

Efectos de la ganadería sobre algunos componentes del agroecosistema en la granja Maniabo

Effects of livestock production on some components of the agro-ecosystem in the Maniabo farm

Autor: Abel Chávez Suárez¹

Dirección para correspondencia: achavezs@ult.edu.cu

Recibido: 28-marzo-2016

Aceptado: 17-mayo-2016

Resumen

Para la granja estudiada se obtuvo la información del quinquenio 2011 al 2015, aplicando métodos empíricos, histórico lógicos, heurísticos, entrevistas y encuestas, se evaluaron algunos componentes del agro ecosistema como la diversidad de los cultivos de interés para la alimentación animal y los cultivos forestales, se obtuvo el balance de los resultados para la producción de leche, se calculó el efecto que la producción ganadera en la emisión de los principales gases con efecto invernadero que genera la ganadería, para lo cual se aplicó la herramienta GLEAM (Modelo de Evaluación ambiental para la ganadería mundial) propuesta por la FAO (Febrero, 2016) Los resultados demuestran que la actividad ganadera representan un costo elevado para la sostenibilidad del agro-ecosistema, ya que las actividades desarrolladas para garantizar la producción afectan la biodiversidad de los cultivos, ejerce influencia negativa sobre los suelos y definitivamente afecta de manera importante el agro-ecosistema.

Palabras clave: biodiversidad; dióxido de carbono; efecto invernadero; estiércol; ganado vacuno; metabolism; pasto.

Abstract

For the farm studied the information from the five-year period 2011 to 2015 was obtained, applying empirical methods, historical logics, heuristics, interviews and surveys, evaluated some components of the agro ecosystem as the diversity of crops of interest for animal feed and forest crops , the balance of the results for the milk production was obtained, the effect that livestock production was calculated on the emission of the main greenhouse gases generated by livestock, for which the GLEAM (Environmental Assessment Model (February, 2016) The results show that livestock farming represents a high cost for the sustainability of the agro-ecosystem, since the activities developed to guarantee production affect the biodiversity of crops, exercise negative influence on soils and definitely affects so important the agro-ecosystem.

¹ Ingeniero. Especialista en Pastos y Forrajes. Profesor Auxiliar de Producción y Nutrición Animal de la Universidad de Las Tunas. Cuba

Keywords: biodiversity; carbon dioxide; greenhouse effect; manure; cattle; metabolism; grass.

Introducción

La emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) en el contexto del cambio climático global está presente en la preocupación y debate científico y político a nivel mundial. Los GEI son constituyentes de la atmósfera, capaces de absorber parte de la radiación infrarroja y reemitir radiación del mismo tipo en todas las direcciones hacia la superficie de la Tierra y a la misma atmósfera. Ante la evidencia que la temperatura terrestre va en aumento (IPCC, 2009), se han establecido acuerdos internacionales para reducir los GEI. Al aumento en la concentración de GEI se le atribuye la responsabilidad de cambios regionales y globales en la humedad del suelo, incrementos en el nivel del mar y derretimiento de glaciares, así como la mayor frecuencia de eventos extremos como huracanes, inundaciones y sequías (IPCC, 2001).

La ganadería mundial es reconocida como un sector que contribuye a la emisión de GEI, particularmente de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), con cifras que oscilan entre 10-12% (Smith *et al.*, 2007), 14,5 (Gerber *et al.*, 2013) y 18% (Steinfeld *et al.*, 2006). La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) menciona que sector ganadero sería responsable del 9% de las emisiones globales de CO₂, del 35-40% de las de CH₄ y del 65% de las de N₂O (Steinfeld *et al.*, 2006).

Los rumiantes en pastoreo tienen la capacidad de convertir materiales indigestibles de la planta ricos en celulosa en carne, leche, lana y cuero, de manera que no compiten directamente con los seres humanos por el alimento (Buddle *et al.*, 2011). Aun así, los sistemas de producción de rumiantes, particularmente de bovinos, se asocian a problemas de impacto ambiental (cambio climático, degradación de la tierra, contaminación del agua, pérdidas de biodiversidad), donde el gas CH₄ proveniente de la fermentación entérica es el que tiene mayor contribución en el caso particular de los GEI (Steinfeld *et al.*, 2006; Gerber *et al.*, 2013).

Durante los años de aplicación de un modelo ganadero especializado y de altos insumos, en Cuba redujo la diversidad con el objetivo de lograr un mayor control del sistema productivo. La reducción de la agro-biodiversidad, como explican Funes-Monzote *et al.*, (2009) hace que estos sistemas, altamente dependientes de insumos externos, sean más frágiles e insostenibles, al depender de fuentes externas de recursos que si dejan de estar disponibles en algún momento hacen que el sistema colapse. De igual forma, ha sido comprobado científicamente el papel de la biodiversidad en el incremento de la productividad (Pretty *et al.*, 2006).

Dada la prioridad conferida por el Estado a la diversificación de la producción agropecuaria y el sostenido desarrollo que han tenido los sistemas productivos agroecológicos en Cuba, se identifica como un aspecto prioritario el estudio de

sistemas biodiversos y su potencial para el logro de sistemas agropecuarios sostenibles. El país enfrenta hoy un reto decisivo en sus aspiraciones por lograr impulsar un sistema agropecuario sostenible, capaz de avanzar hacia un estadio superior en la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Para lograrlo se pretende como estrategia desarrollar sistemas de producción, basados en el manejo de los recursos locales, estimulando la transición hacia sistemas más económicos con mayor carácter familiar y una alta biodiversificación.

Este trabajo trata de evaluar los efectos de la actividad ganadera sobre algunos componentes del agro ecosistema en la granja “Maniabo” de la provincia de Las Tunas, Cuba.

A través de la evaluación de los efectos de la actividad ganadera sobre el comportamiento de la diversidad de las áreas de cultivos de interés para la alimentación animal y los cultivos forestales y la determinación de la producción los principales GEI (CO₂; CH₄; N₂O) que genera la actividad ganadera con el empleo de la herramienta GLEAM propuesta por la FAO, (Febrero, 2016).

Metodología

La investigación se desarrolló en la granja ganadera “Maniabo” de la provincia de Las Tunas, Cuba, ubicada en los 20.6° de Latitud Norte, 76.0 ° de Longitud Oeste a 86 metros sobre el nivel del mar. Localizada en el centro de la provincia muy cerca al sur de la capital provincial.

Desde el punto de vista geomorfológico el territorio de la UBPC es bastante llano con sólo ondulaciones y cerros aislados; red fluvial es poco desarrollada, formada por ríos de poco caudal. Existen diferentes tipos de suelos, pardos grisáceos, vertisuelos y los fersialíticos, los que presentan factores limitantes que disminuyen su fertilidad (Hernández *et al.*; 2005).

Con información de los años 2011 – 2015, aplicando herramientas como: métodos empíricos, histórico lógicos, heurísticos, entrevistas con informantes claves y productores así como la aplicación de una encuesta a trabajadores de todas las unidades de granja se obtuvieron los datos más importantes sobre comportamiento de indicadores fundamentales del desarrollo de la entidad. Se obtuvo de los registros de producción de la granja la información económica productiva para el periodo Enero 2011- Diciembre 2015 y a partir de ella se obtuvieron los resultados fundamentales para los indicadores trabajados.

Se utilizó una propuesta de la FAO (2016) para estos fines el GLEAM (Modelo de Evaluación ambiental para la ganadería mundial) Versión 1.0. Febrero 2016, permitiendo calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (CO₂; CH₄; N₂O) que genera la ganadería en la UBPC.

A partir de la información obtenida en los registros económicos y productivos de la granja en los años trabajados y el resultados de las encuestas, se realizó el balance del movimiento de rebaño y la producción de la etapa analizada, el

análisis de las áreas de la entidad y los usos de la mismas en cuanto a las especies que se utilizan en la alimentación animal y las que se emplean para los cultivos forestales y otros.

La información referida a la producción de leche, los cultivos que se emplean en la alimentación de los animales, el manejo del estiércol y otros aspectos de interés fueron introducidos en el modelo de evaluación GLEAM para calcular la producción de gases con efectos de invernadero.

Indicadores evaluados:

1. Movimiento de rebaño promedio para el periodo evaluado.
2. Diversidad de especies de uso productivo (pastos y forrajes) y forestales.
3. Índice de boscosidad y Reforestación.
4. Emisiones más importantes (CO₂, CH₄, N₂O)
5. Emisiones a partir de la Fermentación entérica y el uso del estiércol.

La información referida al movimiento de rebaño promedio para el quinquenio evaluado, y los datos referidos al proceso de producción tales como, distribución de animales por categorías, pesos promedios de estos, edad a la primera gestación en las novillas, pesos de incorporación, pesos de los animales machos, cantidad de leche producida, % en los que cada tipo de alimentos forman parte de las raciones de los animales, % de inclusión de cultivos de pastos en las raciones, % de inclusión de leguminosas y arbóreas, otros alimentos que se incluyen, formas empleadas para el manejo de los animales con vistas a determinar la cantidad de residuales depositados en los pastizales y en las instalaciones.

A partir de esta información se completó la requerida en los diferentes módulos del Modelo GLEAM para realizar los cálculos necesarios.

Food and Agriculture Organization of the United Nations
GLEAM-i
Version 1.0
February 2016

START HERD FEED MANURE RESULTS

GLOBAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL ASSESSMENT MODEL - interactive (GLEAM-i)

WELCOME TO GLEAM-i
We are glad to present GLEAM-i, a robust, user-friendly simulation tool for the environmental assessment of the livestock sector. GLEAM-i is based on the global Environmental Assessment Model (GLEAM) and includes its most important features, such as life cycle analysis methodology and IPCC Tier 2 algorithms for herd dynamics and enteric fermentation, for instance. For a more detailed information on the GLEAM model, please refer to the GLEAM website here.

GLEAM-i BASICS
GLEAM-i is structured in three modules that represent the main stages of livestock production. The HERD, FEED and MANURE modules simulate the herd dynamics, the feed ration and the manure management systems, respectively. Users can navigate between the different modules by clicking in the buttons or the NEXT and PREVIOUS orange arrows. The green highlighted button reminds you in which section you are working (see right).
For a complete explanation, please refer to the [User guide](#).

HERD FEED
CATTLE BUFFALOES

STEP 1 Type a name for your simulation

STEP 2 Select your target region

STEP 3 Select your target country

STEP 4 START THE SIMULATION

Resultados y discusión

El movimiento de rebaño promedio de la UBPC para las etapas analizadas aparece en la Tabla 1. Donde se determinaron las Unidades de Ganado Mayor por categorías del rebaño para facilitar los cálculos que se realizaron con relación a la producción ganadera, la producción de leche, disponibilidad de alimentos, emisiones de metano, producción de estiércol etc.

Tabla 1. Movimiento de rebaño promedio de la granja para la etapa 2011-2015.

Categorías	Cantidad	UGM
Vacas	858	763.62
Novillas	523	418.4
Añojas	309	216.3
Terneras	296	118.4
Toros de ceba	36	28.8
Bueyes	48	38.4
Toretos	56	44.8
Añojos	75	52.5
Teneros	262	104.8
TOTAL	2463	1786

Necesidades totales de Materia seca del Rebaño Anualmente = 9 778. 350 t MS/año

Tabla 2. Área de pastos de la granja.

Cultivos	Área (ha)
Caña (<i>S. officinarum</i>)	33.9
King Grass (<i>C. purpureum</i>)	15.75
Jiribilla (<i>D. annulatum</i>)	1017.6
Guinea (<i>P. maximum</i>)	93.95
P. estrella (<i>C. nlenfuensis</i>)	5.8
Tejana (<i>P. notatum</i>)	16
CT-115 (<i>C. purpureum</i>)	10
B. cruzada (<i>C. dactylon</i>)	1
Brachiaria cv Mulato	1
OM-22 (<i>C. purpureum</i>)	2
CT-169 (<i>C. purpureum</i>)	1
Morera (<i>M. alba</i>)	4
Moringa (<i>M. oleifera</i>)	6
Leucaena (<i>L. leucocephala</i>)	6.5
Marabu (<i>D. cinerea</i>)	148.5
TOTAL	1363

Los resultados de las encuestas a los trabajadores con más tiempo de experiencia en la unidad de producción dan fe de que a lo largo de los años de la granja ha existido una pérdida en el número de árboles y la diversidad de los cultivos empleados como pastos y forrajes en los cuales a pesar de la

introducción reciente de algunos cultivares de plantas proteicas y de porte arbustivo las extensiones sembradas resultan insuficientes.

El PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), en 2004, realizó un estudio en el que se observó que aproximadamente un 20 por ciento de los pastos y los pastizales del mundo han sufrido algún grado de degradación. Esta degradación se debe, sobre todo, a la falta de correspondencia entre la densidad del ganado y la capacidad del pastizal de recuperarse del pastoreo. Entre las consecuencias de la degradación de los pastos se encuentran la degradación de la vegetación, la erosión el suelo, la liberación de carbono de los depósitos de materia orgánica, la disminución de la biodiversidad y la alteración del ciclo del agua.

Según el Informe de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM, 2005), las causas más importantes de la pérdida de biodiversidad y de los cambios en los servicios de los ecosistemas son las siguientes:

- Transformación del hábitat (como los cambios en el uso de la tierra, alteraciones físicas de los ríos o extracción de sus aguas)
- Cambio climático
- Especies exóticas invasivas
- Sobreexplotación
- Contaminación

La ganadería también contribuye al cambio de hábitat cuando el sobrepastoreo y las altas densidades de carga aceleran la desertificación. Las mejoras en los sistemas extensivos de producción animal pueden ser una contribución a la conservación de la biodiversidad.

Una de las causas fundamentales de la baja productividad del ganado de la región se relaciona con la baja calidad de los pastizales y su alto nivel de degradación que se relaciona, de acuerdo con Iglesias *et al.*; [2007], con no aplicar algunos principios fundamentales, novedosos y ajustados adecuadamente, en un método de pastoreo eficiente y sostenible en el trópico estacional, sin riego. Se considera que un pasto está degradado cuando la especie deseable pierde su vigor y capacidad productiva por unidad de área y por animal, la cual se reemplaza por especies de escaso rendimiento y valor nutritivo, así como áreas despobladas Milera (2010).

En el periodo evaluado del último quinquenio el total de áreas forestadas muestra un incremento de solo 9 ha lo que resulta mínimo valorando la importante cantidad de servicios ambientales que representa poseer un gran número de árboles dentro del ecosistema. De acuerdo con Pezo (1998) la incorporación de leñosas perennes en las praderas influye positivamente en la diversificación de la composición de la cobertura vegetal y estimula la conservación y el reciclaje de nutrientes.

Tabla 3. Reforestación e Índice de Boscosidad

		2011		2012 - 2015	
		ha	%	ha	%
Áreas existentes	Plantaciones de especies maderables	5.0	14.52	7.0	14.52
	Plantaciones de especies frutales	2.8	7.04	3.2	6.64
	Plantaciones silvopastoriles de pastoreo	13.0	32.66	15.0	31.12
	Bancos proteicos de especies arbóreas de corte y acarreo	5.0	12.56	8.0	16.60
	Cortinas rompe vientos y postes vivos	2.0	5.03	3.0	6.22
	Bosque natural o monte/manigua	12	30.15	12	24.90
	Área total forestada actualmente	39.8	100	48.2	100

El pastoreo excesivo es la principal causa de degradación de las tierras de pastoreo, de ahí que la influencia humana pueda determinar los niveles de carbono del suelo. Por consiguiente, en muchos sistemas, una gestión mejorada del pastoreo, que incluya prácticas como la optimización de la carga animal y el pastoreo de rotación, dará como resultado un aumento importante en el almacenamiento de carbono según Reid *et al.*; (2004).

Según Galindo *et al.*, (2009a), al analizar un conjunto de muestras de especies forrajeras observaron que con el aumento del 1% de digestibilidad se producen 4.32 microlitros menos de metano por kg de materia seca consumida [Microlitros de CH₄ / kg MS = 296.78 – 4.3222 (% de DMS), R=0.95].

En el cuadro siguiente se puede observar la importancia de los árboles en la reducción de la producción de metano en rumen. Este es el resultado de varios estudios con diferentes especies de arbóreas (Galindo *et al.*, 2009b).

También esta autora refiere que el uso de la *Tithonia diversifolia* de manera general aumenta la actividad antimetanogénica de las bacterias ruminales con lo que se obtiene una disminución del metano producido en la fermentación entérica.

Con relación a la captura de carbono, Miranda *et al.*, (2007) al analizar un sistema silvopastoriles y otro sin árboles encontraron un estimado de carbono almacenado por hectárea en los sistemas, valorado aproximadamente en 1,590 dólares (USD) por año. De este monto, el 80% fue aportado por el sistema silvopastoriles, con lo que supera sustancialmente al sistema de pasto natural por su alta contribución económica.

Tabla 4. Efecto del follaje de diferentes plantas en la producción de metano en rumen.

**Especies Producción de metano (μL)
Micro Litro.**

Samanea saman (algarrobo) 4.30 a

Albizia lebbbeck 5.73 a

Azadirachta indica 8.59 a

Tithonia diversifolia material vegetal 23 9.20 a

Cordia alba 11.76 a

Leucaena leucocephala 16.38 a

Pithecelobium dulce 20.03 a

Moringa olifera 25.33 a

Gliricidia sepium 29.02 ab

Guazuma ulmifolia 37.98 ab

Tithonia diversifolia material vegetal 10 43.00 ab

Enterolobium cyclocarpum 64.71 b

Cynodon nlemfuensis 65.15 b

EE \pm 1.20***

Fuente: Galindo (2009).

El sector pecuario es responsable del 64 por ciento de las emisiones antropogénicas globales. La contaminación atmosférica y ambiental (principalmente eutrofización y malos olores) derivada de estas emisiones es más un problema ambiental de alcance local o regional que mundial. De hecho, niveles similares de descargas de N pueden tener efectos ambientales sustancialmente diferentes en función del tipo de ecosistema afectado. Un modelo de la distribución de los niveles de deposición de N atmosférico constituye una indicación más adecuada del impacto ambiental que las cifras globales. La distribución muestra una coincidencia neta y significativa con las zonas de producción intensiva de ganado (Galloway *et al.*; 2004).

En este sentido Álvarez (2007) señala que los animales rumiantes producen metano como parte de su proceso digestivo. En el rumen la fermentación microbiana descompone los hidratos de carbono en moléculas simples que los animales pueden digerir. El metano es un subproducto de este proceso, las raciones poco digestibles es decir fibrosas generan emisiones elevadas de CH₄ por unidades digeridas.

Tabla 5. Total de Emisiones más importantes (CO₂, CH₄, N₂O) y Emisiones a partir de la Fermentación entérica y el uso del estiércol.

Total emissions by gas		
Variable	Unit	Valor
Total GHG emissions	kg CO ₂ -eq/year	945 618.006
Total CO ₂ emissions	kg CO ₂ -eq/year	104 557.800
Total CH ₄ emissions	kg CO ₂ -eq/year	638 027.566
Total N ₂ O emissions	kg CO ₂ -eq/year	203 032.640
Enteric and manure - simulation		
Variable	Unit	Valor
Enteric fermentation	kg CO ₂ -eq/year	434 971 607.8
Manure (methane)	kg CO ₂ -eq/year	498 953 632.3
Manure (nitrous oxide)	kg CO ₂ -eq/year	242 236 142.5

La producción de CH₄ representa una pérdida de la energía de la dieta para el rumiante (Eckard *et al.*; 2010; De Klein *et al.*; 2008, 2011), que pueden variar entre 2 y 12% de la Energía Bruta ingerida que para pasturas templadas es del orden del 6-7% de la energía bruta (EB) consumida, y cerca del 10% de la energía absorbida (Waghorn y Woodward, 2006). Las emisiones de CH₄ entérico se producen como resultado de la fermentación de los componentes de la dieta. Durante el proceso de degradación del alimento, tanto en el rumen como en el intestino grueso, se forman ácidos grasos volátiles (AGV), H₂, CO₂, amonio y calor (McAllister *et al.*; 2011). Los principales AGV (acético, propiónico y butírico), constituyen la mayor fuente de energía para los rumiantes, son absorbidos y utilizados por los bovinos, donde la proporción sintetizada de cada uno de ellos dependerá del tipo de alimento consumido por el animal. La conversión de alimento a CH₄ en el rumen involucra diferentes especies microbianas, pero son las bacterias metanogénicas las que forman CH₄ a partir del CO₂ e H₂, reduciendo el H₂ producido durante el metabolismo microbiano (McAllister *et al.*; 2011). La síntesis de CH₄ será más alta cuando las condiciones en el rumen favorezcan la producción de acético sobre la de propiónico, asociable a un excedente de H₂ (Moss *et al.*; 2000). La mayor producción de CH₄ por fermentación ocurre en el retículo-rumen (85-90%), y es expulsado principalmente por eructación (Bertrand y Cote, 2007); en tanto que la mayoría del CH₄ que surge de la fermentación en el intestino grueso es

absorbido en la sangre y exhalado con los gases respiratorios, de manera que los flatos presentan menos del 2% de la fermentación entérica total (Pinares-Patiño *et al.*; 2011).

Cuando las dietas están basadas en forrajes, la producción de CH₄ está positivamente correlacionada con la digestibilidad de la materia orgánica y la proporción de FDN (Archimède *et al.*; 2011). Por la misma razón, se menciona menor producción de CH₄ con forrajes inmaduros y menor emisión en leguminosas que en gramíneas (McCaughey *et al.*; 1999). En situaciones de pastoreo, la digestibilidad del forraje es un factor que está estrechamente relacionado con el consumo. Blaxter y Clapperton (1965) estimaron que al incrementar el nivel de alimentación desde el mantenimiento a dos veces este valor, el porcentaje de EB que se pierde como CH₄ se reduce cuando se incrementa la digestibilidad. Clark *et al.* (2011) mencionan que dado que el contenido de fibra y la digestibilidad de los forrajes se encuentran negativamente correlacionados, se podría esperar que la mejora en la digestibilidad del forraje permita disminuir la emisión en animales en pastoreo. Sin embargo, en un análisis integrando varias experiencias, Johnson (1995) hallaron que la digestibilidad de la dieta sólo explicaba el 5% de la variación, es decir, la proporción de EB que se pierde como CH₄ (Lassey, 2007).

La producción de CH₄ será mayor con dietas de tipo fibroso, intermedia cuando se trata de una dieta rica en azúcares solubles y más baja con dietas que contengan una mayor proporción de almidón (IPCC, 2006) asociado a un incremento de la producción de propionato en el rumen (Beauchemin, 2009), donde también hay una mayor tasa de pasaje y puede disminuir el pH ruminal (Moss *et al.*; 2000). Un buen resumen de los resultados de las interacciones entre la calidad de la dieta, tipo de animal, nivel de suplementación con concentrados altos en almidón, lo aporta el meta análisis desarrollado por Martínez *et al.*; (2013). Estos autores encontraron que las mejores variables explicatorias (R²= 96%) de la producción de CH₄ entérico fueron el CEB, el nivel de suplementación (bajo, alto) y el estado fisiológico del animal (seca o lactando) sin ser seleccionadas las variables de calidad del alimento.

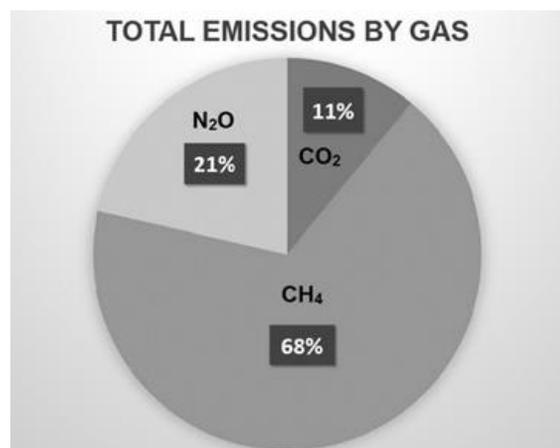


Figura 1. Producción total de GEI por emisiones.

De manera general la Producción de Metano (Figura 1) a partir de la fermentación entérica del ganado representa la mayor cantidad del total de las emisiones seguidas por las del Óxido nitroso y finalmente las de CO₂.

A partir de los resultados hasta aquí descritos se proponen las siguientes acciones de mitigación:

1. Mejorar la producción y la gestión de los estiércoles en las unidades agrícolas fortaleciendo la complementariedad agricultura/ganadería, así como la producción de biogás y otros usos para obtener abonos orgánicos.
2. Mejorar las condiciones de uso de los recursos del agua y los pastizales, promoviendo la restauración de las tierras degradadas y la regeneración de pastos.
3. Desarrollar modos de alimentación y prácticas ganaderas que se adapten a las condiciones de producción local y permitan limitar las emisiones de GEI.
4. Retención de carbono en el suelo en los pastizales mejorando las prácticas del pastoreo.
5. Mejorar la composición nutricional de las raciones para aumentar los niveles de producción.
6. Incrementar la diversidad de los cultivos de leguminosas y arbóreas como vía de incrementar el valor nutritivo de los alimentos frescos.
7. Incrementar los niveles de reforestación y el aumento de los índices de boscosidad.

Conclusiones

La actividad ganadera de la granja afecta a varios factores del agroecosistema como la diversidad de los cultivos de pastos y forrajes y los cultivos forestales.

El ganado en la granja genera cantidades importantes de GEI como CO₂, (104 557.800), CH₄, (638 027.56) y N₂O (203 032.640) todas en kg CO₂-eq/year.

La fermentación entérica del ganado (434 971 607.8 kg CO₂-eq/year) y el estiércol (498 953 632.3 kg CO₂-eq/year de CH₄) y (242 236 142.5 kg CO₂-eq/year de N₂O) representan el mayor volumen de GEI producidas por el ganado en la granja.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, A. y Mercadet, A. (2007). El cambio climático y la actividad agraria. Memorias del IV Congreso Forestal de Cuba (CD-ROM). Instituto de Investigaciones Forestales-MINAG. La Habana, Cuba. 8 pp.
- Archimède, H., Eugène, M., Magdeleine, C.M., Boval, M., Martin, C., Morgavi, D.P., Lecomte, P. y Doreau, M. 2011. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. Anim. Feed Sci. Technol. 166–167: 59–64.

- Beauchemin, K.A., Iwaasa, A.D. y Grainger, C. 2009. Use of corn distillers' dried grains to reduce enteric methane loss from beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 89: 409–413.
- Bertrand, N. y Cote, D. 2007. Carbon dioxide and nitrous oxide emissions following fall and spring applications of pig slurry to an agricultural soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 1410–1420.
- Blaxter, K.L. y Clapperton, J.L. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.* 19: 511–522.
- Buddle, B.M., Denis, M., Attwood, G.T., Altermann, E., Janssen, P.H., Ronimus, R.S., Pinares-patiño, C.S., Muetzel, S. and Wedlock, N. 2011. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. *The Veterinary Journal* 188: 11-17.
- Clark, H. 2011. Animal vs measurement technique variability in enteric methane production. Is the measurement resolution sufficient? En E.J. McGeough y S.M. McGinn, eds. *Actas de la 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture*, Banff, AB, Canadá.
- De Klein, C.A.M. y Eckard, R.J. 2008. Targeted technologies for nitrous oxide abatement from animal agriculture. *Aust. J. Exp. Agric.* 48: 14–20.
- De Klein, C.A.M. y Monaghan, R.M. 2011. The effect of farm and catchment management on nitrogen transformations and N₂O losses from pastoral systems — can we offset the effects of future intensification? *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 3: 396–406.
- Eckard, R.J., Grainger, C. y de Klein, C.A.M. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livest. Sci.* 130: 47–56.
- EM. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*, Washington DC, Instituto de Recursos Mundiales.
- FAO. 2016. *GLEAM (Modelo de Evaluación ambiental para la ganadería mundial) Versión 1.0*. Febrero 2016. Hoja Excel. FAO, Roma.
- Funes-Monzote, F.R., Monzote, M., Lantinga, E.A., Van Keulen, E. 2009. Conversion of specialised Dairy Farming Systems into sustainable Mixed Farming Systems in Cuba. *Environment, Development and Sustainability* 11, 765-783. DOI: 10.1007/s10668-008- 91427.
- Galindo, J. (2009 a). Los árboles como controladores de la producción de metano en rumen. VIII Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. Varadero, Matanzas, Cuba. 190 pp.
- Galindo, J.; González, N.; Sosa, A.; Marrero, Y.; González, R.; Delgado, D.; Torres, V.; Aldana, A.; Cairo, J.; Sarduy, L. y Noda, A. (2009 b). Effect of bromoethano sulfonic acid bacteria population and in vitro rumen fermentation. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 43:43.
- Galloway, J.N., Dentener, F.J., Capone, D.G., Boyer, E.W., Howarth, R.W., Seitzinger, S.P., Asner, G.P., Cleveland, C.C., Green, P.A., Holland, E.A., Karl, D.M., Michaels, A.F., Porter, J.H., Townsend, A.R. y Vörösmarty, C.J. 2004. Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry*, 70: 153-226.

- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. y Tempio, G. 2013. Hacer frente al cambio climático a través de la ganadería. Evaluación global de las emisiones y las oportunidades de mitigación. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma. 129 p.
- Hernández, D.; Carballo, M. y Reyes, F. (2005). Manejo racional de una multiasociación árboles-pastos. En: André Voisin. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. (Ed. Milera, M.). 513 pp.
- Iglesias, J. M.; Simón, L.; Hernández, I.; Castillo, E.; Ruíz, T.; Valdés, G.; Hernández, C. A. y Milera, M. (2007). Sistemas de producción basados en pastos, forrajes y leñosas forrajeras para la ceba vacuna. En: André Voisin. (Editora: Milera, M.). Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. 547 pp.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2006. Capítulo 10: Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol. En Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volúmen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, pp. 10.1–10.87.
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Working Group I, Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (J.T.Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linder, X. Dai, K. Maskell, and H.L. Miller, Eds.) New York, N.Y.: Dambridge University Press. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml.
- IPCC. 2009. Historical Overview of Climate Change Science: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC, Geneva, Switzerland. <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>.
- Johnson, K.A., y Johnson, D.E. 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.* 73: 2483–2492.
- Lassey, K.R. 2007. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agric. Forest Meteorol.* 142: 120–132.
- Martínez, J., Guiziu, F., Peu, P. y Gueutier, V. 2013. Influence of treatment techniques for pig slurry on methane emissions during subsequent storage. *Biosyst. Eng.* 85: 347–354.
- McAllister, T.A. y McGinn, S.M. 2011. Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada – Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166–167: 663–677.
- McCaughey, W.P., Wittenberg, K. y Corrigan, D. 1999. Impact of pasture type on methane production by lactating beef cows. *Can. J. Anim. Sci.* 79: 221–226.
- Milera, M. (2010). Mitigación del cambio climático a partir de sistemas de alimentación de pastoreo y ramoneo. Programa. Resúmenes. II Congreso Producción Animal Tropical. Tomo I. Palacio de Convenciones La Habana. Cuba. ISBN. 16pp.

- Miranda, T.; Machado, R.; Machado, H. y Duquesne, P. (2007). Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica. Estudio de caso. *Pastos y Forrajes*. 30:483.
- Moss, R.A., Givens, D.I. y Garnsworthy, P.C. 2000. The effect of supplementing grass silage with barley on digestibility, in sacco degradability, rumen fermentation and methane production in sheep at two levels of intake. *Anim. Feed Sci. Technol.* 55: 9–33.
- Pezo, D. y Esquivel, J. 1998. Capítulo 13. Sistemas Silvopastoriles. En: Apuntes de clase curso corto: Sistemas agroforestales (Eds. F. Jiménez; A. Vargas). CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 289
- Pinares-Patiño, C.S., Muetzel, S. y Wedlock, D.N. 2011. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. *Vet. J.* 188: 11–17.
- PNUMA, 2004. Land degradation in drylands (LADA): GEF grant request. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi.
- Pretty, J. N., Noble, A. D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R., Penning, T., Devries, Morrison I. L. 2006. Resource-conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries», *Environmental Science and Technology*, No. 40, 2006. 1114-1119 p.
- Reid, R., Thornton, P.K., Mccrabb, G., Kruska, R., Atieno, F. y Jones, P. 2004. Is it possible to mitigate greenhouse gas emissions in pastoral ecosystems of the tropics? *Environment, Development and Sustainability*, 6: 91-109.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., MCcarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B. and Sirotenko, O. 2007. Agriculture. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. y HaanCees, D.E. 2006. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, 493 p.
- Waghorn, G.C., Woodward, S.L., Tavendale, M. y Clark, D.A. 2006. Inconsistencies in rumen methane production – effects of forage composition and animal genotype. *Int. Congr. Series* 1293: 115–118.