

Aportes económicos-ambientales de un agroecosistema lechero

Economic-environmental contributions of a dairy agro-ecosystem

Contribuições económicas-ambientais de um agroecosistema leiteiro



Álvaro Celestino Alonso Vázquez¹, Mileisys Benítez Odio², Carlos Alberto Iriban Díaz³, Adairis Vázquez Fleitas⁴

¹ Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos". Consolación del Sur, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9895-5790>. Correo electrónico: alonsoalvaroc@gmail.com

² Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias. Pinar del Río. Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1785-817X>. Correo electrónico: mileisys@upr.edu.cu

³ Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos". Consolación del Sur, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4005-919X>. Correo electrónico: desarrollo@geleca.co.cu

⁴ Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Centro Universitario Municipal de Consolación del Sur. Consolación del Sur, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4884-0020>. Correo electrónico: adairis94@nauta.cu

Recibido: 6 de marzo 2020.

Aprobado: 10 de junio 2020.

RESUMEN

Según conviene la Teoría del valor económico total del ecosistema, las técnicas de valoración económica-ambiental permiten identificar funciones ambientales principales que tienen reflejo directo o indirecto en el mercado, lo que las convierten en una de las más utilizadas para valorar económicamente el medioambiente. Con el objetivo de estimar los costos y beneficios ambientales generados en un agroecosistema lechero y con la aplicación de métodos de valoración económica-ambiental, se desarrolló la presente investigación. Para ello, se estudiaron las funciones generales de soporte o carga, de producción conjunta, de *hábitat* y de regulación al cierre del año 2018, aplicando el método dialéctico-materialista, como método rector de la investigación, además de métodos empíricos basados en la observación científica y el análisis documental y el método de medición para describir y analizar el comportamiento de las funciones estudiadas. Para los análisis de valoración económica-ambiental, se calcularon partidas como: beneficio bruto, costos directos y costos evitados. Se constató que los bienes y servicios existentes en el ecosistema lechero aportan al valor económico total un beneficio económico muy favorable, lo que está sustentado por una correcta gestión de los mismos, sobresaliendo en las aportaciones realizadas las funciones de producción conjunta, de soporte o carga y la de *hábitat*. El análisis integral de las funciones que conforman el valor económico total de cualquier ecosistema ganadero ofrece la

posibilidad de profundizar en su manejo eficiente y en lo que aporta de manera sostenible esta actividad en Cuba.

Palabras clave: agroecosistemas ganaderos; funciones ambientales; lechería; valor económico total

ABSTRACT

According to the Theory of the Total Economic Value of the Ecosystem, the techniques of economic-environmental valuation allow us to identify the main environmental functions that are directly or indirectly reflected in the market, which makes them one of the most widely used techniques for the economic valuation of the environment. This research was carried out with the aim of estimating the environmental costs and benefits generated in a dairy agro-ecosystem and with the application of economic-environmental valuation methods. To this end, the general functions of support or load, joint production, habitat and regulation at the end of 2018 were studied, applying the dialectical-materialistic method, as the guiding method of the research, in addition to empirical methods based on scientific observation and documentary analysis and the measurement method to describe and analyze the behavior of the functions studied. For the economic-environmental valuation analyses, items such as gross benefit, direct costs and avoided costs were calculated. It was found that the goods and services existing in the dairy ecosystem contribute to the total economic value a very favorable economic benefit, which is supported by a correct management of them, standing out in the contributions made by the functions of joint production, support or load and habitat. The integral analysis of the functions that make up the total economic value of any livestock ecosystem offers the possibility of deepening its efficient management and what this activity contributes in a sustainable manner in Cuba.

Keywords: livestock agro-ecosystems; environmental functions; dairy; total economic value

RESUMO

De acordo com a Teoria do Valor Económico Total do Ecosistema, as técnicas de avaliação económico-ambiental permitem-nos identificar as principais funções ambientais que se refletem direta ou indiretamente no mercado, o que as torna uma das técnicas mais utilizadas para a avaliação económica do ambiente. Esta investigação foi realizada com o objetivo de estimar os custos e benefícios ambientais gerados num agroecosistema leiteiro e com a aplicação de métodos de avaliação económico-ambiental. Para tal, foram estudadas as funções gerais de apoio ou carga, produção conjunta, habitat e regulação no final de 2018, aplicando o método dialético-materialista, como método orientador da investigação, para além dos métodos empíricos baseados na observação científica e análise documental e o método de medição para descrever e analisar o comportamento das funções estudadas. Para as análises de avaliação económico-ambiental, foram calculados itens como o benefício bruto, os custos diretos e os custos evitados. Verificou-se que os bens e serviços existentes no ecossistema leiteiro contribuem para o valor económico total um benefício económico

muito favorável, que é apoiado por uma gestão correta dos mesmos, destacando-se nas contribuições feitas pelas funções de produção conjunta, apoio ou carga e habitat. A análise integral das funções que compõem o valor económico total de qualquer ecossistema pecuário oferece a possibilidade de aprofundar a sua gestão eficiente e o que esta atividade contribui de forma sustentável em Cuba.

Palavras-chave: agroecossistemas pecuários; funções ambientais; lacticínios; valor económico total

INTRODUCCIÓN

En la generalidad de las explotaciones pecuarias, solo se le concede peso a las producciones finales que se alcanzan y comercializan (leche o carne), en tanto son desestimadas la variedad de funciones ambientales y recursos presentes en cada base productiva, que les añaden un valor económico a los rublos alcanzados.

A consideración de Armenteras, González, Vergara, Luque, Rodríguez y Bonilla (2016), desde hace algunos decenios, el concepto de ecosistema ha sido tratado con mucha pujanza en la toma de decisiones, en función de la planificación de los recursos; de ahí que la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos, como elemento de la Economía Ambiental, contribuye notablemente al proceso de toma de decisiones económicas y ambientales (Portela Peñalver et al., 2019); además de la mejora en la gestión de los recursos naturales para de esta forma mitigar el riesgo ante desastres climatológicos y los efectos del cambio climático.

Las investigaciones realizadas en Cuba para valorar económicamente el medio ambiente han constatado un avance en los últimos años, encontrándose en mayor número las orientadas hacia sectores turísticos o de alto valor paisajístico, macizos forestales y áreas protegidas (Rodríguez Córdova et al., 2017; Zequeira Álvarez et al., 2016), mientras para el sector ganadero son menos numerosas y solo se registran algunos trabajos como los de Miranda, Machado, Machado y Duquesne (2007) y los de Báez (2018).

A consideración de Ferro, Gómez, y Herrera (2016), las funciones ambientales, unidas a los productos y servicios ambientales generados por los ecosistemas, han tomado auge en los últimos años con la aplicación de la Teoría del Valor Económico Total (VET) la que en su enfoque plantea que cualquier ecosistema está compuesto por varios atributos, algunos de los cuales son tangibles y fácilmente medibles, mientras que otros pueden ser más difíciles de cuantificar, aunque no menos importantes.

En tal sentido, resulta de vital importancia el estudio de los aportes económicos-ambientales que genera cualquier contexto natural y, más aún, en los contextos ganaderos, a causa de la cantidad de bienes ambientales que concurren en sus procesos. La valoración económica-ambiental constituye una herramienta que permite medir eficazmente las aportaciones económicas generadas por el medio natural, bajo una correcta conducción y aplicación de políticas económicamente efectivas en el manejo sostenible de las especies y el medio, en función de una gestión eficaz que fortalezca la resiliencia y perdurabilidad de los ecosistemas.

A partir de lo anterior, se define como objetivo central del trabajo: estimar los costos y beneficios ambientales generados en un agroecosistema lechero, aplicando métodos de valoración económica-ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación, fue aplicado el método dialéctico-materialista como método rector, se asumió el enfoque marxista en la realización de la evaluación de los bienes y servicios ambientales, derivados de la gestión productiva ganadera, que tributan a conformar el valor económico total de un ecosistema lechero.

Se empleó el método histórico-lógico, a fin de determinar los antecedentes teórico-metodológicos relacionados con la Teoría del Valor Económico Total, su evolución y relación con los ecosistemas pecuarios, lo cual permitió constatar los avances alcanzados en las investigaciones realizadas dentro de este sector en Cuba y en el mundo.

Se utilizaron además, métodos empíricos de investigación, basados en la observación científica y el análisis documental, lo que permitió caracterizar la situación actual de las funciones ambientales existentes en la unidad productora de leche, caso de estudio.

Paralelamente, para la aplicación de la Teoría del Valor Económico Total (Dixon & Pagiola, 1998), se empleó el método de medición para describir y analizar el comportamiento de las funciones generales descritas por Jiménez (1996) que permitieron calcular los aportes generados por productos y servicios ambientales presentes en el ecosistema caso de estudio. Se emplearon, además, consultas a las fuentes secundarias de información que permitieron obtener elementos que aportaron a las funciones que generaron el VET del ecosistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio se realizó en la lechería típica (Vaquería 101), perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) "La Barbarita", de la Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos", de la provincia más occidental de Cuba (Pinar del Río) en el período de diciembre 2017 a diciembre 2018.

La unidad se ubica aproximadamente en los 22° 45' de longitud Norte y los 83° 15' de latitud Oeste, a 306 m sobre el nivel del mar; cuenta con una extensión territorial de 105,15 ha, que se dedican a la producción de leche. En sus suelos, crecen gramíneas como: *Panicum máximum* (Guinea likoni), *Cynodon nfluencis* (Pasto estrella) y *Pennisetum purpureum* vc Cuba CT - 115, además de arbustivas proteicas como *Morus alba* (Morera) y *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray (Botón de oro) y un pequeño patrimonio forestal donde predominan el *Eucalyptus melliodora* y la *Acacia magium* diseminado por las áreas limítrofes y en otras no destinadas a pastoreo.

Esta unidad cuenta, además, con un biogás de 30 m³ para la realización de diferentes funciones a partir del gas metano, producido por la descomposición anaeróbica de las deyecciones bovinas, a las que se les suma otras fuentes de energía renovables (FER) como los paneles fotovoltaicos que alimentan una bomba sumergible para la extracción de aguas subterráneas, un sistema de cercas eléctricas para mantener el acuartonamiento de la unidad, alimentadas con igual fuente de generación, junto a un calentador solar que destina sus aguas a labores de higienización del equipo de ordeño mecanizado y otras funciones.

Según Dixon y Pagiola (1998), el VET de los activos ambientales (Fig. 1), está compuesto por el valor de uso más el valor de no uso, en tanto Azqueta (1994), lo resume en la siguiente ecuación:

$$\text{VET} = \text{valores de uso (VUD + VUI + VO)} + \text{valores de no uso (VE + VL)}$$

Donde:

VUD = Valor de Uso Directo

VE = Valor de existencia

VUI = Valor de Uso Indirecto

VL = Valor de legado

VO = Valor de Opción

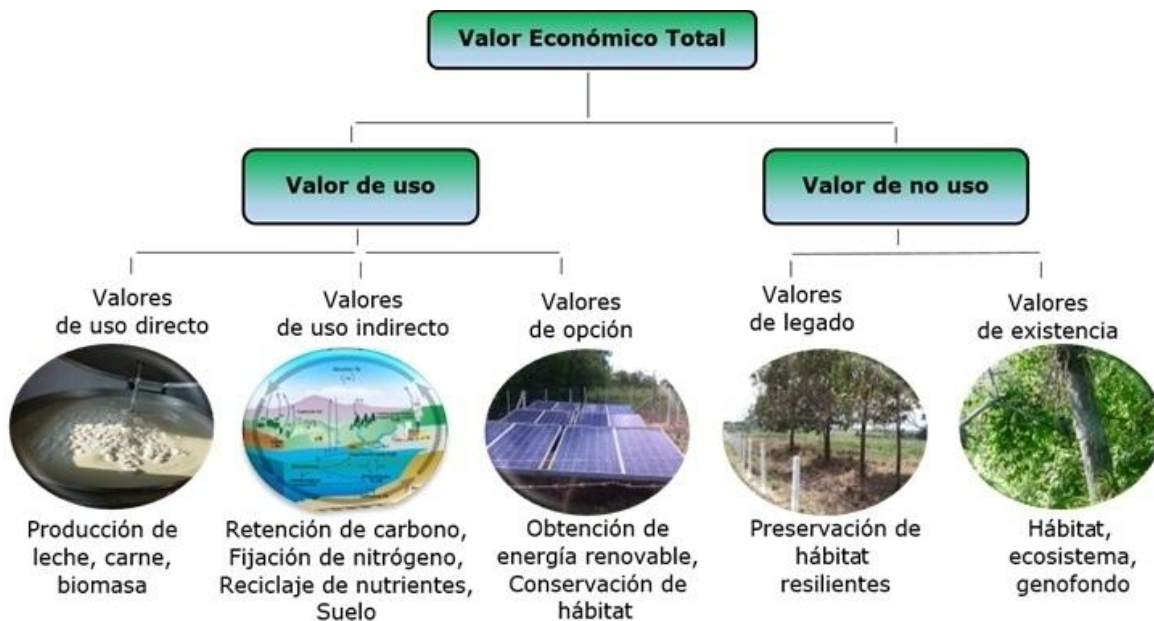


Fig. 1 - Valor Económico Total de los activos ambientales
Fuente: Elaboración propia a partir de Dixon y Pagiola (1998)

En correspondencia con la clasificación descrita en la figura 1, dentro del valor de uso, fueron identificadas en la unidad objeto de estudio diferentes elementos relacionados con los valores de uso directo (producción de leche), de uso indirecto (beneficios

derivados del funcionamiento del ecosistema) y para los valores de opción (aportes que generaban las FER).

En tanto, para el valor de no uso, el valor de legado tuvo en cuenta los recursos existentes que permitían la resiliencia del ecosistema en estudio y la perpetuidad para las generaciones futuras, mientras el valor de existencia tuvo en cuenta aquellos recursos que conforman el genofondo y *hábitat* como activo ambiental; considerados de alto valor para estos estudios en correspondencia con los argumentos de Ferro et al. (2016).

La determinación del VET del ecosistema en estudio se apoyó, además, en algunas de las funciones generales descritas por Jiménez (1996), entre las que están: Funciones de soporte o carga (1), Funciones de producción conjunta (2), Funciones de *hábitat* (3) y Funciones de regulación (4), donde el medio juega un papel activo aunque predominen las decisiones humanas. Cada función enunciada aglutina funciones específicas como las que se describen a continuación (y que fueron consideradas en el estudio):

- Funciones de reservorio de espacio y sustrato (1): Se empleó para la estimación del carbono retenido en el suelo y se aplicó el método empleado por Miranda et al. (2007) a partir del área, la densidad aparente, la profundidad de muestreo y la materia orgánica contenida en el suelo. El valor económico se estimó de forma directa, a partir de los precios de mercado por tonelada de carbono según lo reportado por Alatorre, Caballero, Ferrer y Galindo (2019).
- Funciones de producción agrícola (2): Se empleó para el cálculo la biodiversidad del agroecosistema a los que se les adicionó, además, el cálculo de los jornales necesarios empleados para controlar las malezas en el área estudiada y el costo del jornal y se tomó como referencia lo descrito por Miranda et al. (2008).
- Funciones intensivas y extensivas de producción animal (2): Se utilizó la técnica del beneficio bruto (Rangel Cura et al., 2013), de la producción de leche; se emplearon para ello los datos técnicos registrados en la lechería, desde el período de cierre del año 2017 a cierre del año 2018.
- Funciones para el desarrollo de especies y ecosistemas (3): Se realizó el cálculo de la biodiversidad y se tuvo en cuenta el índice de Shannon (H) proveniente de la metodología indicada por Shannon y Weaver (1949).
- Funciones de eliminación de residuos (1) y Funciones de contención (4): Se evaluaron los costos evitados adjudicables al empleo de las deyecciones y su reutilización en el biogás de 30 m³, que permitieron determinar la energía mensual producida por el biogás y la energía generada por el parque fotovoltaico existente, con el empleo de los índices descritos por Ponce, Ponce, Ramos, Díaz y Valles (2016).

Las funciones de reservorio de espacio y sustrato mostraron valores de retención de carbono entre 26 y 35 t C ha⁻¹ a una profundidad de hasta 14 cm, lo que representa un valor económico estimado en dicha función para las 105,15 ha cultivables de la vaquería objeto de estudio, de \$ 22 450,00 USD al valor económico total (1 USD=1 CUC y 1 CUC=25 CUP). Este valor resultó inferior al informado por Portela et al. (2019) al tomar como precio, para dicho elemento, la media en USD fijada en el mercado internacional (entre 5 y 10 USD según Ferro et al., (2016)).

La evaluación de la retención de carbono en el agroecosistema lechero, caso de estudio, solo representa una pequeña parte de lo que realmente pudiera existir como potencial, al no tenerse en cuenta el carbono almacenado en la biomasa aérea ni en la necrosada.

Las funciones de producción agrícola reconocieron en las áreas de plantas proteínicas (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray y *Morus alba* L.), los pastizales y bancos de biomasa (*Pennisetum purpureum* vc Cuba CT - 115) existentes en la unidad ganadera, un patrimonio importante que tributa al valor económico total, al formar parte de los pastos y forrajes tropicales que conforman la base alimentaria que permite cubrir los requerimientos nutricionales de las vacas en producción.

La *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, tributa, además, otros beneficios ecosistémicos importantes entre los que se reconocen los altos niveles de fósforo que aporta y su gran volumen radicular, el cual le confiere una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, además, tiene una alta concentración de nitrógeno en sus hojas que le permiten aportar hasta un 33 % de proteína cruda, contenidos similares a los que presenta cualquier leguminosa (Rodríguez García, 2017). Ello lo convierte en un material forrajero primordial en la alimentación bovina, dado el alto contenido proteico que aportan a los mismos.

Otro elemento de la foresta, que contribuye a la regeneración de los suelos de la unidad, lo constituye el pequeño patrimonio forestal compuesto por una hectárea de *Eucalyptus melliodora* y la *Acacia magium* quienes, además de esta función, contribuyen a contrarrestar los procesos erosivos que pudieran generarse como parte de su uso en actividades ganaderas.

El valor de la cobertura boscosa adoptada fue el precio unitario \$ 4 129,70 CUC/ha, descrito por Rangel et al. (2013), según la técnica de costos de reposición. Este importe resultó muy inferior al reportado por Portela et al. (2019) al estudiar ecosistemas boscosos de montaña.

El número de jornadas dedicadas al control de malezas por hectárea al año se redujo a menos de 10; ello permitió un ahorro de salario medio por jornada de aproximadamente \$ 0,58 USD por obrero, lo que generó un aporte anual a la función de biodiversidad en la vaquería, caso de estudio, valorado en \$ 213,60 USD.

Por otro lado, la función producción conjunta (producción de leche) aportó como promedio anual al cierre de 2018 un beneficio bruto de \$ 745 200,00 USD, el cual se considera un valor aceptable al tener en cuenta que, durante todo el año, de 141 vacas con que cuenta la vaquería, el 57,4 % del rebaño participan en el aporte de 165 600,0 litros de leche en el año, resultados productivos considerados positivos para el período analizado y que son superiores a los reportados por Guapi, Masaquiza y Curbelo (2017).

El índice de diversidad biológica (H) de la vegetación en el pastizal evaluado dentro de las funciones para el desarrollo de especies y ecosistemas tuvo como promedio un valor de 1,19. Esto indicó que el sistema silvopastoril mantuvo estabilidad en el sistema suelo-pasto, lo que se evidenció en la alta densidad del pasto base, la disminución de las malezas y el incremento paulatino de la fertilidad del suelo. Este comportamiento produjo que disminuyera la diversidad de la vegetación como resultado del manejo

acertado, el que logró que se mantuviera la asociación gramínea-proteínica en proporciones similares (20:80) a las referidas por Galindo, Rodríguez, González, García y Herrera (2018), unido a los bancos proteínicos y pastizales existentes que garantizan la productividad, eficiencia y persistencia del sistema.

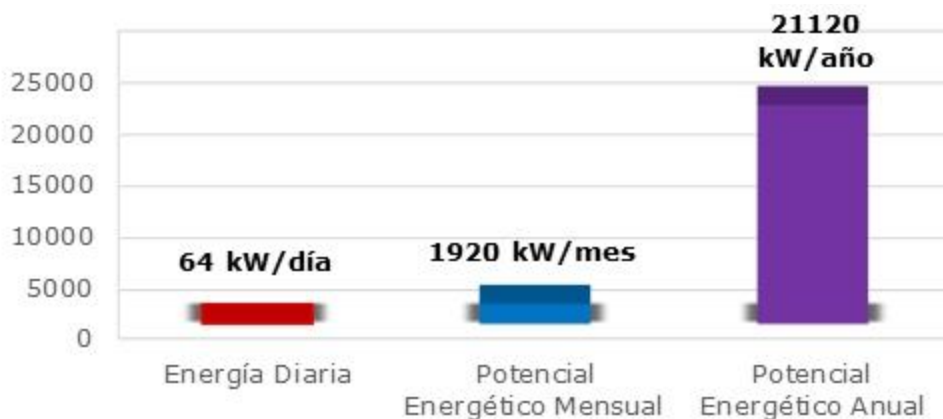
La unidad caso de estudio cuenta con 141 vacas lecheras de la raza Siboney de Cuba que tienen pesos vivos promedio de 450 kg. Las mismas permanecen estabuladas en las naves de sombra entre 10 y 12 horas diarias, calculándose en alrededor de 10 kg. diarios el volumen de excretas depositadas por vaca en dicha instalación; ello representa un total aproximado de unos 1 410 kg. de excreta/día, volumen que es considerado como la base de generación del biogás.

La fermentación entérica bovina es considerada una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en el mundo, por lo que el correcto manejo del estiércol y la orina producidas por estos animales permiten contrarrestar los efectos negativos que provocan a los ecosistemas, lo cual se corresponde con lo planteado por Wilkes, Reisinger, Wollenberg, y van Dijk (2017).

Como una solución efectiva al manejo de esos residuos, se encuentra el empleo del biogás, que permite convertir la mayor parte del carbono existente en las deyecciones bovinas, en gas y obtener importantes volúmenes de materia sólida, con concentraciones de nutrientes que son empleados como fertilizante natural, al igual que sus residuos líquidos. La construcción de biogás en entidades ganaderas constituye una solución que permite minimizar la carga contaminante generada, a la vez que propicia obtener energía capaz de autoabastecer el consumo de la unidad productiva.

Las funciones de soporte o carga constataron que de los 1410 kg. diarios de excretas aproximados, que se generan en las naves de sombra, se puede llegar a recuperar alrededor de un 45 % de las mismas. Partiendo de las 141 cabezas que existen en la vaquería, se calcula que lleguen a recogerse aproximadamente unos 634,5 kg. diarios, equivalentes a 231 592 kg. anuales, cantidad suficiente para alimentar el biogás existente en la unidad y utilizar otros volúmenes luego de descompuestos como fertilizante orgánico para las áreas de pastoreo, lo cual eleva la calidad del sustrato y mejora sustancialmente la eficacia de los pastos y forrajes establecidos.

Al determinar el potencial energético en kWh/día, mes y año, producido por el biogás de 30 m³ (Gráf. 1) en términos de energía mensual, se pudo constatar que el mismo es capaz de producir un equivalente energético diario igual a 64 kW/día. Dicho equivalente energético es capaz de cubrir las demandas calculadas para las actividades ganaderas que consumen energía eléctrica en la vaquería de estudio pues, según la Organización Básica Eléctrica del municipio, el consumo para la realización de todas las actividades diarias de dicha unidad productiva se calcula en alrededor de 31.5 kW/día, un consumo anual de 11,34 MW a un precio de costo de \$ 160 USD el MW.



Gráf. 1 - Potencial energético en kWh/día, mes y año producido por el biogás de 30 m³
Fuente: Elaboración propia

La utilización en la unidad de FER (biogás, calentador solar, bomba de agua sumergible y sistema de cercado eléctrico para acuartonamiento que son alimentados por paneles fotovoltaicos) bajo principios conservacionistas que mitigan la emisión de gases de efecto invernadero, permiten sustituir anualmente alrededor de 6969 litros de gas/oil por concepto de generación de energía eléctrica y la no emisión a la atmósfera de unas 316 ton. de CO₂ por uso de biogás, tributando al valor económico total un estimado anual valorado en \$ 2 536,00 USD.

Además de la energía obtenida del biogás, se extraen aproximadamente 10 kg/día de abono orgánico sólido de altísima calidad y más de 190 kg/día de abono líquido, valores similares a los reportados por Núñez (2016), tangibles que se traducen en costos evitados por concepto de compra y aplicación de fertilizantes que son aplicados a las áreas forrajeras de la unidad. Según estudios realizados por Núñez (2016), a pesar de considerarse como una inversión de cierta cuantía, el período de recuperación se considera corto, unido a los beneficios económicos que posteriormente reportará por concepto de ventas de energía al sistema electroenergético nacional.

Por otro lado, los aportes de la materia orgánica que se obtienen del proceso del biogás al aplicarse como abonos en los pastizales mejoran la capacidad de retención de agua en suelo y promueven un mejor desarrollo de la raíz de las plantas y la absorción de nutrientes de los pastos y las plantas proteínicas existentes en la unidad, aspectos estos que se corresponden con lo planteado por Beltrán, Álvarez, García y Castro (2017).

El valor económico total que aportó el ecosistema ganadero fue de \$ 774 529,30 USD (Tabla 1). El análisis integrador de la vaquería permitió gestionar desde un punto de vista multidimensional la actividad ganadera. Se demuestra las potencialidades de los sistemas silvopastoriles y el empleo de fuentes de energía renovables en la actividad ganadera para generar bienes y servicios ambientales y los diferentes beneficios económicos que se pueden obtener a partir de ellos.

Tabla 1 - Valor Económico Total de la vaquería 101 por funciones ambientales

Funciones	Variables estudiadas	Valor económico total (USD/ha/año)	Valor económico total (USD/año)
Soporte o carga	Producción de carbono	\$ 213,50	\$ 22 450,00
Producción conjunta	Producción de leche	\$ 7 087,01	\$ 745 200,00
Hábitat	Biodiversidad y cobertura boscosa	\$ 4 131,70	\$ 4 343,30
Regulación	Uso de fuentes de energía renovables	\$ 24,11	\$ 2 536,00
Total		\$ 11 456,32	\$ 774 529,30

Fuente: Elaboración propia

La valoración económica ambiental es un instrumento que permite analizar de manera integral elementos que, en ocasiones, son desestimados por los sistemas de contabilidad económica. El análisis integral de las funciones que conforman el valor económico total de cualquier ecosistema ofrece la posibilidad de profundizar en el manejo eficiente del mismo y de lo que aporta de manera sostenible. Para el caso del sector ganadero, no solo permite valorar el impacto que genera dicha actividad desde el punto de vista negativo, sino también la gran variedad de bienes y servicios ambientales derivados de su gestión productiva.

De ahí que Báez (2018), abogue por la necesidad de impulsar la implementación de políticas efectivas, económicamente eficientes en el manejo sostenible de los bienes ambientales presentes en los ecosistemas pecuarios.

Aunque en Cuba no se encuentra establecido aún un sistema de pagos por servicios ambientales generados por la actividad ganadera, las investigaciones realizadas por diferentes autores al respecto pudieran servir como referente para sentar las bases y puesta en vigor de las mismas para, de esta forma, incentivar a este sector a que contribuya con una gestión sostenible de sus procesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alatorre, J. E., Caballero, K., Ferrer, J., & Galindo, L. M. (2019). *El costo social del carbono: Una visión agregada desde América Latina*. CEPAL.
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44423>

Armenteras, D., González, T. M., Vergara, L. K., Luque, F. J., Rodríguez, N., & Bonilla, M. A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como "unidad de la

- naturaleza" 80 años después de su formulación. *Revista Ecosistemas*, 25(1), 83-89. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-1.12>
- Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill/Interamericana.
- Báez Quiñones, N. (2018). Valoración económica del medio ambiente y su aplicación en el sector ganadero cubano. *Pastos y Forrajes*, 41(3), 161-169. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942018000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Beltrán Santoyo, M. Á., Álvarez Fuentes, G., García López, J. C., & Castro Rivera, R. (2017). Abonos obtenidos del compostado de heces de ganado bovino de leche vs. Fertilizante en la producción de triticale (X Triticum secale Wittmack). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(1), 95-104. <https://bdigital.uncu.edu.ar/9309>
- Dixon, J., & Pagiola, S. (1998). Análisis económico y evaluación ambiental. En *Environmental Assessment Sourcebook* (pp. 1-17). Environmental Department. The World Bank.
- Ferro Azcona, H., Gómez País, G., & Herrera, P. (2016). Valoración económica de los impactos ambientales seleccionados del cuabal en la Reserva Ecológica La Coca, La Habana, Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 215(1), 24-37. <http://revistas.geotech.cu/index.php/abc/article/view/79>
- Galindo Blanco, J. L., Rodríguez García, I., González Ibarra, N., García López, R., & Herrera Villafranca, M. (2018). Sistema silvopastoril con Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray: Efecto en la población microbiana ruminal de vacas. *Pastos y Forrajes*, 41(4), 273-280. [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=2054](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=2054)
- Guapi Guamán, R. A., Masaquiza Moposita, D., & Curbelo Rodríguez, L. M. (2017). Caracterización de Sistemas Productivos Lecheros en Condiciones de Montaña, Parroquia Químiag, Provincia Chimborazo, Ecuador. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 14-24. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-79202017000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Jiménez Herrero, L. M. (1996). *Desarrollo sostenible y economía ecológica. Integración medioambiente-Desarrollo y economía ecológica*. Síntesis.
- Miranda, T., Machado, R., Machado, H., Brunet, J., & Duquesne, P. (2008). Valoración económica de bienes y servicios ambientales en dos ecosistemas de uso ganadero. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 187-189. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0798-72692008000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Miranda, T., Machado, R., Machado, H., & Duquesne, P. (2007). Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica. Estudio de caso. *Pastos y Forrajes*, 30(4).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942007000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Núñez Bosch, M. O. (2016). Diseño y construcción de un digestor para la generación de biogás y fertilizante orgánico. *Centro Azúcar*, 43(2), 35-42.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2223-48612016000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ponce Ceballos, F., Ponce Ceballos, F., Ramos Gálvez, A., Díaz Crespos, L., & Valles Capote, V. (2016). Aporte de tecnologías limpias y sostenibles, en el desarrollo de las Cooperativas Agropecuarias. *Cooperativismo y Desarrollo*, 4(1), 52-64.
<http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/121>
- Portela Peñalver, L., Rivero Galván, A., & Portela Peñalver, L. (2019). Valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos en montañas de Guamuhaya, Cienfuegos, Cuba. *Universidad y Sociedad*, 11(3), 47-55.
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1221>
- Rangel Cura, R. A., Durán Zarabozo, O., Gómez País, G., Ferro Azcona, H., Barranco Rodríguez, G., Celada, M. S., Abraham Alonso, A. N., Cuadrado, L., Herrera Oliver, P., & Vilamajó Alberdi, D. (2013). Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la cuenca del río Guanabo, La Habana, Cuba. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 20, 45-55.
https://ideas.repec.org/a/rib/revibe/rev20_04.html
- Rodríguez Córdova, R., Mir Frutos, Z., & Guzmán Alberteris, L. (2017). Incidencia de la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos en la gestión ambiental. *Universidad y Sociedad*, 9(5), 262-267.
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/740>
- Rodríguez García, I. (2017). Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development*, 29(4).
<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd29/4/ida129063.html>
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.
- Wilkes, A., Reisinger, A., Wollenberg, E., & van Dijk, S. (2017). *Medición, reporte y verificación de las emisiones de GEI de la ganadería de países en desarrollo de la UNFCCC: Prácticas actuales y oportunidades de mejora* (CCAFS, Informe 17). Wageningen, Holanda: Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) y Alianza Mundial de Investigación sobre los Gases de Efecto Invernadero de Origen Agropecuario (GRA). <https://ccafs.cgiar.org/node/55964>

Zequeira Álvarez, M. E., Figueredo Castellanos, E., León Rodríguez, M. M., & Montero, R. (2016). Costo de oportunidad para bienes ambientales en la zona costera norte de la provincia de Camagüey, Cuba. *Ecociencia*, 3(2).
<http://ecociencia.ecotec.edu.ec/articulo?ida=68>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Copyright (c) Alvaro Celestino Alonso Vázquez, Mileisys Benítez Odio, Carlos Alberto Iriban Díaz, Adairis Vázquez Fleitas