uso de tecnologías sostenibles apropiadas para los predios lecheros, por ejemplo, el silvopastoreo, utilización de bancos de proteína, asociación de pastos y leguminosas, abonado a partir de residuales orgánicos, incorporación de razas autóctonas, bombeo fotovoltaico y energía eólica, pastoreo racional intensivo y la implementación de biodigestores, entre otras tantas prácticas que se han accionado exitosamente en Cuba.

El precio de la leche con destino a la industria a 4,50 CUP/litro permitió que, a pesar de los costos productivos y los bajos rendimientos alcanzados, el beneficio neto de la producción fuera de 2770 y 1580 CUP/ha en 2018 y 2019, respectivamente; mientras que la relación beneficio/costo reveló la rentabilidad del sistema con ingresos de 2,29 y 1,81 CUP por cada CUP invertido. Todos los parámetros financieros evaluados tuvieron mejor comportamiento en 2018, excepto los costos totales que a pesar de ser superiores manifestaron un acercamiento entre ambos años.

TABLA 4. Indicadores económicos, años 2018 y 2019

Indicador	2018	2019
	miles de CUP/ha	
Ingreso neto de la producción (leche + carne)	4,91	3,53
Ingresos por concepto de leche	4,56	3,51
Ingresos por concepto de carne	0,36	0,01
Costos totales de producción (costos fijos + costos variables)	2,15	1,95
Materias primas y materiales	0,65	0,49
Combustibles	0,02	0,01
Energía	0,20	0,13
Salarios	0,63	0,72
Depreciación de activos fijos	0,17	0,12
Servicios profesionales	0,37	0,48
Beneficio neto	2,77	1,58
Relación beneficio/costo	2,29	1,81

Al analizar la relación entre la EE y la eficiencia económica, se pudo observar que el año más eficiente desde el punto de vista energético fue el que manifestó el peor balance económico. Esto estuvo asociado a que, en 2019 el ingreso neto de la producción disminuyó como consecuencia de una menor productividad, la cual, a su vez, pudo ser el resultado, de la reducción considerable de insumos alimentarios. Dicha situación, no contradice en lo absoluto los planteamientos realizados en esta investigación acerca de la necesaria reducción de insumos externos, sino que avala la urgencia de incrementar las estrategias de sustitución, dada la inestabilidad que crea en el sistema la dependencia de recursos que pudieran faltar en determinado momento.

El comportamiento de las variables evaluadas demuestra que el enfoque reduccionista de la lechería es ineficiente desde el punto de vista energético, pues la finca importa más unidades energéticas de las que es capaz de producir. Incluso resultando rentable en términos económicos, la eficiencia está determinada por el máximo aprovechamiento de los recursos renovables disponibles, su manejo en armonía con los ciclos naturales y la conservación de los no renovables; por lo que, una mayor eficiencia energética significaría una mejor rentabilidad. Este escenario se aleja del éxito agropecuario tras satisfacer los requerimientos nutricionales de la población cubana, bajo condiciones económicas que exigen mecanismos productivos al menor costo posible, y consecuentemente se compromete la seguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A., Betancourt, J., Bu, A., Fernández, P., Mok, L., & Morales, C. (2017). *Estudio sobre la competitividad de la producción lechera cubana* [Manuscrito].
- Altieri, M. (1999). *Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan Comunidad.
- Altieri, M. A. (1997). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. CLADES/ACAO.
- Arcos, A. C. N., Lascano, A. P. J., & Guevara, V. R. V. (2019). Manejo de asociaciones gramíneas-leguminosas en pastoreo con rumiantes para mejorar su persistencia, la productividad animal y el impacto ambiental en los trópicos y regiones templadas. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2(2), 1-31.
- Casimiro, L., Casimiro, J., & Hernandez, J. (2017). *Resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

El diseño sistémico de la lechería en cuestión, procura ser analizado en coherencia con los principios agroecológicos. A lo largo del país se han obtenido aceptadas experiencias en la conversión de los escenarios especializados a sistemas mixtos, integrados y/o diversificados, a través de prácticas agrarias que se ajustan a las características particulares de los predios (Casimiro et al., 2019; Milera et al., 2019; Peña et al., 2019).

Los indicadores energéticos permiten identificar elementos que crean insostenibilidad en el sistema productivo, los cuales, constituyen la base para el diseño de nuevas estrategias productivas que garanticen la soberanía alimentaria. Estos análisis sirven como premisa para la transición de las unidades especializadas, a escenarios ambientalmente saludables, socialmente justos, culturalmente aceptados y económicamente viables. Con apoyo en ellos, actualmente la Granja se encuentra inmersa en un proceso de desarrollo encaminado no solo a transformar el escenario en cuestión, sino a todos los subsistemas agropecuarios que la conforman, en diseños que produzcan alimento, energía y proteína de forma combinada y sostenible en el tiempo.

CONCLUSIONES

- Los balances energéticos obtenidos en la lechería estudiada durante los años 2018 y 2019, se mostraron por debajo de la unidad con valores de 0,25 y 0,44 MJ producidos/MJ insumidos, respectivamente; lo cual demostró la ineficiencia del sistema bajo condiciones de manejo convencionales y su baja capacidad para generar energía y proteína en forma de alimento. Solo se cubrió la alimentación de 0,71 Pe/ha y 1,53 Pp/ha en el año 2018, y de 0,61 Pe/ha y 1,31 Pp/ha en 2019.
- El análisis económico reveló la rentabilidad del sistema con una relación beneficio/costo de 2,29 (2018) y 1,81 (2019) CUP por cada CUP invertido. Todos parámetros financieros tuvieron mejor comportamiento en 2018.
- El año más eficiente desde el punto de vista energético (2019) fue el que manifestó el peor balance económico, como consecuencia de la reducción considerable de insumos alimentarios que, en ausencia de fuentes alternativas, implicaron la disminución de la productividad y los ingresos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los trabajadores de la Granja Guayabal y a los ganaderos de la Vaquería 021 por su valiosa contribución en la realización de esta investigación y a los cuales tributan los resultados de este trabajo.

Alvarez-Lima *et al.*: Comportamiento de indicadores energéticos y económicos en una lechería convencional cubana

- Casimiro, R. L., Casimiro, G. J. A., Suárez, H. J., Martín, M. G. J., & Rodríguez, D. I. (2019). Índice de aprovechamiento de fuentes renovables de energía, asociadas a tecnologías apropiadas en fincas familiares en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 253-261.
- Funes, M. F. R. (2009). *Agricultura con futuro: La alternativa agroecológica para Cuba* (Universidad de Matanzas). Estación Experimental Indio Hatuey, ISBN: 959-7138-02-6.
- Funes, M. F. R., Martín, G., Suárez, J., Blanco, D., Reyes, F., Cepero, L., Rivero, J., Rodríguez, E., Savran, V., & del Valle, Y. (2011). Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 445-462.
- García, D. J. R., Hernández, B. M., & Pérez, B. A. (2018). Comportamiento reproductivo de los genotipos Cebú y 5/8 Cebú x 3/8 Simmental en la región central de Cuba. *Revista de producción Animal*, 30(2), 44-51.
- Gebhardt, S. E., Pehrsson, P. R., Cutrufelli, R. L., Lemar, L. E., Howe, J. C., & Haytowitz, D. (2007). *USDA National Nutrient Database for standard reference, release* (p. 22). USDA.
- González, R., Sánchez, M., Bolívar, D., Arango, J., Chirinda, N., Pantévez, H., Londoño, G., & Rosales, R. (2020). Caracterización técnica y ambiental de fincas de cría pertenecientes a muy pequeños, medianos y grandes productores. *Rev Mex Cienc Pecu*, 1(1), 183-204.
- Grupo Industrial de Alimentos y Silos (GIAS). (2015). *Información a los consumidores de piensos, premezclas, materias primas y productos farmacéuticos y harina integral de maíz sobre el modelaje obligatorio para la presentación de sus demandas*. GIAS.
- Hernández, A., & de León, P. R. E. (2018). Performance of dairy production, reproduction and longevity in Holstein and its crosses with Cebu. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 52(3), 235-247.
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., & Castro, S. N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).
- Milera, R. M. C., Machado-Martínez, M. R. L., Alonso, A. O., Hernández, C. M. B., & Sánchez, C. S. (2019). Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 3-12.
- ONU, C. E. Y. S. (2015). *Informe del Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Palacios, E. A., Domínguez, V. J., Padrón, Q. Y., Rodríguez, C. M., Rodríguez, A. F. A., Espinoza, V. J. L., & Ávila, S. N. Y. (2016). Caracterización de la curva de lactancia de bovinos Siboney con modelos no lineales mixtos. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(2), 233-242.
- Peña, R. Y. F., Benítez, J. D. G., Almaguer, P. N. A., & Pacheco, P. C. E. (2019). Caracterización de la ganadería vacuna del sector campesino en el suroeste de Holguín. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 300-308.
- Ramos, H. E., & Martínez, S. J. L. (2020). Almacenes de biomasa y carbono aéreo y radicular en pastizales de *Urochloa decumbens* y *Paspalum notatum* (Poaceae) en el sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 68(2), 440-451.
- Rodríguez, I. L., Rodríguez-Jiménez, J. S. L., Macías, F. O. L., Benavides, M. B., Amaya, M. O., Perdomo, P. R., Pardo, R. R., & Miyares, R. Y. (2017). Evaluación de la producción de alimentos y energía en fincas agropecuarias de la provincia Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 40(3), 222-229.
- Salazar, A. D. J., & Torres, B. J. G. (2017). *Estudio retrospectivo sobre el comportamiento reproductivo utilizando inseminación artificial vs monta natural en dos fincas ganaderas del pacífico de Nicaragua, 2015-2016* [Doctoral dissertation]. Universidad Nacional Agraria.
- Sánchez, M. A., Murray, R. S., Montero, J., Marchini, M., Iglesias, R., & Saad, G. (2020). Importancia de la leche y sus potenciales efectos en la salud humana. *Actualización en Nutrición*, 21(2), 50-64.
- Suárez, J., Almaguer, R. J. Á., Martín, G., Cepero, L., Blanco, D., Savran, V., Sotolongo, J. A., López, A., Donis, F., González, O., & Peña, A. (2017). Producción integrada de alimentos y bioenergía: La experiencia cubana. *Agroecología*, 12(1), 47-55.
- Vázquez, A. Á. C., Pereda, Y. P., & Montané, D. B. (2018). Producción de leche en vaquería «Jibara» y su relación con indicadores reproductivos y no reproductivos. *Avances*, 20(4), 369-384.
- Voisin, A., Bressou, C., & de Cuenca, C. L. (1967). *Productividad de la hierba*. Editorial Tecnos.

Jenifer Alvarez-Lima, Profesora, Dpto. Producción Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, Autopista Nacional km 23½, San José de las Lajas, CP: 32700, Mayabeque, Cuba, e-mail: jenifer93@unah.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4456-269X>

Yanoy Morejón-Mesa, Profesor Titular, Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Agraria de La Habana, Cuba. Correo: ymanojon83@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1125-3105>

José Carlos Oliva-Suárez, Profesor, Escuela Ramal del Ministerio de la Agricultura, San José de las Lajas, CP: 32700, Mayabeque, Cuba, e-mail: josecarloso-livasuarez@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1851-4045>

Pedro Pablo del Pozo-Rodríguez, Profesor Titular, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO Cuba, e-mail: pedro.delpozorodriguez@fao.org ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7620-4910>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa. Curación de datos J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa, J. C. Oliva Suárez. Análisis formal: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa, P. P. del Pozo Rodríguez. Investigación: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa, P. P. del Pozo Rodríguez, J. C. Oliva Suárez. Metodología: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa. Supervisión: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa. Validación: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa, J. C. Oliva Suárez. Papeles/Redacción, proyecto original: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa, P. P. del Pozo Rodríguez, J. C. Oliva Suárez. Redacción, revisión y edición: J. Alvarez Lima, Y. Morejón Mesa, P. P. del Pozo Rodríguez.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.