

**EVALUACIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN CON GLICERINA EN VACAS F1
TIPO LECHE SOBRE PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE**

OSCAR HERNANDO FLOREZ BARRAGAN

KELLY JOHANA RAMIREZ MARTINEZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
FUSAGASUGÁ

2017

**EVALUACIÓN DE LA SUPLEMENTACIÓN CON GLICERINA EN VACAS F1
TIPO LECHE SOBRE PRODUCCION Y CALIDAD DE LA LECHE**

OSCAR HERNANDO FLOREZ BARRAGAN

KELLY JOHANA RAMIREZ MARTINEZ

TRABAJO DE GRADO

DIRECTORA

LAURA ALEJANDRA FLOREZ GOMEZ

Zootecnista, Magister en Ciencias Agrarias, Línea de Nutricional Animal.

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

FUSAGASUGÁ

2017

DEDICATORIA

Esta investigación es dedicada a nuestros padres quienes nos apoyaron en todo nuestro proceso formativo así como los docentes que despertaron nuestro interés por la ciencia y la investigación

AGRADECIMIENTOS

A todas a aquellas personas que intervinieron en esta investigación y que aportaron indirecta o directamente en la realización de este trabajo de grado muchas gracias

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS	15
1.1 Objetivo General.....	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	16
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. MARCO TEÓRICO	19
4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN BOVINA EN COLOMBIA	19
4.2 PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN	20
4.3 PRODUCCION DE LECHE EN COLOMBIA	20
4.5 NORMATIVIDAD PRODUCCION LECHERA	22
4.6 CALIDAD DE LECHE EN COLOMBIA	23
4.6.1 Contenido de células somáticas	23
4.6.2 Contenido bacteriano.....	23
4.6.3 Aspecto de la leche.....	24
4.6.4 Adulteración de la leche:	24
5. PASTOREO DE BOVINOS	24
6. EPOCA DE SEQUIA Y SUS CONSECUENCIAS CON EL SECTOR GANADERO	25
7. RESIDUOS DE BODIESEL	26
8. GLICEROL	27
9. MATERIALES Y MÉTODOS	28
9.1 LOCALIZACION.....	28
9.2 MANEJO E INFRAESTRUCTURA DEL HATO.....	29

9.3 ANIMALES Y TRATAMIENTO	29
9.4 MUESTREO:.....	31
9.4.1 Análisis fisicoquímico de la glicerina	31
9.4.2 Procedimiento del análisis composicional de la leche bovina	31
9.4.3 Procedimiento para la realización del aforo.	32
9.5 Análisis de laboratorio	32
9.5.1 Determinación de la materia seca (MS)	32
9.5.1.1 Presecado	32
9.5.1.2 Secado definitivo	33
9.5.2 Determinación de materia mineral (MM).....	34
9.5.3 Determinación de proteína bruta (PB)	34
9.5.3.1 Procedimiento de digestión.....	34
9.5.3.2 Procedimiento de destilación:	35
9.5.3.3 Procedimiento de titulación:	35
9.5.4 Determinación de extracto etéreo (EE)	36
9.5.5 Determinación de la fibra detergente neutra (FDN)	36
9.6 Parámetros de evaluación.....	37
9.6.1 Consumo de materia seca (CMS).....	37
9.6.2 Análisis bromatológico.....	38
9.7 Análisis estadístico.....	38
10. DESARROLLO DEL PROYECTO.	39
10.1 Resultados.....	39
10.2 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO	42
10.2.1 Propiedades fisicoquímicas de la glicerina.....	42
10.2.2 Bromatológico.....	42

10.2.3 Aforo	43
10.2.4 Efecto de la suplementación con glicerina sobre la producción y composición de la leche.	43
10.2.5 Efecto de la suplementación con glicerina sobre el consumo de materia seca total (CMST)	45
10.3 Análisis de viabilidad económica en la adición del glicerol en la alimentación de vacas con carácter lechero en el trópico medio colombiano.	48
10.4 CRONOCRAMA.....	50
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Inventario bovino por género</i>	19
Tabla 2. <i>Composición general de la leche de vaca (por cada 100 gr)</i> 7.....	23
Tabla 3. <i>Límites Máximos de incorporación (%): Rumiantes</i>	28
Tabla 4. <i>Descripción de las dietas experimentales tratamientos</i>	30
Tabla 5. <i>Principales propiedades fisicoquímicas de la glicerina</i>	39
Tabla 6. <i>Promedio de los análisis bromatológicos de los ingredientes de la dieta</i>	39
Tabla 7. <i>Análisis descriptivo de las variables de la leche</i>	40
Tabla 8. <i>Aforo</i>	40
Tabla 9. <i>Consumo de materia seca total</i>	41
Tabla 10. <i>Análisis de viabilidad económica en la adición del glicerol en la alimentación de vacas con carácter lechero en el trópico medio colombiano</i>	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación, finca La Palmita. (Fuente: Google maps).....	28
Figura 2. Esquema de manejo experimental	30

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Nombre del anexo	89
Anexo B. Nombre del anexo	90
Anexo C. Nombre del anexo	95

RESUMEN

El incremento de la producción de biodiesel está generando altas cantidades de glicerol como residuo de este proceso, el glicerol es una fuente energética de bajo costo que puede competir con sustratos energéticos como el maíz en una producción bovina de leche. En esta investigación se realizaron tres tratamientos, el control (T1), el tratamiento con 750g de glicerol (T2) y el tratamiento con 1500g de glicerol (T3) con el fin de evaluar el efecto de la suplementación con glicerina cruda sobre algunos parámetros productivos así como la calidad composicional de leche en vacas en pastoreo y suplementadas con concentrado comercial y papa precosida, en el experimento se utilizaron 8 vacas con un peso vivo promedio de 645kg. La inclusión de glicerina cruda en la dieta resulto en un incremento promedio en la producción de leche con 14,92 L/día vs el tratamiento 3 con 15,75 L/día, así mismo el porcentaje de grasa incremento de forma leve de 3,7 (T1) a 3,9 (T2 y T3), por otra parte el porcentaje de proteína, lactosa y solidos totales no se vieron afectados de forma significativa por los tratamientos. Por otra parte se evaluó el efecto de la glicerina sobre el consumo de materia seca (CMS), en este estudio se evidencio que la adición de glicerol en la dieta de los bovinos disminuyo el consumo de materia seca total del forraje ya que el T2 disminuyo el CMS del forraje en 1,14 kg y el T3 disminuyo el CMS en 1,58kg

Palabras clave: Glicerina, consumo de materia seca, producción

INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción de leche en Colombia ha ocupado el cuarto lugar a nivel de producción de leche en América Latina con un volumen aproximado 6.500 millones de toneladas por año, a nivel mundial se encuentra posicionado entre los 15 mejores países del mundo dentro del ranking total de productores. El volumen total de producción en Colombia pasó de 2.000 millones de litros en 1979 a 6,500 millones en 2010, con una tasa de crecimiento promedio de 3.5%, aunque en algunos períodos esta tasa ha sido más alta (Bohórquez, 2012).

Por otra parte en el 2005, se registró que la provincia del Sumapaz fue la quinta en producción de leche con 168.216 litros por cada día, lo cual corresponde al 7,27% de la producción de Cundinamarca (Campo, 2011).

Uno de los principales problemas que afecta la productividad a nivel nacional es el fenómeno del niño, el cual impacta directamente la actividad pecuaria, debido a la escasez de agua y forraje, además, del desarrollo de enfermedades tales como parásitos e incluso la muerte de animales. Lo anterior, conlleva a que los productores presenten un elevado costo de producción en materia de mano de obra (M.O) en la alimentación para el ganado y contando que se tiene que comprar productos -en beneficio para sus animales como insumos alimentarios y vitaminas para proteger su producción y poder mitigar esta problemática durante los meses de verano (FEDEGAN, 2012).

Para ello se deben implementar alimentos alternativos de bajo costo y que cubra los requerimientos del animal, uno de ellas es el glicerol, el cual ha venido cogiendo fuerza en

los últimos años como suplemento no convencional ya que es una gran fuente de energía que proporciona 3.5 Mcal/kg, este es un líquido viscoso casi incoloro miscible con agua y etanol al 96%, que resulta de la reacción de una fuente de ácidos grasos con un alcohol de cadena corta que da como resultado biodisel y glicerina cruda o glicerol (Donkin et. al, 2007). Debido al acelerado crecimiento en la producción de biodisel (Biodisel america's advanced biofuel, 2017), este subproducto igualmente ha venido en aumento presentándose como una alternativa convencional en distintas especies animales especialmente en ganado bovino para la producción de leche (Valencia 2015, Ezequiel et al, 2015, Paiva et al 2016, Ariko et al, 2015)

En el presente trabajo se pretende corroborar los beneficios del glicerol como una alternativa primas alternativas para la alimentación animal por parte de los productores de leche de la región de Sumapaz. Además, presentarlo como una opción económica para mitigar los efectos del fenómeno del niño, el cual trae consigo una marcada época de sequía, y escases de forraje y de esta manera fomentar el mejoramiento de la producción de los pequeños y medianos de esta región.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la suplementación con glicerina sobre parámetros productivos en vacas con carácter lechero en condiciones de trópico medio colombiano.

1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la producción y calidad de la leche de vacas suplementadas con glicerol en el trópico medio colombiano.
- Estimar el consumo de materia seca total en vacas vacas suplementadas con glicerol en el trópico medio colombiano.
- Medir la viabilidad económica de la utilización de glicerol en la alimentación de vacas con carácter lechero en el trópico medio colombiano.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en Colombia el fenómeno del niño ha estado causando grandes impactos sobre los productores por la sequía prolongada a consecuencia del cambio climático, esto afecta significativamente a la ganadería colombiana, debido a la escasez de alimento como es el forraje. Esto conlleva a que los productores presenten un elevado costo de producción en materia de mano de obra en la alimentación para el ganado y contando que se tiene que comprar productos en beneficio de los animales para proteger su producción y poder mitigar esta problemática durante los meses de verano.

El deterioro de las praderas hace que los productores busquen alternativas de solución, que tienen un efecto de forma directa sobre la pérdida de peso por deshidratación de los animales, el bajo consumo de forraje, el estrés calórico e hídrico produce de forma directa la reducción con respecto a la producción lechera y bajo peso e incluso en la natalidad en el país.

La falta de educación e información por parte de los ganaderos de la región de Sumapaz hace que no conozcan de primera mano los subproductos de la industria del biodiesel que pueden reemplazar los productos tradicionales y demás nutrientes que aportan los pastos y así de una u otra forma evitar la disminución de la producción. A causa de la poca utilización de subproductos en la alimentación y al incremento de la producción de biocombustibles, se hace necesario desarrollar una investigación basada en la suplementación de grandes rumiantes que evalúen la respuesta zootécnica a los sistemas de alimentación.

En los últimos años se ha observado un gran crecimiento de los sistemas de producción lechera con respuesta a las necesidades de nuevas fuentes proteicas, y a causa del crecimiento exponencial de la población a nivel mundial. Lo que ha generado la utilización de nuevos sistemas de nutrición, sanidad y manejo por parte de los pequeños y medianos productores, para brindar al consumidor producción de buena calidad. El gran limitante de estos sistemas de alimentación para los productores de la región de Sumapaz son los altos costos de granos y cereales en las producciones estabuladas.

3. JUSTIFICACIÓN

El pequeño y mediano productor bovino colombiano en su sistema tradicional de producción utiliza métodos y técnicas empíricas en sus fincas, esto se debe a la falta de conocimiento que afecta de forma directa los niveles de producción. La mayoría carece de las capacidades económicas que les permitan incluir nuevas tecnologías productivas que mejoren su desempeño,

Y los ganaderos se ven afectados por bajos niveles de producción de leche, condición corporal, parámetros nutricionales, parámetros reproductivos. Esto debido que no es posible cubrir los elevados requerimientos energéticos de los animales criados.

Al tener en cuenta que uno de los objetivos de la zootecnia es el estudio del análisis de producción animal, se justifica abordar nuevas alternativas en la alimentación animal evaluando así las respectivas variables productivas y financieras, que identifican al sistema de producción lechera. Este proyecto se quiere desarrollar con el fin de que los pequeños, medianos y grandes productores se concienticen en seguir mejorando cada día sus hatos lecheros a muy bajo costo para que tenga rentabilidad económica y pueda así suplir las necesidades de los cambios climáticos y que la región de Sumapaz aun cuenta con muy poco apoyo económico para alimentar a sus vacas debido a sus malos manejos de praderas y falta de forraje la producción es baja por lo que no es rentable sostener sus animales con concentrado por los altos precios, se busca asesorías a través del conocimiento que le brindemos a todos aquellos ganaderos que no saben del benéfico que pueden llegar a tener los diferentes subproductos del Biodiesel no convencionales que se encuentran al alcance de la mano por costo beneficio.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN BOVINA EN COLOMBIA

En Colombia el ganado de carne y leche es producto de la riqueza climática que permite al productor tener varias posibilidades en producción, según cifras del DANE, (2015) el 66,2% de los productores tienen menos de 100 hectáreas y un 58,3% menos de 50. Así mismo se indica que el 35% del inventario bovino se encontró en Antioquia, Córdoba, Casanare y Meta, lo que claramente se ve reflejado que gran parte de la ganadería la componen los pequeños productores. De otra parte contamos en el país con 21.4 millones de animales, el número es pequeño con relación a otros países como lo es Brasil (212, 3 millones de cabezas de ganado) (Contexto ganadero, 2015).

La importancia de la economía ganadera el sector agropecuario contribuye con 8,5% del PIB nacional, donde tenemos la ganadería con el 1,7% del PIB nacional, por otra parte, el sacrificio de los bovinos para el año 2010 es de 3.892.000 cabezas el cual el 60% son machos y el resto hembras (FEDEGAN, 2011).

Tabla 1. *Inventario bovino por género*

	FECHA	NACIONAL
MACHOS	2014	6.155.541
HEMBRAS	2014	12.516.695
TERNEROS	2014	3.921.046

(FEDEGAN, 2014)

4.2 PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN

Para llegar a una ganadería con alto nivel de calidad se deben registrar desde el inicio de su formación sus parámetros productivos y reproductivos en donde se deberán tomar los datos de la finca y ser recopilados para tener un buen manejo de la información. Estos parámetros se hacen con el peso de los animales recién nacidos, durante su crecimiento y en edad de destete (Contexto ganadero, 2015). Es importante tener en cuenta que en el ganado bovino su pubertad no indica su vida reproductiva, el animal debe contar con el peso y condición corporal que le permita resistir la monta y gestación (Gelvez, 2007).

Por otra parte, podemos encontrar factores que pueden bajar el desempeño reproductivo y productivo de la ganadería, podemos encontrar algunos como lo son la genética, el ambiente y la salud reproductiva, se puede mencionar una de las más importantes que es la genética ya que su selección se orienta a una serie de características deseables, dependiendo del tipo de producción de la finca (producción de leche, carne) (Lopez, 2008). Sin embargo, las problemáticas en la ganadería bovina nacional hace que haya un bajo rendimiento de la actividad, sus principales causas son la estacionalidad de la producción, baja cantidad y calidad de pastos y forrajes, altas tasas de mortalidad, altos costos de producción de las ganaderías, lo cual conlleva a que se tenga una baja calidad de leche y carne. Por estos motivos es importante implementar en las ganaderías alimentación no convencional para mejorar rentabilidad y aumentar la productividad (Rojas, 2005).

4.3 PRODUCCION DE LECHE EN COLOMBIA

Colombia es el cuarto productor de leche en América Latina con 6700 millones de litros en el 2014. De los cuales solo el 50% es procesado. La mayor problemática es que hay muchos ganaderos pocos compradores. En la actualidad el precio de los insumos es más alto en

América latina, donde se vende a la industria \$870 por este motivo la rentabilidad a los ganaderos es muy deficiente por el bajo costo en las ventas (DINERO, 2015).

Por otra parte Colombia la leche que se produce registra niveles altos de proteína y grasa en comparación con los productores piloto a nivel mundial, por este motivo tenemos leche de buena calidad pero muy desvalorizada en la zona industrial, sin embargo nos hemos llegado a posicionar como el país dentro de los líderes de mercado lácteo, ocupando el tercer lugar en América Latina, el aumento en la producción de la leche se ha dado conjuntamente con un incremento en el consumo, una buena producción se da por innovaciones en el sistema de alimentación y manejo del ganado, mejoramiento de los hatos, principalmente por implementación de especies productivas (PROEXPORT , 2011).

El municipio de Cundinamarca con mayor producción de leche que tiene actualmente es el valle de Ubaté, es caracterizado como la capital lechera por tener una producción cercana a los 80 mil litros/Día por su gran desempeño que tiene los productores en el sector lácteo, se habla que el tipo de pastura no es la mejor para su producción, pero en los últimos años la ola invernal a causa del fenómeno de la niña ha sacudido de forma negativa y que actualmente la región no se ha podido recuperar de esta problemática y por otro lado el bajo precio de la leche que le están pagando es de un 30% menos que los años anteriores por lo cual los ganaderos han optado por vender sus animales a bajos costo. Se estima que con ayuda del gobierno y el ministerio de agricultura y desarrollo rural permita impulsar capacitaciones ayuda a fomentar a los productores a mejorar el tipo de praderas, el tipo de siembra de forrajes mejorados en pro de incrementar la producción láctea en la región y así disminuir los altos costos de producción (Contexto Ganadero, 2013)

En Colombia la producción lechera presenta un bajo crecimiento en los últimos años, la producción esta aproximadamente entre 17.7 y 19.3 millones de litros según la encuesta Nacional Agropecuaria y la Corporación colombiana internacional (CCI), la depreciación de la leche está reflejada en todos los departamentos de Colombia por los tratados de libre comercio (TLC) en relación con la Oferta y la demanda, los altos costos de los insumos y de producción no compensa con el precio pagado de la leche y esto lo que va permitir es que los ganaderos no presenten ganancia y por lo contrario solo obtengan pérdidas y no se animen a seguir con la producción lechera en Colombia (Llano, 2010)

4.5 NORMATIVIDAD PRODUCCION LECHERA

Es necesaria para que en el mundo ganadero se vea reflejado un avance coordinado, en especial de las buenas prácticas ganaderas para que haya una mejora de la producción para así llegar a escalar en los países líderes en ganadería bovina del mundo. De otra parte la normatividad fue expedida para fortalecer el sistema de producción en donde se habla de las medidas sanitarias que se deben tener en una ganadería, esta ayuda a controlar el consumo de leche cruda y productos no inocuos y el uso de los lactosueros y su procesamientos. De igual manera el Decreto 06616 de 2006 por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendan e importe en el país (FEDEGAN, 2016).

4.6 CALIDAD DE LECHE EN COLOMBIA

Factores que intervienen en la calidad de la leche:

Tabla 2. *Composición general de la leche de vaca (por cada 100 gr)*⁷

NUTRIENTES (gr)	Especie (vaca)
Agua	88
Energía (Kcal)	61
Proteína	3.2
Grasa	3.4
Lactosa	4.7
Minerales	0.72

(Agudelo, 2005)

4.6.1 Contenido de células somáticas

Es un indicador de la salud mamaria de la ubre, está muy relacionada con la mastitis ya que esta produce una baja en la producción de la leche, provoca grandes pérdidas económicas. El contenido de células somáticas varía en función del ataque que realizan los microbios. A mayor número de células somáticas mayor infección. Esta también aumenta cuando se encuentra al final de la lactancia, esto pasa porque se disminuye su producción de leche, su, máximo es de 500.000 unidades por ml (Hazard S. , 2011)

4.6.2 Contenido bacteriano

Las principales fuentes de contaminantes de la leche en los animales (glándula mamaria, piel, heces), corral (moscas, aire, agua, forraje, paja, suelo) utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros), también en la recolección y el transporte. La leche inhibe un aumento sustancial de las bacterias durante las tres o cuatro horas de temperatura ambiente. Las bacterias mesofilas son las más abundantes, el recuento de bacterias coliformes y

termóduricos son los indicadores de contaminación fecal no deben existir más de 100 coliformes/ml, la reductasa es una medida de la cantidad de bacterias (Agroindustria curc, 2011).

4.6.3 Aspecto de la leche

Es de un color blanco, Olor característico y un sabor agradable. Sin embargo, la leche puede absorber olores a ls lugares donde permanecen almacenadas, las bacterias también le pueden dar un olor y sabor desagradable, otro factor es el cambio de temperatura pero son amplios y variados, lo más importante es que hay un control para producir a bajo costo de alta calidad (Hazard S. , 2011).

4.6.4 Adulteración de la leche:

cuando se habla de la leche se puede determinar que se presenta varios mecanismos de calidad de leche y el adulterante es un método por el cual se puede conocer por el olor, sabor y el aspecto que presente el producto, las adicciones pueden ser extrañas y a su vez peligrosas para el consumo humano permitiendo que la leche pierda valores nutricionales y a raíz de estos tipos de adicciones se pueden formar gérmenes patógenos dañinos en el caso de la presencia de antibióticos por parte del animal que se ve reflejado en la leche, también la adicción de féculas que son semillas de plantas que presenta colores similar a la leche de vaca que hace q no sea visible a simple vista pero que si se someten a pruebas químicas para determinar los tipos de adicciones que hacen que la leche presente adulteraciones (SENA, 2011).

5. PASTOREO DE BOVINOS

El uso de pasturas por parte de los bovinos especialmente en vacas lecheras tiene como propósito poder lograr que los animales expresen mejoras en su rendimiento y producción durante largos periodos de tiempo, esto conllevará balances entre forrajes y gramíneas para conseguir una producción rentable durante meses (Fondo ganadero , 2010).

Los sistemas de pastoreo puede tener una problemática en menor o mayor magnitud de acuerdo al manejo que se le de las praderas y la cantidad de carga de animales por hectárea. Los problemas son la compactación del suelo que es una de los principales, el desperdicio del material vegetativo por el pisoteo (Fondo ganadero, 2010).

En la actualidad contamos con tres métodos de pastoreo que tiene mayor implicación sobre la producción ganadera y su implicación en el aumento de la producción lechera y ganancia diaria de peso. Pastoreo en franjas. Rotativo y continuo. Esta técnica bien dirigida hace que permita cosechar a un bajo costo y sin afectar el rendimiento de las praderas (Ponce, 2008).

6. EPOCA DE SEQUIA Y SUS CONSECUENCIAS CON EL SECTOR GANADERO

El fenómeno del niño es un proceso oceánico-atmosférico, que pueden llegar a durar de 3 y 7 años donde se verán cambios drásticos, es la ausencia de la lluvia durante un periodo prolongado de tiempo para sector agropecuario se ve presente cuando la oferta de agua no es suficiente para los cultivos y Productores ganaderos (IDEAM, 2012).

Este fenómeno afecta directamente al sector agropecuario y se ve reflejado en

- Menos disponibilidad de agua.
- incremento en costos de producción en materia de uso de mano de obra para alimentar el ganado, compra de insumos alimentos, vitaminas.
- Pérdida de peso por deshidratación de los animales.
- Incremento de problemas de parásitos y enfermedades.
- Deterioro de las pasturas
- Disminución en consumo de forrajes.
- Estrés calórico e hídrico (baja producción de leche, carne y natalidad) (FEDEGAN, 2012).

Se puede enfrentar el impacto de la sequía ganadera con estrategias como son:

- Disponibilidad de agua.
- Disminución de la carga animal
- Suplementación estratégicas durante el verano
- Utilización estratégica de cercas vivas.
- Uso de rastrojos de cultivos (CORFOGA, 2009).

7. RESIDUOS DE BIODIESEL

El uso de los subproductos de la industria de biodiesel para alimentar a los rumiantes es una buena alternativa, que puede contribuir al aumento de las actividades agrícolas en términos de productividad y rentabilidad. Ya que cuentan con un gran potencial debido a los importantes niveles de proteínas y lípidos siendo alimentos proteicos o energéticos capaces de satisfacer las necesidades nutricionales de los animales (Oliveira, 2011).

8. GLICEROL

También conocido como glicerina, al líquido incoloro y espeso que forma la base de la composición de los lípidos. Es un compuesto alcohólico con tres grupos-OH (hidroxilos). Este se encuentra en todo tipo de aceites, siempre que vayan asociadas a ácidos grasos (ECURED, 2016)

El glicerol es un subproducto del biocombustible y utilizado para la alimentación animal. La energía que aporta puede llegar a ser mejor que la de concentrados, por el precio lo hace muy competitivo respecto a otras fuentes energéticas este aumenta la ingesta en animales, su absorción a nivel intestinal es bastante eficiente, sus niveles de inclusión en la dieta del ganado puede ser del 15%-20% en donde se observara un aumento en la producción de leche y en su contenido de proteína (Finkero, 2012).

Además de las características nombradas cabe destacar el valor energético que posee que es del orden de 4,316 Mcal por kilogramo de materia seca, teniendo en cuenta la energía bruta. Si nos referimos a la energía metabolizable ésta es de 3,346 Mcal por kilogramo de materia seca (Pitaluga, 2012).

El uso de esta ayuda a la prevención para problemas metabólicos asociados con las vacas de transición, en varios estudios de alimentación ha usado bajos niveles 150 a 470 g/día, sin afectar negativamente la ingesta, digestibilidad ruminal, microbiología ruminal y la digestibilidad de nutrientes en el ganado. Por otra parte el glicerol fermenta los ácidos grasos

volátiles en el rumen este es casi completamente fermentado a propionato, se ve reflejado un aumento de acético y propionico ya que los microorganismos ruminales se adaptan al glicerol con tasas rápidas de desaparición. El glicerol podría convertirse en un remplazo económico ya que este tiene características importantes para el peletizado de los alimentos balanceados (Oviedo, 2012).

Tabla 3. *Límites Máximos de incorporación (%)*: Rumiantes

Recría vacuno	Vacas lecheras	Vacas carne	Terneros arranque (60-150 kg)	Terneros cebo (>150 kg)	ovejas	Ovino cebo
5	4	5	3	4	5	5

(FEDNA, 2012)

9. MATERIALES Y MÉTODOS

9.1 LOCALIZACION

El estudio se llevó a cabo en la granja La Palmita, ubicada en la vereda Jordán bajo vía San Miguel a-guadita se encuentra a una altura promedio de 1200 m.s.n.m y una temperatura entre 18 y 23°C.

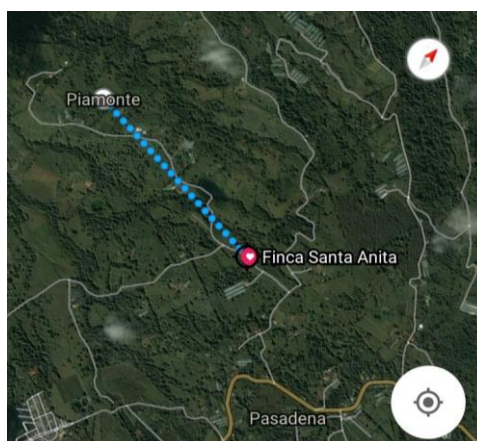


Figura 1. Ubicación, finca La Palmita. (Fuente: Google maps)

9.2 MANEJO E INFRAESTRUCTURA DEL HATO

La finca tiene una extensión aproximada de 17 ha, que están divididas en 21 potreros, la capa vegetal que recubre el terreno está dada principalmente por el pasto estrella (*Cynodon plectostachius*) en un 75% y el restante por el pasto Brachiaria (*Brachiaria decumbens*), el sistema de manejo es pastoreo rotacional con cerca eléctrica con periodos de descanso de 45 días y un periodo de ocupación de 3-4 días.

El pastoreo se realizó en potreros nuevos después del ordeño de la mañana a las 6 am y la tarde 6pm.

La finca la palmita cuenta con un corral totalmente techado en donde tiene la capacidad de alojar 40 vacas con un sistema de ordeño mecánico con 3 puestos, la cual cuenta con comedero y bebedero durante el proceso de ordeño, durante el ordeño las vacas son suplementadas Concentrado comercial Estándar 70 de Finca S.A.S con (humedad máxima 13,0%, proteína 18%, grasa 3,0%, fibra 12% y cenizas 12%) adicional a esto se maneja fuentes alternativas de alimentación como la papa pre cosida previamente picada y la adición de glicerina cruda a la dieta de forma experimental para este estudio en diferentes concentraciones para evaluar su efecto sobre los parámetros productivos en vacas con carácter lechero.

9.3 ANIMALES Y TRATAMIENTO

En el periodo experimental se utilizaron ocho (8) vacas F1 producto del cruzamiento entre dos razas lecheras especializadas en los tres tercios de lactancia con un peso vivo promedio (PV) de 600 kg y una producción media, previa al experimento de 14,9 litros/día en dos ordeños. El periodo experimental tuvo una duración de 32 días (diez días por cada

tratamiento), en el primer semestre del año 2017. Los animales fueron asignados aleatoriamente mediante un diseño completamente al azar a los tres tratamientos (tabla 4) Los primeros ocho días fueron considerados como el periodo de adaptación en distintos niveles de glicerina, donde los últimos 3 días de cada tratamiento se utilizaron como el periodo de muestreo de la producción láctea, la evaluación del consumo de materia seca y la medición de la condición corporal, Figura 2. Que se evaluó con escala de 1 a 5 figura

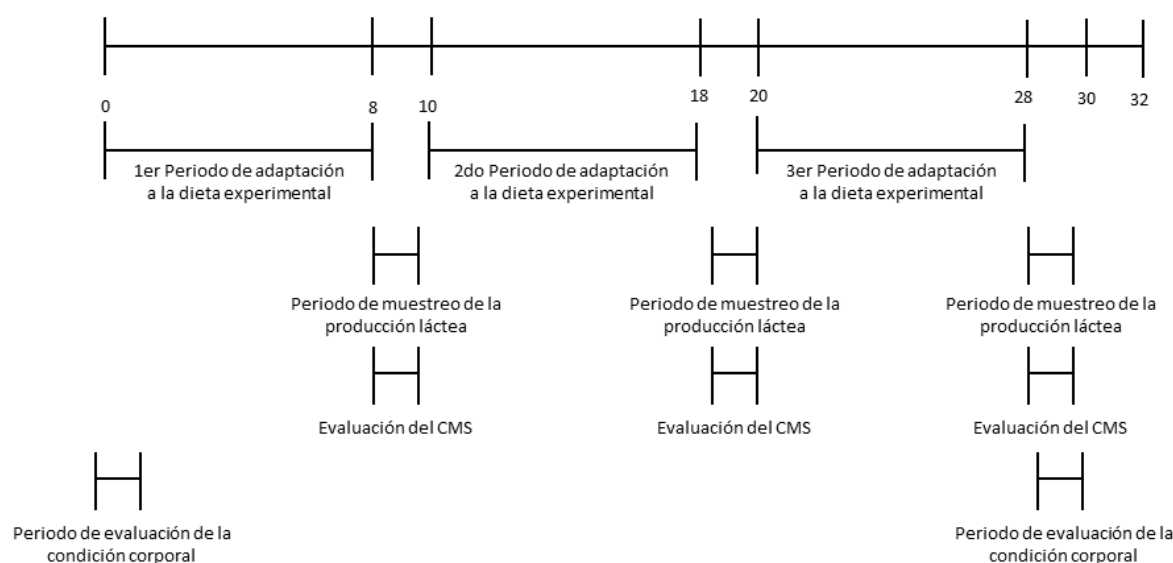


Figura 2. Esquema de manejo experimental

Tabla 4. Descripción de las dietas experimentales tratamientos.

Número de animales	8		
Período experimental	32 días		
Tratamiento	T1	T2	T3
	- <i>Cynodon plectostachius</i> - <i>Brachiaria decumbens</i> -Papa pre cosida -Concentrado -Sal mineralizada (8%)	- <i>Cynodon plectostachius</i> - <i>Brachiaria decumbens</i> -Papa pre cosida -Concentrado -Sal mineralizada (8%) -750g de glicerol	- <i>Cynodon plectostachius</i> - <i>Brachiaria decumbens</i> -Papa pre cosida -Concentrado -Sal mineralizada (8%) -1500g de glicerol

Fuente: Propia

Las vacas fueron ordeñadas dos veces por día a las 3:00 y 15:00 horas respectivamente. Dividiendo el total del glicerol suministrado durante los dos ordeños del día y mezclada con

la dieta base la cual se encontraba conformada por pasto estrella (*Cynodon plectostachius*) y pasto *Brachiaria decumbens* suministrado a voluntad en forma de ración completa, así mismo se adicionaba a la dieta 5 kg/animal/día de concentrado, 80 gramos/animal/día de sal mineralizada y de 4 - 6 kg/ animal/día de papa pre cosida.

9.4 MUESTREO:

9.4.1 Análisis fisicoquímico de la glicerina

Para la determinación de la densidad del glicerol se utilizó el método del picnómetro (Osorio, 2009):

Se determinó el volumen de picnómetro de 10ml (V_p), luego pesó el picnómetro vacío y se anotó su masa (W_1) luego se llenó el picnómetro completamente con agua destilada (fluido de referencia) al cerrarlo el nivel del agua subirá por le capilar y este rebosara quedando el capilar también lleno de agua una vez sucedido esto se secó el picnómetro por fuera y se anotó su masa (W_2) y por último se llenó el picnómetro con glicerol teniendo los mismos parámetros que con el agua destilada y se anotó su masa (W_3) por ultimo para determinar la densidad del glicerol se utilizó la siguiente ecuación:

$$D = (W_3 - W_1) / (V_p)$$

Para la determinación de la gravedad específica del glicerol se utilizó la siguiente ecuación:

$$GE = (W_3 - W_1) / (W_2 - W_1)$$

9.4.2 Procedimiento del análisis composicional de la leche bovina

Para en análisis composicional de la leche y con el fin de determinar la calidad de la misma, se procedió a realizar la toma de muestras en campo de los 8 animales seleccionados para el estudio, para un total de 24 muestras de leche indicando tres replicas experimentales. En cada periodo experimental se tomaron 8 muestras de leche estas fueron sometidas a

refrigeración con fin de mantener la muestra en las mejores condiciones hasta ser analizada en el laboratorio y evitar cualquier sesgo en el análisis.

Posteriormente a la toma y refrigeración de las muestras se procedió a realizar el análisis en el laboratorio de nutrición de la Universidad de Cundinamarca por medio del instrumento Lactoscan S 60 previamente calibrado, para dicho análisis se extrajo 15ml de leche por cada muestra ya que es el volumen necesario para determinar una medición, luego de depositar el volumen de leche en el lactoscan, este determino la composición de la leche alrededor de 40 segundos, indicando el porcentaje (%) de grasa, proteína, lactosa y solidos totales.

9.4.3 Procedimiento para la realización del aforo.

El muestreo utilizado en este estudio para realizar el aforo fue el método de zig-zag (o aforo en forma de Z), este método consiste en tomar con el mismo marco de 1 m² unas 15 ó 20 submuestras por cada 10 hectáreas de extensión del pastizal recorriendo el terreno a lo largo y ancho en forma de zig-zag o de Z. Los puntos donde se tomó cada submuestra fueron elegidos de forma aleatoria por una sola persona quien realizo el procedimiento, todo esto con el fin de que la muestra sea representativa y no el resultado de una elección a gusto. Cada submuestra se pesó con una balanza de kilos y gramos. Los pesos de las submuestras tomadas se sumaron y se dividieron por el número de submuestras tomadas para determinar el “promedio aritmético” en Km/m². (Echeverri y Chalarca. 2008)

9.5 Análisis de laboratorio

Los análisis fueron realizados en el laboratorio de nutrición de la Universidad de Cundinamarca, dichos análisis se pueden evidenciar a continuación:

9.5.1 Determinación de la materia seca (MS)

9.5.1.1 Presecado

Este procedimiento se realizó según estudios realizados por Laboratorio animal. Sao paulo. 1992; AOAC, 1990; Bateman, 1970; Silva, 1981, con muestras húmedas con el fin de

conservarlas para posteriores análisis. La determinación de la MS se inició con la adición de 200 a 300g de muestra en una bandeja limpia y seca previamente tarada para registrar el peso inicial y ser llevada a la estufa con ventilación forzada a 65°C por 72h, posteriormente se enfrió la muestra a temperatura ambiente y se registró su peso final calculando así la materia seca restante con la siguiente formula:

$$MS (65\%) = \frac{(BMS - BV) \times 100}{(BMH - BV)}$$

BMS= Bandeja más muestra seca (g)

BV= Bandeja vacía (g)

9.5.1.2 Secado definitivo

Para determinar la materia seca definitiva, se realizó según estudios realizados por Laboratorio animal. Sao paulo. 1992; AOAC, 1990; Bateman, 1970; Silva, 1981, calculando la materia seca real y la humedad de la muestra, se colocaron los crisoles en la estufa a temperatura de 105°C durante 2 a 4 horas. Posteriormente se transfirieron los crisoles a un desecador durante 30 minutos para enfriarlos luego se pesó en la balanza analítica con precisión de $\pm 0,0001g$. Calculando la materia seca a 105° con la siguiente formula:

$$MS_{105^\circ} (\%) = \frac{(CMS - CV) \times 100}{(CMH - CV)}$$

CMS = Crisol + muestra seca (g)

CV = Crisol vacío (g)

CMH = Crisol + muestra húmeda (g)

Con los resultados de materia seca a 65 y 105°C se procedió a determinación de la materia seca total (MST) con la siguiente formula:

$$MST (\%) = \underline{MS_{65} \times MS_{105}}$$

9.5.2 Determinación de materia mineral (MM)

La determinación de materia mineral o cenizas es el residuo que permanece después de la incineración de la muestra. En las cenizas se encuentran los minerales (macro y micro-elementos).

Este procedimiento se realizó según la metodología propuesta por Laboratorio animal. Sao paulo. 1992; AOAC, 1990; Bateman, 1970; Silva, 1981, Se pesó en el crisol en la balanza analítica luego se pesó de 1 a 2g de muestra seca en el crisol previamente pesado para colocar la muestra en el horno mufla y someter a temperatura de 500°C durante 4 horas, luego se transfirió el crisol con muestra al desecador y se dejó enfriar durante 30 minutos, para ser pesado posteriormente en la balanza analítica. Luego de se procedió a calcular la materia mineral con la siguiente formula:

$$MM (\%) = \frac{(CMufla - CV)}{(CM \times 100)}$$

$$CMufla = \text{Crisol} + \text{mineral (g)}$$

$$CV = \text{Crisol vacío (g)}$$

$$CM = \text{crisol} + \text{muestra (g)}.$$

Luego de conocer el porcentaje de materia mineral se calcula la materia mineral en relación a la materia seca con el siguiente cálculo:

$$MM \ 100 (\% \ MS) = \frac{MM \times 100}{MS \ 105}$$

9.5.3 Determinación de proteína bruta (PB)

9.5.3.1 Procedimiento de digestión

Para la determinación de proteína bruta se utilizó la metodología propuesta por Laboratorio animal. Sao paulo. 1992; AOAC, 1990; Bateman, 1970; Silva, 1981, se pesaron

100mg de muestra y se depositaron en un tubo de digestión (25 x 250mm) adicionando aproximadamente 1,0g de la mezcla (9:1) de sulfato de sodio y sulfato de cobre, posteriormente se adiciono 3mL de ácido sulfúrico concentrado y se procedio a relizar la digestión, calentando lentamente al inicio, el bloque de digestor de micro – Kjendahl aproximadamente por 2 horas a 400°C luego se dejó enfriar y se adicionaron 35mL de agua destilada.

9.5.3.2 Procedimiento de destilación:

Se preparó el Erlenmeyer receptor:

Transfiriendo 10mL de ácido bórico a 5% para un Erlenmeyer de 250mL de capacidad, adicionando 3 a 4 gotas de indicador mixto 5:1 de rojo de metil 0,2% (en solución alcohólica 60%) más azul de metileno 0,2% (en solución alcohólica 60%)

Se posiciono el Erlenmeyer y el tubo con la muestra digerida en el aparato destilador micro – Kjendahl adicionando 15mL de solución de hidróxido de sodio 40% en un tubo con material digerido, se procedio a destilar colectando 65 mL del destilado.

9.5.3.3 Procedimiento de titulación:

Se tituló el material destilado utilizando una bureta con ácido clorhídrico a 0,02N de factor conocido y se procedió a calcular el valor de nitrógeno.

Para determinar el valor de PB de las muestras se realizó el siguiente cálculo:

$$PB (\%) = \frac{(\text{Vol HCL} - \text{Vol blanco}) \times (\text{F.C.} \times 0,02 \times 14,007 \times 100)}{(\text{P.M.} \times 6,25)}$$

Donde:

Vol HCL = Volumen obtenido en la titulación.

Vol blanco = Volumen patrón del blanco.

F.C. = Factor de corrección.

P.M. = Peso de la muestra.

14,007 = Miliequivalente del nitrógeno.

9.5.4 Determinación de extracto etéreo (EE)

Para la determinación del extracto etéreo o materia grasa se realizó según la metodología propuesta por Laboratorio animal. Sao paulo. 1992; AOAC, 1990; Bateman, 1970; Silva, 1981, se pesó en la balanza analítica el balón soxhlet o matraz, así mismo se pesaron 2 gramos de muestra en papel filtro para luego doblar el papel e introducirlo en el cartucho o dedal de soxhlet, luego se introdujo el cartucho en el interior del extractor de soxhlet, posteriormente se adicionaron 200ml de éter en el balón de soxhlet y se calentó el balón a temperatura de ebullición durante 8 horas, esperando la evaporación del éter del balón, luego se llevó a la estufa a 105°C durante 4 horas para ser transferido al desecador durante 30 minutos y ser pesado en la balanza analítica. Para calcular el EE (%) se realizó con la siguiente formula:

$$EE (\%) = \frac{(PB \text{ seco} - PBV)}{(P.M. \times 100)}$$

PB seco = Peso balón seco (105°C).

PBV = Peso balón vacío.

P.M. = peso muestra.

Se determina el promedio de las muestras duplicadas

$$EE (100\%) = \frac{(\text{Promedio} \times 100)}{(MS \text{ } 105^{\circ}\text{C})}$$

9.5.5 Determinación de la fibra detergente neutra (FDN)

Para determinar la FDN se realizó según la metodología propuesta por Laboratorio animal. Sao paulo. 1992; AOAC, 1990; Bateman, 1970; Silva, 1981, se pesa el saco de nylon y se pesan 0,35g de muestra seca previamente molida y se sella, se llevan las muestras a la

máquina de digestión de fibras, la cual ya debe contener la solución en detergente neutro, luego se espera el movimiento de la máquina y a partir de ello se contabiliza 60 minutos en digestión (controlando la temperatura).

Posteriormente se filtra el contenido transportando el residuo de la muestra a un Becker y se lava el material con agua caliente (100°C) repitiendo esta operación de dos a tres veces con el fin de remover todo el material gelatinoso formado (proteína y almidón), luego se lava el material con acetona (30 – 40mL) para luego secarse en la estufa a 105°C durante 8 horas y se deja enfriar en el desecador durante 1 hora y se pesa.

Luego se coloca la muestra en un crisol previamente pesado y se pesa dicho crisol con la muestra y posteriormente es llevado a una Mufla (500°C) por 4 horas al finalizar se deja enfriar la muestra en el desecador y se pesa. Para realizar los cálculos de fibra detergente neutra se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{FDN (\%)} = \frac{((\text{PVC} + \text{P.M. Seca} + \text{PSV}) - \text{PC Seco})}{(\text{P.M.} \times 100)}$$

PVC = Peso crisol vacío

P.M. Seca = Peso muestra seca (105°C)

PSV = Peso saco vacío

PC Seco = Peso crisol seco mufla (500°C)

Al obtener todos los resultados de las muestras de la FDN se realiza un promedio para determinar la FDN total con la siguiente ecuación:

$$\text{FDN (100\%)} = \frac{(\text{Promedio} \times 100)}{(\text{MS105}^\circ\text{C})}$$

9.6 Parámetros de evaluación

9.6.1 Consumo de materia seca (CMS)

El consumo de materia seca total (MST) se calculó midiendo el consumo de materia seca del suplemento (alimento comercial y papa) (CMSs) y el consumo de materia seca de la pradera (CMSp), lo primero por medio de la medición de la cantidad de suplemento suministrado directamente del comedero, y lo segundo por medio de aforo por el procedimiento descrito por Echeverry y Chalarca (2008), uno de entrada y otro de salida de cada uno de los potreros donde pastorearon los animales durante el experimento.

9.6.2 Análisis bromatológico

Se realizó un análisis bromatológico de los alimentos utilizados en las dietas experimentales determinando de esta forma, la materia seca - MS (Método 2001.12), materia mineral – MM (Método 935.12), proteína bruta - PB (Método 968.06) conforme metodologías descritas por el AOAC (1985), y fibra en detergente neutro, según Van Soest (1994). Además, se realizó un análisis físico químico de la glicerina según lo descrito por (Osorio, 2009)

9.7 Análisis estadístico.

Los datos de consumo de materia seca y de producción y de calidad de leche fueron analizados bajo un diseño completamente al azar con el procedimiento PROC GLM de SAS, con el siguiente modelo general:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + A_j + e_{ij}$$

μ : media general de la población

T_i : Efecto de i-esimo tratamiento

A_j : Efecto del j-esimo animal

e_{ij} : Error aleatorio

10. DESARROLLO DEL PROYECTO.

10.1 Resultados

En la tabla 5 se describen las principales propiedades fisicoquímicas de la glicerina

Tabla 5. *Principales propiedades fisicoquímicas de la glicerina*

PARAMETROS	VALORES
Formula química	CH ₂ OH-CHOH-CH ₂ OH
pH	6,796
FORMA Y COLOR	LIQUIDO Y OSCURO
DENSIDAD (kg/m ³)	1,27221
GRAVEDAD ESPECIFICA (kg/m ³)	1,25685782
O ₂ (mg/L)	0,11
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (us/cm)	1282,6
ENERGIA POTENCIAL (mv)	42,0
SOLIDOS TOTALES (mg/L)	1285,3
SALINIDAD (mg/L)	0,6

Fuente: propia

En la tabla 6 se puede observar el resultado del bromatológico de los ingredientes de la dieta

Tabla 6. *Promedio de los análisis bromatológicos de los ingredientes de la dieta*

	̄ INGREDIENTES DE DIETA				
	CENIZAS (%)	MS (%)	E. ETereo (%)	PROTEINA (%)	FDN (%)
Concentrado	19	87	4,0666667	17	15

Brachairea	24	21	1,0333333	8,0333333	65,20
Estrella	16	36	2,166666667	11,66666667	77,7
Papa	14	30	0,1	2	8,7

Fuente: Propia

En la tabla 7, se pueden observar las variables de la leche que determinan su calidad como la producción en litros/día, el porcentaje de grasa, proteína, lactosa y solidos totales así como el efecto de los tratamientos 2 y 3 con inclusión de glicerol vs el tratamiento control.

Tabla 7. *Análisis descriptivo de las variables de la leche*

VARIABLE	(T ₁)	(T ₂)	(T ₃)	Valor P
(L/día) PDN	14,92 _(a-b)	14,17 _(b)	15,75 _(a)	< 0,0001
G%	3,7948	3,9067	3,9631	0,1310
P%	3,03750 _(a)	3,03333 _(a)	3,04708 _(a)	0,0007
L%	4,31438 _(a)	4,30729 _(a)	4,32479 _(a)	0,0007
ST%	0,771875 _(a)	0,771042 _(a)	0,774583 _(a)	0,0006

PDN = Producción plan de leche, $\bar{X}G$ = Promedio grasa, $\bar{X}P$ = Promedio proteína, $\bar{X}L$ = promedio lactosa, $\bar{X}ST$ = Promedio solidos totales.

(Fuente: Propia)

En la tabla 8, se pueden observar los resultados obtenidos del aforo en kg/m² de forraje

Tabla 8. *Aforo*

PLANILLA DE AFOROS PRE PASTOREO	
Nombre de la finca: La Palmita	
Área del potrero: 17Ha (170.000m ²)	
Promedio aritmético (NB)	814,982g
Promedio aritmético (NM)	1094,00198g
Promedio aritmético (NA)	1075,47206g
Promedio ponderado (NB)	179,296089g
Promedio ponderado (NM)	218,800395g
Promedio ponderado (NA)	623,773796g
Promedio ponderado de la muestra	1021,87028 g (1,02187028 kg/m ²)

Aforo ponderado	1,02187028 (kg/m ²)
Producción total de forraje en la finca	173717,948kg (173,717 Ton)
Disponibilidad diaria de forraje:	5211,53843 kg
Consumo esperado de una UGM	78 kg

NB = Nivel bajo, NM = Nivel medio, NA = Nivel alto, UGM = Unidad ganadera mayor
(Fuente: Propia)

En la tabla 9 se puede observar los resultados del Consumo de materia seca total (MST)/día de la dieta.

Tabla 9. *Consumo de materia seca total*

CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS)		
DIETA	MS (%)	CMS kg/animal/día
Concentrado	87%	4,35
Pasto	29%	22,62
Papa	33%	1,98
Total CMS kg/animal/día		28,95

(Fuente: Propia)

10.2 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

10.2.1 Propiedades fisicoquímicas de la glicerina

En el laboratorio se obtuvieron los resultados de las propiedades fisicoquímicas del glicerol y dentro de las propiedades más relevantes en este estudio tenemos las siguientes:

Forma líquida, color oscuro, densidad de $1,27\text{kg/m}^3$, gravedad específica de $1,25\text{kg/m}^3$ estas propiedades físico químicas concuerdan con los resultados reportados por Perry et al (1997) en los que se menciona que la forma y color del glicerol son líquida y oscura respectivamente, así como una densidad y una gravedad específica de $1,26\text{kg/m}^3$.

10.2.2 Bromatológico

Al realizar el bromatológico se pudo evidenciar diferencias en los valores reportados por la literatura y los resultados obtenidos en el laboratorio, en la tabla 6 se evidencia el porcentaje de cenizas, extracto etéreo y proteína de los diferentes ingredientes de la dieta, la evaluación bromatológica del concentrado determinó un 19% de cenizas, 4,0% E.E y 17% de proteína al compararlo con la tabla nutricional del concentrado Finca Leche Standard 70 se evidenció un 12% de cenizas, 3,0% E.E y 18% de proteína por lo que se concluye que el % de proteína y extracto etéreo eran levemente inferiores al valor mencionado en la tabla nutricional así como cabe resaltar que el % de minerales se encontraba en un % mayor al mencionado en la tabla nutricional.

Al realizar la evaluación bromatológica del pasto *Brachiaria* se determinó un 24% de cenizas, 1,0% E.E y 8,0% de proteína al compararlo con los valores reportados por otras

investigaciones se evidencio que el pasto *Brachiaria* posee un 8,0% de cenizas, 6,0% E.E y 4,20% de proteína por lo que se evidencia una diferencia muy marcada entre los resultados obtenidos y la literatura consultada concluyendo que estas diferencias se dan por las condiciones específicas del suelo de cada región. (Rincón et al, 2008).

Al realizar la evaluación bromatológica del pasto Estrella se determinó un 16% de cenizas, 2,1% E.E y 11,6% de proteína al compararlo con los valores reportados por otras investigaciones se evidencio que el pasto Estrella posee un 10,72% de cenizas, 2,84% E.E y 11,1% de proteína, no se evidencia una diferencia marcada entre los resultados obtenidos y la literatura consultada sin embargo dichos resultados son susceptibles a las diferencias que se dan por las condiciones específicas del suelo de cada región (Maya et al, 2015).

Al realizar la evaluación bromatológica de la papa (*Solanum tuberosum*) se determinó un 14% de cenizas, 0,1% E.E y 2,0% de proteína, al compararlo con los valores reportados por FEDNA se evidencio que la papa posee un 2,8% de cenizas, 0,7% E.E y 3,3% de proteína por lo que se concluye que el % de proteína y extracto ese encuentran relacionados con lo reportado en el estudio y en la literatura así como cabe resaltar que el porcentaje de minerales de la papa suministrada en la dieta experimental era elevada al promedio reportado por otros estudios.

10.2.3 Aforo

En la realización del aforo se determinó que la producción de forraje por metro cuadrado es de 1,021kg con una disponibilidad diaria de forraje en las 17Ha de 5211,538kg/m²

10.2.4 Efecto de la suplementación con glicerina sobre la producción y composición de la leche.

En la tabla 7 se puede observar que solo la variable que indica el promedio de porcentaje de grasa en la leche (G%) no fue afectada por los tratamientos, ($P > 0,1310$) por otra parte las variables de Producción de leche L/día (PDN) ($P < 0,0001$), Promedio de proteína (P%) ($P = 0,0007$), promedio lactosa (L%) ($P = 0,0007$) y Promedio solidos totales (ST%) ($P = 0,0006$)_mostraron que el tratamiento experimental si tuvo un efecto significativo sobre dichas variables, resaltando que el tratamiento 3 afecto de forma más significativa la variable de producción de leche L/día (PDN) con un 0,83 L por encima del tratamiento control y 1,58L por encima del tratamiento con 750 ml de glicerol. Así mismo se puede concluir que el T3 si tuvo un efecto sobre la producción de leche pero no fue de forma significativa comparado con otros estudios ya en este caso estos animales eran suplementados con peletizados, papa como fuente de almidón y sales mineralizadas aportando una fuente de nutrientes más adecuada y completa para los rumiantes por lo que el efecto de la glicerina no se observa de forma marcada como en otras investigaciones en las que animales se encuentran expuestos solo a una dieta de pastoreo.

En otros estudios se evidencian resultados similares Echeverria et al (2010) concluyeron que al suplementar vacas en pastoreo durante el primer tercio de la lactancia con 720 (T1) y 1440g (T2) de glicerina incremento la producción de leche en 2,15kg comparado con el grupo control (T0) (25,4 y 25,9 vs 23,5 kg/vaca/día para T1 Y T2 vs T0, respectivamente)

Estos resultados indican según estudios realizados por Schröder y Südekum (1999); Drouillard (2008) que dietas donde la proporción de forraje es predominante, el glicerol como substrato fermentable pude llegar a favorecer la eficiencia de la utilización de los nutrientes en el rumen ya que mejoraría la disponibilidad energética para los microorganismos, por el contrario el glicerol podría tener un efecto opuesto si a las vacas en lactancia se les suministran dietas que poseen como principal característica la adición de altas

cantidades de granos u otros suplementos con una menor proporción de fibra lo que significaría que en estos casos la glicerina puede disminuir la degradación y la digestión de los mismos por cambios en los patrones fermentativos del rumen, esto podría desencadenar un descenso en el pH disminuyendo la degradación de los demás componentes dietarios.

En estudios realizados por Wang et al (2009), evidenciaron el efecto de la suplementación con 0, 100, 200 y 300g/día de glicerol en raciones totalmente mezcladas a base de heno y ensilaje de maíz, sobre la calidad composicional de la leche en términos de contenidos de grasa, proteína y lactosa durante 59 días de lactancia en vacas Holstein, no tuvieron efecto las diferentes concentraciones de glicerol y su inclusión en la dieta sobre los parámetros de calidad de leche pero se reportó un balance energético menos negativo con relación a los niveles de glicerol en la dieta durante los primeros 20 días de lactancia (-21,2 vs -19,7; -19,1; -18,5 MJ/día respectivamente a el tratamiento control y los niveles de inclusión) de esta forma los animales pierden menos peso e incrementan los niveles de glucosa en sangre comparados con el grupo control (54,1 mg/dl vs 56,4, 58,4, 59,4 mg/dl, respectivamente)

10.2.5 Efecto de la suplementación con glicerina sobre el consumo de materia seca total (CMST)

Consumo de materia seca total (MST):

El consumo de materia seca kg/animal/día de concentrado, forraje y papa es de 4.35, 22.62 y 1.98 kg de MS que sumados conforman la dieta dando un total de CMSkg/animal/día de 28.95kg de MS.

En estudios similares se puede apoyar lo anteriormente descrito, Bodarski et al (2005) adicionaron en la dieta glicerol en cantidades de 300 y 500 ml/animal/día y evidenciaron un

CMS promedio de 21.64 kg MS/día en una dieta compuesta por forraje y granos como el maíz

Los usos del glicerol en la actualidad como suplemento en la alimentación bovina incluyen la de mejorar las características de calidad (Schröder y Südekum, 2008). En este estudio se evidencio que la adición de glicerol en la dieta de los bovinos disminuyo el consumo de materia seca total del forraje ya que el T2 disminuyo el CMS del forraje en 1,14 kg y el T3 disminuyo el CMS en 1,58kg.

Estudios similares se refutan los resultados anteriormente descritos, en investigaciones realizadas por DeFrain, et al (2004), en las que suplementaron vacas con 430 y 860 g/día de glicerol disminuyeron el consumo de materia seca durante el periodo de parto comparadas con las vacas del grupo control (10,8 y 11.3 vs 13.3 kg/día de MS consumida respectivamente).

Por otro lado en una investigación realizada por Osborne et al (2009) quienes suplementaron con 10 y 20 g de glicerol/Litro de agua consumida como parte de la dieta en vacas de raza Holstein encontraron que el CMS en el posparto fue más bajo en las vacas suplementadas con glicerol comparadas con el grupo control, así mismo el glicerol disminuyo la concentración plasmática de glucosa en este periodo lo cual se le atribuyo a la disminución del CMS durante el posparto lo que ocasiono una reducción en la absorción de propionato afectando la demanda de glucosa para la producción de leche.

Por otra parte existen estudios los cuales contrastan con los anteriormente mencionados como el estudio realizado por Mestra et al (2010) en el cual se evidenciaron los efectos de la suplementación con 300 y 500 ml/día de glicerol en vacas en el primer tercio de lactancia las cuales se encontraban pastoreando en praderas de forraje kikuyo y ray grass, los resultados mostraron que el consumo de materia seca total (CMST) (forraje concentrado y glicerol) no se vio afectado de forma significativa indicando que en el tratamiento control el CMST fue de 18,9 kg MS/día y el tratamiento en el cual se adiciono a la dieta el glicerol incremento el CMST en 19,3 kg/día.

Así mismo estudios reportados por Bodarski et al (2005), quienes evaluaron la suplementación con glicerina en cantidades de 0, 300 y 500 ml/vaca/día en dietas a base de alfalfa, maíz y soya, se evidencio un incremento en el CMS de los animales suplementados con glicerol comparados con el grupo control (19.86 vs 21.51 y 21.78 kg MS/día respectivamente) por otra parte en otro estudio realizado por Kass et al (2012) demostraron un aumento en el CMS en vacas de lactancia al incluir 1, 2 y 3 kg/día de glicerol como parte de la ración, basada en forraje, cebada y suplementos proteicos (18 vs 18.5, 18,4, 19,9 kg MS/día control vs glicerol respectivamente).

En otras investigaciones realizadas por Chung et al (2007), evaluaron el efecto de 250g/día de glicerina en vacas lecheras evidenciaron que el CMS en estos animales no se vio afectado, así mismo el efecto gluconeogenico de a glicerina en la alimentación no provoco cambios en la composición de la leche durante las tres primeras semanas de lactancia, sin embargo tuvo una tendencia a incrementar la producción de leche en vacas suplementadas con glicerol en la semana 6 posparto, comparadas con el grupo control (52 vs 46 kg leche/día).

En estudios realizados por Donkin et al (2009) alimentaron vacas Holstein durante los primeros 56 días de lactancia con 0, 5, 10 y 15% de glicerol en remplazo del grano de maíz de la dieta, los resultados indicaron una leve reducción en el CMS durante los 7 primeros días de evaluación (24 kg MS/día vs 23,8, 24,6 y 24,8kgMS/día respectivamente).

10.3 Análisis de viabilidad económica en la adición del glicerol en la alimentación de vacas con carácter lechero en el trópico medio colombiano.

En la Tabla 10, se evidencia un análisis de presupuesto parcial que permitió indicar la mejor respuesta económica de los tres tratamientos utilizados en este estudio. Se pueden observar los ingresos de producción de leche diaria así como el costo de los insumos de la dieta. Durante el periodo experimental el tratamiento que biológicamente obtuvo los mejores resultados fue el T3 ya que puede obtener una excelente respuesta económica si se reemplaza aproximadamente el 35% del concentrado por 1500g de glicerina, en este estudio los efectos del glicerol en la dieta no revelaron resultados significativos ya que la dieta que se le suministraba a las vacas era estrictamente apegado a lo convencional suministrando y aportando a la dieta el concentrado, la sal mineralizada y la papa precocida en cada uno de los tratamientos experimentales sin poder sustituir un porcentaje de glicerol por uno de los ingredientes de la dieta para observar efecto más significativo. Según el estudio realizado en Colombia por Benitez et al, (2011) en el que reemplazaron un 35% del concentrado de vacas lecheras por 600g de glicerol se evidencio una conservación de su producción y calidad de leche logrando ahorros de hasta un 24% en costos de alimentación. Por lo que siguiendo los resultados consultados en la literatura se puede inferir que al sustituir el 35% del concentrado

por 1500g de glicerina se puede obtener un menor costo en la variable de insumos en la granja La Palmita (\$138.985,2) reflejado en 34,67% menos con respecto al T1.

Tabla 10. *Análisis de viabilidad económica en la adición del glicerol en la alimentación de vacas con carácter lechero en el trópico medio colombiano.*

INGRESOS			
Produccion total de leche (L/dia)	480		
Ingreso Bruto, leche (\$1100/L)	528.000		
DIETA	T1	T2	T3
Componentes de las dietas			
Concentrado comercial	210.975	137.133,75	137.133,75
Sal mineralizada	2,2	2,2	2,2
Papa precosida	1.784	1.784	1.784
Glicerol (750g/dia)	0	32,65	0
Glicerol (1500g/dia)	0	0	65,25
Costo por tratamiento (\$)			
TOTAL	212761,2	138952,6	138985,2
Beneficio	315238,8	389047,4	389014,8
Tasa de Retorno Marginal (Beneficio/Costo)	1,48165549	2,79985693	2,798965645
	Beneficio económico	73808,6	73776

(Fuente: Propia)

10.4 CRONOCRAMA

Número	Actividad	Desde	Hasta	Tiempo
1	Revisión de literatura	1	1	1
2	Elaboración del anteproyecto	1	2	2
3	Evaluar la producción y calidad de la leche basado en la dieta experimental.	3	5	3
4	Estimar el consumo de materia seca total en vacas suplementadas con glicerol.	3	5	3
5	Medir la viabilidad económica de la utilización de glicerol en la alimentación de vacas con carácter lechero.	3	5	3
6	Análisis de resultados	5	6	2

CONCLUSIONES

- Se evaluó la producción y calidad de la leche de vacas suplementadas con glicerol en el trópico medio colombiano. La suplementación con 750g y 1500g de glicerina cruda en vacas lactantes en pastoreo y suplementadas con papa precosida y concentrado comercial Estándar 70 de Finca S.A.S dando así el total de la dieta convencional, se evidencio que la adición de glicerina no afecto de forma significativa el CMS del suplemento de papa pre cosida y el concentrado comercial pero se evidencio una disminución en el CMS del forraje del 5% aproximadamente, sin embargo el tratamiento 3 (1500g de glicerol) afecto de forma más significativa la variable de producción de leche L/día con un 0,83 L por encima del tratamiento control y el tratamiento 2 (750g de glicerol) incremento la producción de leche en 1,58L/día por encima del tratamiento control.
- El efecto del glicerol en la dieta aumento de forma leve el porcentaje de grasa en la leche de 3,7% tratamiento control a 3,9% con la implementación del T2 y T3, así mismo cabe resaltar que la suplementación con glicerol no tuvo un efecto significativo sobre la proteína, lactosa y los sólidos totales de la leche, se le atribuyen estos resultados poco significativos a la alimentación de forraje y su suplementación con concentrado comercial así como una fuente de almidón como lo es la papa precosida.
- La suplementación con el tratamiento 3 (1500g de glicerina) proporciono un ligero incremento en la relación costo beneficio ya que los ingresos generados por los litros de leche adicionales que apporto este tratamiento fueron superiores al T1 Y T2.

RECOMENDACIONES

Se recomienda reemplazar un suplemento energético en la dieta de estos animales por la adición de 1500g/día de glicerol ya que dicho tratamiento fue el que obtuvo resultados más significativos comparándolo con el tratamiento control y el T2 con la adición de 750g/día de glicerol. El glicerol posee un valor energético promedio de 2,20 Mcal/kgMS de energía neta de la lactancia (ENL) logrando superioridad a la ENL que suministra la papa con 1,71 Mcal/kgMS con el fin de disminuir los costos de esta materia prima incrementando el ingreso del productor al utilizar una fuente energética alternativa como lo es la adición de la glicerina en la dieta de rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Ariko, T. Kass, M. Henno, M. Fievez, V. Kärt, O. Kaart, T. Ots, M. (2015). The effect of replacing barley with glycerol in the diet of dairy cows on rumen parameters and milk fatty acid profile, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 209, Pages 69-78.

Associação Nacional dos fabricantes de Rações. (1992). *Metodos analiticos de controle de alimentos para uso animal*. Ministerio da agricultura e reforma agraria, Secretaria Nacional de defesa agropecuaria, departamento nacional de defesa animal, divisão de laboratorio animal. Sao Paulo.

Association of official analytical chemists. (1990). *Official methods of analysis*. 11ed. Washington D.C. AOAC, 1051p

Bateman, J.V. (1970). *Nutricion animal. Manual de metodos analiticos*. Mexico, editor Herrero Hermanos, SA. 469p.

Benitez, S., Giraldo, L.A.; Correa, G. (2011). Producción y calidad de la leche en bovinos holstein suplementados con la glicerina cruda. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2011; 24:3

Biodiesel america's advanced biofuel. (2017) *Production Statistics*, tomado de <http://biodiesel.org/production/production-statistics>.

Bodarski, R., T. Wertelecki, F. Bommer, S. Gosiewski. (2005). "The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding TMR with glycerin (glycerol) supplement at periparturient period". *Electron. J. Pol. Agric. Univ. Anim. Husb.* 8 (4): 1-8.

Chung, Y.H., D.E. Rico, C.M. Martinez, T.W. Cassidy, V. Noirot, A. Ames, G.A. Varga. (2007). "Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles". *J.Dairy Sci.* 90: 5682–5691.

DeFrain, J. M., A. R. Hippen, K.F. Kalscheur, P.W. Jardon. (2004). "Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance". *J. Dairy Sci.* 87. 4195–4206.

Donkin, S, Perry D. (2007), Glycerol as a Feed Ingredient in Dairy Rations, Tri-State Dairy Nutrition Conference, citado: 10 de septiembre de 2017 tomado de: <http://www.dairyweb.ca/Resources/3SDNC2007/Donkin.pdf>.

Donkin, S.S., S.L. Koser, H.M. White, P.H. Doane, and M.J. Cecava. (2009). "Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows". *J. Dairy Sci.* 92:5111–5119.

Drouillard, J.S., (2008). "Glycerin as a feed for ruminants: using glycerin in high concentrate diets". *J. Anim. Sci.* 86 E, Suppl. 2, 392.

Echeverri, A. y Chalarca, Y. (2008). Módulo de Pastos y Forrajes, Submódulo de manejo y fertilización. Programa de extensión solidaria. Dpto. Formación Académica de Haciendas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Ezequiel, J.M.B. Sancanari, J.B.D. Machado Neto, O.R. Silva, Z.F. da. Almeida, M.T.C Silva, D.A.V. van Cleef, F.O.S. van Cleef, E.H.C.B. (2015). Effects of high concentrations of dietary crude glycerin on dairy cow productivity and milk quality, *Journal of Dairy Science*, Volume 98, Issue 11, Pages 8009-8017,

Folleto o Revista Agencia Nacional de Hidrocarburos, PETRÓLEO Y FUTURO, Revista, Bogotá D.C, Colombia, Primera edición, febrero 2009.

Folleto o Revista Agencia Nacional de Hidrocarburos, CONCEPTOS BÁSICOS DE GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA, Cartilla informativa, Bogotá D.C, Colombia.

Informe AIS, Asociación de ingeniería sísmica, Ingeominas, Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, Bogotá D.C, Colombia, 1996.

Informe AIS, Asociación de ingeniera sísmica, comité AIS 300 , Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, Bogotá D.C, Colombia, 2009.

Kass, M., T. Ariko, T. Kaart, E. Rihma, M. Ots, D. Arney, O. Kärt. (2012). “Effectofreplacementofbarleymealwithcrudeglycerolonlactation performance of

primiparous dairy cows fed a grass-silage-based diet". *Livestock Science*. In: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.007>. 1- 8 p.

Libro Baddeley. Adrian, *Analysing spatial point patterns in R*, CSIRO and University of Western Australia, Workshop Notes, December 2010.

Libro UDÍAS. Agustín. *La Tierra Estructura y dinámica*, primera edición, Barcelona, España, 1985, pgs. 179-181.

Maya. G.E. Durán. C.V. Ararat J. E. (2015). Valor nutritivo del pasto estrella solo y en asociación con leucaena a diferentes edades de corte durante el año.

Mestra, L., Y. Avellaneda, P. Medina, G. Garcia, C. Ariza-Nieto, D. Cifuentes, D. Galindo, J. Palomino, and G. Afanador. (2010). "Effect of crude glycerin supplementation on the performance of dairy cows under high altitude tropical conditions". *J. Anim. Sci.* 88 (E-Suppl. 2/*J. Dairy Sci.* 93, E-Suppl. 1/*Poult. Sci.* 89, E-Suppl. 1). (Abstr.)

Osborne, V.R., N.E. Odongo, J. P. Cant. (2009). "Effects of supplementing glycerol and soybean oil in drinking water on feed and water intake, energy balance, and production performance dairy cows". *Journal of Dairy Science.* 92 (2): 698-707.

Osorio, R. D. (2009). *Manual de técnicas de laboratorio químico*. Editorial Universidad de Antioquia. Pag. 170.

Paiva, P.G. Del Valle, T.A. Jesus, E.F. Bettero, V.P. Almeida, G.F Bueno, I.C.S. Bradford, B.J. Rennó, F.P. (2016). Effects of crude glycerin on milk composition, nutrient digestibility and ruminal fermentation of dairy cows fed corn silage-based diets, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 212, Pages 136-142.

Perry R.H., D.W. Green, J.O.H. Maloney. (1997). *Perry's chemical engineers' handbook*, 7th ed. McGrawHill

Rincón. A, Ligarreto. G.A, Garay. E, (2008). Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo Y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 61(1):4336-4346.

Schröder, A., K.H. Südekum. (1999). "Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants". In: Wratten, N., Salisbury, P.A. (Eds.), *New Horizons for an Old Crop*. Proc. 10th Int. Rapeseed Congr., Canberra, Australia. Paper No. 241. The Regional Institute Ltd., Gosford, New South Wales, Australia.

Silva, D.J. (1981). *Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos*. Composto e impresso nas oficinas gráficas da imprensa universitária da Universidade Federal de Vicosa. Vicosa – Minas Gerais – Brasil. 166p.

Südekum, K., Schröder, A., Fiebelkorn, S., Schwer, R., and A. Thalmann. (2008). "Quality characteristics of pelleted compound feeds under varying storage conditions as influenced

by purity and concentration of glycerol from biodiesel production”. *J. Anim. and Feed Sci.* 17:120-136.

Tesis de Maestría Figueroa Soto. Angel Gregorio , análisis de tiempo interevento en secuencias de réplicas para la identificación de estados de relajación del esfuerzo, Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Mexico D.F,2009.

Wang, C., Q. Liu a, W.J. Huo, W.Z. Yang, K.H. Dong, Y.X. Huang, G. Guo. (2009a). “Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers”. *Livestock Science* 121: 15–20.