	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		ii(91)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ANDREA GUERRERO NÚÑEZ VIVIANA PAOLA OSPINO MORÓN
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	ZOOTECNIA
DIRECTOR	JULIANA ANDREA CUETIA LONDOÑO
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS COMO SUPLEMENTO PARA LA REDUCCIÓN DE METANO (CH₄) EN EL GANADO BLANCO OREJINEGRO (BON) DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL TRABAJO DE GRADO TIENE POR OBJETIVO MEJORAR LA DIGESTIBILIDAD DE ALIMENTO EN RUMEN Y ASI DISMINUIR LA PRODUCCION DE METANO, EVALUANDO LA INCLUSIÓN DE UN SUPLEMENTO ENERGETICO Y PALATABLE DISEÑADO A BASE DE MATERIAS PRIMAS DE LA REGIÓN PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO BLANCO OREJINEGRO DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 92	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:
-------------	---------	----------------	---------



EVALUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS COMO SUPLEMENTO PARA
LA REDUCCIÓN DE METANO (CH₄) EN EL GANADO BLANCO OREJINEGRO (BON)
DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

AUTORES:

ANDREA GUERRERO NÚÑEZ

VIVIANA PAOLA OSPINO MORÓN

Directora:

JULIANA ANDREA CUETIA LONDOÑO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

ZOOTECNIA

Ocaña, Colombia

Mayo de 2017

Índice

<u>Introducción</u>	viii
Capítulo 1: Evaluación de materias primas alternativas como suplemento para la reducción de metano (CH ₄) en el ganado Blanco Orejinegro (BON) de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.. ..	2
1.4 Justificación	3
1.5 Delimitaciones	4
1.5.1 Geográfica.....	4
1.5.2 Espacial.....	4
1.5.3 Conceptual.. ..	4
Capítulo 2: Marco referencial	5
2.1 Marco histórico	5
2.1.1 A nivel mundial.....	5
2.1.2 A nivel nacional.. ..	8
2.1.3 A nivel regional.....	9
2.2 Marco contextual.....	9
2.3 Marco conceptual	10
2.3.1 Ganadería	10
2.3.2 Metano.. ..	11
2.3.3 El ecosistema ruminal.. ..	12
2.3.4 Microorganismos del rumen.. ..	13
2.3.5 Microorganismos eficientes.. ..	13
2.3.6 Metanogénesis ruminal	14
2.3.7 Nariz electrónica.....	16
2.3.8 Composición nutricional de las materias primas.	17
2.4 Marco teórico	24
2.5 Marco legal	26
Capítulo 3: Diseño metodológico	29
3.1 Tipo de investigación	29
3.2 Modelo estadístico	29
3.2.1 Tratamientos experimentales	30
3.3 Población	30
3.4 Muestra	30
3.5 Variables e indicadores.	31
3.6 Metodología	31
3.7 Recolección de datos.....	36
3.8 Análisis de datos.	37

Capítulo 4: Análisis de resultados.....	38
4.1 Suplemento	38
4.2 Pruebas del rango estudentizado de Tukey (HSD).	50
4.3 Discusión	53
Capítulo 5: Conclusiones	57
Capítulo 6: Recomendaciones.....	58
Referencias.....	59
Apendices.....	64

Lista de tablas

Tabla 1. Forraje de yuca.....	17
Tabla 2. Harina de naranja.....	18
Tabla 3. Harina de arroz.....	19
Tabla 4. Harina de maíz.....	20
Tabla 5. Gluten de maíz.....	20
Tabla 6. Concentrado Cremosa.....	21
Tabla 7. Melaza.....	22
Tabla 8. Aceite de girasol.....	23
Tabla 9. Minerales.....	24
Tabla 10. Indicadores.....	31
Tabla 11. Acostumbramiento al suplemento.....	32
Tabla 12. Fase experimental.....	33
Tabla 13. Materias primas de la región.....	34
Tabla 14. Suplemento.....	38
Tabla 15. Composición nutricional.....	39
Tabla 16. Energía del suplemento.....	40
Tabla 17. Consumo de forraje en estabulación.....	41
Tabla 18. Producción del gas metano en la Granja Experimental de la Ufpso, en los dos días de medición.....	45
Tabla 19. Diferencia de los resultados de la producción de metano.....	46
Tabla 20. Producción de metano.....	46
Tabla 21. Ganancia de peso.....	47
Tabla 22. Diferencia de peso.....	49
Tabla 23. Consumo de forraje 15 de los días de estabulación.....	49
Tabla 24. C Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para la producción de metano.....	50
Tabla 25. Consumo de forraje.....	51
Tabla 26. Resumen.....	52
Tabla 27. Costos de producción.....	56

Lista de figuras

Figura 1. Área de investigación.....	42
Figura 2. Produccion de CH ₄ de 15.5 ppm	42
Figura 3. Producción de CH ₄ de 29 ppm.	42
Figura 4. Producción de CH ₄ de 5.9 ppm.	42
Figura 5. Producción de CH ₄ de 9.8 ppm.	42
Figura 6. Producción de CH ₄ de 1.9 ppm.	43
Figura 7. Producción de CH ₄ de 4.3 ppm.....	43
Figura 8. Producción de CH ₄ de 16 ppm.	43
Figura 9. Produccion de CH ₄ de 27 ppm.....	43
Figura 10. Producción de CH ₄ de 6.2 ppm	44
Figura 11. Produccion de CH ₄ de 8.1 ppm.....	44
Figura 12. Producción de CH ₄ de 2.4 ppm.....	44
Figura 13. Producción de CH ₄ de 4.0 ppm.	44
Figura 14. Grafico de la producción de metano.....	45
Figura 15. Gráficos de medias de producción de metano.....	47
Figura 16. Gráfico de medias de diferencia de peso.....	48
Figura 17. Gráfico de medias del consumo de forraje.....	49
Figura 18. Gráfico de la prueba de Tukey para la Comparacion de metano.	50
Figura 19. Grafico de intervalos de la producción de metano.	50
Figura 20. Graficos de inervalos para el consumo de forraje	51
Figura 22. Grafico de la prueba de Tukey consumo forraje	52

Lista de Apéndices

Apéndice A. Recolección de forraje de yuca y cascara de naranja.....	67
Apéndice B. secado de forraje de yuca y cascara de naranja.....	68
Apéndice C. Molido del forraje de yuca y la cascara de naranja.....	68
Apéndice D. Mezclado de las materias primas.....	69
Apéndice E. Peletizado del suplemento.....	70
Apéndice F. Suministro del suplemento.....	71
Apéndice G. Estabulación de los animales.....	71
Apéndice H. Medición de la producción de metano.....	71
Apéndice I. Pruebas de laboratorio.....	72
Apéndice J. análisis bromatológicos.....	74

Resumen

En la búsqueda de estrategias para reducir las emisiones de metano, aditivos alimenticios se han utilizado en las dietas de animales, con el objetivo de mejorar la digestibilidad del alimento en rumen y así disminuir la producción de metano. El propósito de este estudio fue evaluar la inclusión de un suplemento energético y palatable a base de materias primas de la región, para la alimentación del ganado bovino de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. El estudio se realizó con 6 animales de la raza BON y el suplemento se preparó con una mezcla a partir de: harina de arroz, harina de maíz, harina de naranja, forraje de yuca, gluten de maíz, melaza, sales minerales, aceite de girasol y microorganismos eficientes (EM). Se hizo un diseño completamente al azar con tres tratamientos y una repetición. Tratamiento control (T0)(f): Alimentación en base a pastoreo sin suplementación. Tratamiento (T1) (fsr): Alimentación en base a pastoreo y 10% de suplemento. Tratamiento (T2) (fsl): Alimentación en base a pastoreo y 20% de suplemento. La producción de metano se determinó con el equipo medidor de gases “Nariz electrónica”. Durante los dos días de medición, se obtuvo que en el T0 se estimó una emisión de metano de 21.88 (ppm), en el T1 7,50 (ppm) y en el T2 3,15 (ppm). Con la ejecución de la investigación, se demuestra que el uso del suplemento es una alternativa eficiente en la mitigación de metano, consiguiendo una reducción de 14, 38 (ppm), en el (T1) y T2 18,73, con respecto al gas metano producido por el bovino de raza BON, en el T0.

Palabras claves: Metano, materias primas, suplemento, alimentación, BON y digestibilidad.

Introducción

El metano (CH_4) en la fermentación entérica de los rumiantes no es solo un importante gas de efecto invernadero asociado a problemas medioambientales, además representa una pérdida energética del alimento en la ingesta del animal (Johnson, & Johnson, 1995). El desarrollo de estrategias alimentarias para en la emisión de CH_4 es deseable a largo plazo para la mitigación de la producción de gases de efecto invernadero en la atmósfera y a corto plazo para los beneficios económicos, por lo tanto disminuir el metano en la ganadería constituye un gran desafío para la humanidad.

Asimismo la ganadería ha sido una de las grandes generadoras de metano por su incremento de cabezas de ganado en áreas de pastoreo existentes, a través de la transformación de los carbohidratos en su tracto digestivo y genera la "fermentación entérica". Particularmente en los rumiantes, como es el caso del ganado vacuno, se produce a través de por lo menos 200 especies de microorganismos, de los cuales de un 5 a 10 por ciento son bacterias metano génicas responsables de la remoción de hidrógeno del rumen, siendo este liberado sobre todo a través de las flatulencias.(Daniel & Coto, 2013). El metano, por lo tanto, es un producto de desecho nutricional (O'Kelly y Spiers, 1992) eliminándose principalmente por exhalación o eructo y puede representar entre el 2 y 11% de la energía bruta consumida por el rumiante (Johnson y Johnson, 1995).

La producción de CH_4 en los rumiantes está influenciada por factores como consumo de alimento, composición de la dieta, digestibilidad del alimento, procesamiento previo del alimento

y frecuencia de alimentación, de tal manera que el alimentar con dietas altas en concentraciones de energía metabolizable se considera un método eficaz para reducir las emisiones de metano entérico (Dong, Yan, Ferris, Carson, & Mcdowell, 2015).

A través del presente estudio se planteó mitigar el gas CH₄ en el ganado Blanco Orejinegro (BON) de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, realizando búsqueda de materias primas de fácil acceso en la región para proporcionar un suplemento energético a los animales, evaluando el efecto de la emisión de metano mediante un equipo piloto de detector de gases “Nariz electrónica”.

Capítulo 1: Evaluación de materias primas alternativas como suplemento para la reducción de metano (CH₄) en el ganado Blanco Orejinegro (BON) de la Universidad

Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.1 Planteamiento del problema

En América Latina, la principal fuente de emisión de gases efecto invernadero es la agricultura, que participa con un 14% de la emisión total y puede llegar a superar el 30% debido a los cambios de uso del suelo para aumentar la superficie agraria. Le sigue el sector pecuario donde el principal emisor es la ganadería bovina, el cual asociados al cambio climático, han producido aceleradamente efectos nocivos irreparables al medio ambiente durante las últimas décadas, en contraste con los intentos por disminuir estos efectos que no ocurren con la misma rapidez (Tubiello et al., 2014).

La ganadería bovina juega un papel importante en la emisión de estos gases, emitiendo entre un 15-20% dividido en, dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) (por estiércol) y metano (CH₄). La emisión de CH₄ es clave en el proceso del efecto invernadero, debido a la gran producción que llegan hacer los bovinos en su proceso digestivo, se estima que emiten entre 400 a 450 lt y su producción va muy acorde con el sistema de alimentación. Se reporta que dieta con alta concentración de fibra generan una mayor emisión a diferencia de dietas concentradas o con altos valores energéticos que son más digestibles y permiten un mayor aprovechamiento de los nutrientes, dejando pocas moléculas de H y C libres, que en su conjunto son las que lleva a la producción de dicho gas, dados en el proceso de digestión (Smith et al., 2007).

Por tal motivo en el área de producción pecuaria se han planteado propuestas que pretenden aminorar la problemática ambiental generada por la ganadería bovina, en aras de una producción más eficiente y que proteja el medio ambiente.

1.2 Formulación del problema

¿La suplementación con materias primas alternativas permitirá mejorar el sistema ruminal del ganado Blanco Orejinegro y ofrecer una alternativa para disminuir el gas metano producido por este núcleo de animales en la granja experimental UFPSO?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Evaluar la producción de metano (CH₄) en el ganado Blanco Orejinegro mediante la inclusión de un suplemento con materias primas alternativas en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.3.2 Objetivos específicos. Recopilar información técnica y bibliográfica que sirvan de soporte en la elaboración de un suplemento para mitigar la producción de gas CH₄ a nivel ruminal.

Realizar un suplemento palatable y energético que permita reducir la producción de gas CH₄.

Evaluar el efecto del suplemento en las vacas BON y su relación con la producción de gas CH₄.

1.4 **Justificación**

La agricultura y la producción pecuaria contribuyen ampliamente a las emisiones antropogénicas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera, ya que se encuentra estrechamente interrelacionada con el medio y por lo tanto con el cambio climático (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2009). El CO₂ es el gas más abundante y con mayor aporte al incremento del calentamiento global, seguido del CH₄, principal gas de efecto invernadero (GEI) emitido por la ganadería, y que tiene un potencial de calentamiento veintitrés veces superior al CO₂ (Saiz, 2010).

El aporte de CH₄ por parte de la ganadería se relaciona con el proceso digestivo del rumiante, con una alimentación basada en dietas de baja digestibilidad; bajos contenidos de nutrientes, principalmente proteína degradable en rumen y carbohidratos solubles, generan una mayor producción de CH₄.

En cambio con un mayor aporte de ingredientes concentrados ricos en energía, proteína, bajos en fibras, el mejoramiento de las características nutricionales del forraje y la implementación de sistemas estratégicos de suplementación, como la presencia de otros estratos vegetales en el ecosistema pastura, tipo sistemas silvopastoriles, pueden mejorar las características fermentativas a nivel ruminal, reflejándose en mayor productividad y

generalmente en una disminución en las emisiones de metano (Melrose et al., 2015).

En base a lo anterior se planteó la propuesta de realizar un suplemento para el ganado bovino de la raza BON de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, con el objetivo de mitigar la producción del gas metano (CH₄), considerando que los sistemas de producción animal sostenibles deben propender por una menor producción de CH₄ (Armando, Cárdenas, & Lemus, 2012).

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Geográfica. El trabajo experimental se realizó en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.5.2 Espacial. El tiempo estimado para la recopilación de información, formulación de dieta y diseño del plan nutricional fueron de 3 meses a partir de su aprobación

1.5.3 Conceptual. Suministrar materias primas que permitan mitigar la emisión de gas metano por parte del ganado bovino de la raza BON.

Capítulo 2: Marco referencial

2.1 Marco histórico

Para la realización de este trabajo; se encontraron las siguientes investigaciones, trabajos de grado y tesis; que tienen relación o aproximación con la problemática de la emisión de gases efecto invernadero que generan contaminación al medio ambiente. De estos estudios se tomaran aspectos pertinentes para el desarrollo de esta investigación.

2.1.1 A nivel mundial. En el mundo las emisiones de GEI han venido experimentando un aumento en las concentraciones atmosféricas de (CO₂), (CH₄) y (N₂O), gases liberados a la atmósfera tanto por fuentes naturales como antropogénicas, la cantidad de éstos, liberados mediante la actividad humana, se han incrementado de manera significativa en los últimos años, lo cual está propiciando la amplificación del efecto invernadero natural y el cambio climático global (Veizaga, 2012).

Asociaciones y organizaciones como IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), UNFCCC (Convenio Marco de Cambio Climático de Naciones Unidas); Protocolo de kyoto y la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), vienen trabajando sobre las condiciones del cambio climático, controlando mediante estudios los gases de efecto invernadero (Obschatko, 2015). Un ejemplo es el estudio realizado por (Stern, 2006), que evaluó el impacto del cambio climático y el calentamiento global en la economía mundial.

Las emisiones GEI a nivel mundial están distribuidas en 2/3 partes del total por procesos de generación y uso de energía, y aproximadamente 1/3 restante es atribuible al uso del suelo (18%), la agricultura (14%) y los residuos (3%). En la ganadería la fuente de emisión es la fermentación entérica que en 2011 representó el 39 % de las emisiones totales de GEI del sector, encontrando un incremento del 11% entre 2001 y 2011; el 44% de la producción de GEI relacionada con la agricultura se produjo en Asia, seguida por América (25%), África (15 %), Europa (12 %) y Oceanía (4 %), según datos de la FAO (Tubiello et al., 2014).

En un estudio realizado en Brasil por (Primavesi et al 2004), se encontraron emisiones de metano de 1.7 a 3.09 toneladas CO₂ eq/ha/año en pasturas de *Panicum maximum* y *Brachiaria decumbens* fertilizados y de 1.38 a 1.52 en pasturas sin fertilizar, datos similares a los calculados en el presente estudio para PD y PM. Los valores de emisión son mayores a los medidos en regiones templadas en condiciones de pastoreo. El trabajo resalta la alta influencia de la calidad de forraje en las emisiones y también los efectos raciales de los animales porque parecen existir diferencias en la eficiencia en el uso de los forrajes, que podrían deberse a diferencias en el contenido y degradabilidad de la fibra en estos sistemas de producción (Barahona y Sánchez, 2005, Molina y Barahona, 2011).

En Uruguay, Mieres et al (2003) encontraron emisiones de 0.76 y 0.90 toneladas CO₂ eq/ha/año, para novillos en pastura mejorada y pastura natural respectivamente, sin diferencias significativas entre ellas. Estos estudios sugieren que aún las determinaciones de emisiones están sujetas a una alta variabilidad y por tanto, las ecuaciones recomendadas por el IPCC siguen siendo válidas para aproximaciones particulares.

En Australia, se evaluó el efecto de inclusión de la *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) sobre la emisión de metano, y se encontró que ésta puede reducir hasta un 30% las emisiones de CH₄/kg de MS consumida (Charmley E, 2009). En México (Solorio 2011) encontró que en los Sistemas silvopastoril intenso (SSPi) con leucaena se reduce en un 38% la emisión de CH₄ anual por animal.

En un estudio realizado por Pérez & Prieto en 2007 en Alto Patía, sobre el efecto del aceite esencial de orégano de monte (*Lippiaoriganoides*) en la metanogénesis y la actividad fibrolítica del ecosistema ruminal, se evaluó el efecto de la inclusión de AEO en una dieta basal de 83% heno de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), 17% de un suplemento del cual: 62% correspondió a concentrado comercial para novillas, 29% de torta de soya, 5% melaza y 4% sal mineralizada. La oferta de alimento se estableció de acuerdo con los requerimientos de mantenimiento y crecimiento de las novillas, usando las tablas de composición del National Research Council (NRC) 2001. El forraje fue proporcionado en tres raciones al día, mientras que el suplemento que incluye el AEO fue suministrado en la primera y última ración del día. El consumo diario de materia seca se realizó por diferencia entre la oferta y el rechazo. Los tratamientos fueron distribuidos como: Tratamiento 1 (T1): con la inclusión de AEO y tratamiento 2 (T2): sin AEO.

En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono, según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC (2006), el total de N excretado por Unidad Animal (U.A) en Suramérica, se estima en 162 g de N/día. Las emisiones directas de N₂O de las excreciones bovinas (heces y orina), equivalen al 2% del N presente en las excretas. Como emisiones

directas, por cada kilo de N en forma de excreta depositada en el suelo, 20% se volatiliza y 30% se lixivia. Del 20% que se volatiliza, el 1% es emitido como N_2O y del 30% lixiviado, un 75% es emitido como N_2O (IPCC 2006). Así, una U.A. /ha produce 59.13 kg N/ha/año como excretas; es decir, en forma directa se emiten 0.59 kg de N- N_2O o 0.93 kg N_2O /ha/año año e indirectamente se emite 0.25 de N- N_2O o 0.39 kg N_2O /ha/ año . Los cálculos en emisiones de N_2O por heces y orina en kg CO_2 eq/ha/año, fueron de 355 para PD, 961 para PM, 1230 para SSPi y SSPi + maderables, que los bovinos de carne, una U.A emite anualmente 1.2 kg de N_2O /ha/año que equivale a 410.5 kg CO_2 eq/ha/año (Naranjo et al., 2012).

2.1.2 A nivel nacional. A partir de los inventarios se ve reflejado que sin la aplicación de políticas de mitigación de GEI, en nuestro país se van a seguir incrementando dichas emisiones producidas por las actividades del sector agrícola. (Jenny R. Rios M, 2004). Por esta razón se han realizado estudios, uno de ellos por la Universidad Nacional de Colombia con el fin de evidenciar o demostrar que cuando los semovientes tienen una dieta balanceada entre forrajes y arbustos, se puede disminuir ostensiblemente el efecto invernadero.

De acuerdo con el inventario nacional de fuentes y sumideros de GEI 2000-2004, el sector pecuario aporta 38.1 % de las emisiones de GEI nacional para el año 2004, que son cuantificadas en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq); siendo los GEI metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) los principales contribuyentes, (IDEAM, MADS y PNUD, 2009).

Realizaron un estudio con el propósito de estimar las emisiones de GEI en sistemas ganaderos a base de pastoreo en Colombia bajo diferentes condiciones de manejo, a fin de

contribuir al entendimiento de como la adopción de diferentes sistemas de producción puede llegar a afectar las emisiones de (GEI) asociadas con la ganadería en Colombia (Naranjo J F, 2012).

2.1.3 A nivel regional. A la fecha no se reportan trabajos experimentales basados en la alimentación de Norte de Santander.

2.2 Marco contextual.

El estudio se realizó en la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, se encuentra ubicada en el sector nororiental del país, específicamente a 2,8 Km del casco urbano de la ciudad de Ocaña, en el departamento Norte de Santander, con una población aproximada de 98.229 habitantes, tiempo de 22°C, viento del O a 8 km/h, humedad del 82 % Posee una Granja Experimental, que está ubica a la margen derecha del río Algodonal, dentro del campus universitario, a una altura de 1150 msnm, con una temperatura promedio de 23 °C, una humedad relativa del 70% y una extensión de 135 ha; también cuenta con el Centro de Investigación La Troya, que se encuentra ubicado en el corregimiento de Los Ángeles (Río de Oro – Cesar), a una altura de 200 msnm, con una temperatura promedio de 28°C, dedicada al estudio de ganado de las razas Romosinuano y Costeño con Cuernos.

En la granja experimental existen cinco proyectos pecuarios, dedicados a la producción de animales y subproductos. Manejando las especies, caprina, avícola, canícula, porcina y el proyecto bovino en el cual se desarrolló el presente trabajo.

2.3 Marco conceptual.

2.3.1 Efecto invernadero. El efecto invernadero es causado por gases denominados (GEI) de los cuales el metano es considerado como el segundo en importancia después del (CO₂). Las concentraciones atmosféricas de metano se han incrementado desde la era preindustrial y es ampliamente aceptado por la comunidad científica internacional que los bovinos representan una de las mayores fuentes antropogénicas de las emisiones de metano. Se estima que el metano de origen antropogénico liberado a la atmosfera alcanza los 320 millones de toneladas/año (Van Aardenne, 2001), del cual 86 millones (26,87%), son atribuidos a la fermentación entérica (FAO, 2009). del sistemas digestivos de los rumiantes (Teodoro & Aires, 2006).

2.3.2 Ganadería. La ganadería es una actividad económica muy antigua, dedicada a la Crianza de los animales para su aprovechamiento, dependiendo de la especie ganadera, se obtienen diversos productos derivados, como la carne, la leche, los cueros, la lana, entre otros.

La ganadería es considerada un sistema de gran importancia para el beneficio económico de la sociedad pero junto con ella vienen importantes efectos sociales y medioambientales en todo el mundo, un informe de la Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la de la agricultura (FAO) sobre la ganadería señala que esta es la principal fuente antropogénica del uso de la tierra, el avance de esta actividad ganadera ha contribuido la deforestación de grandes extensiones de bosques (Zamora, 2013).

Los bovinos son animales que se alimentan a base de forrajes o pasturas, para cubrir sus necesidades, como mantenimiento, crecimiento, preñez y desarrollo corporal (Gomez, 2008).

2.3.3 Metano. El metano (CH_4) es un hidrocarburo el cual se produce de forma natural Por la descomposición de sustancias orgánicas en ambientes pobres en oxígeno, en la combustión (incendios) de biomasa en bosques tropicales y sabanas, en la actividad microbiana en aguas servidas (cloacas), determinadas acumulaciones de hidrocarburos tales como campos de petróleo, gas y carbón lo emiten espontáneamente (fugas) (Electr, 2011).

El metano es producido y emitido a partir de la descomposición del estiércol de ganado y de los componentes orgánicos en las aguas de desecho agro-industriales, estos desechos son normalmente almacenados o tratados en sistemas de gestión de desechos que promueven condiciones anaeróbicas (por ejemplo, en forma líquida o de lodo en lagunas, estanques, tanques o pozos), producen biogás, una mezcla de aproximadamente 70% de metano, 30% de CO_2 , y menos del 1% de ácido sulfhídrico y en el proceso digestivo de los rumiantes (bovinos), siendo un producto final de la fermentación que sufren los alimentos en el rumen, que contribuye al calentamiento y al cambio climático global (Cornejo C., 2010).

El CH_4 reduce la velocidad con que el ozono (O_3) troposférico es retirado de la atmósfera (Nicholson 2001) y aumenta su incidencia.

Este se descompone por oxidación, en H_2O , CO_2 , CH_3O_2 con una tasa muy alta lo que

obliga a incorporar 500 toneladas anuales de CH₄ a la atmósfera para que no aumente la concentración de O₂ y las posibilidades de incendios (Lovelock 1995) (Teodoro & Aires, 2006)(Zamora, 2013).

2.3.4 El ecosistema ruminal. Según (Carmona, 2009), los rumiantes como bovinos poseen un sistema digestivo que tiene la capacidad de aprovechar y convertir material fibroso con altos contenidos de carbohidratos estructurales, así como otros carbohidratos no estructurales existentes en la planta, en alimentos de alta calidad nutritiva como la carne y la leche, por acción sinérgica de los diferentes grupos de microorganismos del rumen.

Los rumiantes poseen un estómago dividido en cuatro compartimientos: tres pre estómagos: el retículo, el rumen y el omaso, y un cuarto compartimento, el abomaso, que es el estómago glandular. El rumen, es el más grande de los preestómagos, ocupando tres cuartas partes de la cavidad abdominal. El contenido ruminal no forma una mezcla homogénea, ya que está estratificado de acuerdo a la diferente densidad de sus componentes. En la zona dorsal hay una capa gaseosa, fundamentalmente con CH₄ y CO₂ producidos durante la fermentación (Pérez & Prieto, 2007).

La tasa de pasaje del contenido ruminal varía de acuerdo a la dieta, el tiempo medio de retención en el retículo-rumen varía de 10 a 24 horas para el agua y los elementos solubles (incluyendo los microorganismos), mientras que aquellos insolubles de alta o baja digestibilidad. Poseen una vida media de 30 y 50 hs respectivamente (Relling y Mattioli,2003).

Mattioli, 2003), donde el mantenimiento de la actividad necesita de una gran movilidad de sus paredes donde se produzca una buena mezcla de contenido, facilitando la eliminación de los productos de fermentación (gases), y para ello desarrolla unos movimientos secuenciales que se clasifican en dos tipos: primarios o de mezclado y secundarios o de eructación (Pérez & Prieto, 2007).

2.3.5 Microorganismos del rumen. Las redes tróficas del rumen están integradas por bacterias (más de 200 especies, con una concentración media de 10¹⁰ bacterias/mL), arqueas metanogénicas, protozoos (más de 20 especies, con cifras de 10⁶ protozoos/mL) y hongos (cuya densidad alcanza las 10⁴ zoosporas/ mL) (Mackie et al. 2000). Las interrelaciones entre y dentro de los distintos grupos contribuyen a su estabilidad y adaptación ante eventuales cambios ambientales o alimentarios. Esta comunidad microbiana al ser tan extremadamente diversa, la mayoría de microorganismos que la habitan aún no han sido cultivados, sin embargo, con el uso de métodos de biología molecular, por ejemplo se alcanza a estimar para las bacterias que existen por lo menos entre 300 y 400 filotipos (Pérez & Prieto, 2007).

2.3.6 Microorganismos eficientes. Los microorganismos eficientes son un conjunto de bacterias (caldo microbiano) que unidas producen a temperaturas favorables un aprovechamiento de los componentes de la materia a compostar para optimizar el proceso de compostaje. Este producto se encuentra conformado esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias acidolácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos, según sus promotores.

Inicialmente este producto fue desarrollado para el mejoramiento de suelos y el tratamiento

de residuos agropecuarios, sin embargo en los últimos años se ha intentado extrapolar su aplicación al campo del tratamiento de aguas (Laganaderia.org, 2009).

Lo que se logra al colocar microorganismos eficientes (EM) en el rumen de los animales es incrementar la digestión, ayudando seguramente a un mejor aprovechamiento de los nutrientes en los animales. Hay que tener muy claro que el EM no es un alimento, mucho menos un nutriente para animales, lo que es el EM es un cultivo microbiológico que ayuda a los animales a tener mejor digestión de alimentos, lo que no siempre se traduce en que los animales produzcan más leche o carne a veces el EM solo tiene un impacto muy positivo por cierto en la salud animal. Este tratamiento es como quien cultiva levadura y la ofrece en la dieta, la levadura tampoco es un alimento ni un nutriente, solo mejora la digestión. La diferencia es que el EM son bacterias, mientras la levadura son hongos, ambos ayudan a desdoblar partículas de alimento en el rumen para producir más nutrientes para el ganado (Franco, 2012).

2.3.7 Metanogénesis ruminal. Reportan que el 87% de la producción de CH_4 se da en el rumen, y 13 % en el tracto digestivo posterior. De este último, aproximadamente el 89% es absorbido hacia la sangre y expirado a través de los pulmones, esto indica que cerca del 98% del total de CH_4 producido por los rumiantes puede ser expirado a través de la boca y los orificios nasales. Se considera que en sistemas de producción de alta tecnificación producción anual de CH_4 en animales adulto esta entre 60 y 126 kg (Johnson y Johnson, 1995).

La producción de CH_4 en los bovinos normalmente representa entre 5.5-6.5% del total de energía potencial consumida en la dieta (Montenegro y Abarca, 2000).

El CH₄ entérico representa una pérdida de energía productiva típicamente entre el 2 y 12% de la ingesta de energía bruta en rumiantes según el nivel de consumo de alimento y la composición de la dieta (Johnson y Johnson, 1995; Boadi et al. 2004). Johnson y Johnson, en 1995 indicaron que los dos principales factores responsables de las variaciones en la producción de CH₄ son: la cantidad de carbohidratos fermentados en el retículo-rumen, del tracto digestivo del rumiante, implica diversas interacciones dieta-animal, que afectan el balance entre las tasas de fermentación de estos carbohidratos y la tasa de pasaje. El otro mecanismo es la relación de AGVs producidos, la cual regula la producción de H₂ y la subsecuente producción de CH₄ (Carmona, 2009).

En el rumen, se puede encontrar que la principal diferencia entre la producción de CH₄ frente a otros sistemas anaerobios, es que en los rumiantes el tiempo de retención de los sustratos no permite el desarrollo de microorganismos de crecimiento lento como los acetógenos productores de H₂, que oxidan sustratos como etanol, butirato o propionato y disponen de electrones por reducción de H⁺ a H₂, y metanógenos acetotróficos, capaces de descarboxilar acetato a CH₄ y CO₂, por tanto, los ácidos grasos de cadena corta como el acetato, propionato y butirato, no se utilizan como sustrato para la metanogénesis ruminal, pero son absorbidos como nutrientes por el animal (Zinder 1992; Morgavi et al. 2005).

Por lo tanto, la relación ácido acético: ácido propiónico es el aspecto de mayor impacto en la metanogénesis, si esta relación llega a 0.5, la pérdida energética puede ser de 0%; pero si todos los carbohidratos fuesen fermentados a ácido acético y no se produjera propiónico las pérdidas energéticas podrían llegar a ser del 33%. El ácido propionico crea una ruta metabólica, la cual

absorbe el H_2 , reduciendo la producción de metanogénesis en el rumen. La relación acética: propiónica puede variar entre 0.9 a 4, por lo tanto las pérdidas por CH_4 varían ampliamente (Johnson y Johnson, 1995).

2.3.8 Nariz electrónica. Es un sistema electrónico con capacidad analítica, cuya finalidad es reconocer prácticamente cualquier compuesto o por 4 bloques bien definidos:

Combinación de compuestos. (Borja, 2008). Desde un punto de vista funcional una nariz Electrónica genérica está formada fundamentalmente por:

Un bloque de transducción cuyo elemento fundamental es un arreglo de sensores químicos o de gas. Este arreglo suele estar formado por un número determinado de sensores. En nuestro caso la nariz cuenta con 5 sensores.

Un segundo bloque de adquisición de señal y conversión a un formato digital apropiado en la que se incluye circuitería de adquisición de datos, fundamentalmente un conversor analógico-digital, es nuestra nariz este bloque es la Tarjeta Arduino Mega 2560.

Otro bloque de procesado, el cual se encarga de transformar la información recibida desde nuestra tarjeta de adquisición de datos la procesa y la muestra en una gráfica en el software MatLab y Scopes.

En la búsqueda de materias primas de la región, se tuvo en cuenta la composición

nutricional de cada una de ellas para la elaboración del suplemento y se seleccionaron las siguientes:

1.5.4 Composición nutricional de las materias primas.

Tabla 1.

Forraje de Yuca

Follaje de Yuca	
Nutriente	Rango
Ms	71.7
Proteína cruda	18 a 29
Fibra cruda	15 a 20
Extracto etéreo	4 a 6
Cenizas	8 a 12
EM (Kcal)	1100

Autor. Jorge Luis Gil Ll y Julian A. Buitrago A

Un follaje de buena calidad, debe contener (en base seca) los nutrientes principales dentro de los siguientes rangos

El principal componente energético del follaje es el almidón, las hojas tienen un nivel relativamente alto de extracto etéreo (5% a 7%, en base seca) que aporta energía y, además una cantidad importante de ácidos grasos esenciales, xantofilas y pigmentos.

El nivel de lisina del follaje de yuca es alto (7,2 g por 100 g de proteína), la lisina sirve para balancear raciones que contienen granos y otros productos pobres para en ese aminoácido (Jorge Luis Gil Ll, 2006).

Tabla 2.*Harina de Naranja*

Composición química	
Materia seca	100 %
Proteína cruda	7.9 %
Fibra cruda	11.2 %
Extracto etéreo	2 %
Ceniza	0.80%
Energía metabolizable	2526 Kcal

Fuente. Mariano M. Cuevas Mendiola

Se aprecia que la cascara de naranja presenta una materia seca del 100%, mientras que la proteína, principal factor para que el animal empiece a ganar peso se encuentra con 7.9%, la fibra cruda al 11.2% la cual es importante porque garantiza la absorción de las proteínas y de los nutrientes que contienen el gabazo de naranja (Mendiola, 2012).

Posee alto valor energético como alimento para rumiantes 2, 6, 14, 53, 77, con un contenido de nutrientes digeribles totales de aproximadamente 80% sobre la base de materia seca. Su costo es bajo, pero su contenido proteico es limitado, siendo necesario aportar nitrógeno a partir de otra fuente cuando se pretende balancear una dieta para la alimentación de bovinos en crecimiento (Coppo JA, 2006).

Estudios previos demostraron que los productos cítricos le proveen al ganado bovino una cantidad adecuada de fibra y vitaminas, y que los aceites esenciales en tales productos tienen un

efecto antibiótico natural. Los datos de Callaway demostraron la viabilidad de utilizar la pulpa de naranja como una fuente de alimento para estimular la actividad antimicrobiana en los intestinos del ganado bovino (Callaway, 2012).

Tabla 3.

Harina de arroz

Composición química	%
Materia seca	90%
Proteína	6.2 g
Carbohidratos	76.9 g
Extracto etéreo	0.8 g
Energía metabolizable	2750 kcal/kg
Ácido linólico	10.91
Ceniza	0.6 g
Fibra	0.3 g

Fuente. Autoras del proyecto, (Blas, Mateos, Guada, & Alonso, 2012).

La razón de utilizar el Tamo de arroz como alternativa alimenticia es debido a que los alimentos fibrosos son básicamente fuente de energía para los rumiantes, que pueden ser fermentados por los microorganismos del rumen con relativa facilidad (Lenda N. Zamora B, 2006).

Tabla 4.*Harina de maíz*

Composición	%
Materia seca	90
humedad	13,87
Proteína cruda	10,3
Extracto etéreo	3,48
FDN	10,63
Ceniza	1,2
Energía M	3000

Fuente. Autoras del proyecto, (Blas, Mateos, Guada, & Alonso, 2012)

Tabla 5.*Gluten de maíz*

Composición	%
Materia seca	87 a 92
Proteína	18-22
Extracto etéreo	2 a 5
Fibra	6 a 10
Ceniza	6,5 a 7,5
Energía M	2650

Fuente. Autoras del proyecto, (Blas, Mateos, Guada, & Alonso, 2012).

La harina de gluten de maíz (tabla 5) es un concentrado con un porcentaje de proteína de alrededor del (40 % a 60%) y energía, es una valiosa fuente de metionina utilizada para complementar otras harinas proteicas.

Tabla 6.*Concentrado cremosa*

Proteína cruda %	18%
Proteína protegida %	5%
Grasa %	6%
Carbohidratos no estructurales (CNE) %	26%
En lactancia (MCAL/KG)	1,76
Calcio %	2%
Fósforo %	0,50%

Fuente. Autoras del proyecto, (Itacol.).

Cremosa utiliza un alto contenido de azúcares y almidones y fuentes de fibra de alta digestibilidad que incrementa por lo tanto la producción de leche. Estas mismas características permiten utilizar cremosa como sustituto parcial del forraje en épocas de escasez de pastos en una relación de 1.5 kg de forraje (en materia seca) por 1 kg de cremosa.

Tabla 7.*Melaza*

Composición química	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	78
Proteína	%	2
Metionina	%	0
Metionina + cistina	%	0
Lisina	%	0
Calcio	%	0,6
Fósforo disponible	%	0,07
Fibra	%	0
Ceniza	%	9,8
Energía M	%	2060

Fuente. Autoras del proyecto, (Blas, Mateos, Guada, & Alonso, 2012).

Las melazas son particularmente apreciadas en la alimentación de los rumiantes, especialmente para ganado, puesto que estimulan el crecimiento de la flora ruminal y hace que los animales aprovechen de una forma más efectiva los alimentos fibrosos tales como la paja, heno, etc. Las melazas pueden tener un gran valor cuando se alimenta a los rumiantes con materia fibrosa y se añade como suplemento un pienso melazado, ya que las melazas incrementan la digestibilidad de los forrajes y aumentan por lo tanto el valor alimenticio de toda la ración.

Tabla 8.

Aceite Girasol

Aceites y grasas	
Porción comestible	1
Agua (ml)	0.1
Energía M (Kcal)	5745
Carbohidratos (gr)	0
Proteínas (gr)	0
Lípidos (gr)	99.9
Sodio (mgr)	21
Potasio (mgr)	13
Fósforo (mgr)	7
Fibra vegetal (gr)	0
Ácidos Grasos Poliinsaturados (gr)	62.8
Ácidos Grasos Monoinsaturados (gr)	20
Ácidos Grasos Saturados (gr)	9
Ácido Linoleico (gr)	62.8

Fuente. Autoras del proyecto, (Blas, Mateos, Guada, & Alonso, 2012).

Es una fuente de energía de alta disponibilidad que se absorbe íntegramente en el duodeno

aportando grande dosis de energía diaria principalmente para vacas durante el primer tercio de lactación.

Beneficios de los microorganismos eficientes en el ganado Bovino

El uso de EM en la alimentación y en el agua ofrecida al ganado tiene como objetivo incrementar la digestibilidad, la asimilación de nutrientes, aprovechamiento de los minerales y, consecuentemente, mejora la conversión alimenticia y la ganancia de peso de los animales. Esto porque los microorganismos como *Lactobacillus* y *Saccharomyces* han sido usados exitosamente como probióticos en la alimentación animal. Además, al hacer más eficiente el proceso digestivo y ruminal, el EM reduce la producción de gases intestinales nocivos (metano) con lo que los animales se alimentan mejor, también reduce los requerimientos regulares de medicinas, antibióticos y desinfectantes, reduce los factores de “stress” del animal, ayudando a reforzar el sistema inmunológico contra enfermedades y mejora significativamente la salud de los animales, como por ejemplo, disminución de mastitis, disminución de diarreas (coccidia).

Tabla 9.*Minerales*

Cada 100 g contienen:	
Magnesio	6.3%
Cobre	3.15%
Zinc	14.7%
Yodo	0.21%
Cobalto	0.105%
Vitamina A	250.000 U.I.
Vitamina D3	50.000 U.I.
Vitamina E	500 U.I.
Humedad	5% máximo

Fuente. Autoras del proyecto, (Ropsohn, 2011).

Los minerales trazas o micro elementos y las vitaminas son de enorme importancia en la nutrición animal y deben suministrarse en cantidades suficientes para los requerimientos diarios.

2.4 Marco teórico

Entre las estrategias para mitigar las emisiones de CH₄ se ha propuesto: reducir el número de animales rumiantes, aumentar el número de animales no rumiantes, manipulación genética de los microorganismos ruminales metanogénicos y manipulación dietética-nutricional; esta última parece ser la de mayor potencial en términos de simplicidad y factibilidad (Bonilla Cárdenas & Lemus Flores, 2012).

La manipulación nutricional para suprimir la metanogénesis incluye uso de forrajes de alta calidad, alta proporción de granos en la dieta, uso de aditivos (compuestos químicos, ácidos

orgánicos, ionóforos, probióticos), dietas ricas en ácidos grasos insaturados y de extractos vegetales (aceites esenciales) modificación de las prácticas de alimentación y suplementarían a dietas basadas en pajas. Estas prácticas de alimentación reducen las emisiones de CH₄ por la modificación de la fermentación ruminal, inhibiendo directamente los metanogénicos y protozoarios, o desviando los iones hidrógeno de los metanogénicos. (Bonilla & Lemus-flores, 2015).

Según Lila et al. (2003), La producción de metano presenta una correlación negativa con la disponibilidad de energía proveniente de los alimentos, por lo tanto, una reducción en la producción de metano a través del uso de aditivos para alimentos y de la canalización de hidrógeno hacia los ácidos grasos de cadena corta y masa microbial, es deseable siempre y cuando éstos no afecten la productividad animal.

Según Carmona (2005), diversas evidencias muestran que la tasa de emisión de metano por fermentación ruminal, está relacionada con las características físico-químicas de la dieta, las cuales afectan el nivel de consumo y la frecuencia de alimentación. Así mismo Moss, (2000), señalan que los modelos basados en el balance químico de la fermentación han sido utilizados en la predicción de la producción de metano y que existe una correlación negativa alta entre la proporción molar de propionato y la producción de metano por unidad de sustrato fermentado.

Según Bonilla Cárdenas y Lemus Flores (2012) El molido y el peletizado de los forrajes disminuyen marcadamente la producción de CH₄; sin embargo, este efecto no se manifiesta cuando el consumo se restringe. Parece ser que la mayor tasa de pasaje que provocan estos

procesos, es la causa de la menor producción. La amoniatización o suplementación proteínica a forrajes de baja calidad provoca mayor pérdida de CH₄, proporcional al mejoramiento en la digestibilidad, sin embargo, la pérdida global (por unidad de producto) disminuiría.

A medida que el consumo diario de alimento se incrementa, el porcentaje de energía bruta que se pierde como CH₄ se reduce. Sin embargo, esto depende a su vez del tipo de alimento, ya que por ejemplo, cuando se ofrecen cantidades limitadas de carbohidratos altamente digestibles, ocurre proporcionalmente una elevada pérdida de CH₄, y viceversa, cuando se ofrecen grandes cantidades de carbohidratos altamente digestibles, ocurre proporcionalmente menor pérdida de CH₄. El tipo de carbohidrato también afecta la producción de CH₄, ya que los azúcares solubles son menos metanogénicos que los estructurales, y que el almidón.

2.5 Marco legal

En la Constitución Política de la Republica de Colombia, publicada en la Gaceta constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991. En el Título II Derechos, Sección Segunda, Ambiente Sano.

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 65°.- La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad.

Artículo 334. La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano (El pueblo de Colombia, 1991).

La Constitución Política de Colombia de 1991 estableció una serie de preceptos ambientales como el Artículo 2° que determina la obligación del Estado y de los particulares de proteger las riquezas culturales y naturales de la nación; el Artículo 58 que establece la primacía del interés general sobre particular y la función social y ecológica de la propiedad; y los Artículos 79 y 80 que establecen el derecho colectivo a un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración y prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental (Ideam, 2010).

Es importante señalar a partir de la adhesión de Colombia a la CMNUCC, mediante la Ley

629 de 2000, aprobó el Protocolo de Kioto, el cual fue promulgado posteriormente a través del Decreto 1546 del 16 de febrero de 2005, de acuerdo con lo estipulado en los Artículos 4.1 y 12.1 de la CMNUCC1, se insta a las partes a desarrollar programas y medidas nacionales y regionales, donde proceda, que resulten en la mitigación del cambio climático inducido por el hombre (Ideam, 2010).

También el país, mediante la expedición de la Ley 164 de 1994, aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – CMNUCC con el propósito de adelantar acciones para abordar la problemática del cambio climático. La ratificación de este instrumento implica el cumplimiento por parte de Colombia de los compromisos adquiridos, de acuerdo con el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y en consideración al carácter específico de sus prioridades nacionales de desarrollo.

Capítulo 3: Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El diseño experimental, refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias. Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Todo esto basado en la metodología de la metodología de la investigación planteada por (Hernández, Fernández, Batista, 2010).

3.2 Modelo estadístico

Se aplicó un Análisis de Varianza ($p \leq 0.05$) para un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y una repetición por tratamiento, con un resultado de tres unidades experimentales, para un total de 6 vacas de la raza BON.

Para la comparación entre los promedios de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey. Se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \text{ tratamiento}$$

$$j = 1, 2, 3 \text{ repetición}$$

Dónde:

X_{ij} = Observación experimental

u = Media aritmética general

t_i = Efecto del i –ésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto de la j –ésima unidad experimental a la que se le aplicó el i –ésimo tratamiento (error experimental).

3.2.1 Tratamientos experimentales

Los tratamientos utilizados fueron:

T0(f): Alimentación en base a pastoreo sin suplementación.

T1(fsr): Alimentación en base a pastoreo y 10% de suplemento.

T2(fsl): Alimentación en base a pastoreo y 20% de suplemento.

3.3 Población

En la granja experimental de la UFPSO se cuenta con dos núcleos de ganado bovino, uno de ganado lechero y otro del ganado criollo. El ganado criollo cuenta con 21 animales, 7 bovinos ubicados en establos y 14 bovinos en pastoreo, de la raza Blanco Orejinegro (BON).

3.4 Muestra

Se tomaron 6 animales BON de pastoreo, con un peso promedio de 350 kg y edad promedio de 4 años.

3.5 Variables e indicadores.

Tabla 10.

Indicadores

VARIABLE	INDICADOR	INSTRUMENTO
CH ₄	Ppm (partes por millón)	Nariz electrónica
Consumo de suplemento	Gr	Peso
Ganancia de peso	Kg	Báscula

Fuente. Autoras del proyecto.

3.6 Metodología

Esta investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña; que está ubicada a la margen derecha del río Algodonal, dentro del campus universitario, a una altura de 1150msnm, con una temperatura promedio de 23 °C, humedad relativa del 70% y una extensión de 135 ha. La Universidad, presenta una superficie de: 672,3 km² con una Población aproximada: 7606, Tiempo: 19°C, viento del NE a 5 km/h y una humedad del 100%. Las instalaciones del ganado criollo blanco orejinegro donde se desarrolló el ensayo cuentan con un área disponible de 3983 m². (Figura 1).



Figura 1. Área de investigación.

Fuente. Autoras del proyecto.

El trabajo se desarrolló durante 45 días, periodo dividido en dos fases:

Fase de pre-ensayo, etapa de acostumbramiento al consumo del suplemento, en este periodo las vacas BON estuvieron en pastoreo los primeros 15 días, suministrando paulatinamente el suplemento (tabla 11).

Tabla 11.

Acostumbramiento al suplemento.

Periodo de Acostumbramiento		
Día	Grs T1	Grs T2
1	300	400
2	400	600
3	500	800
4	500	900
5	600	1000
6	600	1000
7	700	1200
8	700	1400
9	700	1600
10	800	1700
11	800	1800
12	800	1800
13	900	1900
14	900	1900
15	900	1900

Fuente. Autoras del proyecto.

Fase experimental, en este periodo se le suministro el suplemento estipulado a los animales de cada tratamiento, por un periodo de 30 días.

Tabla 12.*Fase experimental.*

Periodo de Evaluación		
Días	Gramo T1	Gramos T2
30	1000	2000
Total	26000	52000

Fuente. Autoras del proyecto.**Elaboración del suplemento**

Se realizaron 300 kg de suplemento con la ayuda del paquete Microsoft Excel.

Del listado de materias primas disponibles en la región (Tabla 13), se seleccionó: harina de maíz, harina de arroz, gluten de maíz, aceite girasol, premezcla mineral, melaza, microorganismos eficientes, forraje de yuca y cascara de naranja.

Tabla 13.*Materias primas de la Región*

MATERIAS PRIMAS DE LA REGIÓN			
Harina de Matarraton	Cascarilla de cacao	Cogollo de caña	Bachearías
Harina de palmiste	Caña de azúcar	Aceite de palma	Estrella
Harina de yatago	Cascara de naranja	Aceite de colza	Maíz forrajero
Harina de arroz	Gluten de maíz	Harina de galleta	Sorgo forrajero
Cebada	Salvado de trigo	Aceite de girasol	Angleton
Residuo de Panadería	Levadura de cerveza	Aceite de soya	King grass
Residuo de frituras	Suero de leche	Aceite de maíz	Microorganismos
Salvado de Arroz	Melaza	Suero de leche	Harina de leucaena
Plátano	Semillas de algodón	Gallinaza	Maní forrajero
Forraje de yuca	Semillas de girasol	Guinea	Saccharina

Fuente. Autoras del proyecto.

Se recolecto forraje de yuca en la vereda La Pradera de Ocaña Norte de Santander, luego se llevó al laboratorio de nutrición animal de la UFPSO, donde se realizó el secado por un tiempo de 48 horas a una temperatura de 60°C. La cascara de naranja se obtuvo de diferentes puntos de venta de jugos naturales y se procedió a secar en la marquesina de la granja experimental.

Posteriormente se molió el forraje de yuca y la naranja, en un molino con criba de 6 mm. La harina de maíz, harina de arroz y aceite girasol se compraron, el gluten de maíz, la premezcla mineral, la melaza y los microorganismos eficientes la universidad los facilitó.

La elaboración del suplemento se realizó en la bodega de alimentos del proyecto de ganado criollo, se añadió cada una de las materias primas de menor tamaño a mayor tamaño de partícula,

mezclando una tras otra, para lograr una unión homogénea y finalmente empacar para el suministro diario del animal.

Al pasto estrella (*Cynodon plectostachius*), pasto kin grass (*Pennisetum purpureum*) y mezcla de silo maíz (*Zea mays*), King grass y guinea (*Panicum máximum*), que se le brindaba al animal se le hizo materia seca, ceniza y extracto etéreo.

Distribución y manejo de los animales.

La distribución se basó, previo estudio de la edad del hato, número de partos y peso de los animales, en una selección al azar de los individuos que hicieron parte de cada réplica.

En los primeros 15 días de la investigación (fase pre-ensayo) los animales fueron alojados en dos potreros de la granja, haciendo divisiones por franja, la cual se corría cada día. Para la fase experimental los animales se manejaron 15 días en pastoreo y posterior se llevaron a estabulación de forma individual hasta finalizar la investigación, con el objetivo de obtener una medición más precisa y determinar el efecto del suplemento en la producción de metano.

Alimentación.

El proyecto de ganado bovino criollo de la Universidad, maneja la alimentación a base de forraje y la adición de 2 kg de concentrado.

Los animales en potrero consumían pasto estrella roja (*Cynodon plectostachyus*), además

de una mezcla de pasto de corte King grass (*Pennisetum purpureum*), guinea (*Panicum máximum*) y silo de maíz, en un promedio de 25 kg/día por animal. El silo de maíz se brindó sólo cuando había disponibilidad. En estabulación se le suministró 30 kg de pasto de corte por animal y la cantidad de suplemento para cada uno de los tratamientos T1 y T2.

En pastoreo los animales de cada tratamiento, se les suministro el alimento y el suplemento en horas de la mañana. En estabulación se alimentaron en dos jornadas durante el transcurso del día.

3.7 Recolección de datos

Para la medición de CH₄ se utilizó el equipo Nariz electrónica, diseñado en la tesis de maestría *Nariz Electrónica para la Detección de Olores Ofensivos*, presentada por los estudiantes: Jose Asdrúbal Gerardino Carrascal y Rafael Jesús Gerardino Carrascal de la Universidad de Pamplona, tesis que se encuentra en desarrollo.

La medición del gas se realizó dos veces al día, uno a las 7:00 de la mañana y la segunda a las 2:00 de la tarde, durante dos días. Los datos arrojados por el equipo se llevaron a una tabla de Excel para ir computando la información.

El consumo de alimento diario se registró durante el periodo de estabulación (15 días), pesando el restante del forraje de cada animal, antes de brindar la siguiente ración.

Con el objetivo de observar si el suplemento alteraba positiva o negativamente la ganancia de peso de los animales, estos fueron pesados al inicio y al final del ensayo, la información se registró en una hoja de Excel.

3.8 Análisis de datos.

El análisis estadístico de los datos se realizó con la ayuda del paquete Microsoft Excel 2013, además del paquete estadístico SPSS.

Se trabajó un Diseño completamente al azar ($p \leq 0.05$), realizando análisis de varianza, y prueba de comparación de medias de Tukey.

Capítulo 4: Análisis de resultados

La alimentación es la base fundamental del animal debido a que proporciona todos los nutrientes necesarios para el buen funcionamiento del sistema digestivo. En los rumiantes los efectos positivos que pueda tener el alimento en el rumen permite conseguir un máximo rendimiento. Por consiguiente, en la búsqueda de estrategias para reducir la emisión de GEI en la actividad ganadera, se destacan el mejorar la calidad de la alimentación, forrajes menos fibrosos y fórmulas balanceadas (Guzmán, 2014). Lo anterior permite mejorar la digestión y aprovechamiento de los nutrientes por parte de los animales, reduciendo la generación de metano (Bonilla Cárdenas & Lemus Flores, 2012).

4.1 Suplemento

Tabla 14.

Suplemento.

Ingrediente	Suplemento			
	Fresco (kg)	M.S. (%)	M.S. total (kg)	M.S. para 2 Kg
Harina de maíz	25	86,9	21,73	0,52
Harina de arroz	32	89,7	28,70	0,69
Cascara de naranja	20	90,2	18,04	0,44
Harina de yuca	8,44	90,6	7,65	0,18
Microorganismos	3,2	0	0,00	0,00
Aceite girasol	3	99	2,97	0,07
Melaza	5	73,7	3,69	0,09
Minerales	1		0,00	0,00
Gluten	1,56	92	1,44	0,03
Total	100		82,77	2,03

Fuente. Autoras del proyecto.

Se realizó un total de 300 kg de suplemento, en su elaboración se tuvo en cuenta el contenido de materia seca de cada una de las materias primas, el límite de inclusión de ellas y el aporte de materia seca para el suministro más alto (2 kg tratamiento T2) (tabla 14).

Teniendo en cuenta la composición nutricional de las materias primas (tabla 15) y el porcentaje de inclusión de cada una de ellas, se hizo un balance para saber el aporte de energía del suplemento (tabla 16).

Tabla 15.

Composición nutricional.

Materias primas	EM	M.S %	PC	FDN	FDA	EE	Cen
	(kcal/kg)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Harina de naranja*	2526**	90,2	6,3	17,4	18,4	2 %	3,85
Harina de yuca	1100 ⁺	71,7	22	39,6	20,9	6,0	8,47
Harina de maíz	3000	86,9	9,1	31,60	10,63	3,48	3,67
Harina de arroz	2750	89,7	13,8	25,7	11,9	0,8	
Gluten de maíz	2650	92	18,8	36,1	9,4	3,0	6,0
Melaza	2060	75	4,3	0,0	0,0	0,1	10,1
Aceite girasol	5745	0	0	0	0	0	0
Minerales	0	0	0	0	0	0	0
E.M	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. (FEDNA, 2016). (⁺) Buitrago (1990) citado por (Pérez López & Yépez Florez, 2009)

Nota: (*) información obtenida del análisis realizado por el laboratorio bromatológico de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. (**) Dato calculado en base al valor calorífico bruto.

Tabla 16.*Energía del suplemento.*

	MS		PC		EM		Alimento base fresca
Suplemento	%	Kg	%	Kg	Kcal/kg	Kg	Kg
Harina de maíz	86,9	0,52	9,1	0,048	3000	1575	0,60
Harina de arroz	89,7	0,69	13,8	0,096	2750	1907	0,77
Cascara de naranja	76,1	0,44	6,3	0,027	2526	1101	0,48
Harina de yuca	90	0,18	22	0,041	1100	203	0,20
Microorganismos		0,00	0	0,000	0	0	0,00
Aceite girasol	99	0,07	0	0,000	5745	412	0,07
Melaza	73,7	0,09	4,3	0,004	2060	183	0,12
Minerales		0,00		0,000		0	0,00
Gluten	88,6	0,03	18,8	0,007	2650	92	0,04
Total		2,05		0,224		5498	0,06

Fuente. Autoras del proyecto.

Como se observa en la tabla 16 el aporte energético del suplemento es de 5498 kcal/kg de EM; que puede representar un 39% del requerimiento total de energía para vacas con un peso de 350 kg.

Consumo de alimento

La medición de consumo se hizo sólo para el periodo de estabulación, periodo en el cual los animales se encontraban separados, uno por corral, y se tenía mayor control de alimento suministrado y desechado.

Tabla 17.*Consumo de forraje en estabulación.*

Consumo de forraje			
Día	T0 kg	T1 kg	T2 Kg
1	29	28	30
2	30	27	29
3	30	27	29
4	28	27	29
5	28	28	28
6	27	28	28
7	30	28	27
8	30	26	30
9	27	27	28
10	28	27	27
11	30	28	27
12	30	28	28
13	30	27	30
14	29	28	30
15	29	27	29

Fuente. Autoras del proyecto.

En esta variable se observó un consumo promedio de forraje de 29 kg/día en el tratamiento control (T0), el (T1) tuvo un consumo promedio de 27,4 Kg/día y el consumo promedio para el (T2) fue de 28,6 Kg/día, la diferencia de consumo en el (T1) y (T2) con respecto al tratamiento control, se debe al consumo de suplemento.

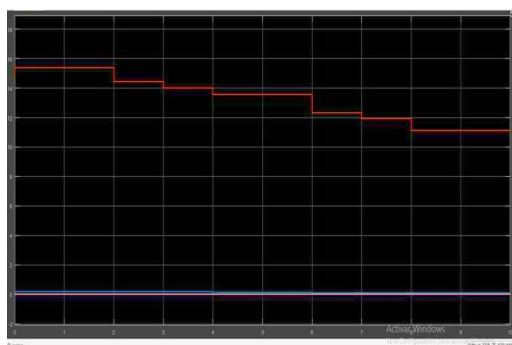
Producción de gas metano (CH₄)

Se determinó el efecto del suplemento y su relación con la producción de gas CH₄ en las

vacas BON, por medio de un equipo detector de gases, el cual va conectado al ordenador que tiene el programa Scopes, con el fin de revelar los resultados de cada medición por medio de gráficas, cada línea de color representa un gas, la línea roja describe la producción de metano. El eje Y representa la producción de gas con respecto al tiempo en el eje X (Figura 2 a la 13

Día 1 Alimentación en base a pastoreo sin suplementación.

T0 am



T0 pm

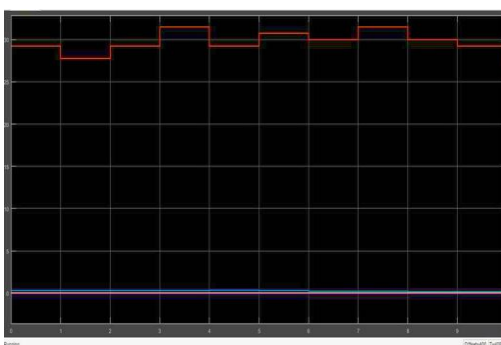
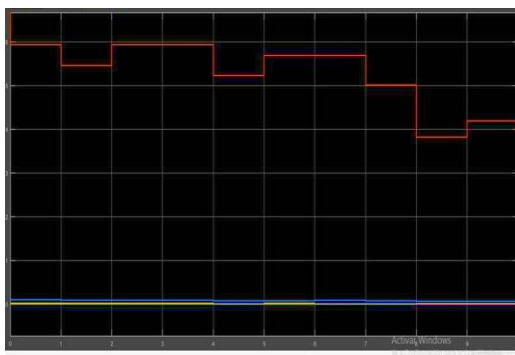


Figura 2. Producción de CH₄ de 15.5 ppm **Figura 3.** Producción de CH₄ de 29 ppm.

Alimentación en base a pastoreo y 10% de suplemento.

T1 am



T1 pm

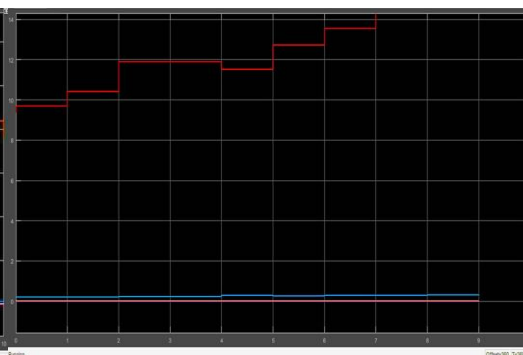


Figura 4. Producción de CH₄ de 5.9 ppm **Figura 5.** Producción de CH₄ de 9.8 ppm.

Alimentación en base a pastoreo y 20% de suplemento.

T2 am

T2 pm

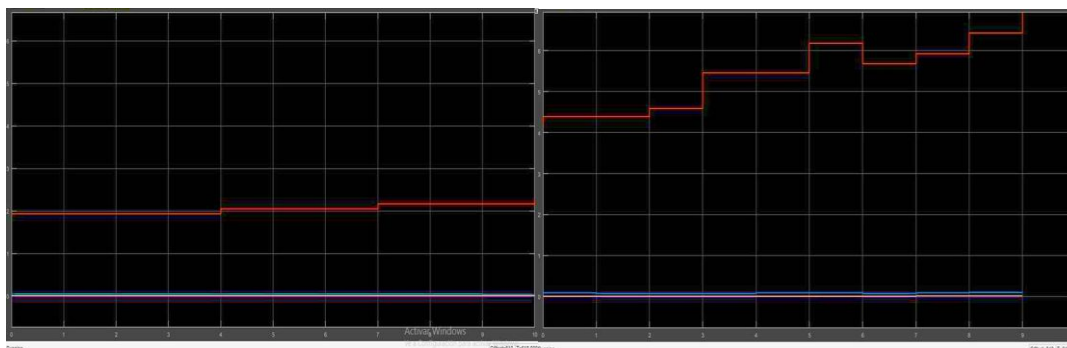


Figura 6. Producción de CH₄ de 1.9 ppm. **Figura 7.** Producción de CH₄ de 4.3 ppm.

Día 2

T0 am

T0 pm

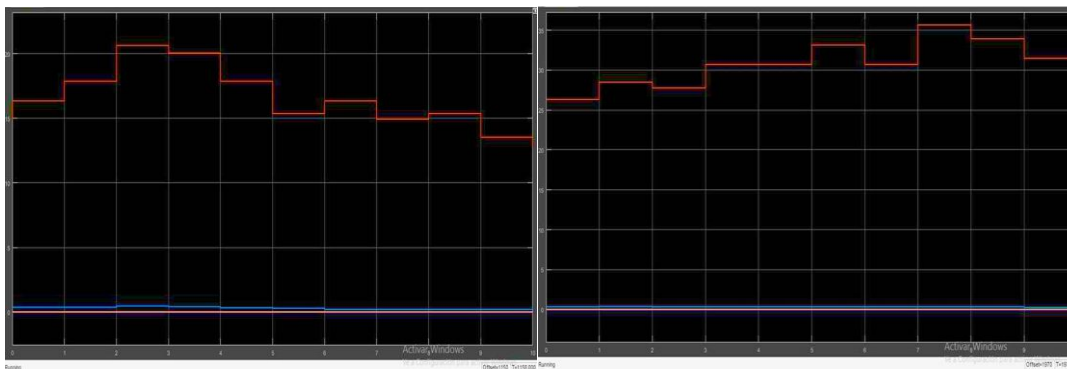
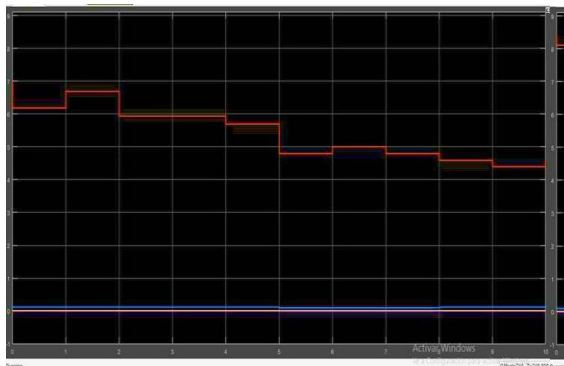
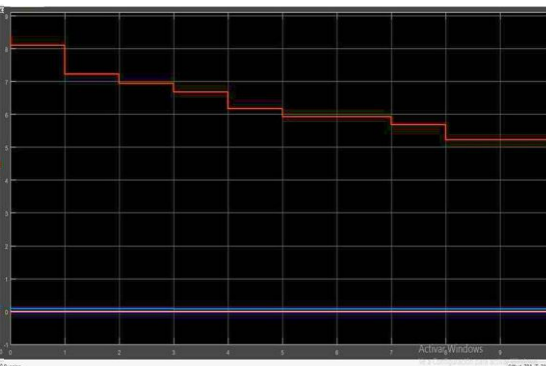
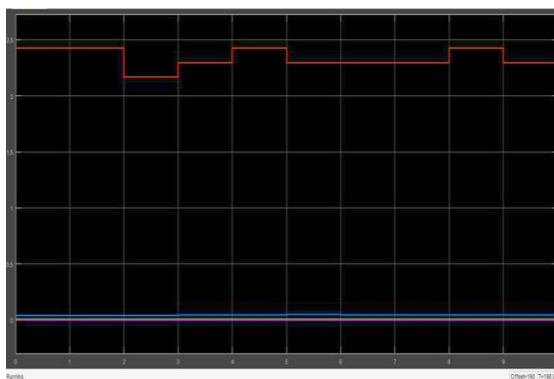
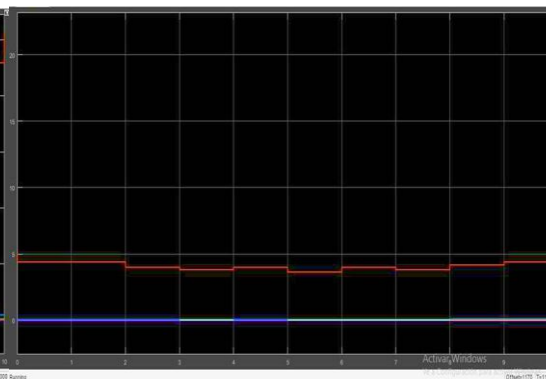


Figura 8. Producción de CH₄ de 16 ppm. **Figura 9.** Producción de CH₄ de 27 ppm.

T1 am**T1 pm****Figura 10.** Producción de CH₄ de 6.2 ppm. **Figura 11.** Producción de CH₄ de 8.1 ppm.**T2 am****T2 pm****Figura 12.** Producción de CH₄ de 2.4 ppm. **Figura 13.** Producción de CH₄ de 4.0 ppm.

Al realizar la gráfica de producción de metano en todos los tratamientos (figura 14), se muestra una mayor producción de metano en el T0: Alimentación en base a pastoreo sin suplementación, en T1: Alimentación en base a pastoreo y 10% de suplemento; se observa una disminución CH₄ al igual que en el T2: Alimentación en base a pastoreo y 20% de suplemento, lo que nos permite observar que el suplemento suministrado a los animales ha funcionado para mitigar el gas CH₄.

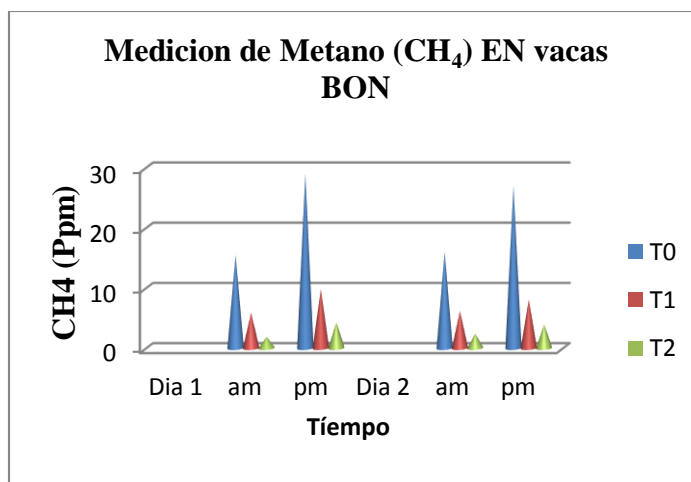


Figura 14. Gráfico de la producción de metano.

Fuente. Autoras del proyecto.

Durante los dos días de medición, en el T0 se estimó una emisión de metano de 21.88 ppm, en el T1 7,50 ppm y en el T2 3,15 ppm (tabla 18 y 19). Al culminar el proyecto, se logró evidenciar que existe diferencia entre el T0 (en base a solo forraje) y los T1 y T2 (suplemento), dado que en T1 se obtuvo una reducción de gas metano de 14,38 ppm y T2 de 18,73 ppm, con respecto al gas metano producido por el T0. Con la ejecución de la investigación, se demuestra que el uso del suplemento puede ser una alternativa eficiente en la mitigación de metano.

Tabla 18.

Producción del gas metano en la Granja Experimental de la UFPSO, en los dos días de medición.

	Día 1 (ppm)			Día 2 (ppm)			(ppm)
	Am	Pm	Pro	Am	Pm	Pro	
T0	15,5	29	22,25	16	27	21,50	21,88
T1	5,9	9,8	7,85	6,2	8,1	7,15	7,50
T2	1,9	4,3	3,10	2,4	4	3,20	3,15

Fuente. Autoras del proyecto.

Tabla 19.*Diferencia de los resultados de la producción de metano.*

CH4	T0	T0-T1	T0-T2
Pro(Ppm)	21,88	14,38	18,73

Fuente. Autoras del proyecto.

- **Análisis de varianza para cada uno de los factores.**

Análisis de varianza para la emisión de metano (ppm).**Tabla 20.***Producción de metano.*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	768,252	2	384,126	20,794	0,0004
Dentro de grupos	166,258	9	18,473		
Total	934,509	11			

Fuente. Autoras del proyecto.

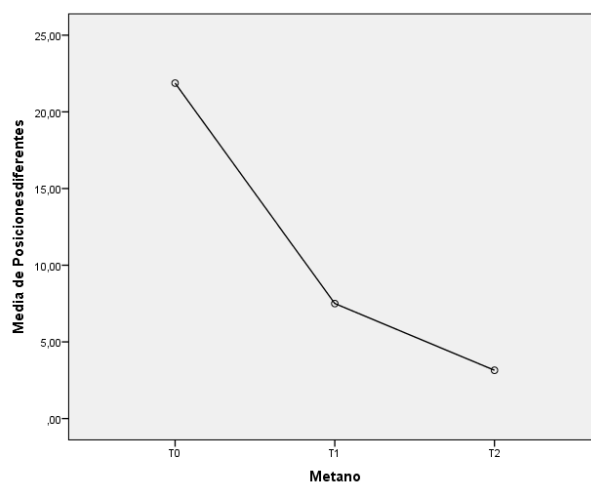


Figura 15. Gráficos de medias de producción de metano.
Fuente. Autoras del proyecto.

Se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los tres tratamientos producen diferencias altamente significativas con un P valor de 0,00042, encontrando una mayor producción de metano en el tratamiento control (T0) lo que nos indica que el aporte de suplemento disminuyó la producción de metano en los tratamientos (T1) y (T2) de acuerdo a la proporción incluida.

Peso corporal (kg)

Tabla 21.

Ganancia de peso.

Tto	N° animal	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	GP (kg)	GDP (kg)
T0	12-012	597	634	37	0,82
T0	15-006	330	370	40	0,89
T1	12-002	413	434	21	0,47
T1	13-004	420	425	5	0,11
T2	12-010	462	486	24	0,53
T2	12-014	427	450	23	0,51

Fuente. Autoras del proyecto.

Análisis de varianza para el peso corporal (kg).

Tabla 22.

Diferencia de peso.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	657	2	328,5	7,40977444	0,06907753	9,5520945
Dentro de los grupos	133	3	44,3333333			
Total	790	5				

Fuente. Autoras del proyecto.

De lo anterior se puede deducir que: teniendo en cuenta el peso de inicio de los animales en la investigación, la ganancia de peso, no presenta diferencias estadísticas significativas entre los grupos tratados y el grupo control, con un valor P de 0,069.

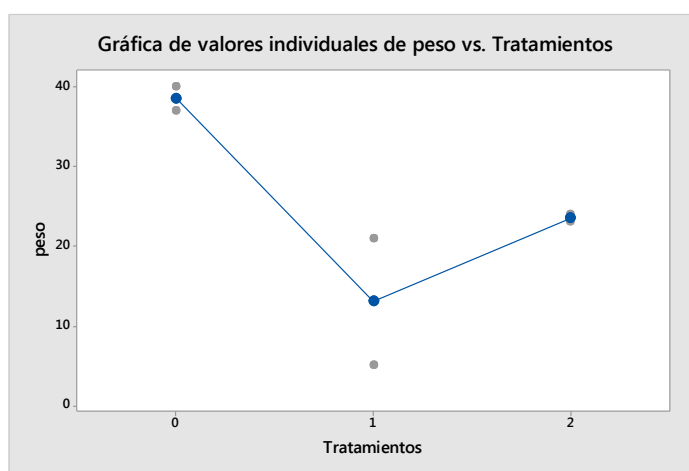


Figura 16. Gráfico de medias la diferencia de peso
Fuente. Autoras del proyecto.

Análisis de varianza para el consumo forraje (kg).

Tabla 23.

Consumo de forraje 15 de los días de estabulación.

ANOVA					
Posición	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	20,800	2	10,400	10,602	,000
Dentro de grupos	41,200	42	,981		
Total	62,000	44			

Fuente. Autoras del proyecto.

De lo anterior se puede deducir que hubo una diferencia altamente significativa con un p valor de 0,0001, en el tratamiento control (T0) con respecto a los tratamientos evaluados, esto se presenta debido a los porcentajes de inclusión de suplemento suministrados a los tratamientos (T1) y (T2).

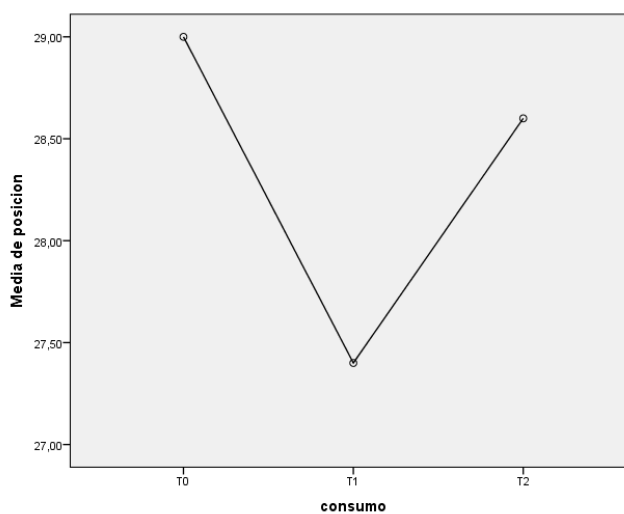


Figura 17. Gráfico de medias del consumo de forraje.
Fuente. Autoras del proyecto.

4.2 Pruebas del rango estudentizado de Tukey (HSD).

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para la emisión de metano. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 24.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para la producción de metano.

Factor	N	Media	Agrupación
T0	4	21,88	A
T1	4	7,500	B
T2	4	3,150	B

Fuente. Autoras del proyecto.

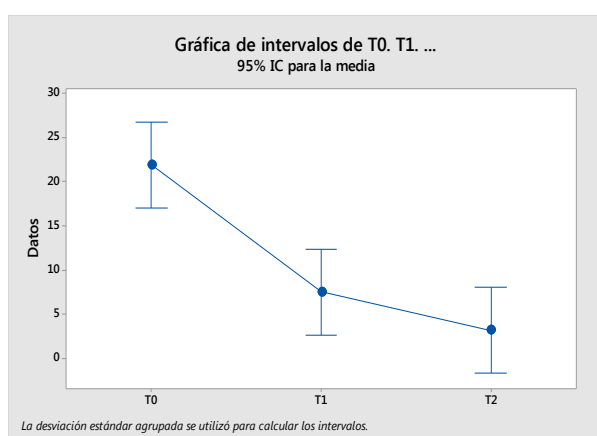
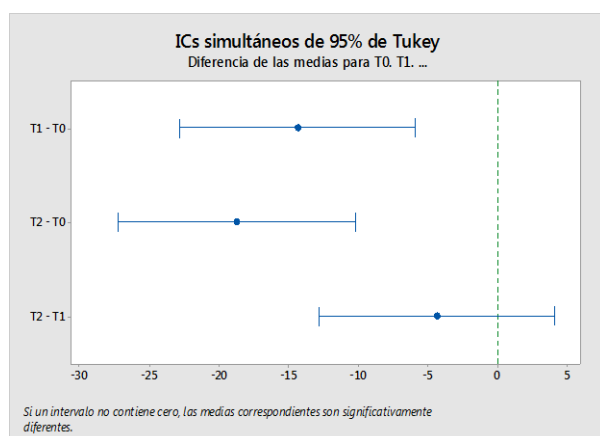


Figura18. Gráfico de la prueba de Tukey CH₄. **Figura 19.** Gráfico de intervalos del CH₄.

Al realizar la prueba de rango estudentizado de Tukey para la producción de metano, se

observa una deferencia estadística altamente significativamente entre el grupo testigo (T0) y los grupos tratados, y una homogeneidad entre los grupos (T1) y (T2).

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para consumo de forraje.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 25.

Consumo de forraje.

Factor	N	Media	Agrupación
T0 kg	15	29,000	A
T2 Kg	15	28,600	A
T1 kg	15	27,400	B

Fuente. Autoras del proyecto.

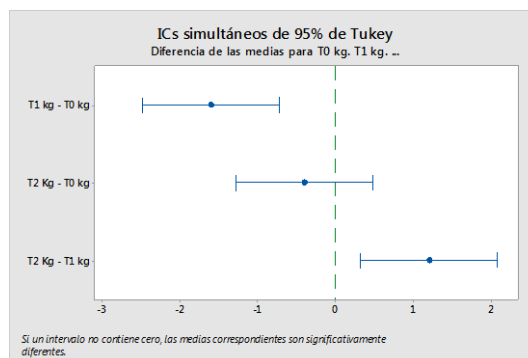
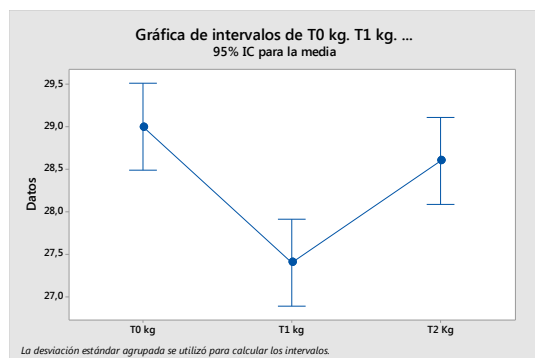


Figura 20. Intervalo consumo de forraje. **Figura 21.** Prueba de Tukey consumo forraje.

Realizando la prueba del rango estudentizado de Tukey, se observa una diferencia estadística altamente significativa en el Tratamiento (T1) y los tratamiento (T2) y (T0) en el consumo de forraje.

Resumen de resultados

Tabla 26.

Resumen.

Variable	(T0)	(T1)	(T2)
Peso inicial	463,5	416,5	444,5
Peso final	502	429,5	468
CH₄	21,87	7,5	3,15
Forraje	29	27,4	28,6

Fuente. Autoras del proyecto.

De lo anterior se puede deducir que al inicio de la investigación no se presentan diferencias estadísticas significativas en el peso corporal, debido a la distribución homogénea de los animales en cada grupo; y en cuanto a la ganancia de peso al finalizar la investigación de presentan diferencias estadísticas significativas entre los grupos tratados y el grupo control; debido a la inclusión del suplemento a los tratamientos (T1) y (T2).

La producción de metano presenta una diferencia altamente significativa en los tres tratamientos, encontrando una mayor producción de metano en el tratamiento control (T0) lo que nos indica que el aporte de suplemento disminuyó la producción de metano en los tratamientos (T1) y (T2) de acuerdo a la proporción incluida.

En el consumo de forraje se encontró una diferencia significativa en el tratamiento control (T0) con respecto a los tratamientos evaluados, esto se presenta debido a los porcentajes de inclusión de suplemento suministrados a los tratamientos (T1) y (T2).

4.3 Discusión

El suplemento realizado es un producto que por su composición en conjunto de las diferentes materias primas, promueven un proceso de fermentación antioxidante benéfico mejorando la disponibilidad de nutrientes lo que favorece la salud intestinal.

Entre los beneficios que se pueden obtener al implementar un suplemento energético se encuentra que mejoran la digestibilidad del animal y por lo tanto tiene menor producción de metano como lo menciona (Johnson y Johnson, 1995), indicando que existe un mayor aprovechamiento de la energía consumida, está asociada a la disminución en las pérdidas de metano, que según Johnson y Johnson (1995) varían de un 2 y 12%, dependiendo de la dieta, así, al mejorarse esta, se optimiza la energía metabólica de la dieta.

El consumo de maíz en partes pequeñas, ayuda a transportar el almidón hasta llegar al intestino delgado, gracias a una envoltura proteica (zeina) que lo recubre y en parte lo protege de la acción de las enzimas bacterianas del rumen, evitando que hayan pérdidas de calor y gases durante la fermentación; el almidón que pasa inalterado hasta el intestino delgado (almidón by-pass) es, en términos de energía, más eficiente (42% mayor) que aquel que es fermentado a Ácidos Grasos Volátiles, con producción de anhídrido carbónico y pérdidas de metano y calor.

Varios autores han señalado que la adición de grasa, especialmente la insaturada (Zhang 2008) y la de cadena media a la ración, (Lovett 2003; Jordan 2006b; Beauchemin y McGinn, 2006), implica alteraciones en la flora microbiana que disminuyen la digestión de la fibra y

favorecen la formación de propiónico y una menor producción de metano (Demeyer 1969; Van Soest 1994; Johnson y Johnson, 1995).

Registro anecdótico del proyecto.

En el proceso de búsqueda del forraje de yuca existieron diversas dificultades, ya que tuvimos que desplazarnos a zonas con alto riesgo de inseguridad, el transporte no fue fácil, ya que eran caminos angostos e inclinados y obtener el permiso para recolectar la cantidad necesaria fué difícil.

Durante el secado del forraje de yuca y la cascara de naranja, inicialmente se quiso realizar en el horno del laboratorio de nutrición animal, pero debido a la gran cantidad del material, fue necesario buscar otras alternativas, por lo tanto decidimos utilizar la marquesina que se encuentra en la granja de la universidad, facilitándonos el proceso.

Se planteó suministrar el suplemento en harina a las vacas BON para conseguir una unión homogénea, se buscó un molino especial para transformar el forraje de yuca y la cascara de naranja en harina, pero en la región no se encontró. El proyecto caprino de la granja experimental de la UFPSO, cuenta con un molino eléctrico, que no tiene la capacidad para triturar elementos rígidos como la cascara de naranja y tiene una criba de 6 mm que no permitió una pulverización adecuada de estas materias primas.

El alojamiento de los animales en los potreros durante los primeros 15 días fue complejo,

dado que ellos están acostumbrados a permanecer en su núcleo, su comportamiento al ser separados fue de saltarse las franjas en los potreros para estar unidos nuevamente, siendo un trabajo dificultoso para volverlos a unir en cada uno de los tratamientos. Para mantener el confort del animal, se tuvo constante acercamiento con el objetivo de conservar su tranquilidad.

Para el desplazamiento individual de los animales al establo, se necesitó la colaboración del personal de trabajo de la granja experimental. Mientras habitaron en establo, todos los días a primera hora de la mañana, después de haberse alimentado (suplemento) se aseaba el corral y se le cambiaba el agua 4 veces en el transcurso del día.

En la repartición de forraje, se dificulto a causa de los escasos de equipos, ya que se tenía que esperar que el personal encargado de la alimentación en bovinos desocupara algunos de los elementos requeridos para empacar y transportar el forraje en una carretilla al lugar de alojamiento.

Para la medición del gas metano inicialmente se proyectó usar el equipo multivariable de gases perteneciente a la UFPSO, el cual presento inconvenientes, ya que a la hora de medir este no mostro una medición del gas metano, puesto que el equipo solo mide en porcentaje mayores a 1% y se requería un equipo de midiera emisiones más bajas (ppm), por tal razón se tuvo la necesidad de buscar un nuevo equipo, el cual fue difícil de conseguir. En los dos últimos días de ensayo, se cubrió las tres cuartas partes del corral con bolsas de costal en cada uno de los tratamientos, para obtener una medición más precisa en la medición de metano que emite cada uno.

Costos de producción.

Tabla 27.

Análisis de costos.

Materias primas	Cant. utilizada (kg)	Valor (kg)	Valor total
Harina de maíz	80	\$ 1.200	\$ 96.000,00
Harina de arroz	102	\$ 1.300	\$ 132.600,00
Harina de naranja	64	\$ 150	\$ 9.600,00
Harina de yuca	27	\$ 150	\$ 4.050,00
Gluten de maíz	10	\$ 1.300	\$ 13.000,00
Premezcla mineral	1,5	\$ 8.900	\$ 13.350,00
Aceite girasol	10	\$ 4.000	\$ 40.000,00
Melaza	16	\$ 666	\$ 10.656,00
EM	2,5	\$ 4.000	\$ 10.000,00
Total			\$ 329.256,00

Fuente. Autoras del proyecto.

Los costos de producción fueron sacados por el valor de cada kilogramo de materia prima utilizado en la elaboración del suplemento, resultando un total de \$ 329.256, el cual dividido entre 7.5 bultos de 40 kg cada uno, tiene un costo de \$ 43.900, comparado con un bulto de concentrado de cremosa de 40 kg que tiene un costo de \$ 60.000 por unidad, vemos que resulta más económico y eficiente la adición del suplemento.

Capítulo 5: Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente estudio y considerando las condiciones bajo las cuales se realizó, se concluye que las emisiones de metano que realizan los rumiantes a través de su proceso digestivo ejercen un impacto importante en el medio ambiente, debido a la participación que tiene este gas, tanto en el calentamiento global como en la disminución de la capa de ozono, por lo que es primordial plantear estrategias que propendan por una disminución de estas emisiones, mitigando los efectos sobre la contaminación ambiental y mejorando la eficiencia de los sistemas ganaderos.

En este trabajo, las dietas que contienen suplementos formulados las cuales fueron suministradas al bovino en los tratamientos (T1) y (T2) presentaron una reducción significativa en las emisiones de CH₄ con respecto al tratamiento control (T0).

Se demostró que la utilización del suplemento, puede ser una alternativa que permita mitigar la producción de gas metano en bovinos, mejorando la digestibilidad del alimento y por tal razón es posible que aumente la ganancia de peso.

Capítulo 6: Recomendaciones

Indicar que hoy en día esta investigación se viene haciendo en muchos países para mitigar los gases de efectos invernadero la cual ha causado grandes problemas tanto en ganadería pecuaria como en el cambio climático. En la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña no se han hecho trabajos para disminuir los gases de efecto invernadero como es el gas metano producido por el rumiante, debido al no contar con la infraestructura y equipos adecuados. Este trabajo es el primer acercamiento en el control de la dieta, aportando que la dieta tenga una mayor digestibilidad por medio de suministros de un suplemento.

Se debe dar continuidad al trabajo, analizando la digestibilidad del suplemento, así poder obtener una conclusión más exacta respecto a la digestión y producción de metano en los bovinos de la Universidad.

Realizar más trabajos de investigación, aumentando el número de animales, sobre alternativas de alimentos que disminuyan la producción de metano en ganado bovino y mejoren las distintas etapas fisiológicas de los animales así como en distintas finalidades productivas (carne, leche, doble propósito).

Replantear la alimentación de las vacas BON, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, debido al déficit nutricional que mostraron los análisis bromatológicos de los forrajes que se suministran

Usar materias primas propias de cada región, que ayuden a mitigar el gas CH₄ en el BON

Referencias

- Armando, J., Cárdenas, B., & Lemus, C. (2012). AG-007 Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático . Revisión Enteric methane emission by ruminants and its contribution to global climate change . Review. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 32..
- Barahona R y Sánchez S (2005 Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Revista Corpoica* 6 (1): 69-82.
- Blas, C. d., Mateos, G. G., Guada, J. A., & Alonso, J. G. (2012). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
- Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J. y Massé, D. (2004). Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Can. J. Anim. Sci.* 84: 319–335.
- Bonilla Cardenas & Lemus Flores (2012). Emision de metano enterico por rumiantes y su contribucion al calentamiento global y al cambio climatico. Revision. *Revista Mexicana de ciencias pecuarias*.
- Bonilla, J., & Lemus-flores, C. (2015). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático : Revisión Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático . Revisión global climate change ., (JUNE 2012).
- Borja, R. (2008). *Jet propulsion laboratory*. Obtenido de <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2008-218>
- Beauchemin KA and McGinn SM (2006). Methane emissions from beef cattle: effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. *Journal of Animal Science* 84, 1489–1496.
- Carmona, J., Bolívar , D., Giraldo , L., & . (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* , 49 - 63.
- Cornejo C., Ann C. (2010). De estiércol a energía, captura de metano en Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL*.
- Callaway, T. R. (2012). Los citricos en la dieta benefician al ganado. *Brangus*.Carmona, J., Bolívar, D., & Giraldo, L. (2009). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista*

Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian Journal of Animal Science and Veterinary Medicine), 18(1), 49–63.

Coppo JA, Mussart NB, Revidatti MA, Capellari A, Navamuel JM, Fioranelli SA. 2003. Weight gain and serum lipidic changes in citrus pulp supplemented wintering cows in Argentina. *Vet Mex* 34: 303-313.

Charmley E (2009) Reducing methane emissions from livestock and the role of Leucaena. The Leucaena Network 2009 Conference and Annual General Meeting. <http://www.leucaena.net/conference.htm>

Daniel, J., & Coto, G. (2013). Alternativas para la reducción de emisiones de metano, (246), 1–4.

Demeyer, D. I., Van Nevel, C. J., Henderickx, H. K., Martin, J. (1969). The effect of unsaturated fatty acids upon methane and propionic acid in the rumen. In: *Energy Metabolism of Farm Animals*. K.L. Blaxter, J. Kielanowski, G. Thorbek (Eds). European Association for Animal Production. No. 12, 139-147

Dong, L. F., Yan, T., Ferris, C. P., Carson, a F., & Mcdowell, D. a. (2015). Is there any

El pueblo de colombia. (1991). *Constitucion política de Colombia de 1991*, 108. <http://doi.org/42867930>

Electr, E. N. S. (2011). Universidad técnica de ambato.

Franco, M. R. (2012). El uso de microorganismos eficientes (EM en la alimentacion animal. *Cultura empresarial ganadera*.

Gomez, R. G. (2008). Alimentacion de Bovinos. *Enciclopedia Bovina*.

Guzmán, L. D. (23 de junio de 2014). Ganadería bovina y emisión de gases de efecto invernadero. *Básicos Lecheros*.

Hernandez Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. México Edit. McGraw Hill.

Ideam (2010). Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá, Colombia: Autor

Ideam, mads pnud. (2009). instituto de hidrologia Meteorologia y Esudios Ambienttales; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Inventario nacional de fuentes y sumideros de *GEI 2000-2004*. recuperado el 20 de enero del 2014, de Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales,

Centro de Documentacion e Informacion Cientifico Tecnica: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021471/021471.htm>.

- IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H S, Buendia L, Miwa K, Ngara T and Tanabe K (Editors). The Intergovernmental Panel on Climate Change. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan. 595p
- IPCC. Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (Equipo de redacción principal: R.K. Pachauri y A. Reisinger, eds.), p. 104. Ginebra, Suiza, IPCC (disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/r4_syr_sp.pdf).
- Italcol.* (s.f.). Recuperado el (25 de Enero de 2017), de Alimentos concentrado: <http://www.italcol.com/ganaderia/ganaderia-de-leche/suplementacion-lactancia/cremos/>
- Jenny R. Ríos M., I., & Orlando Zapata C., I. (2004). Emisiones de gases de efecto invernadero. *Dinámica de Sistemas*.
- Johnson, KA, and DE Johnson. (1995). "Methane emissions from cattle." *J. Anim. Sci.* 73:248392.
- Jordan, E., Lovett, D. K., Monahan, F. J., Callan, J., Flynn, B., O'Mara, F. P. (2006). Effect of refined coconut oil or copra meal on methane output and on intake and performance of beef heifers. *Journal Animal Science* 84, 162-170.
- Jorge Luis Gil Ll, J. A. (2006). *La yuca en la alimentacion animal*. Cali: Nidia Betancourth.
- Laganaderia.org.* (20 de agosto de 2009). Recuperado el (2 de noviembre de 2016), de Microorganismos eficientes (EM): http://www.laganaderia.org/15/index.php?option=com_content&view=article&id=114:microorganismos-eficientes&catid=1:timas&Itemid=41
- Lila, Z.A, N. Mohammed, S. Kanda, T. Kamada & H. Itabashi. (2003). Effect of saponin on ruminal fermentation with particular reference to methane production in vitro. *J. Dairy Sci.* 86:3330–3336.
- Lenda N. Zamora B, Á. S. (2006). Diseño y evaluación de un sistema tecnológico para. *revista de medicina veterinaria N° 12: 23-34*.
- Lovelock, J. (2006). *La Venganza de la Tierra*. Editorial Planeta Chilena. Quebecor World. Santiago, CL. 249 p.

- Lovett, D., Lovell, S., Stack, L., Callan, J., Finaly, M., Conolly, J., O'Mara, F. P. (2003). Effect of forage/concentrate ratio and dietary coconut oil level on methane output and performance of finishing beef heifers. *Livestock Production Science* 84, 135-146.
- Mackie, R. I., R. I. Aminov, B. A. White, and C. S. McSweeney. (2000). Molecular ecology and diversity in gut microbial ecosystems, p. 61–77. In P. B. Cronje, E. A. Boomker, P. H. Henning, W. Schultheiss, and J. G. van der Valt (ed.), *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, United Kingdom.
- Mendiola, M. M. (21 de Febrero de 2012). Una alternativa para temporadas de escasez de pastos: cáscara de naranja, opción alimentaria para ganado. *El productor*.
- Melrose, J., Perroy, R. and Careas, S. (2015) Implementation of the Global Efficiency Equipment in the Machining Sector. *Staw. Vol. 1, Statewide Agricultural Land Use Baseline*, 163-172.
- Mieres J, Olivera L, Martino D, La Manna A, Fernandez E, Palermo R and Gremminger H (2003) Methane emission from Holstein heifers grazing contrasting pastures in Uruguay. In: *Proceedings of the 3rd International Methane and Nitrous Oxide Mitigation Conference*, Beijing, China.
- Montenegro J, Abarca S. (2000). Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica. En: *Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales*. CATIE – FAO – SIDE. Ed Nuestra Tierra. 334 p.
- Moss AR, Jouany JP, Newbold J. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *inra edp Sciences. Ann Zootech*; 49: 231-253.
- Molina I C y Barahona R (2011) Estimación de las emisiones de metano por novillos cebados en dos sistemas contrastantes de producción de carne bovina *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 24 (3): 378.
- Morgavi, D.P., Jouany, J.P., Martin, C. & Ranilla, M.J. (2005). Archaeal community structure in the rumen of faunated and defaunated sheep. *2nd International Conference on Greenhouse gases and Animal Agriculture*. Soliva, C.R., Takahashi, J. & Kreuzer, M. Eds. Publication Series, Institute of animal Science, ETH Zurich, Switzerland. Morgavi.
- Naranjo, J. F., Cuartas, C. A., Murgueitio, E., Chará, J., & Barahona, R. (2012). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia *Greenhouse gases in intensive silvopastoral systems with Leucaena leucocephala in Colombia*, 24(8), 1–12.

- National Research Council (NRC) (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th revised edition. National Academy Press.
- Nicholson, Ch. F.: (2001). *Environmental Impacts of Livestock in the Developing World*. March. Council for Agricultural Science and Technology, Animal Agriculture and Global Food Supply, Task Force Report No. 135 (Ames, Iowa: Council for Agricultural Science and Technology, 1999). EE. UU.
- Obschatko, E. S. (2015). *cambio climatico y agricultura en Argentina*. Buenos Aires.
- O'Kelly, J.C. and Spiers, W.G. (1992). Effect of monensin on methane and heat productions of steers fed Lucerne hay. *Aust. J. Agric. Res.*, 43: 1789-1793.
- Pérez, & Prieto. (2007). *Estudio del efecto antimicrobiano del aceite esencial*.
- Primavesi O, Frighetto R T, Pedreira M D S, De Lima M A, Berchielli T T and Barbosa P F (2004) Dairy cattle enteric methane measured in Brazilian tropical conditions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39 (3): 227-283.
- Relling, A, Mattioli, G. (2003). *Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes*. Argentina: UNLP Editorial Edulp.
- Ropsohn*. (2011). Recuperado el (28 de Enero de 2017), de TRAMIN con Vitaminas: <http://www.ropsohnlab.com.co/html/tramin.htm>.
- Saiz, A. L. (2010). *Ganadería y cambio climático: una influencia recíproca*, 1–22.
- Smith, P., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., ... Sirotenko, O. (2007). *Agriculture In Climate Change 2007: Mitigation*. *Cambridge University Press*, (4), 1–44. <http://doi.org/10.2753/JES1097-203X330403>.
- Stern, N. (2006). *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Disponible en www.sternreview.org.uk. El Informe Stern se publicó en Internet el (30 de Octubre de 2006) y se puede solicitar en papel a Cambridge University Press desde enero de 2007.
- Solorio F (2011) Los sistemas silvopastoriles intensivos: avances de investigación en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán. *Memorias del tercer congreso sobre sistemas silvopastoriles intensivos para la ganadería sostenible del siglo XXI*. (2, 3 y 4 de marzo de 2011). Morelia Tepalcatepec, Michoacán.
- Teodoro, H., & Aires, B. (2006). *Sustentabilidad de la producción ganadera bovina . ¿ Es posible internalizar los costos ambientales ? Un estudio en la pampa húmeda .*

- Tubiello, F. N., Salvatore, M., C ndor Golec, R. D., Ferrara, A., Rossi, S., Biancalani, R., ... Flammini, A. (2014). Agriculture , Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks. *FAO - E Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2, 4–89.
- Van Aardenne, J. A., F. J. Dentener, J. G. J. Olivier, C. G. M. Klein Goldewijk, and J. Lelieveld. (2001). "A High Resolution Dataset of Historical Anthropogenic Trace Gas Emissions for the Period 1890-1990." *Global Biogeochemical Cycles* 15(4):909-28.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2^o Ed. Comstock. Cornell University Press., 476 pp.
- Veizaga, A. (2012). Inventario de gases de efecto invernadero emitidos por la actividad agropecuaria boliviana Inventory of greenhouse gas emissions by Bolivian agriculture, 2(3), 351–370.
- Zamora, H. (2013). Alternativas Para Mitigar Emisiones De Gases De Efecto Invernadero En Fincas Ganaderas Lecheras Andinas Del Departamento De Nariño. *PhD Proposal*, 1, 1–106. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Zhang, C. M., Guo, Y. Q., Yuan, Z. P., Wu, Y. M., Wang, J. K., Liu, J. X., Zhu, W. Y. (2008). Effect of octadeca carbon fatty acids on microbial fermentation, methanogenesis and microbial flora in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, doi:10.1016/j.anifeeds.2008.01.005.
- Zinder, S.H. (1992). Methanogenesis. En: *Encyclopedia of Microbiology*, Lederberg, J. Ed. Academic Press, San Diego, Vol 3, p. 81.

Apéndice

Apéndice A. Recolección de forraje de yuca y cascara de naranja.



Fuente. Autoras del proyecto.

Apéndice B. Secado de forraje de yuca y cascara de naranja.



Fuente. Autoras del proyecto.

Apéndice C. Molida del forraje de yuca y la cascara de naranja



Fuente. Autoras del proyecto.

Apéndice D. Mezclado de las materias primas.





Fuente. Autoras del proyecto.

Apéndice E. peletizado del suplemento.



Fuente. Autoras del proyecto.

Apéndice F. Suministro del suplemento.

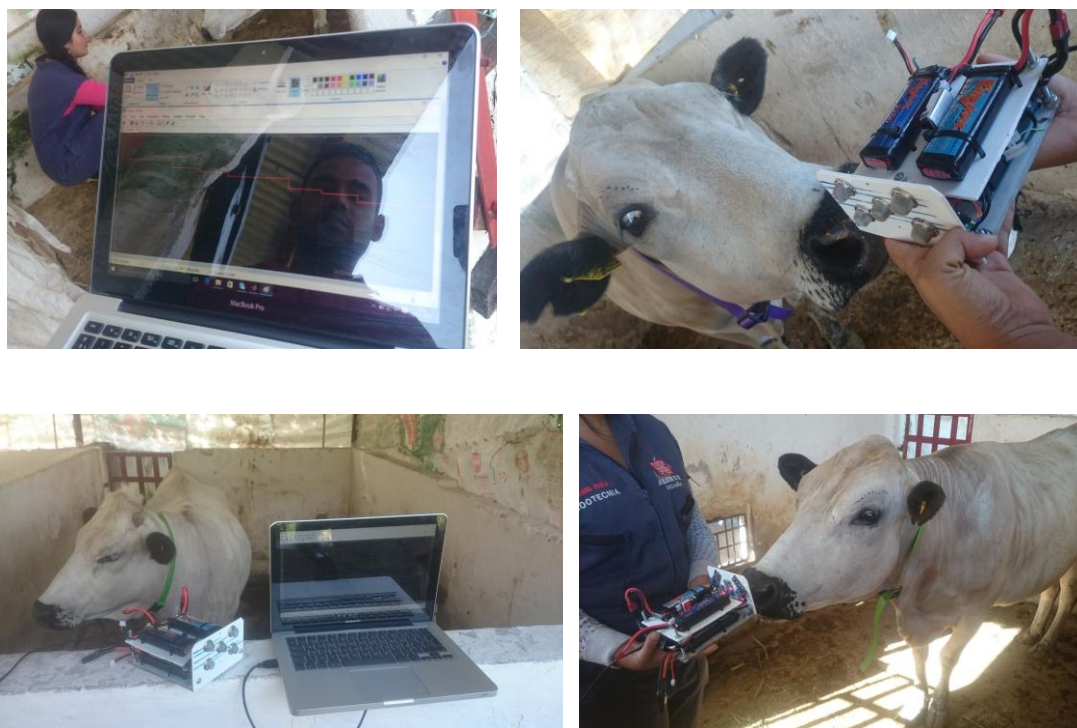
Fuente. Autoras del proyecto.

Apéndice G. Estabulación de los animales.



Fuente. Autoras del proyecto.

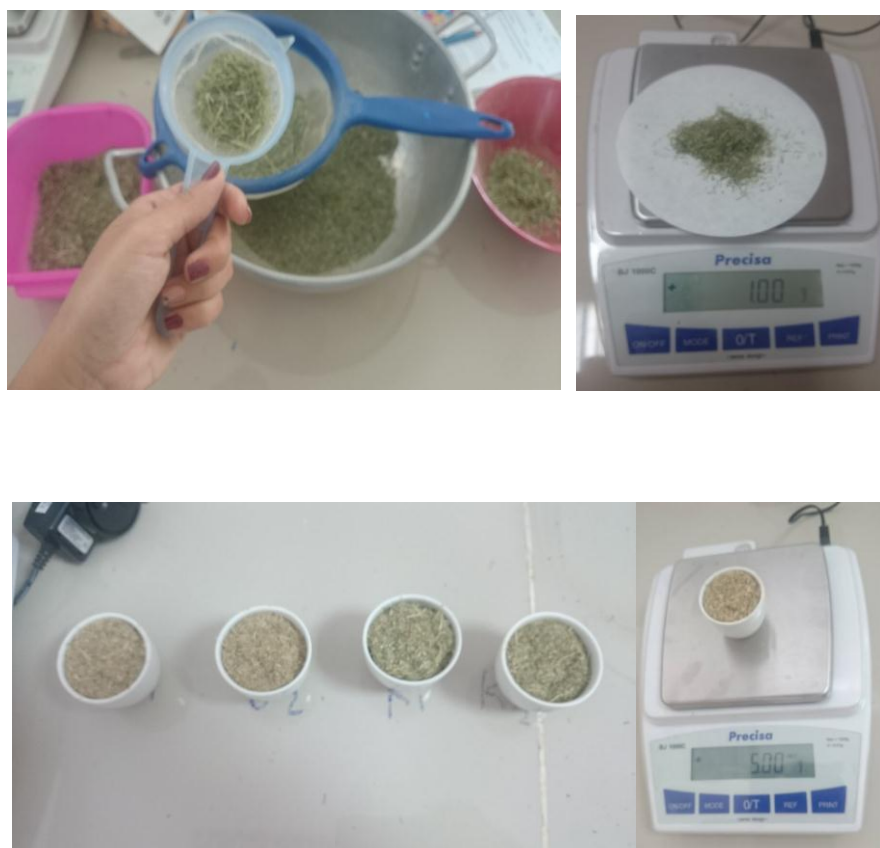
Apéndice H. Medición de la producción de metano.

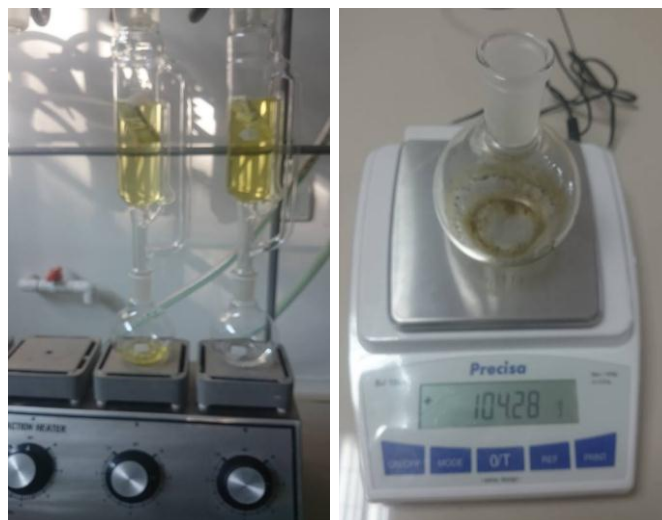




Fuente. Autoras del proyecto.


Apéndice I. Pruebas de laboratorio.





Fuente. Autoras del proyecto.

Apéndice J. Análisis bromatológicos.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	Código: FAR-002
	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO	Versión: 01
		Solicitud: 230

Solicitud: 9282

Informe: 39578

Reporte de pago: 2017-03-28

Fecha impresión: 2017-04-07

Muestra: 66412

Nombre del interesado:

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Dirección: Vía Acolsure, sede El Algodonal Tel: 7-5690088

Tipo de alimento:

ENSILAJE

Código de la muestra:

S1

Descripción:

Forrajes: silo de maíz, King grass y Guinea. Edad 60, 32 y maíz 75 días

Condición

Sólido

Análisis	Resultados	Método de análisis
DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (FORRAJES)	21,8 %	Digestión enzimática (pepsina/celulasa)
DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA CORREGIDA	42,7 %	Calculado con ecuación

OBSERVACIONES

Digestibilidad in vitro de la materia seca corregida a partir de la ecuación:

$DIVMSC = 22.94 + 0.904 * DIVMS$ (Ruiz, 2001) Utilizada para pastos de origen tropical.

Factor de conversión para la proteína: 6.25

Resultados expresados en base seca.

Fin de los resultados

*Prohibida la reproducción parcial o total de este informe por cualquier medio

*En caso de requerir una copia del informe de resultados, solicítela al Coordinador del Laboratorio.


*Los resultados son aplicables sólo a la muestra analizada.


Héctor Jairo Correa Cardona

Coordinador del Laboratorio


Res. 2806 Oct. 1983

Calle 59A No. 63-20 Autopista Norte; Bloque 11, Oficina 116
Teléfono: 57 (4) 430 90 34 Ext. 49034 - Telefax: 57 (4) 430 90 34
Correo electrónico: bromatol_med@unal.edu.co
www.medellin.unal.edu.co/bromatol
Medellin Colombia, Sur América

	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	Código: FAR-002
	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO	Versión: 01
		Solicitud: 230

Solicitud: 9282

Informe: 39578

Reporte de pago: 2017-03-28

Fecha impresión: 2017-04-07

Muestra: 66412

Nombre del interesado:

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
Dirección: Vía Acolsure, sede El Algodonal Tel: 7-5690088

Tipo de alimento:

ENSILAJE

Código de la muestra:

S1

Descripción:

Forrajes: silo de maíz, King grass y Guinea. Edad 60, 32 y maíz 75 días

Condición

Sólido

Análisis	Resultados	Método de análisis
CENIZAS	11,60 %	Incineración directa a 600 °C
FIBRA (CRUDA)	42,2 %	Del crisol de disco cocido
FIBRA (DETERGENTE ÁCIDO)	53,3 %	Gravimétrico
FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO TRATADO CON AMILASA	73,7 %	Gravimétrico
HUMEDAD Y OTRAS MATERIAS VOLÁTILES	80,7 %	Termogravimétrico a 103 más o menos 2°C
PROTEÍNA CRUDA	7,6 %	Kjeldahl

OBSERVACIONES

Digestibilidad in vitro de la materia seca corregida a partir de la ecuación:
 $DIVMSC = 22.94 + 0.904 * \%DIVMS$ (Ruiz, 2001) Utilizada para pastos de origen tropical.
 Factor de conversión para la proteína: 6.25
 Resultados expresados en base seca.

Fin de los resultados

*Prohibida la reproducción parcial o total de este informe por cualquier medio

*En caso de requerir una copia del informe de resultados, solicítela al Coordinador del Laboratorio.

*Los resultados son aplicables sólo a la muestra analizada.




Héctor Jairo Correa Cardona

Coordinador del Laboratorio



Calle 59A No. 63-20 Autopista Norte; Bloque 11, Oficina 116
 Teléfono: 57 (4) 430 90 34 Ext. 49034 - Telefax: 57 (4) 430 90 34
 Correo electrónico: bromatol_med@unal.edu.co
 www.medellin.unal.edu.co/bromatol
 Medellín Colombia, Sur América



	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	Código: FAR-002
	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO	Versión: 01
		Solicitud: 230

Solicitud: 9282

Informe: 39579

Reporte de pago: 2017-03-28

Fecha impresión: 2017-04-07

Muestra: 66413

Nombre del interesado: UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
Dirección: Vía Acolsure, sede El Algodonal Tel: 7-5690088

Tipo de alimento: PASTO

Código de la muestra: K1

Descripción: King grass (forraje) edad 60 días

Condición: Sólido

Análisis	Resultados	Método de análisis
DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (FORRAJES)	22,5 %	Digestión enzimática (pepsina/celulasa)
DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA CORREGIDA	43,3 %	Calculado con ecuación

OBSERVACIONES

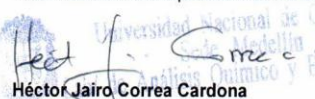
Digestibilidad in vitro de la materia seca corregida a partir de la ecuación:
 $DIVMSC = 22.94 + 0.904 * DIVMS$ (Ruiz, 2001) Utilizada para pastos de origen tropical.
Factor de conversión para la proteína: 6.25
Resultados expresados en base seca.

Fin de los resultados

*Prohibida la reproducción parcial o total de este informe por cualquier medio

*En caso de requerir una copia del informe de resultados, solicítela al Coordinador del Laboratorio.


*Los resultados son aplicables sólo a la muestra analizada.


Héctor Jairo Correa Cardona

Coordinador del Laboratorio



Calle 59A No. 63-20 Autopista Norte; Bloque 11, Oficina 116
Teléfono: 57 (4) 430 90 34 Ext. 49034 - Telefax: 57 (4) 430 90 34
Correo electrónico: bromatol_med@unal.edu.co
www.medellin.unal.edu.co/bromatol
Medellín Colombia, Sur América

	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	Código: FAR-002
		Versión: 01
	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO	Solicitud: 230

Solicitud: 9282 Informe: 39579
 Reporte de pago: 2017-03-28 Fecha impresión: 2017-04-07

Muestra: 66413

Nombre del interesado: UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
 Dirección: Vía Acolsure, sede El Algodonal Tel: 7-5690088

Tipo de alimento: PASTO

Código de la muestra: K1

Descripción: King grass (forraje) edad 60 días

Condición: Sólido

Análisis	Resultados	Método de análisis
CENIZAS	14,20 %	Incineración directa a 600 °C
FIBRA (CRUDA)	36,7 %	Del crisol de disco cocido
FIBRA (DETERGENTE ÁCIDO)	45,3 %	Gravimétrico
FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO TRATADO CON AMILASA	70,1 %	Gravimétrico
HUMEDAD Y OTRAS MATERIAS VOLÁTILES	70,9 %	Termogravimétrico a 103 más o menos 2°C
PROTEÍNA CRUDA	8,4 %	Kjeldahl

OBSERVACIONES

Digestibilidad in vitro de la materia seca corregida a partir de la ecuación:
 $DIVMSC = 22,94 + 0,904 * \%DIVMS$ (Ruiz, 2001) Utilizada para pastos de origen tropical.
 Factor de conversión para la proteína: 6,25
 Resultados expresados en base seca.

Fin de los resultados

*Prohibida la reproducción parcial o total de este informe por cualquier medio
 *En caso de requerir una copia del informe de resultados, solicítela al Coordinador del Laboratorio.
 *Los resultados son aplicables sólo a la muestra analizada.



 Héctor Jairo Correa Cardona

Coordinador del Laboratorio



Calle 59A No. 63-20 Autopista Norte: Bloque 11. Oficina 116
 Teléfono: 57 (4) 430 90 34 Ext. 49034 - Telefax: 57 (4) 430 90 34
 Correo electrónico: bromatol_med@unal.edu.co
www.medellin.unal.edu.co/bromatol
 Medellín Colombia, Sur América



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	Código: FAR-002
	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO	Versión: 01
		Solicitud: 230

Solicitud: 9282

Informe: 39580

Reporte de pago: 2017-03-28

Fecha impresión: 2017-04-07

Muestra: 66414

Nombre del interesado: UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
Dirección: Vía Acolsure, sede El Algodonal Tel: 7-5690088

Tipo de alimento: HARINA

Código de la muestra: C1

Descripción: Naranja edad 180 días

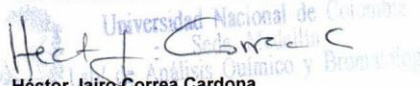
Análisis	Resultados	Método de análisis
CENIZAS	3,85 %	Incineración directa a 600 °C
FIBRA (CRUDA)	10,7 %	Del crisol de disco cocido
FIBRA (DETERGENTE ÁCIDO)	18,4 %	Gravimétrico
FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO TRATADO CON AMILASA	17,4 %	Gravimétrico
HUMEDAD Y OTRAS MATERIAS VOLÁTILES	23,9 %	Termogravimétrico a 103 más o menos 2°C
PROTEÍNA CRUDA	6,3 %	Kjeldahl
VALOR CALORÍFICO BRUTO	4391 cal/g	Bomba calorimétrica

OBSERVACIONES

Factor de conversión para la proteína: 6,25
Resultados expresados en base seca.

Fin de los resultados

- *Prohibida la reproducción parcial o total de este informe por cualquier medio
- *En caso de requerir una copia del informe de resultados, solicítela al Coordinador del Laboratorio.
- *Los resultados son aplicables sólo a la muestra analizada.


Héctor Jairo Correa Cardona

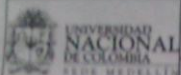
Coordinador del Laboratorio



Res. 2806 Oct. 1983

Calle 59A No. 63-20 Autopista Norte; Bloque 11, Oficina 116
Teléfono: 57 (4) 430 90 34 Ext. 49034 - Telefax: 57 (4) 430 90 34
Correo electrónico: bromatol_med@unal.edu.co
www.medellin.unal.edu.co/bromatol
Medellín Colombia, Sur América

ACREDITADO ISO/IEC 17025:2005
14-LAB-036

	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	Código: FAR-002
	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO	Versión: 01
		Solicitud: 230

Solicitud: 9153

Informe: 39142

Reporte de pago: 2017-01-16

Fecha impresión: 2017-01-30

Muestra: 65900

Nombre del interesado:

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
 Dirección: Avenida Gran Colombia 12E-96 Barrio Colsag, San José de Cúcuta Tel:
 7- 5776655

Tipo de alimento:

FORRAJE

Código de la muestra:

MY

Descripción:

Forraje de yuca. Edad del cultivo 6 meses

Condición

Sólido

Análisis	Resultados	Método de análisis
DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (FORRAJES)	53,9 %	Digestión enzimática (pepsina/celulasa)
DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA CORREGIDA	71,7 %	Calculado con ecuación

OBSERVACIONES

Digestibilidad in vitro de la materia seca corregida a partir de la ecuación:
 $DIVMSC = 22.94 + 0.904 * \%DIVMS$ (Ruiz, 2001) Utilizada para pastos de origen tropical.
 Factor de conversión para la proteína: 6,25
 Resultados expresados en base seca.

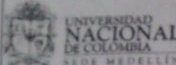
Fin de los resultados

*Prohíbe la reproducción parcial o total de este informe por cualquier medio
 *En caso de requerir una copia del informe de resultados, solicítela al Coordinador del Laboratorio.
 *Los resultados son aplicables sólo a la muestra analizada.

Héctor Jairo Correa Cardona
 Coordinador del Laboratorio



Calle 59A No. 63-20 Autopista Norte, Bloque 11, Oficina 116
 Teléfono: 57 (4) 430 90 34 Ext. 49034 - Telefax: 57 (4) 430 90 34
 Correo electrónico: bromatol_med@unal.edu.co
 www.medelin.unal.edu.co/bromatol
 Medellín Colombia, Sur América

	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	Código: FAR-002
	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO	Versión: 01
		Solicitud: 230

Solicitud: 9153

Informe: 39142

Reporte de pago: 2017-01-16

Fecha impresión: 2017-01-30

Muestra: 65900

Nombre del interesado:

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
 Dirección: Avenida Gran Colombia 12E-96 Barrio Colsag, San José de Cúcuta Tel:
 7- 5776655

Tipo de alimento:

FORRAJE

Código de la muestra:

MY

Descripción:

Forraje de yuca. Edad del cultivo 6 meses

Condición

Sólido

Análisis	Resultados	Método de análisis
CENIZAS	8,47 %	Incineración directa a 600 °C
FIBRA (CRUDA)	22,4 %	Del crisol de disco cocido
FIBRA (DETERGENTE ÁCIDO)	20,9 %	Gravimétrico
FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO TRATADO CON AMILASA	39,6 %	Gravimétrico
HUMEDAD Y OTRAS MATERIAS VOLÁTILES	77,9 %	Termogravimétrico a 103 más o menos 2°C
PROTEÍNA CRUDA	29,0 %	Kjeldahl

OBSERVACIONES

Digestibilidad in vitro de la materia seca corregida a partir de la ecuación:
 $DIVMS = 22.94 + 0.904 * \%DIVMS$ (Ruiz, 2001) Utilizada para pastos de origen tropical.
 Factor de conversión para la proteína: 6,25
 Resultados expresados en base seca.

Fin de los resultados

*Prohibida la reproducción parcial o total de este informe por cualquier medio

*En caso de requerir una copia del informe de resultados, solicítela al Coordinador del Laboratorio.

*Los resultados son aplicables sólo a la muestra analizada.

Héctor Jairo Correa Cardona

Coordinador del Laboratorio



Calle 59A No. 63-20 Autopista Norte; Bloque 11, Oficina 116
 Teléfono: 57 (4) 430 90 34 Ext. 49034 - Telefax: 57 (4) 430 90 34
 Correo electrónico: bromatol_med@unal.edu.co
 www.medellin.unal.edu.co/bromatol
 Medellín Colombia, Sur América



 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1893	GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE BIOPROCESOS MICROBIANOS -BIOMICRO-	 Bio micro Grupo de Investigación
	Informe Resultados 21-11-2016	

Medellín, noviembre 21 de 2016

Señora
Johana Ximena Paez Pacheco
 Universidad Francisco de Paula Santander
 Ocaña - Santander

Cordial saludo,

A continuación se presenta el informe de resultados relacionados con la solicitud de análisis de la muestra de melaza, requerido por la Universidad Francisco de Paula Santander.

RESULTADOS	% de similitud	MÉTODO
Microorganismo identificado: <i>Lactobacillus brevis</i>	99.3	Extensión en placa (9215C, APHA) Sistema de identificación API 50CHL
Microorganismo identificado: <i>Kluyveromyces marxianus</i>	99.8	Extensión en placa (9215C, APHA) Sistema de identificación API 20C AUX
Microorganismo identificado: <i>Candida kruzei</i> pp	97.9	Extensión en placa (9215C, APHA) Sistema de identificación API 20C AUX
RESULTADOS	NPM	MÉTODO
Microorganismo identificado: compatible con <i>Nitrobacter</i> spp	140 x 103 NMP/ml*	NPM en caldo de amonio (Gómez y Nageswara, 1995), (Deri y Penninckx 1999)

*Limite inferior (55) -Limite superior (360)

Quedamos atentos a cualquier inquietud.



Lida Arias Marín
 Coordinador
 Grupo de Investigación BIOMICRO
 Escuela de Microbiología
 Universidad de Antioquia

Ciudad Universitaria. Calle 67 No. 53-108. E-mail: lida.arias@udea.edu.co Teléfonos 219 54 87
 Fax: 219 10 07 Medellín