

Evaluación del efecto de la suplementación con (*Moringa oleífera*) y Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) sobre la producción y calidad composicional de la leche de vacas Costeño con Cuernos en primer tercio de lactancia en un Sistema Silvopastoril en época de sequía en la microrregión del valle del Cesar

Juan Pablo Morón Corrales y Hoowe Aníbal Tafur Ortiz

Trabajo de grado para optar el título de zootecnista

Director de proyecto

José Edwin Mojica

MVZ, PhD. en nutrición animal

Universidad Santo Tomás

Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Programa de Zootecnia

Valledupar

2018

Contenido

	pág.
Introducción	10
1. Objetivos	11
1.1. Objetivo general	11
1.1.1. Objetivos específicos	11
2. Marco teórico	12
2.1. Sistemas Silvopastoriles	12
2.1.1. Producción de biomasa en SSP	13
2.1.2. Consumo de forrajes por los animales en SSP	14
2.1.3. Producción y calidad de leche en SSP	14
2.2. <i>Megathyrus maximus</i> cv Tanzania	16
2.3. Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	16
2.4. <i>Moringa oleífera</i>	17
2.5. Costeño con Cuernos	18
2.5.1. Características raciales	19
2.5.2. Producción lechera	19
3. Metodología	20
3.1. Tipo de estudio	20
3.2. Localización	20

3.3. Animales experimentales	21
3.4. Sanidad	21
3.5. Técnicas auxiliares	21
3.6. Tratamientos experimentales	21
3.7. Elaboración de dietas	23
3.8. Periodo experimental	23
3.9. Procedimientos	24
3.9.1. Ordeño	24
3.9.2. Toma de muestras	25
3.9.3. Aforo de pasto	26
3.9.4. Determinación de la calidad nutricional de la leche	26
3.10 Análisis estadístico	26
3.11. Materiales y equipos	27
3.11.1. Producción de leche: en SSP	27
3.11.2. Análisis nutricional	28
3.11.3. Preparación de comida	28
4. Resultados y discusión	29
4.1. Producción de leche, grasa, proteína y SNG	29
4.2. Consumo de suplemento	30
5. Conclusiones y recomendaciones	30

SUPLEMENTACIÓN CON CAÑA Y MORINGA EN VACAS DP	4
Referencias Bibliográficas	31
Apéndices	35

Lista de tablas

	pág.
<i>Tabla 1. Composición de la leche en SSP con Leucaena, Tanzania y Estrella africana</i>	15
<i>Tabla 2. Calidad nutricional del Megathyrus maximus cv Tanzania en SSP.</i>	16
<i>Tabla 3. Calidad nutricional de la Caña de Azúcar y la Moringa.</i>	22
<i>Tabla 4. Calidad nutricional de la Caña de Azúcar y la Moringa.</i>	23
<i>Tabla 5. Resumen Kg de leche, % grasa, % proteína, % SNG</i>	29

Lista de figuras

	pág.
<i>Figura 1. Periodos experimentales. Fuente: Elaboración propia.</i>	24
<i>Figura 2. Tareas diarias en el experimento. Fuente: elaboración propia.</i>	25
<i>Figura 3. EKOMILK M Milk Analyzer Milkana KAM 98-2A. Foto del autor.</i>	26

Lista de apéndices

	pág.
Apéndice A. Fichas para toma de datos.	35
Apéndice B. Análisis estadístico producción de leche	36
Apéndice C. Análisis estadístico % Grasa	38
Apéndice D. Análisis Estadístico % proteína	40
Apéndice E. Análisis estadístico % SNG	42

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación con Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleífera* sobre la producción y la calidad nutricional de la leche, el experimento se realizó en el municipio de Agustín Codazzi (Cesar) en el Sistema Silvopastoril del Centro de Investigación Motilonia de AGROSAVIA en época de sequía. Se utilizaron 6 vacas Costeño con Cuernos con un peso vivo (PV) de 430 kg en el primer tercio de lactancia distribuidos completamente al azar en 3 tratamientos, a uno de los cuales solo recibió pastoreo (T_0) y los otros se alimentaron con pastoreo más un suplemento del 1% del PV en materia seca con dos niveles de inclusión: 70 – 30 % (T_1) y 50 – 50 % (T_2) de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleífera*, respectivamente. La toma de datos se realizó junto las muestras de leche por 3 días luego del periodo de adaptación. Todos los datos fueron analizados en Microsoft Excel. El consumo del suplemento en T_1 y T_2 estuvo en promedio del 73% y 70%, respectivamente. Los resultados obtenidos no mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) en la producción de leche, Proteína y Solidos no Grasos (SNG), mientras que, si existieron efectos significativos ($P < 0,05$) en la concentración de Grasa, observándose que en el T_1 y T_2 tuvieron un mayor % de Grasa (4,53 y 4,69 %, respectivamente). Se puede concluir de este estudio que al suministrar un suplemento energético – proteico, se encontró que tiene efectos positivos sobre la concentración de la grasa láctea.

Palabras clave: Suplementación, doble propósito, grasa láctea, proteína láctea, solidos no grasos, producción lechera, sistema silvopastoril.

Abstract

In order to evaluate the effect of sugarcane (*Saccharum officinarum*) and *Moringa oleífera* supplementation on milk production and nutritional quality, the experiment was carried out in the municipality of Agustin Codazzi (Cesar) in the Silvopastoral System AGROSAVIA Motilonia Research Center during the dry season. 6 cows -Costeño con Cuernos- with 430 kg of body weight (BW) in the first lactation stage were used distributed in a completely randomized 3 treatments, one of which received only grazing (T_0) and the others fed with grazing plus a 1% supply of BW in Dry Matter with two inclusion levels: 70 – 30 % (T_1) y 50 – 50 % (T_2) of Sugarcane and *Moringa oleífera*, respectively. Data collection was performed together with milk samples for 3 days after the adaptation period. All data were run in Microsoft Excel. The results obtained didn't show a significant effect ($P < 0,05$) on milk production, protein and solids-not-fat, whereas, existed significant effects ($P < 0,05$) on fat concentration, observing that in the T_1 and T_2 had a higher % fat (4,53 y 4,69 %, respectively). One can conclude from this study that by providing supplementation energy – protein was found to have positive effects on the milk Fat concentration.

Key words: supplementation, double purpose livestock, milk fat, milk protein, solids-not-fat, milk production and silvopastoral system.

Introducción

La alimentación de vacas doble propósito se realiza mediante pastoreo permitiendo un sistema de alimentación de bajo costo. No obstante, la calidad y cantidad de la pradera ofertada a estos animales, no es persistente a través del año, existiendo en los meses de sequía una disminución en la calidad y cantidad del forraje producido.

La estacionalidad en la producción de la ganadería colombiana es una característica que afecta la producción y productividad, esta situación se encuentra estrechamente ligado a los factores climáticos. En épocas críticas el productor se ve enfrentado a la disminución de la condición corporal de los animales, que a su vez afecta la producción lechera, la tasa de natalidad y mortalidad, por la falta de comida.

Para una producción de niveles aceptables de sólidos lácteos el factor nutricional juega un papel importante como precursores de los componentes de la leche, la cantidad de Fibra Detergente Neutro (FDN) y de Fibra Detergente Acido (FDA) consumida debe provenir, al menos en un 75%, de fuentes forrajeras, se recomiendan tenores mínimos en la Materia Seca (MS) del total de la dieta de 19-21% y 26-28% respectivamente (Acosta, 2017) y un adecuado balance entre la energía y proteína crea un ambiente favorable al crecimiento de bacterias que favorecen la síntesis de Ácidos Grasos Volátiles (AGV) y Proteína Bruta Microbiana (PBM) que representan entre el 70 al 80% de los requerimientos de energía y entre el 40 al 80% de los requerimientos de proteína de los bovinos (Fernández, 2001).

La microrregión del valle del Cesar tiene una extensión de 1.038.052 has., en el departamento del Cesar comprende los municipios de Agustín Codazzi, Astrea, Becerril, Bosconia, Chimichagua, Chiriguaná, Curumaní, Tamalameque, El Copey, El Paso, La Jagua de Ibírico, La Paz, Pailitas, San Diego y Valledupar, identificando tres sistemas de producción bovina: doble

propósito, doble propósito con énfasis hacia la cría y doble propósito con énfasis a la producción de leche (Pulido et al., 2002). Esta microrregión, en el Cesar, presenta una población bovina 565.437 cabezas con una producción estimada de 1.000.000 de litros de leche diarios (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2016).

El objetivo del presente estudio fue desarrollar una alternativa de suplementación que basadas en materias primas que se pueden obtener del mismo predio pueda aumentar los niveles productivos en la producción y calidad composicional de la leche en el valle del Cesar, donde generalmente se presentan bajos indicadores productivos.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto productivo y económico de la suplementación con *Moringa oleifera* y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en vacas Costeño con Cuernos en el primer tercio de lactancia dentro de un Sistema Silvopastoril en la microrregión del Valle del Cesar.

1.1.1. Objetivos específicos

- Determinar la producción y calidad de la leche en vacas Costeño con Cuernos en el primer tercio de lactancia suplementadas con Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleifera*.
- Estimar la cantidad de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleifera* para el suministro del suplemento.
- Identificar mediante un análisis bromatológico la calidad nutricional de los forrajes ofertados.

- Calcular la relación costo – beneficio usando como suplemento nutricional la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleífera*.

2. Marco teórico

2.1. Sistemas Silvopastoriles

Los Sistemas Silvopastoriles (SPP) son un modelo de explotación agroforestal donde se combinan pasturas mejoradas, árboles y arbustos forrajeros, con altos niveles de proteína, y árboles de crecimiento libre para brindar sombra a los animales.

Se caracterizan por ser multiestrato, donde cada nivel está definido por la altura de las especies vegetales, por ejemplo el pasto se encuentran en el primer piso, el arbusto proteico el segundo piso y el árbol el tercer piso (Lozano et al., 2006).

Permiten que la explotación ganadera sea sostenible y rentable en producción de carne y leche, además de lograr la recuperación de suelos degradados por la actividad del hombre.

Murgueito et al. (2016) destaca que los atributos de los SSP son numerosos, pero con un excelente establecimiento y manejo se puede lograr: Alta fijación de nitrógeno atmosférico, mejora la cantidad de materia orgánica en el suelo, buen crecimiento y tolerancia a la sequía, adaptación al ramoneo por los animales, alta producción de forraje de buena calidad sin riego, buena rentabilidad financiera, incrementa los contenidos de sólidos totales y proteína en la leche, facilita la producción de carne y leche con características especiales, reduce el estrés calórico en los animales, conserva la cobertura del suelo evitando la erosión, la combinación de raíces evitan compactación del suelo, con buen manejo la persistencia en la producción es superior a 25 años, disminuye la demanda de postes de madera, obliga al ganadero a proteger y mejorar la calidad del agua, reduce la carga de parásitos internos en un 40%, minimiza la presencia de parásitos

externos, no requiere herbicidas para su mantenimiento, favorece el crecimiento de la biodiversidad de la zona, intensifica la ganadería frenando la expansión frontera agropecuaria, disminuye la emisiones de CH₄, CO₂ y NO₂, el sistema aporta gran adaptación al cambio climático, facilita la certificación de productos orgánicos.

Además, los SPP cumplen con los cuatro criterios fundamentales de las explotaciones agroforestales (Murgueitio et al., 2015), las cuales son:

- Intencionalidad: La combinación de árboles, cultivos y animales es diseñada de forma intencional con una participación activa de los actores de la explotación ganadera.
- Intensividad: El ganado se maneja con una rotación exhaustiva para que el forraje se coseche en el menor tiempo posible, entre 12 – 24 horas, y el mayor tiempo de descanso, mayor a 35 días, siempre con disponibilidad de agua potable.
- Integralidad: Los componentes zootécnicos, forestales y ambientales deben estar relacionados en el entorno económico, económico, social y político de la explotación.
- Interactividad: simbiosis entre el hombre, suelo, plantas, agua, ganado y diversidad biológica para la óptima producción de bienes pecuarios y ambientales.

2.1.1. Producción de biomasa en SSP

En el valle medio del Cauca y el valle del Cesar, dos regiones del bosque seco tropical en Colombia, se establecieron SSP intensivos establecidos con *Megathyrsus maximum* c.v. Tanzania y Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) como primer piso, *Leucaena leucocephala* como segundo y tercer piso para aprovechar su ventaja nutricional produciendo casi el triple de proteína con respecto a gramíneas tropicales y su contenido bajo en fibra no supera el 41% de FDN y 30% de FDA, manejados con cercas y cintas eléctricas, cargas de pastoreo entre 800 y 2000 kg de PV ha⁻¹, con periodos de ocupación (PO) entre 12 y 36 horas y Periodos de Descanso

(PD) entre 36 y 50 días, la producción forrajera fue de 19,2 y 15,6 Toneladas de MS $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$, de 3.123 y 2.856 kg de proteína $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$; en promedio esa biomasa contiene un 16,26% y 11,27% de Proteína Cruda (PC) y 63,23% y 59,64% de FDN en el valle medio del Cauca y el valle del Cesar, respectivamente (Murgueitio et al., 2015).

2.1.2. Consumo de forrajes por los animales en SSP

El consumo de forraje es de mucho interés para la investigación en las regiones, estos se realizan tanto para los forrajes individuales como el conjunto de materiales forrajeros disponible para el animal cada vez que entran a una nueva zona de pastoreo. El bajo contenido de fibra de la *Leucaena leucocephala* presenta unas ventajas en relación al consumo de MS en el pastoreo, ya que, la fibra es menos soluble ocupando mayor espacio en el rumen y su degradación es más lenta que los contenidos celulares (Murgueitio et al., 2015).

Barahona, Sánchez, Murgueitio y Chará (2014) muestran un estudio sobre el consumo en novillos cebuinos de 250 kg pastoreado en un SPP con *Leucaena leucocephala* y pastos tropicales, como estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) y *Megathyrsus maximum* cv. Tanzania, consumieron el 2,65% de su PV frente a 2,35% en animales con pastoreo tradicional.

2.1.3. Producción y calidad de leche en SSP

Por la elevada producción forrajera en la época de lluvias y a la poca reducción de esta y de su calidad en la época seca, los SSP favorecen a la producción de leche en los bovinos.

En la Hacienda Lucerna, en el municipio de Bugalagrande en el departamento del Valle del Cauca, se tenía pasto estrella agregando 200 kg de N_2 $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ y el cambio a SPP, hace 24 años, no han tenido la necesidad de emplear herbicidas ni fertilización y han aumentado la capacidad de carga de 3,5 a 4,85 Unidad Gran Ganado (UGG) $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ y pasar de 9.000 a 16.346 litros de

leche $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$, con suplementación estratégica están cerca de los 20.000 litros $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (Murgueitio et al. 2015).

Becerra, Baquero y Roncallo (1998) expone un estudio sobre la producción de leche en vacas Doble Propósito (DP) en pastoreo con una mezcla de las gramíneas Angletón (*Dichantium aristatum*) y Kikuyina (*Botriochloa pertusa*) asociadas con *Leucaena leucocephala* en época de sequía, logrando una producción lechera de 6,1 litros vaca $^{-1}$ día $^{-1}$ con relación a un grupo en pastoreo en monocultivos de gramíneas de 4,3 litros vaca $^{-1}$ día $^{-1}$.

Estudios realizados por Federación Colombiana de Ganaderos [FEDEGAN], Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA] y Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria [CIPAV] (s.f.) en la Hacienda El Porvenir establecida con un SSP ubicada en el Valle del Cesar obtuvieron producciones lecheras de 4,13 litros animal $^{-1}$ día $^{-1}$ frente a 3,54 litros animal $^{-1}$ día $^{-1}$ en vacas con pastoreo tradicional.

La calidad de leche en SSP es mayor en comparación con los sistemas de pastoreo tradicional, produciendo un incremento significativo del 24,17% de Grasa; la Proteína y los Solidos No Grasos (SNG) presentan pequeños aumentos del 1,45% y 0,77%, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de la leche en SSP con *Leucaena*, *Tanzania* y *Estrella africana*

Sistema	Grasa (%)	SNG ¹ (%)	Proteína (%)
SPP	5,29	9,07	3,44
Pastoreo tradicional	4,26	9,00	3,39
Variación²	+ 24,17	+ 0,77	+ 1,45

Nota: 1. Solidos No Grasos. 2. Variación porcentual del SSP con respecto al Pastoreo tradicional. Adaptado de FEDEGAN, SENA & CIPAV. Hacienda el Porvenir: ejemplo de reconversión productiva. s.f.

2.2. *Megathyrsus maximus* cv Tanzania

Es un pasto perenne de porte alto alcanzando alturas de 0,8 a 2,5 metros y presenta un crecimiento en macollas aisladas, tiene una raíz fasciculada brotada de un rizoma corto y grueso, su inflorescencia es con espiga terminal abierta presentando ramificaciones laterales de 20 a 30 cm, la producción de semillas es mayor a 9.000 por planta de baja viabilidad, crece desde los 0 hasta los 1.600 m.s.n.m. con precipitaciones de 400 a 1.600 mm por año, soporta temperaturas de 18°C a 45°C y sequias considerables, adaptada a suelos fértiles, francos, neutros y bien drenados, no tolera suelos arcillosos y ácidos (Murgueito et al, 2016).

La producción de MS en SSP puede llegar a 26 Toneladas ha⁻¹ año⁻¹, de esta el 18% son tallos y el 82% hojas (Murgueito et al, 2016). Además de su buen contenido nutricional (Tabla 2), también tiene una excelente palatabilidad.

Tabla 2. Calidad nutricional del *Megathyrsus maximus* cv Tanzania en SSP.

EB (Kcal/kg MS)	% MS					DIVMS (%)
	PC	FDN	FDA	CEN	EE	
3766	7,4	72,2	48,7	10,8	1,0	55

Nota: Promedio lluvia-sequia, Kcal = Kilocalorías, MS = Materia Seca, PC = Proteína Cruda, FDN = Fibra Detergente Neutro, FDA = Fibra Detergente Acido, CEN = Cenizas, EE = Extracto Etéreo, DIVMS = Digestibilidad In Vitro de Materia Seca. Adaptado de FEDEGAN, SENA & CIPAV. Hacienda el Porvenir: ejemplo de reconversión productiva. s.f.

2.3. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es el cultivo tropical perenne con mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar, con respecto a otras plantas, produciendo la mayor cantidad de biomasa por unidad de superficie (Rosales, s.f.). Es cultivada entre los 0 y 1500 m.s.n.m., además de ser resistente a la sequía y al exceso de lluvia (Torres, 2013).

Durante su ciclo de crecimiento, a diferencia de las gramíneas tropicales, no disminuye su digestibilidad con la madurez de la planta, debido al incremento de carbohidratos (sacarosa) que compensan la lignificación de la pared celular (Holgado, 2012).

Las principales características de la caña es el alto contenido de azúcares solubles y de fibra lignificada, bajo contenido de proteína y minerales y la nula presencia de grasas y almidones; en su uso como complemento alimenticio al pastoreo es necesaria la incorporación de proteína, en forma de urea o follaje de leguminosas, minerales y vitaminas (Urdaneta, 2005; Chávez, 2008).

2.4. *Moringa oleífera*

La *Moringa oleífera* es un árbol originario del Himalaya en la India, pero tiene una amplia distribución en Asia, África, Islas del Caribe, América Central y del sur; que se ha adaptado muy bien en el trópico y subtrópico (Castro, 2013). Se cultiva entre los 0 y 1800 m.s.n.m, alcanza de 7 a 12 metros de altura y de 20 a 40 cm de diámetros en el tallo generalmente recto y copa abierta, requiere suelos francos a franco arcillosos con buen drenaje (Ramírez, Dávila & Ibrahim, 2005).

Sus usos son muy diversos en la producción de alimentos para humanos y animales, producción de biocombustibles, sistemas agroforestales, carbón vegetal, pulpa para elaboración de papel y tratamiento de aguas.

En México estudios han registrados producciones de 210 toneladas $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ de forraje verde con mínimo 500 plantas por hectárea (Castro, 2013).

El contenido de nutrientes de la *Moringa oleífera* es muy bueno, este contiene un alto nivel de proteínas en su hojas, tallos y ramas; sus flores y frutos contiene vitaminas A, B, C y proteínas (Ramírez, Dávila & Ibrahim, 2005).

En vacas lecheras alimentadas con *Moringa oleífera* se reportan incrementos de producción superiores a los 2 litros vaca $^{-1}$ día $^{-1}$ (Rodríguez, 2011).

En estudios realizado por Peraza, Pérez y Mohar (2015) sobre la calidad de leche en vacas alimentadas con *Moringa oleífera* no se encontraron diferencias significativas en su contenido de proteína, grasas y lactosa, con respecto a vacas de manejo tradicional.

2.5. Costeño con Cuernos

La raza Costeño con Cuernos (CCC), como todas las razas criollas del país, es proveniente de España a través de la región Caribe, por su formación y adaptación en esta región se caracteriza por tolerar temperaturas altas y adaptarse a las diferentes condiciones de la costa norte desde la humedad y fertilidad de las llanuras del Valle del Sinú, pasando por las áridas, pobres y onduladas sabanas de Bolívar, las abnegadas tierras del río Magdalena, hasta las fértiles y secas llanuras del Valle del Cesar (Ossa, Abuabara, Pérez & Martínez, 1999). Es catalogada como raza de DP.

En 1936 el gobierno de Colombia, fue consiente en la importancia económica de la raza, seleccionaron el primer grupo de conservación de los bovinos criollos en la Granja de Montería, en el departamento de Córdoba, para tenerlos en confinamiento con el objetivo de estudiarlos y seleccionarlos, el núcleo genético contaba con 366 animales, los cuales 256 eran romos y 110 con cuernos. En 1937 se dividieron en dos grupos, los animales con cuernos fueron llevados a la Estación Pecuaria de Valledupar, en el departamento del Cesar. Luego, en 1955 los animales fueron trasladados en la Experimental de Toluviejo, en el departamento de Sucre, que pertenecía al Departamento de Investigaciones Agropecuarias [DIA] del ministerio de agricultura. Finalmente, en 1962 fueron trasladados al Centro de Investigación Turipaná en Cerete, en el departamento de Córdoba, que pertenecía al Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] y en la actualidad pertenece a AGROSAVIA del Ministerio de Agricultura de Colombia (Pinzón, 1984; Martínez, 1998).

2.5.1. Características raciales

Los animales son de tamaño medio, con alzada en la cruz en machos varia de 1.29 a 1.39 metros y en las hembras varia de 1.23 a 1.27 metros, los pesos adultos oscilan en los machos de 532 a 690 kg y las hembras de 380 a 450 kg (Rubio, 1976).

La cabeza es fina con perfil cóncavo y mediana con forma de lira, media lira o corona, orejas pequeñas y ovaladas, la cara es un poco cóncava con ojos grandes, rodeados de arrugas expresivos y brillantes con orbitas prominentes, dorso fuerte y recto en los machos y un poco débil en las hembras, el hocico puede ser negro claro o gris con ollares dilatados y boca mediana, el tren posterior es un poco estrecho con inserción alta en la cola favoreciendo el parto, miembro de huesos finos y fuertes, las pezuñas son sólidas y negras, la piel es fina de color negra o rosada, pelo fino de color uniforme rojo o anaranjado, aunque es aceptado el color castaño en las extremidades hasta los corvejones, alrededor de los ojos, hocico y orejas (Ossa, Abuabara, Pérez & Martínez, 2011).

Las vacas poseen actitud lechera con una ubre glandular, colgante, pezones medianos y venas mamarias bien desarrolladas; y los toros tienen buenos aplomos y extremidades fuertes, testículos de tamaño proporcionado, prepucio corto adherido al cuerpo, vigorosos y activos sexualmente (Rubio, 1976).

2.5.2. Producción lechera

La raza ha sido usada en el sistema DP en ordeño con ternero, ha perdido importancia en las lecherías de la región por sus cruces con razas cebuinas y europeas, por desconocimiento de sus características adaptativas, reproducción, rusticidad y longevidad (Ossa, Abuabara, Pérez & Martínez 2011).

En 1960 en la Granja Experimental Toluviejo, ubicado en el municipio de Sincelejo departamento de Sucre, donde se evaluaron las características productivas con la modalidad de ordeño con y sin ternero. Rubio (1976) presento producciones en el ordeño con ternero una producción lechera de 1202,3 kg en lactancia de 266 días, con 376 observaciones, y en ordeño sin ternero la reducción de producción lecherea fue muy drástica produciendo solo 396 kg de leche en lactancias de 177 días, observando 652 vacas.

3. Metodología

3.1. Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo experimental, evaluativo y comparativo, donde se medirán los efectos positivos, en cuanto a la producción y calidad de leche en vacas CCC en el primer tercio de lactancia, en pastoreadas en un Sistema SSP y suplementadas con Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleifera*, incluidos en dos niveles de suplementación y de acuerdo a los resultados se determinara cual es nivel óptimo de inclusión en la suplementación.

3.2. Localización

La investigación se realizará en AGROSAVIA C.I. Motilonia, ubicada en el municipio de Agustín Codazzi (Cesar), en el kilómetro 5 vía que conduce a Bucaramanga y situada a 65 km de Valledupar. Se encuentra a 180 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 28,7°C, humedad relativa de 70%, con precipitación media anual de 1360 m.m., ubicándose en la formación ecológica catalogada como bosque seco tropical.

3.3. Animales experimentales

Para la selección de las vacas se consultaron los registros individuales el periodo de lactancia que se encontraban en ese momento. Se utilizaron 6 vacas CCC ubicadas en el primer tercio de lactancia, con un promedio en PV de 430 kg y una producción de leche promedio de 3,5 litros.

3.4. Sanidad

La vacunación preventiva es contra Fiebre Aftosa, Carbón Sintomático, Septicemia Hemorrágica, Edema Maligno y Brucelosis. Además, la vermifugación se realiza al momento del parto en las vacas y cada 2 meses en los terneros, con aplicación de vitaminas en cada periodo.

3.5. Técnicas auxiliares

La recolección de datos se realizó con registros previamente diseñados:

- La producción lechera se registró en una ficha (Apéndice A), donde se anotaba: los tratamientos, la identificación de la vaca, la cantidad de suplemento ofertado y rechazado y los kilogramos de leche producidos. La cantidad de suplemento consumido se calculó de la resta entre el suplemento ofertado y el rechazo.
- La calidad de la leche se registró en una ficha (Apéndice A), donde se anotaba: los tratamientos, el número de la vaca, el porcentaje de grasa, el porcentaje de proteína y el porcentaje de Sólidos no Grasos (SNG).
- Para el desarrollo del análisis estadístico se utilizó el software Microsoft Excel 2010.

3.6. Tratamientos experimentales

Las 6 vacas CCC fueron distribuidas aleatoriamente en 2 grupos, de 3 vacas cada uno, y entre los 3 tratamientos, intercalándose cada tratamiento entre los 3 periodos experimentales. El grupo control, con 2 vacas, denominado Tratamiento 0 (T_0), el segundo grupo, con 2 vacas, denominado Tratamiento 1 (T_1) y el tercer grupo, con 2 vacas, denominado Tratamiento 2 (T_2).

Los tratamientos a evaluar fueron:

- T₀: Pastoreo *Megathyrus maximus* cv Tanzania.
- T₁: Pastoreo *Megathyrus maximus* cv Tanzania + 1% PV en MS de suplemento (70% forraje energético y 30% forraje Proteico).
- T₂: Pastoreo *Megathyrus maximus* cv Tanzania + 1% PV en MS de suplemento (50% forraje energético y 50% forraje proteico).

La identificación de las vacas se realizó con collares de colores diferentes para cada grupo experimental así:

- T₀: Sin collar.
- T₁: Collar amarillo.
- T₂: Collar azul.

El suplemento consta de la gramínea Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) como forraje energético y la leguminosa *Moringa oleífera* como forraje proteico cuya concentración nutricional es la siguiente:

Tabla 3. Calidad nutricional de la Caña de Azúcar y la Moringa.

Forraje	MS%	%MS						DVIVMS%
		Cenizas	PB	FDN	FDA	LIG	CHOs	
Caña de Azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	31,9	6,59	3,37	47,2	35,9	6,9	26,4	55,3
<i>Moringa oleífera</i>	34,9	10,63	26,7	47,7	35,2	-	60	-

Nota: Promedio lluvia-sequia, Kcal = Kilocalorías, MS = Materia Seca, PC = Proteína Cruda, FDN = Fibra Detergente Neutro, FDA = Fibra Detergente Acido, CEN = Cenizas, EE = Extracto Etéreo, DIVMS = Digestibilidad In Vitro de Materia Seca. Adaptado de Pedroso, Rodrigues, Nussio y Schmidt. Suplementación y Engorde de Bovinos con Caña de azúcar y Silaje de Caña de azúcar. 2004 & Pérez, Sánchez, Armengol y Reyes. Características y potencialidades de *Moringa oleífera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. 2010.

3.7. Elaboración de dietas

Las vacas en el manejo de solo pastoreo producían en promedio de 3,5 litros de leche vaca⁻¹ día⁻¹, pero según su potencial genético, la producción lechera puede ser mejor, se propuso una visión de aumentar la producción de leche a 4 litros vaca⁻¹ día⁻¹ y el aumento de la calidad nutricional en porcentaje de grasa, SNG y proteína.

La dieta base para todas las vacas estaba constituida de pastoreo con *Megathyrus maximus* cv Tanzania y para los tratamientos se suministraron los suplementos de la siguiente manera:

Tabla 4. Calidad nutricional de la Caña de Azúcar y la Moringa.

Forraje	T ₁		T ₂	
	Kg MS	Kg FV	Kg MS	Kg FV
Caña de Azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	3,01	10,518	2,15	7,288
<i>Moringa oleifera</i>	1,29	4,777	2,15	7,962
Total	4,30	15,295	4,30	15,250

Nota: Kg MS = Kilogramos de Materia Seca, Kg FV = Kilogramos de Forraje Verde.
Adaptación propia.

3.8. Periodo experimental

Los animales de los 3 tratamientos se encontraban pastoreando, bajo las mismas condiciones, dentro de un SSP establecido con Eucalipto¹ (*Eucalyptus s.p.*) y *Megathyrus maximus* cv Tanzania² bajo un sistema rotacional con franjas de 450 m² con periodos de ocupación de 3 días y periodos de descanso de 36 días.

La suplementación se comenzó 7 días previos a la toma de muestras de cada periodo experimental, con el fin de que las vacas que se encuentran los tratamientos T₁ y T₂ tengan una adaptación las bacterias ruminales al suplemento ofertado.

¹ Sembrado a tresbolillo a distancia de 4,5 m x 4,5 m x 4,5 m.

² Sembrada al voleo.

El experimento tuvo una duración de 40 días, dividido en 3 periodos de 14 días cada uno, cada periodo con 7 días de acostumbramiento y 7 días de toma de muestras y la toma de muestras se realizaron los días lunes, miércoles y viernes de la semana de toma de muestras (Figura 1).

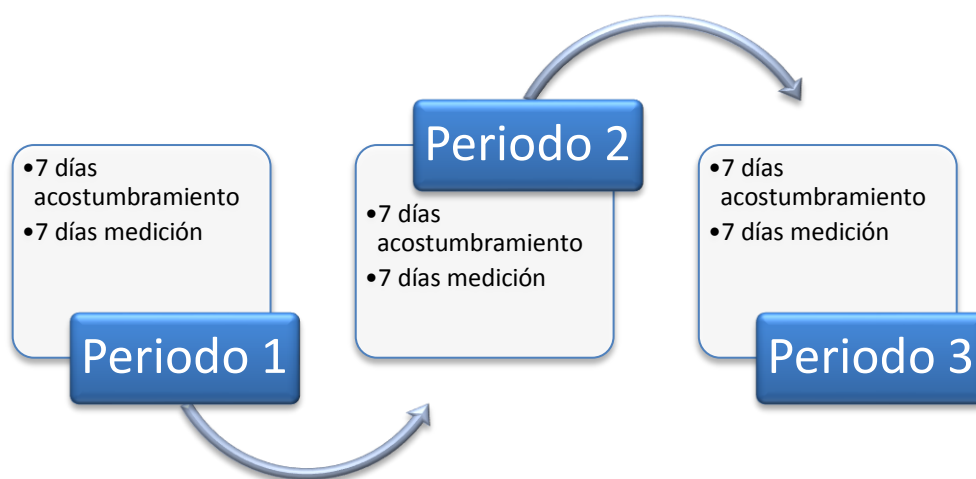


Figura 1. Periodos experimentales. Fuente: Elaboración propia.

3.9. Procedimientos

3.9.1. Ordeño

Las vacas del T_0 , T_1 y T_2 fueron sometidas a un ordeño manual (de 7 a 8 am). Luego del ordeño las 2 vacas del T_0 se sueltan a pastoreo en la franja establecida en el SSP y las 4 vacas del T_1 y T_2 se le suministra el suplemento mezclado en comederos individuales y separadas con agua a voluntad.

Al T_1 se le suministran 10,518 kg de FV de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y 4,777 kg de FV de *Moringa oleífera* y al T_2 se le suministran 7,288 kg de FV de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y 7,962 kg de FV de *Moringa oleífera* hasta las 4 de la tarde, donde se pesa el alimento rechazado.

El ordeño se realizó con apoyo del ternero, con lavado de la ubre de la vaca y las manos del operario con agua yodada diluido 8 cc en 20 litros de agua, la ubre fue secada con papel absorbente desechable para proceder con el ordeño. La rutina del ordeño inició con el despunte y luego depositando la leche en los baldes de almacenamiento, luego se deja el ternero amamantando con la leche residual durante 30 minutos y luego se separa de la madre para que pastoreen separados de la madre en otro potrero (Figura 2).

3.9.2. Toma de muestras

Se realizaron pesajes de leche de forma individual y posteriormente se toma una muestra de leche de 20 ml por animal los días lunes, miércoles y viernes de la semana de toma de muestras, las muestras se envasan individualmente en recipientes de plásticos herméticos y esterilizado y puestas en refrigeración.

En una nevera de poliestireno expandido con gel refrigerante se mantuvo la temperatura de 4°C para su conservación y posterior envió al laboratorio para el análisis de grasa, proteína y SNG.



Figura 2. Tareas diarias en el experimento. Fuente: elaboración propia.

3.9.3. Aforo de pasto

El aforo se realizó con un marco de 1 m x 1m haciendo el recorrido en zigzag tomando 10 muestras. Las muestras se promediaron para conocer la cantidad de FV por metro cuadrado (m²).

3.9.4. Determinación de la calidad nutricional de la leche

La determinación de la calidad nutricional de la leche (grasa, proteína y SNG) se realizó los días lunes, miércoles y viernes después de los 7 días de acostumbramiento en cada periodo experimental. Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de lácteos del Centro Biotecnológico de Caribe (CBC) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) Regional Cesar en Valledupar, usando el *EKOMILK M* (Figura 3).



Figura 3. *EKOMILK M Milk Analyzer Milkana KAM 98-2A*. Foto del autor.

3.10 Análisis estadístico

Los datos se tabularon en Microsoft Excel, posteriormente se procedió el análisis en un Diseño de Cuadrado Latino con una réplica, cuyo modelo estadístico es:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \beta_k + \varepsilon_{ijk} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, p \\ j = 1, 2, \dots, p \\ k = 1, 2, \dots, p \end{cases}$$

Donde

γ_{ijk} : es la observación del renglón i -ésimo y la columna k -ésima para el tratamiento j -ésimo,

μ : es la media global,

α_i : es el efecto del renglón i -ésimo,

τ_j : es el efecto del tratamiento j -ésimo,

β_k : es el efecto de la columna j -ésima, y

ε_{ijk} : es el error aleatorio.

También se analizaron las medias por el método Tukey, cuyo modelo estadístico es:

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(\alpha, f) \sqrt{\frac{MS_E}{n}}$$

Dónde:

α : nivel de significancia,

f : grados de libertad del error,

MS_E : cuadrado media del error, y

n : número de repeticiones.

Se procede a organizar los Cuadrados Latinos y a realizar el Análisis de Varianza según el caso 2 (Montgomery, 2004), donde se usan los mismos periodos experimentales pero diferentes vacas en cada cuadrado, en Microsoft Excel 2010 (Apéndice B - E).

3.11. Materiales y equipos

3.11.1. Producción de leche: en SSP

6 vacas CCC en primer tercio de lactancia

Praderas en SSP con pasto *Megathyrsus maximus* cv Tanzania y *Eucalyptus* s.p.

Cerca y cinta eléctrica para manejo de los animales

Corral de ordeño con divisiones

Balde

Bascula de gancho

Comederos, saladeros y bebederos portátiles

Registros

3.11.2. Análisis nutricional

Bromatológico de:

Megathyrus maximus cv Tanzania

Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*)

Moringa oleífera

3.11.3. Preparación de comida

Cosechadora de forraje

Machetes

Carretilla

Bascula gramera

ACPM

Forraje de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*)

Forraje de *Moringa oleífera*

4. Resultados y discusión

4.1. Producción de leche, grasa, proteína y SNG

El primer periodo experimental se desarrolló del 26 de febrero y 9 de marzo, con etapa de acostumbramiento del 26 de febrero y 4 de marzo y la toma de muestra del 5 y 9 de marzo.

El segundo periodo experimental se desarrolló del 10 y 23 de marzo, con etapa de acostumbramiento del 10 y 18 de marzo y la toma de muestra del 19 y 23 de marzo.

El tercer periodo experimental se desarrolló del 24 de marzo y 6 de abril, con etapa de acostumbramiento del 24 de marzo al 1 de abril y la toma de muestra del 2 y 6 de abril.

En estos periodos, los animales del T₁ y T₂ se encontraban bajo la suplementación de mezcla de forrajes de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleífera* y los del T₀ bajo pastoreo.

Tabla 5. Resumen Kg de leche, % grasa, % proteína, % SNG

	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Significado
Kg leche	3,67	3,78	3,73	NS
% Grasa	4,13	4,53	4,69	*
% Proteína	3,45	3,45	3,49	NS
% SNG	9,18	9,31	9,21	NS

Nota: *: diferencia significativa, NS: sin diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la producción de leche muestran que no hubo diferencias significativas estadísticamente ($P < 0,05$) entre los tratamientos, la cantidad de kg de leche presentados fueron 3,67 para el T₀, 3,78 para el T₁ y 3,73 para el T₂ de Kg vaca⁻¹ día⁻¹.

Observando los promedios de producción de leche se puede inferir que los grupos de animales expuestos a la suplementación no presento cambios significativos frente a los animales de pastoreo.

Lo que nos demuestra que la suplementación con Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleífera* no presenta efectos positivos en la producción lechera.

En la producción de grasa se observa que hay diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los tratamientos donde se ve un incremento de 0,4% en el T₁ y de 0,56% en el T₂. Por el contrario no se presentaron diferencias significativas en la concentración de proteína y SNG.

4.2. Consumo de suplemento

El suplemento fue ofertado como se observó en la Tabla 3, presentando un rechazo de 4,2 kg de FV para el T₁ y 4,62 kg de FV para el T₂, por consiguiente el consumo fue de 11,09 y 10,63 kg de FV para T₁ y T₂, respectivamente.

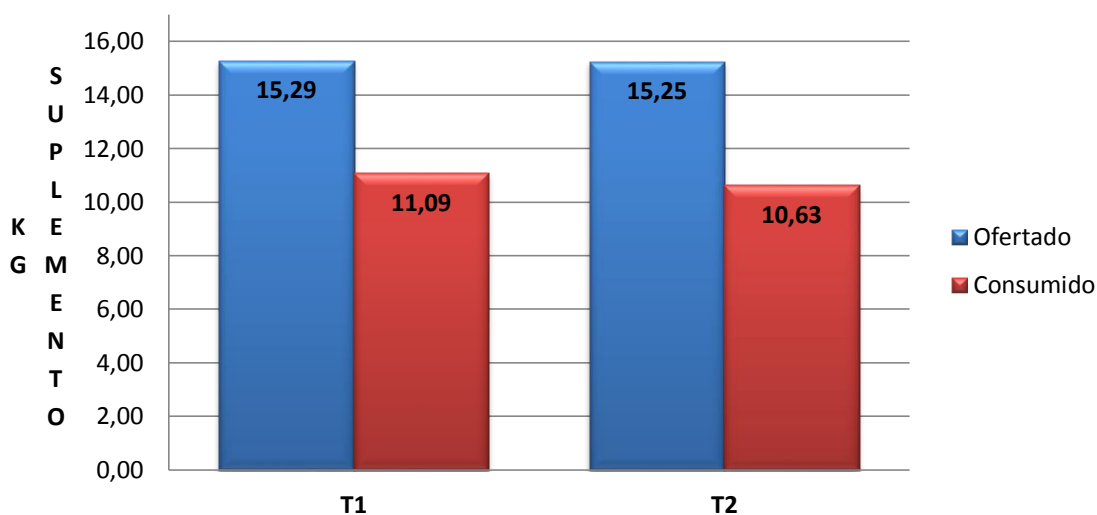


Ilustración 1. Suplemento ofertado vs consumo de suplemento. Realizado en Microsoft Excel.

5. Conclusiones y recomendaciones

- No hay efectos variables entre la producción, proteína y SNG de la leche con los niveles de inclusión de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleífera*.

- Las 2 ofertas de Azúcar (*Saccharum officinarum*) y *Moringa oleífera* tienden a aumentar la grasa en la leche. Pero la concentración de grasa aumenta significativamente con el Tratamiento 2.
- El consumo de suplemento fue aceptable siendo del 72, 53 % para el T₁ y del 69,70 % para el T₂.
- Usar lotes con baja oferta forrajera, para mejorar aceptación del alimento ofertado.
- Incluir la leguminosa tropical teniendo en cuenta el efecto la dieta vs línea de forraje.
- Mejorar la palatabilidad de los forrajes secándolas luego de la cosecha y agregar 5% del peso fresco de melaza.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, Y. 2017. Alimentación y Sólidos en Leche. Recuperado el 12 de enero de 2018, de <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/05/informe-1.pdf>
- Barahona, R; Sánchez, M; Murgueitio, E & Chará, J. (2014). Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. En: *Premio Nacional de Ganadería José Raimundo Sojo Zambrano, modalidad Investigación Científica*. Bogotá, Colombia, Revista Carta Fedegán 140:66-69.
- Becerra, A., Baquero, L. & Roncallo, B. 1998. *Alternativa del Silvopastoreo para Alimentación Bovina*. Revista Agricultura de las Américas. Edición 260 - Santafé de Bogotá. P 30-31.
- Castro, A. (2013). *El árbol moringa (moringa oleífera lam.): Una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia*. Tesis de Especialista no publicada, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.

Chávez, M. (2008). Uso de la Caña de Azúcar como Forraje. *Revista Dos Pinos*, 3(1)0 Año 3, pp. 45-51.

Federación Colombiana de Ganaderos, Servicio Nacional de Aprendizaje & Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. (s.f.). *Hacienda el Porvenir: ejemplo de reconversión productiva*. Colombia: FEDEGAN.

Fernández, A. (2001). Suplementos y suplementación energética y proteica. Recuperado el 12 de enero de 2018 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/33-sincronizacion_energia_proteina.pdf

Holgado, F. (2012). *Caña de azúcar: Alimento para los trapiches y las vacas lecheras*. Recuperado el 12 de enero de 2017 de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/Cania_azucar/15-cana_y_produccion.pdf

Instituto Colombiano Agropecuario. (s.f.). *Tabla de población bovina por municipio y por departamento 2016 [Archivo de datos]*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario. Disponible en <https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2016/Bovinos-por-Muni-y-Dpto-2016.aspx>

Lozano, M., Corredor, G., Vanegas, M., Figueroa, L., Ramírez, M., Carrero, G., et al. (2006). *Sistemas Silvopastoriles con uso de Biofertilizantes: Opción tecnológica para el Valle Cálido del Alto Magdalena*. Colombia: Produmedios.

Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. 2ª ed. México: Limusa S.A.

Murgueitio, E., Flores, M., Calle, Z., Chará, J., Barahona, R., Molina, C. & Uribe, F. (2015). Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueito, E., Fassola, H. & Eibl, B. (Eds.), *Sistemas Agroforestales:*

- Funciones Productiva, Socioeconómica y Ambientales* (pp. 59-102). Cali, Colombia: Editorial CIPAV.
- Murgueitio E., Uribe F., Molina C., Molina E., Galindo W., Chará J... González J. (2016). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena*. Cali: Editorial CIPAV.
- Ossa, G., Abuabara, Y., Pérez, J., & Martínez, G. (2011). El ganado criollo colombiano Costeño con Cuernos (CCC). *Recursos Genéticos Animales*, 48, pp. 101-107. doi:10.1017/S2078633611000014
- Peraza, B., Pérez, A. & Mohar, F. (2015). Efecto de la alimentación con Moringa oleífera en la dieta de vacas lecheras. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(4). pp. 40-45.
- Pulido, J., Romero, M., Rivero, S., Duarte, O., Robledo, L., Vuelvas, S... Narváez, L. (2002). *Atlas de Los Sistemas de Producción Bovina Modulo Región Caribe*. (1 ed.). Bogotá: CORPOICA.
- Ramírez, E., Dávila, O. & Ibrahim, M. (2005). *El uso de bancos forrajeros para la alimentación de verano*. Banco Mundial: INPASA.
- Rodríguez, R. (2011). *Alimentación de vacas lecheras con Moringa oleífera fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad Nacional Agraria, Managua.
- Rosales, R. (s.f.). *Uso de la caña de azúcar en la alimentación animal*. Recuperado el 12 de enero de 2018 de <https://es.scribd.com/document/200623125/Uso-de-La-Cana-en-La-Alimentacion-Animal>
- Rubio, R. (1976). *Ganado Costeño con Cuernos*. Razas criollas colombianas: Manual de Asistencia Técnica. Colombia: ICA.

Torres, J. (2013). *Alternativas para alimentación de bovinos con base en caña de azúcar.*

Recuperado el 12 de enero de 2018 de

<https://www.laica.co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443&s=2521&d=32915>

Urdaneta, J. (2005). *Manual de Ganadería de Doble Propósito.* Venezuela: Ediciones Astro Data. pp. 231-235.

Apéndices

Apéndice A. Fichas para toma de datos.

Formato registro de información de consumo y producción lechera.

Tratamientos	ID vaca	Suplementación alimenticia kg FV				Producción lechera (kg)
		Caña	Moringa	Rechazo	Consumo	
1		10,508	4,777			
		10,508	4,777			
2		7,288	7,962			
		7,288	7,962			
3		n/a		n/a	n/a	
		n/a		n/a	n/a	

Formato registro de información del análisis de calidad nutricional en laboratorio

Tratamientos	ID vaca	% Grasa	% Prot.	% SNG
1				
2				
3				

Apéndice B. Análisis estadístico producción de leche**Cuadrado latino**

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	04210-8	2,95	2,44	3,24
	07118-8	3,21	3,12	4,44
	10014-4	3,24	2,93	4,18

Replica

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	06054-5	5,57	4,96	4,68
	08002-7	3,82	3,43	2,46
	09004-9	5,02	4,07	3,35

T ₁	T ₂	T ₀
----------------	----------------	----------------

ANOVA

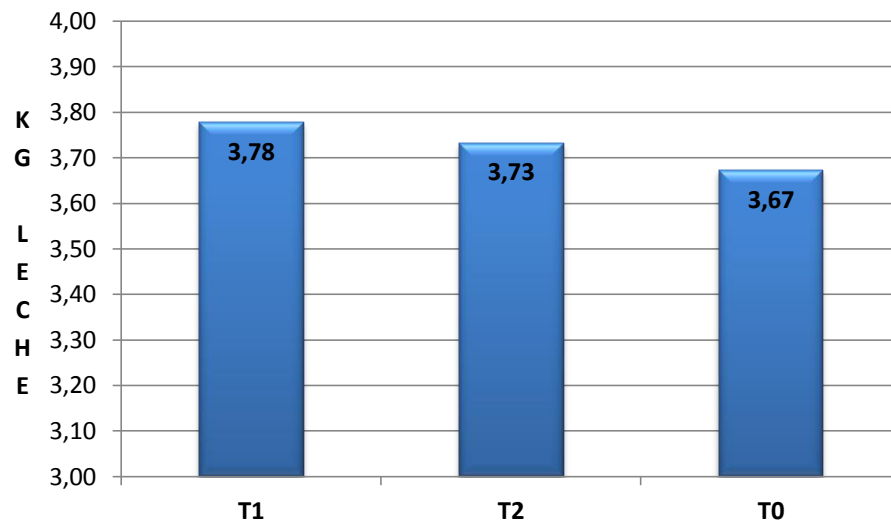
Número de observaciones: 18

Variable dependiente: Kg de leche

Variable independiente: Tratamientos

Tabla de ANOVA para producción de leche

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	F. teórica
Tratamientos	2	0,0333	0,0167	0,0306	4,46
Vacas	4	5,8989	1,4747	F. cal. < F. teó. NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
Periodo	2	0,6817	0,3409		
Replica	1	3,2173	3,2173		
Error	8	4,3466	0,5433		
Total	17	14,1779			

Grafica promedios de producción de kg de leche por tratamiento**Diferencias de medias por método Tukey Producción de leche**

$$\alpha = 5\%$$

$$f = 8$$

$$MS_{\epsilon} = 0,543$$

$$n = 6$$

$$T_{0,05} = q_{0,05}(0,05, 8) \sqrt{\frac{0,543}{6}} == 4,04 \sqrt{\frac{0,543}{6}} = \boxed{1,22}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_2 = 3,78 - 3,73 = 0,05 \rightarrow 0,05 < 1,22 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_0 = 3,78 - 3,67 = 0,11 \rightarrow 0,05 < 1,22 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_0 = 3,73 - 3,67 = 0,05 \rightarrow 0,05 < 1,22 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

Apéndice C. Análisis estadístico % Grasa**Cuadrado latino**

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	04210-8	3,82	3,80	3,43
	07118-8	4,29	3,00	3,83
	10014-4	5,01	4,98	5,17

Replica

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	06054-5	4,34	3,78	4,85
	08002-7	4,12	3,91	4,48
	09004-9	5,09	5,93	6,28

T ₁	T ₂	T ₀
----------------	----------------	----------------

ANOVA

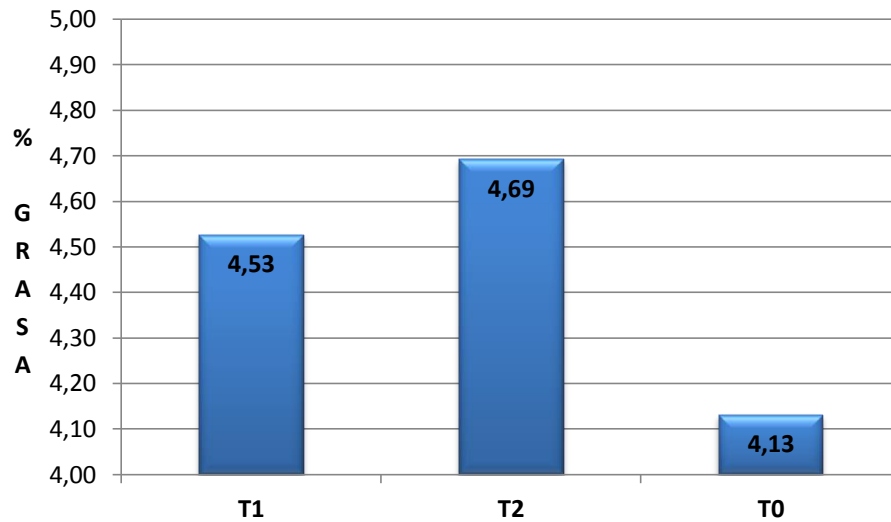
Número de observaciones: 18

Variable dependiente: % Grasa

Variable independiente: Tratamientos

Tabla de ANOVA para % Grasa

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	F. teórica
Tratamientos	2	0,9985	0,4993	4,5403	4,46
Vacas	4	8,3470	2,0868	F. cal. > F. teó. HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
Periodo	2	0,5811	0,2905		
Replica	1	1,6501	1,6501		
Error	8	0,8797	0,1100		
Total	17	12,4565			

Grafica promedios de producción de % Grasa por tratamiento**Diferencias de medias por método Tukey % Grasa**

$$\alpha = 5\%$$

$$f = 8$$

$$MS_{\epsilon} = 0,110$$

$$n = 6$$

$$T_{0,05} = q_{0,05}(0,05, 8) \sqrt{\frac{0,110}{6}} = 4,04 \sqrt{\frac{0,110}{6}} = \boxed{0,54}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_2 = 4,53 - 4,69 = -0,17 \rightarrow 0,17 < 0,54 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_0 = 4,53 - 4,13 = 0,40 \rightarrow 0,40 < 0,54 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_0 = 4,69 - 4,13 = 0,56 \rightarrow \boxed{0,56 > 0,54} \therefore \text{Hay diferencia significativa}$$

Apéndice D. Análisis Estadístico % proteína**Cuadrado latino**

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	04210-8	3,42	3,52	3,50
	07118-8	3,65	3,57	3,71
	10014-4	3,54	3,52	3,56

Replica

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	06054-5	3,30	3,30	3,29
	08002-7	3,37	3,42	3,35
	09004-9	3,42	3,56	3,35

T ₁	T ₂	T ₀
----------------	----------------	----------------

ANOVA

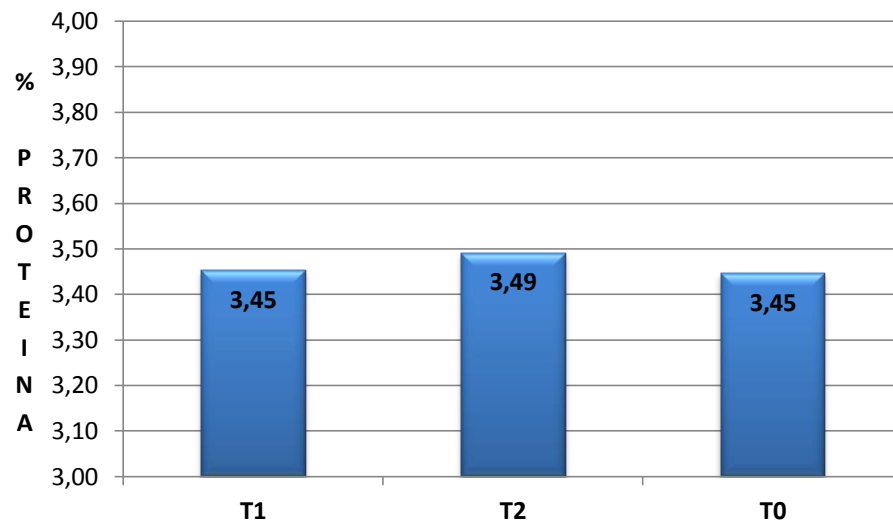
Número de observaciones: 18

Variable dependiente: % Proteína

Variable independiente: Tratamientos

Tabla de ANOVA para % Proteína

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	F. teórica
Tratamientos	2	0,0071	0,0035	0,8966	4,46
Vacas	4	0,0734	0,0184	F. cal. < F. teó. NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
Periodo	2	0,0031	0,0016		
Replica	1	0,1476	0,1476		
Error	8	0,0316	0,0039		
Total	17	0,2628			

Grafica promedios de producción de % Proteína por tratamiento**Diferencias de medias por método Tukey en % Proteína**

$$\alpha = 5\%$$

$$f = 8$$

$$MS_{\epsilon} = 0,004$$

$$n = 6$$

$$T_{0,05} = q_{0,05}(0,05, 8) \sqrt{\frac{0,004}{6}} = 4,04 \sqrt{\frac{0,004}{6}} = \boxed{0,10}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_2 = 3,45 - 3,49 = -0,04 \rightarrow 0,04 < 0,10 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_0 = 3,45 - 3,45 = 0,00 \rightarrow 0,00 < 0,10 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_0 = 3,49 - 3,45 = 0,04 \rightarrow 0,04 < 0,10 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

Apéndice E. Análisis estadístico % SNG**Cuadrado latino**

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	04210-8	9,07	9,32	9,28
	07118-8	9,51	9,49	9,84
	10014-4	9,37	9,31	9,41

Replica

		Periodos		
		1	2	3
Vacas	06054-5	8,75	8,75	8,70
	08002-7	8,94	9,06	8,83
	09004-9	9,37	9,38	9,80

T ₁	T ₂	T ₀
----------------	----------------	----------------

ANOVA

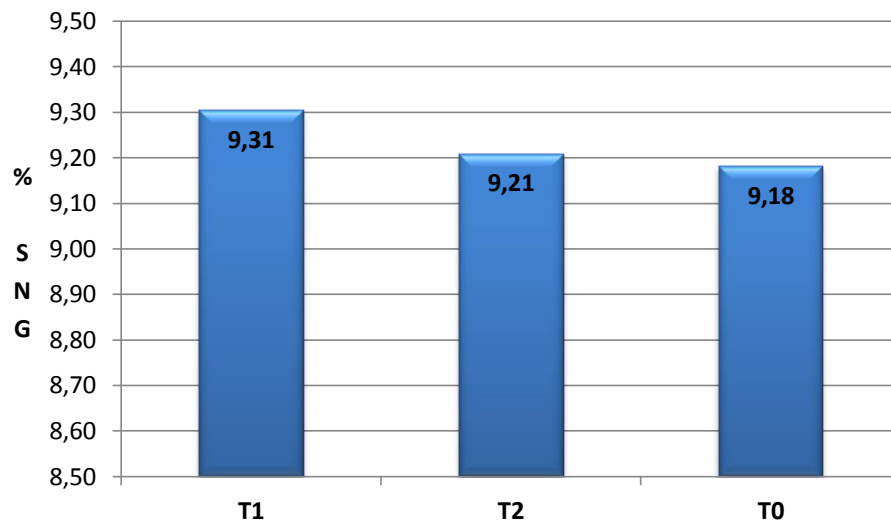
Número de observaciones: 18

Variable dependiente: % SNG

Variable independiente: Tratamientos

Tabla de ANOVA para % SNG

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	F. teórica
Tratamientos	2	0,0501	0,0250	1,2925	4,46
Vacas	4	1,2206	0,3052	F. cal. < F. teó. NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
Periodo	2	0,0619	0,0310		
Replica	1	0,5067	0,5067		
Error	8	0,1550	0,0194		
Total	17	1,9943			

Grafica promedios de producción de % SNG por tratamiento**Diferencias de medias por método Tukey en % SNG**

$$\alpha = 5\%$$

$$f = 8$$

$$MS_{\epsilon} = 0,019$$

$$n = 6$$

$$T_{0,05} = q_{0,05}(0,05, 8) \sqrt{\frac{0,019}{6}} = 4,04 \sqrt{\frac{0,019}{6}} = \boxed{0,23}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_2 = 9,31 - 9,21 = 0,10 \rightarrow 0,10 < 0,23 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_0 = 9,31 - 9,18 = 0,13 \rightarrow 0,13 < 0,23 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_0 = 9,21 - 9,18 = 0,03 \rightarrow 0,03 < 0,23 \therefore \text{no hay diferencia significativa}$$