

Balance de energía y sostenibilidad en un sistema ganadero-forestal

Guillermo E. Guevara Viera, Pedro Rivero Arias, Raúl V. Guevara Viera y Lino Curbelo Rodríguez

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

guillermo.guevara@reduc.edu.cu

RESUMEN

Se evaluó el flujo de energía y la sostenibilidad de un sistema ganadero-forestal, que cuenta con 309,6 ha de suelo categoría agroproductiva 1, con un régimen de temperatura media promedio de 28,9 °C, una humedad relativa promedio del 88,3 % y un nivel de precipitaciones de 2 011 mm anuales. Para el estudio del balance de energía y nitrógeno se utilizaron los datos obtenidos en la unidad. Los indicadores de sostenibilidad determinados fueron: balance de energía, de nitrógeno, eficiencia económica, uso de la tracción animal, abonos orgánicos, despoblación vegetal, productos, reforestación, intensidad laboral y permanencia en el puesto de trabajo. El balance energético y el del nitrógeno resultaron positivos. Se logra una conservación de especies y una diversificación adecuada y un buen estado de los factores relacionados con el suelo y la arborización. El factor social mostró de forma general características favorables para la mejora del sistema. El saldo económico no es favorable debido a los altos salarios. La principal deficiencia del sistema se presenta en la baja eficiencia de la producción animal.

Palabras claves: *sostenibilidad, energía, ganadería*

ABSTRACT

Energy flow and sustainability in a forest-livestock system comprising 309,6 ha on a number 1 agroproductive category soil with 28,9 °C average mean temperature, 88,3 % average relative humidity, and 2 011 mm annual rainfall level were assessed. Data recorded at the livestock unit was used for the energy and nitrogen balance study. Sustainability indexes determined were: energy balance, nitrogen balance, economic efficiency, animal traction use, organic manure, areas without vegetation, products, reforestation, worker productive rate, and worker stay-at-labor rate. Energy and nitrogen balances proved positive. Species conservation with adequate diversification as well as good conditions of soil and arborization related factors were achieved. Social factor showed general favorable characteristics towards the system improvement. Economic results were not favorable due to higher wages. The system main deficiency was the low cattle production efficiency.

Key words: *sustainability, energy, livestock*

INTRODUCCIÓN

La intensificación producida desde los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial se basó en el aumento de los insumos externos, especialmente agroquímicos y energía fósil, el incremento de las escalas de explotación, la especialización y la mecanización a gran escala (Guevara *et al.*, 2005).

Los problemas creados por la excesiva intensificación a largo plazo (Rosset, 1998), pesticidas que han liquidado especies, el abuso de fertilizantes que agotaron los suelos, la disminución de las reservas de hidrocarburos, la contaminación de la atmósfera y las aguas y otros fenómenos negativos obligan hoy sin rodeos a preservar nuestro planeta con toda urgencia (Altieri, 1995).

La diversidad es una necesidad en los sistemas agroecológicos, es la llave de la estabilidad y la productividad Anón (1996) y es a partir de ella que podemos superar los problemas agropecuarios del presente.

Dentro de las nuevas variantes están los sistemas integrados de ganadería-agricultura de ovinos en los cítricos en Cuba (Borroto, 1998) y rumiantes mayores dentro de cocoteros como reportó Ocampo (1998) en Colombia. Últimamente se han reportado trabajos con diferentes relaciones de integración (Monzote *et al.*, 2003) los cuales se analizan con criterios de sostenibilidad.

En general esos estudios se enfocan en su mayoría a casos donde el área explotada es pequeña, a veces de menos de una hectárea pero en la unidad que estudiamos la superficie es mucho mayor pues supera las trescientas hectáreas y puede considerarse un sistema de mediano tamaño.

Si determinamos los factores de sostenibilidad afectados de la unidad en estudio, se pueden decidir acciones y desarrollar proyectos para mejorar su eficiencia y comportamiento futuro.

El factor energía debe ser analizado porque es uno de los principales problemas de la humanidad y porque en Cuba se inició un proceso de

Tabla 1. Características de la producción animal

Variable	Nivel
Área total (ha)	309,6
Área de pastoreo (ha)	118,1
Animales totales (cabezas)	246
Vacas (cabezas)	107
Hembras en la reproducción (cabezas)	117
Nacimientos (cabezas)	60
Nacimientos/ha (cabezas/ha)	0,19
Índice de natalidad (%)	51,3
Intervalo entre partos (días)	711,5
Peso vivo/ha (kg/ha)	83,9
Peso vivo producido (kg)	25 976,1
Muertes de adultos (cabezas)	3
Muertes de crías (cabezas)	1

Tabla 2. Características de la producción vegetal

Variable	Nivel
Área forestal (ha)	176,3
Árboles maderables (%)	63,5
Árboles frutales (%)	36,5
Número de especies frutales	6
Número de especies maderables preciosas	4
Producción de frutas/año/ha (kg)	317,3

divulgación, capacitación y de acciones para revolucionar la energética hacia el futuro.

El objetivo general fue analizar el balance de energía y algunos de los principales factores de sostenibilidad en un sistema ganadero-forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó el flujo de energía y la sostenibilidad de un sistema ganadero-forestal, en el municipio Najasa, provincia de Camagüey, Cuba. El mismo tiene 309,6 ha de suelo categoría agroproductiva 1, según el Atlas de Camagüey (Academia de Ciencias, 1988), con un régimen de temperatura media promedio de 28,9 °C, una humedad relativa promedio del 88,3 % y un nivel de precipitaciones de 2 011 mm anuales.

El objetivo de esta entidad es la conservación de plantas forestales y frutales así como el de un rebaño de razas puras.

Del área total, 176,3 ha están dedicadas a la conservación de plantas maderables preciosas como cedro (*Cedrela odorata*, L.), caoba (*Swietenia mahagoni*, L. Jacq.) y baría (*Cordia gerascantus*, L.), además de diferentes árboles frutales como: chirimoya (*Anona reticulata*), limón criollo (*Citrus aurantifolia*), mango (*Mangifera indica*), naranja cajera (*Citrus sinensis*) y coco (*Cocos lucifera*).

Se cuenta con 246 bovinos de raza Cebú Blanco Cubano de los cuales 173 pertenecen al registro de razas puras. Los animales pastan en 118,1 ha de pasto pero también lo hacen en áreas de conservación forestal.

Se dispone de 11 cuartones de los cuales 3 tienen agua. La unidad dispone de una micropresa, un embalse y agua de manantial por gravedad.

En el área de pastos predomina la guinea (*Panicum maximum*, Jacq.) y pastos nativos en menor cuantía. Durante el año 2005 se suministraron 9 925 kg de concentrado.

Se tomaron datos de los registros de la entidad correspondientes a: economía, producción, reproducción, reforestación, recursos materiales e infraestructura. Para obtener información de tipo social se entrevistó a los trabajadores de la unidad y se visitó la entidad repetidamente para hacer mediciones y observaciones de los animales y árboles.

Se realizaron los balances de energía y de nitrógeno los cuales se determinaron de la siguiente forma:

- a) Se calcularon las entradas y salidas.
- b) Se tomó como criterio que el balance entradas-salidas es lo fundamental para los cálculos y no los procesos intermedios.
- c) Se empleó el coeficiente equivalente de energía para productos vegetales y pecuarios destinados al consumo humano de Funes-Monzote (2000) para multiplicarlo por los kilogramos producidos y que salen del sistema.
- d) Se empleó el coeficiente equivalente de proteína para productos vegetales y pecuarios para el consumo humano de Funes-Monzote (2000) para multiplicarlo por los kilogramos producidos y que salen del sistema y se empleó la equivalencia de 6,25 de nitrógeno para determinar este elemento.

Los indicadores de sostenibilidad determinados fueron: balance de energía, de nitrógeno, eficiencia económica, uso de la tracción animal, abonos orgánicos, despoblación vegetal, productos, reforestación, intensidad laboral y permanencia en el puesto de trabajo.

Las calificaciones y los factores de sostenibilidad se aplicaron y seleccionaron según García (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de la unidad refleja las características de los rebaños de razas puras donde la producción y conservación de animales de alto valor genético resulta lo principal; no obstante en este caso se cumple el objetivo de conservación pues el Cebú Blanco Cubano es una raza de mucha importancia para nuestra ganadería por su adaptabilidad (Ceró *et al.*, 2004).

Pero el principal problema es la muy deficiente reproducción animal debida a su baja natalidad y su alto intervalo interpartal, aspectos que requieren de la máxima atención por los trabajadores para evitar pérdidas en producción de animales y de carne, máxime porque a diferencia de la mayoría de las unidades ganaderas del país que presentan iguales resultados, esta unidad no tiene deficiencias de agua, sus animales no están cruzados con Holstein y presentan resistencia a la influencia climática.

La tasa de nacimientos por hectárea resultó más baja que las reportadas por Guevara *et al.* (2005), superiores a 0,25 para unidades lecheras.

La mortalidad de adultos fue considerable y la eficiencia en ganancia en peso fue baja pues Funes-Monzote (2000) plantea que en fincas integradas se pueden lograr más 1 600 kg/ha.

De los frutos, las mayores producciones y aportes de energía fueron de los limones y el palmiche. Los restantes no se consideraron por su pequeña cuantía.

Entre los aspectos de naturaleza social (Tabla 3) lo más criticable parece ser el bajo nivel de escolaridad de algunos de sus miembros, pues aunque pueda parecer innecesario el colectivo de la unidad maneja una finca de gran tamaño, de variados y valiosos recursos y con alto potencial bioeconómico que requiere de cambios y exigencias teóricas y prácticas por parte del personal.

En general los restantes indicadores manifiestan buena composición de edades, años de experiencia, permanencia en la unidad y una dirección estable y experimentada. Todos expresaron cuando se les encuestó, su agrado y deseos de permanecer y trabajar para mejorar los resultados.

En Cuba Martínez (1991) y Ruiz (2001) plantean que los gastos por concepto de alimentos tienen el mayor peso y llegan a representar aproxi-

Tabla 3. Factores socioeconómicos

Variable	Nivel
Trabajadores fijos	4
Trabajadores que prestan servicios	4
Rango de edad	30-46
Rango de años de experiencia	8-25
Rango de años en la unidad	1-11
Años continuos del administrador	11
Gastos (\$)	
Salario	12 971,72
Materiales	2 927,54
Chapea	60 280,90
Seguridad social	8 826,95
Totales	85 007,19
Ventas (\$)	
Totales	9 665,83
Diferencias (ventas-gastos)	-75 341,36

madamente el 50 % de los gastos totales en estas explotaciones.

Guevara *et al.* (2005) encontraron que los salarios eran la principal fuente de gastos en unidades lecheras de la provincia de Camagüey, Cuba. Eso ocurre en este caso, pues los pagos por chapea manual representan más del 70 % y los de salario total más del 85 %.

Resultaría interesante realizar investigaciones en la unidad para el empleo de ovinos o cabras que mediante un manejo adecuado con perros, cercas móviles y un pastor, podrían complementar la chapea manual y reducir la magnitud de esta, con producción secundaria de carne. García (2002) demostró la posibilidad del pastoreo beneficioso de ovinos dentro de plantaciones cítrícolas y de platanales.

Las ventas de la unidad son limitadas y no alcanzan mayores niveles por la ausencia de venta de sementales o de madres de sementales lo cual es causado por el mal manejo reproductivo, problemas de gestión y de relaciones interempresariales.

Otro ángulo del problema radica en que la unidad cuenta con grandes valores que no entran en el flujo de caja, como es el caso de las maderas preciosas que con el paso de los años aumentan su valor pero que se conservan y no se analizan contablemente, lo que por demás requeriría de un estudio adicional que escapa del propósito de este trabajo.

Por esto último debemos ser conservadores a la hora de considerar no rentable la unidad, pues la chapea es subsidiada, aunque seamos del criterio

que el desbalance negativo entre gastos y ventas reflejado en la tabla 3 puede y debe ser minimizado.

En la tabla 4 se presenta el balance de energía de la unidad para el año 2005, donde pueden apreciarse los diferentes aspectos que determinaron un balance positivo, favorable a la gestión ambiental de la unidad. Por lo general las entidades que presentan integración ganadería-agricultura logran un balance favorable (García, 2002), a diferencia de las unidades que solamente obtienen producción animal (Armas, 2006).

La fuente de mayor ingreso al sistema de energía fue el concentrado, a pesar de que su nivel es bajo y por tanto no sobrepasa a las salidas.

La carne producida determinó fundamentalmente la energía producida y la que salió del sistema pero fueron importantes los aportes de limones y de palmiche.

La contribución a la entrada de energía debido a la mano de obra humana, aunque es pequeña dentro de los ingresos y no alcanza los niveles asiáticos (Ørskov, 2005), es superior a otros sistemas cubanos (García, 2002; Armas, 2006).

La energía producida por los vegetales tiene una mayor contribución en sistemas donde la cosecha de diferentes cultivos, independientemente de la integración, es más intensiva (Funes-Monzote, 2000). No ocurre así en este caso pues se trata de un sistema integrado pero con objetivos conservativos.

Aunque esta unidad no tiene como objetivo la producción de alimento en primer lugar sino en último, se determinó el número de personas que cada una de sus hectáreas puede alimentar desde el punto de vista de la energía comestible, con miras a establecer un precedente para este tipo de sistema conservativo, aparte de que mostró un nivel 16 veces inferior al encontrado por García (2002) y Funes-Monzote (2000).

Tabla 4. Balance de energía

Fuente	Energía (kcal/año)
<i>Entradas</i>	
Combustible	1 109 160,0
Trabajo humano	3 500,0
Concentrado	24 415 500,0
Bueyes	34,8
Total de energía que entra	25 528 176,8
Total de energía producida	70 393 480,0
Total de energía producida por vegetales	11 168 200,0
Total de energía producida por los animales	59 225 280,0
Energía producida por ha	227 369,1
Personas que puede alimentar por ha/año	0,22
<i>Salidas</i>	
Total de energía que sale	53 873 960,0
Energía que sale en la carne	46 762 800,0
Energía que sale en los vegetales	7 111 160,0
Relación energética (kcal producidas/kcal gastadas)	2,8
Balance (diferencias salidas-entradas)	28 345 783,2

Tabla 5. Balance de nitrógeno

Fuente	Nitrógeno (kg/año)
<i>Entradas</i>	
Concentrado	11 537,8
Total de nitrógeno que entra	11 537,8
Total de nitrógeno producido	30 256,4
Total de nitrógeno producido por vegetales	2 656,9
Total de nitrógeno producido por los animales	27 599,5
Nitrógeno producido por ha	97,7
Personas que puede alimentar (ha/año)	
Proteína vegetal	1,0
Proteína animal	1,4
<i>Salidas</i>	
Total de nitrógeno que sale	29 549,9
Nitrógeno que sale en la carne	27 599,5
Nitrógeno que sale en los vegetales	1950,4
Relación del nitrógeno producido/ingresado	2,6
Balance (diferencias salidas-entradas)	18 012,1

Un indicador favorable encontrado fue la relación energética, en la que aproximadamente por cada kilocaloría ingresada al sistema se producen tres, con baja utilización de combustible fósil y baja contaminación. El resultado no alcanza lo reportado por Funes-Monzote (2000) para fincas integradas de ganadería-agricultura pero sí el de García (2002), de 2,6.

En la tabla 5 se exhibe el balance de proteína de la unidad, el cual muestra un saldo positivo explicado en lo fundamental por el nitrógeno perteneciente a carne y pequeños aportes de las diferentes

frutas. Como en el análisis de la energía, el principal y único insumo fue el concentrado.

Una de las formas de disminuir aún más el gasto de nitrógeno puede ser el aumento de las leguminosas dentro de la unidad; usarlas en cercas vivas (Hernández *et al.*, 2001), como bancos de proteína (Padilla *et al.*, 2000) y (Álvarez, 2000) o preferiblemente construyendo un silvopastoreo en el área de pastoreo (Simón, 2005). Todas estas prácticas y tecnologías desarrolladas y comprobadas con éxito pueden en las condiciones de suelo y abundante agua sustituir casi completamente el concentrado y mejorar la eficiencia reproductiva y productiva.

La cantidad de personas que pueden ser alimentadas con proteína vegetal es muy bajo, si la comparamos con García (2002) que obtuvo una tasa de 6,5 personas; pero mayor en proteína animal pues dicho autor solamente reporta 0,4. Funes-Monzote (2000) encontró en un sistema integrado pero primordialmente ganadero, una capacidad diez veces superior en proteína animal y de dos veces en la vegetal.

La producción de más de 2 kg de nitrógeno por cada kilogramo introducido al sistema por la vía de los concentrados, si bien es satisfactoria similar a García (2002) que encontró 1,99, puede mejorarse como ya se explicó anteriormente mediante las leguminosas y la mejora de la reproducción.

Al analizar los factores de sostenibilidad (Tabla 6) se destaca el positivo desempeño de la unidad en los balances de energía y de nitrógeno, que pueden ser mejorados.

Otros aspectos muy positivos pero que pueden ser mejorados o incrementados son, la diversidad de productos, a los que pudieran sumarse: la producción de biogás, de humus de lombriz, las abejas, los rumiantes menores, conejos, aves, cerdos en pequeñas cantidades y las leguminosas arbóreas.

Aunque la unidad muestra un desempeño ecológico favorable pues se practica la reforestación sistemáticamente y no hay despoblación vegetal, hay un pobre aprovechamiento de los residuos bovinos y de la producción de bioabonos.

La aceptabilidad social del sistema es buena porque hay buena permanencia en los puestos de trabajo, en la dirección y una buena composición

Tabla 6. Factores de sostenibilidad

Indicador	Resultado	Evaluación
Balance de energía	Positivo	Bien
Balance de nitrógeno	Positivo	Bien
Eficiencia productiva	Baja	Mal
Conservación de especies	Si	Bien
Eficiencia económica	Baja	Regular
Uso de la tracción animal	Media	Regular
Abonos orgánicos	No	Mal
Despoblación vegetal	No	Bien
Productos	7	Bien
Reforestación	Media-Alta	Bien
Productos	7	Bien
Intensidad laboral	Media	Regular
Permanencia en el puesto de trabajo	Alta	Bien

de edades que permite el relevo. Los trabajadores manifestaron compromiso con la unidad y reciben un buen salario, indicadores que han sido recurrentes en los sistemas integrados (Monzote *et al.*, 2002; García, 2002).

El factor de mayor problemática que se identificó y analizó con anterioridad y se calificó además de mal, fue la baja eficiencia productiva, con su causa esencial en la baja reproducción y la falta de producción de sementales y de vacas madres de sementales.

CONCLUSIONES

El balance energético y el del nitrógeno de la unidad estudiada resultaron positivos.

Se logra una conservación de especies y una diversificación adecuadas así como de los factores relacionados con el suelo y la arborización. El factor social mostró de forma general características favorables para la mejora del sistema.

La principal deficiencia del sistema se presenta en la baja eficiencia de la producción animal.

REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA: Atlas de Camagüey, 1era. ed., pp. 1-36, Ediciones Academia de Ciencias de Cuba, 1988.
- ALTIERI, M. A.: "Agroecología. Principios y estrategias desde las perspectivas cubanas", en *Transformando el campo cubano*, 1ra. ed., p. 248, ACTAF, La Habana, Cuba, 2001.
- ANON: Agricultura Orgánica, *Rev. del Grupo Gestor de la Asociación Cubana de Agricultura Orgánica*, (agosto): 10, 1996.
- ÁLVAREZ, A.: Recuperación de pastizales, vías y estrategia para Cuba. Evaluación y situación actual. Periodo 1980-1999, Taller 35 Aniversario del Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2000.

- BORROTO, A. P.: Integración de ovinos en los cítricos, pp.1-56, tesis doctoral, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, 1994.
- CERÓ, A.; G. GUEVARA, ARIANNA BARRO, Y. TAMAYO, NOEMÍ FERNÁNDEZ Y C. VEGA: Comportamiento reproductivo del Cebú Cubano Blanco, *Revista de Producción Animal*, Universidad de Camagüey, Cuba, 15 (2), 2003.
- FUNES-MONZOTE, F.: Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas, pp. 2-54, Ed. DECAP, La Habana, 2000.
- GARCÍA, A. R.: Estudio integral de un sistema ganadería-fruticultura, pp. 1-49, tesis de maestría en Producción Animal Sostenible, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba, 2002.
- GUEVARA, G. E.; R. V. GUEVARA, R. PEDRAZA, A. MORALES, NOEMÍ FERNÁNDEZ Y A. MORELL: Clasificación dinámica de los sistemas de producción lechera de la cuenca Camagüey-Jimaguayú, 1er. Congreso de Producción Animal, CD-ROM, La Habana, noviembre, 2005.
- MARTÍNEZ, A. F.: Principales factores que inciden en el costo de la producción de leche en las vaquerías de la Empresa Nazareno, tesis doctoral, Universidad Agraria de la Habana, Cuba, 1991.
- MONZOTE, MARTA; E. MUÑOZ Y F. FUNES-MONZOTE: Integración ganadería-agricultura, en *Transforming the Cuban Countryside*, p. 20, Book in Press, Co-Published by Food First (Institute for Food and Development Policy), 2003.
- OCAMPO, A. Y A. CARDOZO: Sistemas integrados de producción de palmas para la Orinoquia colombiano-venezolana, V Seminario-Taller Internacional Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria y Primer Seminario Internacional Palmas en Sistemas de Producción Agropecuaria para el Trópico, Fundación CIPAV, Cali, Colombia, 1997.
- ØRSKOV, E.: Producción agropecuaria sostenible, Conferencia dictada en la Universidad de Camagüey, Cuba, 2005.
- PADILLA, C.; G. J. CRESPO Y T. E. RUIZ: Renovación y vida útil de los pastizales. Vías y estrategias para Cuba, Taller 35 Aniversario del Instituto de Ciencia Animal, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2000.
- ROSSET, P.: La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico, p. 15, en Policy Brief Institute for Food and Development Policy, (Food First), Oakland, USA, 1998.
- RUIZ, R.: Control del consumo de alimento en rumiantes, p. 18, en Producción Bovina Tropical Sostenible, Conferencia y Curso de Posgrado, Ciudad de La Habana, 2001.
- SIMÓN, L.: Perfeccionamiento del silvopastoreo, conferencia magistral, 1er. Congreso de Producción Animal, CD-ROM, 2005, La Habana, noviembre, 2005.

Recibido: 18/2/2006

Aceptado: 22/4/2006