

5-2017

Elaboración de un modelo matemático para la producción de metano en vacas del trópico colombiano

Daniella Cristina Heredia Castañeda
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>



Part of the [Dairy Science Commons](#)

Citación recomendada

Heredia Castañeda, D. C. (2017). Elaboración de un modelo matemático para la producción de metano en vacas del trópico colombiano. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/331>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

ELABORACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE
METANO EN VACAS DEL TRÓPICO COLOMBIANO

DANIELLA CRISTINA HEREDIA CASTAÑEDA



UNIVERSIDAD DE LA SALLE
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ D.C., MAYO DEL AÑO 2017

ELABORACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE
METANO EN VACAS DEL TRÓPICO COLOMBIANO

DANIELLA CRISTINA HEREDIA CASTAÑEDA
13131014

Tutor/a:

DR. IVAN DARIO CALVACHE GARCÍA



UNIVERSIDAD DE LA SALLE
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
BOGOTÁ D.C., MAYO DEL AÑO 2017

DIRECTIVAS

HNO. ALBERTO PRADA SANMIGUEL
RECTOR

DRA. CARMEN AMALIA CAMACHO SANABRIA
VICERRECTORA ACADÉMICA

HNO. DIEGO ANDRÉS MORA ARENAS
VICERRECTOR DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO HUMANO

DR. EDUARDO ÁNGEL REYES
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DR. LUÍS FERNANDO RAMÍREZ HERNÁNDEZ
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA

HNO. ARIOSTO ARDILA SILVA
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DR. ALEJANDRO TOBÓN GONZÁLEZ
SECRETARIO ACADÉMICO FACULTAD DE CIENCIAS AGRIPECUARIAS

DR. JUAN DAVID CORRALES
DIRECTOR PROGRAMA ZOOTECNIA

Tabla de Contenido

1. Título.....	4
2. Línea de investigación	4
3. Resumen	4
4. Abstract	5
5. Planteamiento del problema y justificación	6
6. Objetivo general	7
7. Objetivos específicos	7
8. Marco teórico	8
9. Metodología	10
10. Aporte innovador de la investigación	13
11. Resultados	14
12. Conclusiones	18
13. Trabajos citados	19

1. Título

Elaboración de un modelo matemático para la producción de metano en vacas del trópico colombiano.

2. Línea de investigación

Producción animal

3. Resumen

Las producciones ganaderas tienen un impacto en el cambio climático debido a la producción de gases con efecto invernadero, produciendo dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). La producción de metano es el segundo más importante debido a su larga permanencia en la atmósfera, este gas se produce debido a la fermentación de los alimentos en el rumen y es liberado a la atmósfera mediante eructos y el estiércol.

Existen diferentes factores que afectan la producción de metano como es el sistema de manejo que se lleve a cabo, la nutrición del animal, la raza y el estado de las pasturas. Por lo anterior existen diversos modelos para estimar la producción de metano basándose en consumo de materia seca, fibra detergente neutra y consumo de energía metabolizable. Mediante el uso de distintos programas se desarrolló una ecuación para determinar el consumo de materia seca en vacas lecheras, utilizando sus valores de producción, porcentaje de grasa de la leche, peso vivo del animal, y semana de lactancia. Por otro lado, se utilizaron las fórmulas que plantearon Ellis y otros en el 2007 para determinar la producción de metano. Se obtuvo que, al incrementar el consumo de materia seca, se incrementaba la producción de metano, de igual manera con el consumo de energía metabolizable y de fibra detergente neutra.

4. Abstract

Livestock production has an impact on climate change due to the production of greenhouse gases; they produce carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). Methane production is the second most important because of its long residence in the atmosphere. This gas is produced because of the fermentation of food that takes place in the rumen, and it's released into the atmosphere by belching and manure. There are different factors that affect the production of methane like the grazing system that is carried out, the animal nutrition, the breed and the state of the pastures. There are several models to estimate methane production based on dry matter intake, neutral detergent fiber and metabolizable energy intake. Using different programs, an equation was developed to determine dry matter intake in dairy cows, using their production values, percentage of milk fat, live weight of the animal, and the lactation week. To determine the methane production the Ellis and other 2007 formulas were used. It was obtained that by increasing the dry matter intake the methane production increased, as well as the consumption of metabolizable energy and of neutral detergent fiber.

5. Planteamiento del problema y justificación

Debido al cambio climático que se ha venido presentando en los últimos años, se han realizado diferentes estudios relacionados con la producción de gases con efecto invernadero. A causa de esto se han realizado diversos estudios en la producción de metano en rumiantes, ya que esta se deriva de manera natural del proceso digestivo de estos. Este ha sido un tema importante a investigar ya que en el mundo la producción de carne y leche bovina es indispensable para el consumo humano, debido a sus importantes aportes nutricionales que brinda en el crecimiento y desarrollo.

Los sistemas ganaderos en bovinos son una fuente importante de gases con efecto invernadero, produciendo dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) (Mazzetto, Feigl, Schils, Pelegrino Cerri, & Cerri, 2015). La producción de metano se da debido a los procesos digestivos que se dan en los rumiantes, más específicamente debido a la fermentación de los alimentos en el rumen que producen ácidos grasos volátiles, amoníaco y gases. Entre estos gases se encuentra el metano el cual es segundo gas más importante en afectar la atmosfera, ya que este se queda en la atmosfera por aproximadamente 9 a 15 años. El metano se libera a la atmosfera mediante los eructos y el estiércol de los animales causando la liberación del carbono (FAO, Livestock's long shadow, 2006). El metano que se produce en el rumen es del 24-27% de producción siendo el segundo más largo presente.

El proceso de producción de metano se da debido a la fermentación que se da en el rumen, las bacterias y los protozoos que se encuentran allí rompen azúcares simples liberando CO₂, acetato e H₂, además produce propionato, butirato, etanol y lactato. En el rumen existen unas bacterias metano génicas que toman el CO₂, acetato y H₂ y las cataboliza, por lo cual produce CO₂ y metano (Young, 2013).

El consumo de leche y carne bovina en el mundo contribuyen un gran aparte en las dietas de las personas debido a sus valores nutricionales y beneficios que traen a la salud humana. La carne contiene altos niveles de proteína, vitaminas, minerales y micronutrientes que son importantes para el crecimiento y el desarrollo (FAO, Agriculture and consumer protection department. Animal production and health, 2014); por otro lado, la leche de igual manera es importante para el crecimiento y el desarrollo ya que es una fuente de energía, tiene alta calidad de proteínas y grasas, también la leche le brinda al cuerpo nutrientes necesarios que son difíciles de conseguir en otros alimentos como es el calcio, magnesio, selenio, vitamina B12 y ácido pantoténico (FAO, Dairy production and products, 2015). Según el departamento de estadística de la FAO para el año 2013 la producción de carne de bovino en Colombia fue de 897,835 toneladas y la producción de leche de vaca fue de 6, 457,398 toneladas en el año 2013.

Los altos niveles de producción de metano que se derivan a partir de las ganaderías, ha traído grandes retos con el fin de disminuir la producción de este, entre estos retos se puede hacer referencia a diferentes factores que afectan la producción de CH₄ como es la nutrición, el ambiente y el manejo que se dé. Existen diferentes modelos para la medición de este gas, sin embargo, no se puede considerar con certeza uno exacto, ¿cuál sería el modelo ideal para determinar la producción de metano?

6. Objetivo general

Determinar un modelo matemático que permita determinar la producción de metano en vacas lecheras

7. Objetivos específicos

- Crear un modelo matemático sobre lo consumido por el animal que permita la predicción de metano

- Identificar los diferentes factores que afecten la producción de metano
- Ponderar los factores más importantes para la producción de metano, para el desarrollo del modelo

8. Marco teórico

Los bovinos son animales muy importantes para la seguridad alimentaria ya que son capaces de transformar forrajes fibrosos en alimentos aptos para el consumo humano, como son la carne y la leche. Sin embargo, estos son animales que tienen un alto impacto en la contaminación ambiental, debido a la liberación de gases con efecto invernadero como son el dióxido de carbono, metano, y óxido nitroso entre otros. Cuando las concentraciones de estos gases aumentan provoca un calentamiento en la superficie terrestre y la destrucción de la capa de ozono en la atmósfera. La producción de metano se da a través del tracto gastrointestinal y del estiércol, pero en el tracto gastrointestinal las emisiones son mayores (Garzón, Vélez, Ávila, & Gómez, 2011). La producción de metano en rumiantes se ve influenciada principalmente por diferentes factores como el consumo de alimento, composición de la dieta, y digestibilidad de la dieta (Cárdenas & Lemus Flores, 2012).

La producción de metano se da por la fermentación ruminal que se lleva a cabo en los rumiantes, y se encuentra fuertemente relacionada con la producción de forraje y su calidad nutricional, ya que se presenta un incremento en la producción de AGV como el acetato y el butirato que promueven la producción de hidrógeno a nivel ruminal, al realizarse este proceso las bacterias metanogénicas junto con el CO₂ captan el hidrógeno, produciendo metano (Garzón, Vélez, Ávila, & Gómez, 2011). Se habla de calidad nutricional de los forrajes debido a que es un determinante de digestibilidad, consumo y producción de leche del animal, en donde

altos porcentajes de fibra y almidón, aumentan la fermentación, y por ende hay más producción de metano (Young, 2013)

Entre los factores que incrementan la producción de metano se encuentra el tipo de sistema que se maneje. Los sistemas intensivos en carne pueden disminuir la producción de gases con efecto invernadero cuando se hace una mejora en las pasturas, el manejo de los animales, y la raza de estos. Se encontró que cuando se mejoran las pasturas y su manejo la fibra baja, y cuando se utilizan razas aptas para la producción de carne, se logró aumentar el número de novillas, terneros y novillos y que estos salieran a una menor edad (Mazzetto, Feigl, Schils, Pelegrino Cerri, & Cerri, 2015). Se ha encontrado que la producción de metano por kilogramo de MS consumida es de 20.6 g; para la producción de 25 kg de leche, con un consumo de 20,3 kg de MS por día se espera una producción de 0,212 Mcal/Kg leche (Cárdenas & Lemus Flores , 2012) (de Bias, Garcia Rebollar, Cambra-Lopez, & Torres).

Estudios recientes han buscado desarrollar un modelo ideal para mitigar y predecir la producción de metano debido a su fuerte impacto. Los modelos matemáticos permiten predecir la producción de metano sin la necesidad de realizar largos y costosos experimentos. Los modelos que se utilizan pueden ser clasificados como modelos estadísticos o como modelos mecanísticos dinámicos. La diferencia entre estos dos es que los modelos estadísticos relacionan directamente la producción de metano a con lo que el animal consume, y el segundo modelo estima la producción utilizando descripciones matemáticas de los procesos bioquímicos que se llevan a cabo en el rumen. Se han desarrollado varios modelos estadísticos para la producción de metano donde ha permitido determinar cuáles son los inputs más relevantes para predecir, entre estos se encuentra el consumo de materia seca, y de energía metabolizable, además se encontró que la

FDN, FDA y la lignina pueden llegar a ser factores importantes para medir la predicción de metano (Ellis, Kebread, Odongo, McBride, Okine, & France, 2007)

Existe una gran cantidad de modelos matemáticos para la predicción de metano, en el año 1930 Kriss propuso que la predicción de metano se debía de evaluar con la siguiente ecuación $CH_4 \text{ (Mj/d)} = 75.42 + 94.28 \times CMS \text{ (kg/d)} \times 0.05524 \text{ (MJ/g de } CH_4)$, más adelante Axelsson en 1949 propone que la producción de metano se debe de predecir con la siguiente formula $CH_4 \text{ (Mj/d)} = -2.07 + 2.636 \times CMS \text{ (kg/d)} - 0.105 \times CMS \text{ (kg/d)}$, con el pasar de los años se crearon más y más modelos, en el año 2003 Mills et al no solo se basaron en ecuaciones lineales sino que también ecuaciones no lineales, teniendo en cuenta tanto el consumo de materia seca como el consumo de energía metabolizable (Formula 1) (Ellis, Kebread, Odongo, McBride, Okine, & France, 2007)

Fórmula 1

Lineal 1: $CH_4 \text{ (MJ/d)} = 5.93 + 0.92 \times DMI \text{ (kg/d)}$

Lineal 2: $CH_4 \text{ (MJ/d)} = 8.25 + 0.07 \times EM \text{ intake (MJ/d)}$

No lineal 1: $CH_4 \text{ (MJ/d)} = 56.27 - (56.27 + 0) \times e^{(-0.028 \times DMI \text{ (kg/d)})}$

No lineal 2: $CH_4 \text{ (MJ/d)} = 45.89 - (45.89 + 0) \times e^{(-0.003 \times MEI \text{ (kg/d)})}$

La producción de metano es un factor muy importante a tener en cuenta en especial en un país como el nuestro dónde las producciones de leche y carne pocas veces tienen un correcto manejo para disminuir la producción de metano. En el trópico colombiano contamos con una alta diversidad de climas, razón por la cual en las diferentes zonas del país se pueden encontrar diferentes razas de ganado vacuno, lo cual puede influir en la producción de metano. Para elaborar un modelo matemático es necesario tener conocimiento sobre distintas variables que afecten la producción de este gas.

9. Metodología

Para el desarrollo de un modelo matemático para la predicción de metano se realizó en primer lugar una revisión bibliográfica con el fin de identificar los diferentes modelos

matemáticos existentes, además de entender de qué se trata un modelo matemático y que tan útil ha sido para la predicción de CH₄. Es importante tener en cuenta que un modelo matemático relaciona la ingesta de nutrientes directamente con la producción de metano (Ellis, Kebread, Odongo, McBride, Okine, & France, 2007)

Para la creación del modelo se van a tener en cuenta unos inputs que es la cantidad de alimento que el animal consume, refiriéndose al consumo de materia seca (Kg/d), el consumo de energía metabolizable (Mj/d) y el consumo de fibra detergente neutra, y para el output se tendrá en cuenta la producción de leche, semana de lactancia, % grasa en leche, peso vivo del animal, ya que se busca realizar un modelo estadístico que es el que relaciona el consumo del animal directamente con la producción de metano.

Se utilizaron tres programas para llegar a la ecuación del consumo de materia seca del animal, el primero fue Excel donde principalmente se utilizó la fórmula 2. Se debe de tener claro que no existe un método universal para predecir el consumo de materia seca, el modelo escogido se basa en datos sobre la producción de la vaca, ya que se requiere datos como el peso vivo del animal, semana de lactancia, y la leche corregida al 4%. La ecuación escogida fue desarrollada en 1997 por Roseler et al, en 1992 por Holter y Hurban y en 1993 por Rayburn y Fox (Pendini, 2009).

Fórmula 2

$$\text{CMS} = (0,0372 \text{ PLCG4\%} + 0,0968 \text{ PV}^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times (\text{sem. lact} + 3,67))})$$

Con base en la anterior formula en Excel se determinó el consumo de materia seca para animales con pesos vivos entre 400-550 kg, con producciones de 5-7 litros de leche, con un porcentaje de leche entre 3.5-4% entre las semanas de lactancia 5 y 10. Seguido a esto se igualaron los consumos de materia seca con el fin de obtener una ecuación que nos integrara

todos estos valores para la obtención del consumo de materia seca. Para este proceso se utilizó el programa STATGRAPHICS.

Para predecir la producción de metano con base a lo consumido por el animal se desarrolló un modelo para determinar el consumo de materia seca. Para el desarrollo del modelo se utilizó el programa STATGRAPHICS, el cual nos permitió desarrollar un modelo donde se tenga en cuenta la producción de leche, el % de grasa de la leche, peso vivo del animal, y las semanas de lactancia. Este programa nos arroja diferentes datos estadísticos sobre el modelo que se crea, estos datos se llaman: 1) coeficiente de correlación que es una medida de relación lineal entre dos variables, esto quiere decir que pueden existir variables fuertemente relacionadas, esta medida se da en una escala de -1 y 1, entre mayor sea el valor, más fuerte es la relación entre las dos variables (Vila , Sedano, Lopez, & Juan), 2) El R-cuadrado, representa el porcentaje de variabilidad que tiene Y, donde el rango va entre 0-100% (STATGRAPHICS , 2007), 3) El R cuadrado ajustado muestra el estadístico R cuadrado, ajustado por el número de coeficientes del modelo (STATGRAPHICS , 2007), 4) El error estándar del estimador muestra la desviación estándar del modelo (STATGRAPHICS , 2007), 5) El error absoluto medio muestra el valor absoluto de los residuos (STATGRAPHICS , 2007), 6) Estadístico Durbin-Watson es una medida de la correlación serial en los residuos, cuando los residuos varían aleatoriamente, el valor puede ser cercano a 2 (STATGRAPHICS , 2007), 7) y por último la auto correlación de los residuos muestra la correlación estimada entre residuos consecutivos en una escala de -1 a 1 (STATGRAPHICS , 2007).

Para la predicción del metano se utilizó la fórmula 3,4 y 5 planteada por Ellis, Kebread, Odongo, Mc Bride, Okine y France en el 2007. Donde la fórmula 3 se relaciona el consumo de materia seca directamente con la producción de metano, en la fórmula 4 se relaciona el consumo

de energía directamente con la producción de metano y en la fórmula 5 se relaciona el consumo de fibra detergente neutra con la producción de metano.

$$\text{CH}_4 = (\text{MJ/d}) = 3.96 (\pm 1.18) + 0.561 (\pm 0.130) \times \text{DMI (kg/d)}$$

Fórmula 3 Producción de metano por consumo de materia seca

$$\text{CH}_4 = (\text{MJ/d}) = 4.38 (\pm 1.46) + 0.0586 (\pm 0.0175) \times \text{ME intake (MJ/d)}$$

Fórmula 4 Producción de metano por consumo de energía metabolizable

$$\text{CH}_4 = (\text{MJ/d}) = 5.58 (\pm 1.12) + 0.848 (\pm 0.266) \times \text{NDF (kg/d)}$$

Fórmula 5 Producción de metano por consumo de fibra detergente neutra

La energía metabolizable, y la fibra detergente neutra que se utilizara para predecir el metano se obtendrá de los bromatológicos realizados a los pastos del Centro Internacional de Formación Agropecuaria, los pastos con los que cuenta la finca son: *Brachiaria Plantaginea* común mente conocida como Braquipará, es una gramínea que contiene del 7-9% de proteína, una digestibilidad de 59-72%, y su porcentaje de materia seca es del 17% (CORPOICA, 2015); también pastorean *Cynodon nlemfuensis* conocida como pasto estrella, esta es una gramínea que contiene una proteína cruda del 13,86% aprox, una digestibilidad de 57,9% y una energía metabolizable de 2,08 Mcal (CORPOICA, 2015).

10. Aporte innovador de la investigación.

Cuando se habla de innovación se refiere a algo completamente nuevo por lo cual en este caso no lo es, lo que brinda esta investigación es un modelo nuevo con el fin de aproximarse a mejores resultados.

En Colombia se necesita incrementar la investigación en diferentes campos y uno de ellos es el del desarrollo de modelos para la producción de metano. Este resolverá la situación problema en tal medida que será un modelo apto para las condiciones del trópico colombiano.

Además, brinda el desarrollo de un modelo para la predicción de metano que busca mostrar con mayor exactitud la producción de este gas. Cuanto innovador es más un aporte para

la sociedad colombiana, ya que el desarrollo de estos modelos en Colombia son muy pocos, lo cual se busca basarse en modelos de otros países, que no se encuentran bajo las mismas condiciones que el trópico colombiano.

Podrá ser un gran uso para la comunidad colombiana ya que este modelo, se busca que tenga el menor margen de error, con el fin de que se pueda reducir la producción de este gas, ya que una vez que se conozca la producción actual se puede empezar a mejorar el manejo de los animales, la alimentación, la calidad de los alimentos con el fin de reducir el impacto ambiental de la ganadería bovina en Colombia.

11. Resultados

La ecuación obtenida por el programa (Formula 6) integra los diferentes parámetros productivos para la predicción del consumo de materia seca como es el % de grasa, los litros de leche, las semanas de lactancia y el peso vivo del animal.

$$\text{CMS} = 8,80939 + 0,00763314 \times \text{Grasa} + 0,259876 \times \text{Litros leche} - 0,0030811 \times \text{Semana lactancia} + 0,00230065 \times \text{PV}$$

Formula 6. CMS determinado por la grasa en leche, la producción de leche, la semana de lactancia y el peso vivo del animal.

Producción de metano por el consumo de materia seca con variación del peso.

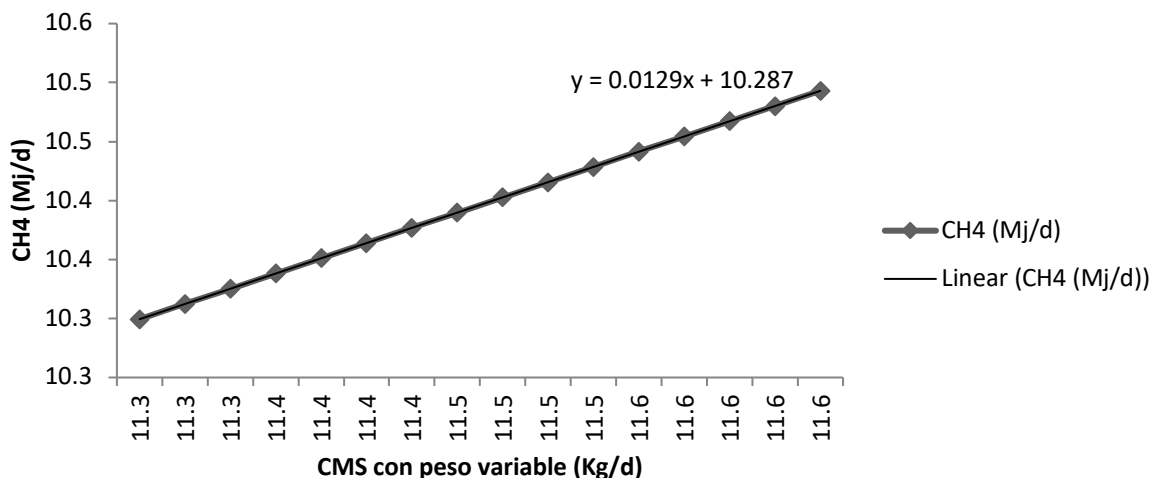
Al igual que (Muñoz, Hube, Morales, Yan, & Ungerfeld, 2015) se encontró que, al incrementar el consumo de alimento, aumenta la producción de metano y que hay una fuerte relación entre el CMS y la emisión de metano. Se obtuvo que a medida que el animal pesa más, el consumo de materia seca aumentará, lo cual producirá más metano, ya que habrá una mayor fermentación. Una vaca que pesa 400 kilos puede producir 10,30 MJ al día de metano mientras

que una vaca de 550 kilos puede producir 10.49 MJ al día, la diferencia no es muy significativa, pero se puede observar que aumenta la producción del gas al aumentar el peso vivo del animal.

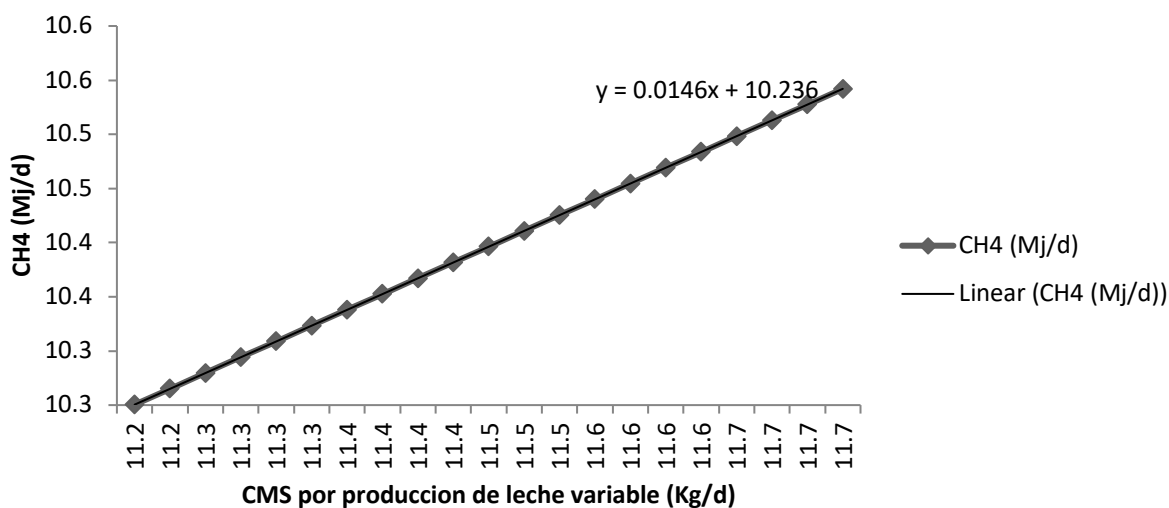
Producción de metano por el consumo de materia seca con variación en la producción de litros de leche.

La producción de leche es un factor que puede influir en la producción de metano, a medida que se producen más litros se aumenta la producción de metano. Con una producción de 5 litros de leche en un animal con un peso de 475 kg en la quinta semana de lactancia con una grasa del 3,5% se pueden producir 10,25 MJ al día de metano, y con una producción de 7 litros de leche se puede producir 10.54 MJ al día. Contrario a esto en un estudio realizado con *Lolium perenne* (raigrás) se obtuvo que se incrementó la producción de leche pero que por cada unidad de producción de leche la producción de metano se redujo en un 11%. Pero esto se pudo dar debido al periodo de rebrote del forraje, siendo este el de baja masa (Muñoz, Letelier, Ungerfeld, Morales, Hube, & Perez).

La semana de lactancia y el porcentaje de grasa no tuvieron una gran diferencia en cuenta al consumo de materia seca por lo cual la producción de metano no se ve afectada al avanzar la semana de lactancia y al aumentar la proteína de la leche.



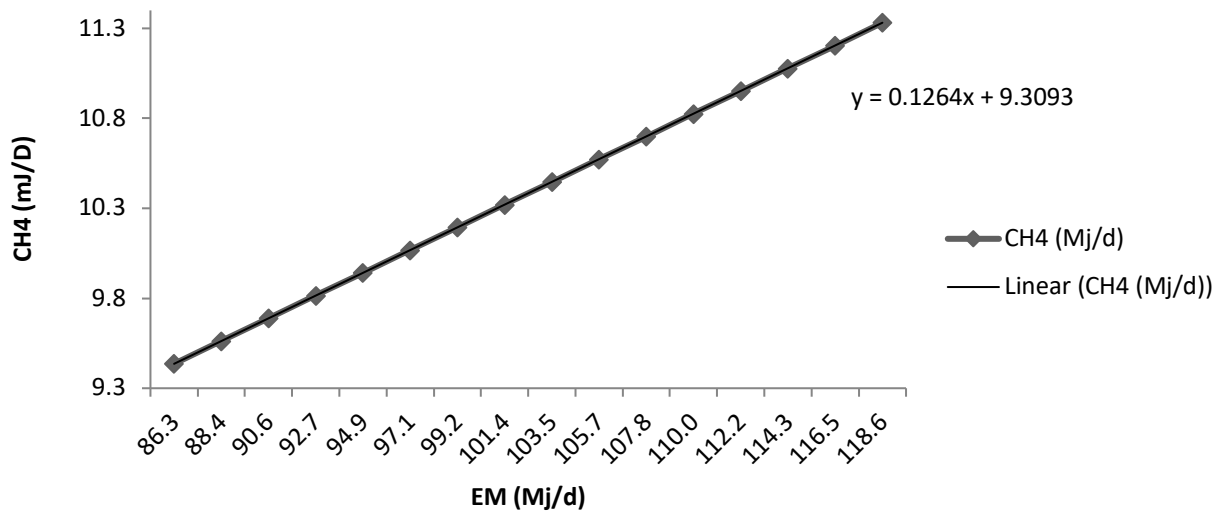
Grafica 1 Producción de metano por CMS con pesos variables



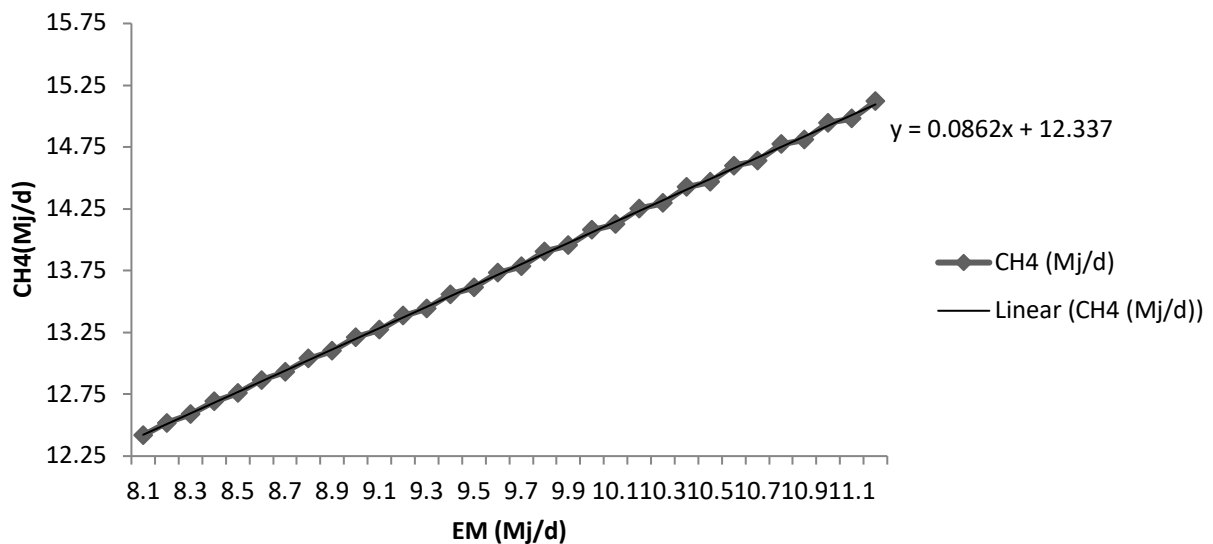
Grafica 2 Producción de materia seca con variable producción de leche

Producción de metano por consumo de energía metabolizable.

Se obtuvo según la fórmula de Ellis, Kebread, Odongo, Mc Bride, Okine y France en el 2007 que a medida que la energía metabolizable aumenta, la producción de metano aumentara (figura 2 y 3). En un estudio realizado por (Kurihara, Magner , Hunter, & McCrabb, 1999) Se obtuvo que cuando se alimentaron animales con *Chloris gayana* el consumo de EM fue mayor que con el pasto *Dichantium aristatum*, donde se obtuvo una mayor producción de metano con el forraje *Chloris gayana* que con el *Dichantium aristatum*.



Grafica 3 Producción de metano por consumo de energía metabolizable en pasto *Brachiaria Plantaginea*

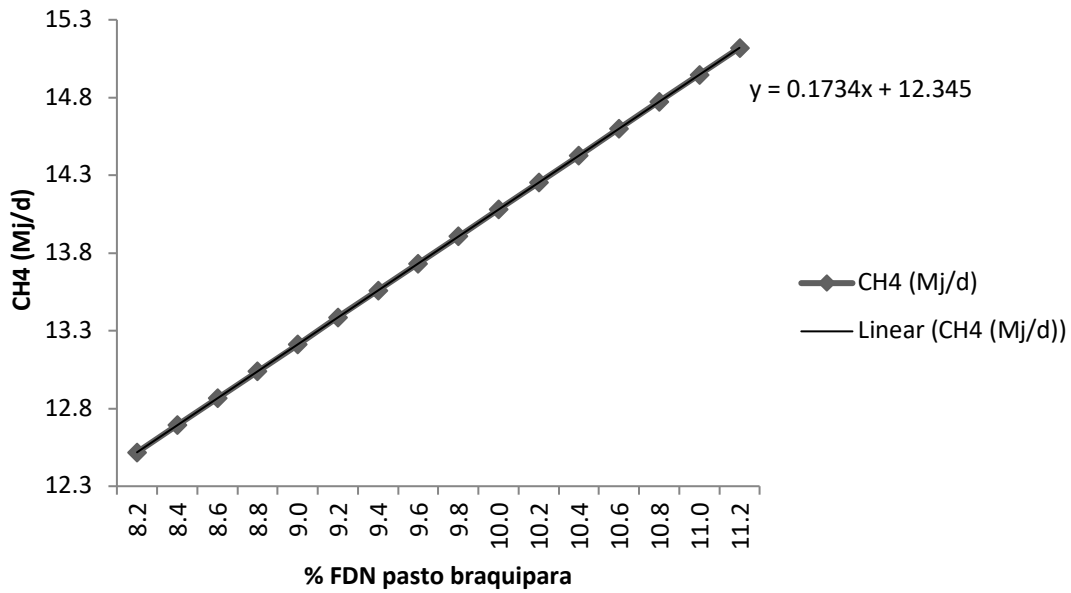


Grafica 4 Producción de metano por consumo de energía metabolizable en pasto *Cynodon nlemfuensis*

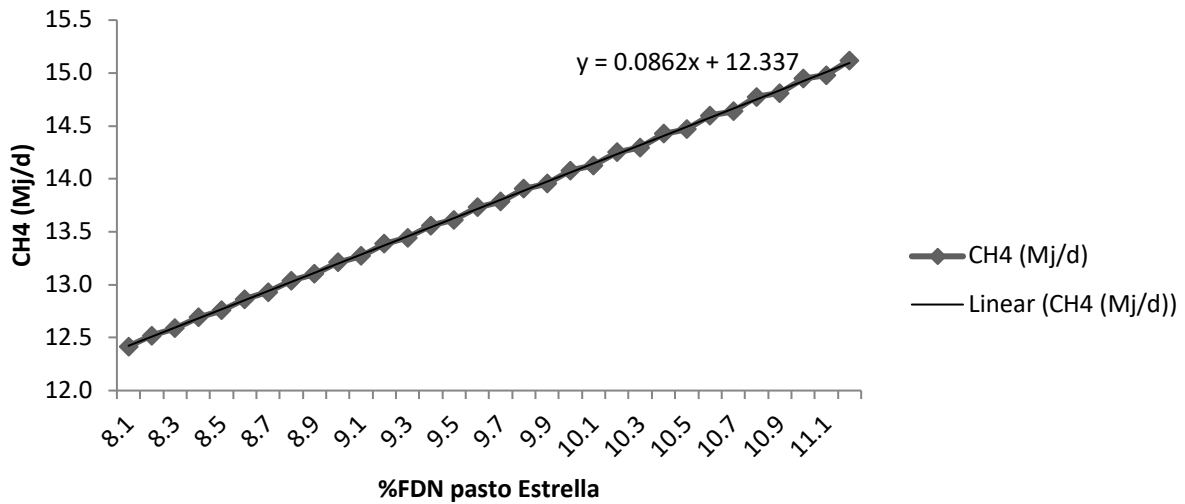
Producción de metano por consumo de fibra detergente neutra

La fibra detergente neutra es un factor útil para determinar la producción de metano a medida que la fibra aumenta la producción de metano aumentara. En un estudio hecho por (Kulivand & Kafilzadeh, 2015) se encontró que a mayor fibra detergente neutra es mayor la producción de metano. De igual manera (Kurihara, Magner , Hunter, & McCrabb, 1999)

determinaron que en el trópico se da una alta producción de metano por los altos niveles de fibra y de lignina y bajos niveles de carbohidratos solubles y baja digestibilidad.



Grafica 5 Producción de metano por %FDN en pasto *Brachiaria Plantaginea*



Grafica 6 Producción de metano por %FDN en pasto *Cynodon nlemfuensis*

12. Conclusiones

El consumo de materia seca es un factor importante a la hora de determinar la producción de metano en los rumiantes, en este caso es muy importante tener en cuenta factores como es la producción de leche, y el peso vivo del animal, sin embargo, es necesario tener en cuenta la semana de lactancia y la grasa de la leche para poder determinar este consumo de materia seca que tiene el animal. Se puede concluir que el peso vivo del animal y la producción de leche son los factores que más pueden influir en la producción de metano ya que son los que mayor impacto tienen en cuanto al consumo de materia seca. Además, se puede re afirmar que la producción de metano está relacionada con el consumo de materia seca del animal.

La producción de metano se puede afectar tanto por el consumo de materia seca, como el consumo de energía metabolizable y el consumo de fibra detergente neutra. Por otro lado, hay más factores como es la edad de los forrajes y el manejo de ellos o el sistema de producción que se tiene ya sea extensivo o intensivo.

Por último, en Colombia por ser un país tropical tenemos problemas con nuestras pasturas dado por su alto contenido de fibra y baja digestibilidad lo cual causa un aumento de la producción de metano, de la misma manera en nuestro país existe poco manejo de las pasturas de manera adecuada para poder reducir la producción de gases con efectos invernaderos.

Trabajos citados

Cárdenas, J. A., & Lemus Flores , C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión . *Rev.Mex.Cie.Pec*, 215-246.

CORPOICA. (2015). *Braquipara*. Retrieved agosto 15, 2016, from STDF: http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_19.pdf

- CORPOICA. (2015). *Pasto estrella*. Retrieved agosto 15, 2016, from STDF: http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_35.pdf
- de Bias, C., Garcia Rebollar, P., Cambra-Lopez, M., & Torres, A. (n.d.). Contribución de los rumiantes a las emisiones de gases con efecto invernadero.
- Ellis, J. L., Kebread, E., Odongo, N. E., McBride, B. W., Okine, E. K., & France, J. (2007, marzo 25). Prediction of Methane Production from Dairy and Beef Cattle . *Journal of dairy science*, 90, 3456-3467.
- FAO. (2006). *Livestock's long shadow*. Retrieved 09 15, 2015, from FAO CORPORATE DOCUMENT REPOSITORY: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>
- FAO. (2014, 11 24). *Agriculture and consumer protection department. Animal production and health*. Retrieved 09 15, 2015, from meat consumption: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/background.html>
- FAO. (2015). *Dairy production and products*. Retrieved 09 15, 2015, from milk and milk products: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/milk-and-milk-products/en/#.VgGeNCBViko>
- Garzón, J., Vélez, M., Ávila, J., & Gómez, F. (2011). *Desarrollo de un modelo para predecir la emision de metano en bovinos bajo pastoreo usando dinamica de sistemas*. Bogota.
- Kulivand, M., & Kafilzadeh, F. (2015). Correlation between chemical composition, kinetics of fermentation and methane production of eight pasture grasses. *Acta Scientiarum*, 37.
- Kurihara, M., Magner , T., Hunter, R., & McCrabb, J. (1999). Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *British Journal of Nutrition*.
- Mazzetto, A. M., Feigl, B. J., Schils, R., Pelegrino Cerri, C. E., & Cerri, C. C. (2015). Improved pasture and herd management to reduce greenhouse gas emissions from a Brazilian beef production system . *Livestock science*, 175, 101-112.
- Muñoz, C., Hube, S., Morales, J., Yan, T., & Ungerfeld, E. (2015). Effects of concentrate supplementation on enteric methane emissions and milk production of grazing dairy cows. *Livestock Science*, 175, 37-46.
- Muñoz, C., Letelier, P., Ungerfeld, E., Morales, J., Hube, S., & Perez, L. (n.d.).
- Pendini, C. (2009). *Sistemas de produccion lechera de Argentina y Cuba alimentacion de la vaca lechera*.
- STATGRAPHICS . (2007, abril 25). *Regresión Simple* . Retrieved agosto 15, 2016, from STATGRAPHICS: <http://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2011/12/tutoriales/Regresion%20Simple.pdf>
- Vila , A., Sedano, M., Lopez, A., & Juan, A. (n.d.). *CORRELACIÓN LINEAL Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN*. Retrieved from UOC: <http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/RegresionLineal.pdf>
- Young, K. (2013). Methane Prediction by Nutrient Profiles in Ruminant Continuous Cultures Fed an All Forage Diet of Bermudagrass or Annual Ryegrass . Clemson, South Carolina, United states.