

**Desempeño productivo y calidad de la canal de bovinos F1 (Romosinuano x Brahman)
suplementados en condiciones de pastoreo en el valle del Sinú.**

Leonardo David Oliveros Rangel

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Zootecnista

DIRECTORA

Lorena Inés Mestra Vargas. Médico Veterinario y Zootecnista Espc., M.SC.

CODIRECTORA

Esperanza Prieto Manrique. Zootecnista., M.SC., Ph.D

**Universidad de sucre
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Programa de Zootecnia
Sincelejo 2021**



René Patiño Pardo
Firma del jurado 1



Rafael José Otero
Firma del jurado 2

Sincelejo 2021

Dedicatoria

A Dios por su infinito amor para conmigo y concederme la sabiduría e inteligencia que, hicieron posible alcanzar este logro académico.

A mis padres, Leonardo Oliveros Borrero y Naxira Elena Rangel Pedrozo, por creer incondicionalmente en mí, siendo parte fundamental en la realización de este sueño.

A mi tío Alonso Oliveros Borrero, por ayudarme económicamente, además, siempre estuvo para darme los mejores consejos. “*Mantén los pies en el suelo, esmérate, se agradecido con Dios y confíale todo a él*”, me decía siempre.

A mis profesores René Patiño Pardo y Esperanza Prieto Manrique, dieron lo mejor de sí mismos para ofrecerme sus mejores enseñanzas y consejos, tengo en ellos, unos padres más.

Leonardo David Oliveros Rangel

Agradecimientos

A Dios por hacer posible este logro, por la sabiduría y fuerza espiritual que, me empujó a salir adelante, aún en medio de los momentos difíciles.

A mis padres, hermanas y demás familiares y amigos que de una u otra forma aportaron a mi proceso de formación académica.

A la universidad de Sucre y planta de docentes que hicieron posible mi formación profesional, gracias por todo.

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado, modalidad investigación, en sus instalaciones. Gracias a la directora de grado: Lorena Mestra Vargas y grupo de trabajo, Jorge Mejía Luque; Diego Medina Herrera y Erica Salcedo Carrascal, por su apoyo y enseñanzas durante el desarrollo de la investigación.

Leonardo David Oliveros Rangel

Contenido	
Lista de figuras	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
OBJETIVOS	9
General	9
Específicos	9
Marco referencial	10
Censo bovino en Colombia, cifras de referencia e impacto de la cadena.	10
Seguridad alimentaria y demanda de alimentos de la población mundial proyectada al 2050.	10
Importancia y estructura de la producción ganadera de tipo carne y características de los sistemas de producción en el caribe colombiano.	10
Estrategias alimenticias para optimizar los parámetros productivos y calidad de la canal de bovinos en pastoreo.	11
Características productivas y calidad de canal del biotipo F1 Romosinuano x Cebú Brahmán en pastoreo.	12
Metodología	13
Localización	13
Animales experimentales	13
Manejo y Evaluación de Praderas, Alimentación y formulación del suplemento	13
Composición nutricional del forraje y del suplemento alimenticio	13
Consumo de forraje y suplemento	14
Análisis de digestibilidad <i>in-situ</i> de los componentes de la dieta	14
Evaluaciones de la dinámica de crecimiento en bovinos F1 Romosinuano x Cebú	14
Mediciones morfométricas –MM- y estructura corporal - Frame score	15
Registro de variables de la canal en la planta de beneficio	15
Análisis estadístico	16
Análisis económico	16
Resultados y discusión	16
Composición nutricional del forraje y del suplemento	16
Consumo de materia seca y nutrientes (PC y EM)	17
Desempeño productivo de bovinos F1 Romosinuano x Cebú, suplementado en condiciones de pastoreo.	18
Mediciones morfométricas y estructura corporal - Frame score	19
Evaluación y calidad de canales	20
Evaluación de las canales bovinas	22
Análisis económico	22
Conclusión	23
Bibliografía	23
Anexo	28

Lista de tablas

Tabla 1. Composición química del suplemento en porcentaje y Digestibilidad *In Situ* (%MS).

Tabla 2. Composición nutricional del forraje (*Megathyrus maximus cv* Agrosavia Sabanera) en porcentaje de la materia seca (%MS).

Tabla 3. Consumo de MS y nutrientes (Kg/d^{-1}), de bovinos F1 (Romosinuano x Brahman) con suplementación en pastoreo de *Megathyrus maximus cv* Agrosavia Sabanera.

Tabla 4. Edad, peso, ganancia diaria de peso (GDP), condición corporal (CC) y producción de carne de bovinos F1 Romosinuano x Cebú, suplementados en condiciones de pastoreo.

Tabla 5. Relación de medidas morfométricas de bovinos F1 (Romosinuano x Brahman) de 19-24 meses de edad, suplementados en condiciones de pastoreo.

Tabla 6. Características de la calidad de la canal, de bovinos F1, Romosinuano x Brahman, suplementados en condiciones de pastoreo.

Tabla 7. Medidas de referencia del sistema ICTA y valores y/o características de las canales estudiadas (conformación, grado de acabado y peso canal fría)

Tabla 8. Rentabilidad de la ceba de bovinos F1 (Romosinuano x Brahman), suplementados en condiciones de pastoreo.

Lista de figuras

Figura 1. Gráficos de tendencia del comportamiento de RCC (%), perímetro de la pierna, grasa dorsal 1 (G1) y grasa dorsal 2 (G2).

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el desempeño productivo y calidad de la canal de bovinos F1 –Ramosinuano x Brahman-, suplementados bajo condiciones de pastoreo en el valle del río Sinú. Se utilizaron 10 animales F1, sin castrar, manejados en un sistema de pastoreo intensivo, con 3 días de ocupación, 21 días de descanso y carga animal de 5 animales.ha¹, además, los animales diariamente recibían suplemento energético-proteico (0,4% del peso vivo), durante 149 días. Se empleó un área de 2 ha divididas en 8 potrero de 2500 m², establecidas en pasto *Megathyrus maximus* cv Agrosavia Sabanera, a las cuales se les hizo evaluaciones agronómicas cada 14 días. Se realizaron pruebas de ganancia de peso (GDP) y mediciones morfométricas cada 28 y 56 días, respectivamente. Al finalizar el ensayo los animales fueron llevados a una planta de beneficio y posterior al sacrificio se evaluó el Peso de la canal caliente (PCC) rendimiento canal caliente (RCC) y rendimiento canal fría (RCF), Merma, longitud de la canal, perímetro de la pierna, grado de acabado y evaluación subjetiva según el sistema ICTA. El promedio de la proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad in-situ (Dig IS) del forraje fue de 9.40, 66.70 y 55.76%, respectivamente. El consumo total de materia seca (MS), en promedio, fue de 10,65 Kg.animal.d⁻¹, donde el consumo de forraje aportó el 82,6% del total de ingesta de MS y el 17,4% restante lo aportó la MS del suplemento. Los animales se sacrificaron a los 24 meses de edad con 547.5 kg de peso corporal. La GDP observada en promedio fue de 0,861 kg y producción de peso vivo por hectárea día de 4.3 Kg. La altura promedio a la cadera alcanzó los 144 cm. Las variables PCC, RCC, merma, longitud de la canal y perímetro de la pierna, presentaron valores medios de, 283.7kg, 53.89%, 0.37%, 149.9 y 115.65 cm, respectivamente. En general, las canales obtuvieron una clasificación cinco estrellas. Los resultados obtenidos muestran las bondades productivas y de adaptación del biotipo Ramosinuano x Brahman, como una tecnología para promover la producción eficiente de carne bovina, en pastoreo y suministrado pequeñas cantidades de suplemento energético-proteico.

Palabras clave

Suplemento, *Megathyrus maximus* cv Agrosavia Sabanera, ganancia de peso y calidad de canal.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the productive performance and quality of the F1 bovine carcass –Rimosinuano x Brahman-, supplemented under grazing conditions in the Sinú river valley. 10 F1 animals were used, without castrating, managed in an intensive grazing system, with 3 days of occupation, 21 days of rest and animal load of 5 animals.ha¹, in addition, the animals received daily energy-protein supplement (0.4 % of live weight), for 133 days. An area of 2 ha divided into 8 pastures of 2500 m² was used, established in *Megathyrsus Maximus* cv *Agrosavia Sabanera* grass, which were subjected to agronomic evaluations every 14 days. Weight gain tests (GDP) and morphometric measurements were performed every 28 and 56 days, respectively. At the end of the test, the animals were taken to a beneficiation plant and after slaughter, it was evaluated the weight of the hot carcass (WHC) hot carcass performance (HCP) and cold carcass performance (CCP), waste, lime length, leg perimeter, degree of finish and subjective evaluation according to the ICTA system. The average of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and in-situ digestibility of the forage was 9.40, 66.70 and 55.76%, respectively, the total consumption of dry matter (DM) was 10.65 Kg, where forage consumption contributed 82.6% of the total DM intake and the remaining 17.4% was provided by the DM of the supplement. The animals were sacrificed at 24 months of age with 547.5 Kg of body weight, the GDP, meat production per hectare day and height at the hip was 0.861 Kg.animal.day⁻¹, 4.3 Kg.ha.d⁻¹ and 144 cm, respectively. The variables HCW, HCP, Loss, carcass length and leg circumference, presented mean values of, 283.7Kg, 53.89%, 0.37%, 149.9 and 115.65 cm, respectively. Overall, the carcass got a five-star rating. The results obtained show the productive and adaptive benefits of the Rimosinuano x Brahman biotype, showing itself as a technology to promote the efficient production of beef, grazing and supplying small amounts of energy-protein supplement.

Keywords:

Supplement, forage, Megathyrsus maximus cv Sabanera, weight gain and carcass quality.

Introducción

En Colombia, la ganadería bovina constituye uno de los sectores más importante y dinámico de la producción pecuaria. Según el Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-, el inventario bovino es de aproximadamente 27.234.027 cabezas de animales (ICA, 2019), de las cuales el 59% están orientadas hacia la producción de ganado tipo carne (FEDEGAN, 2019), cuya actividad, representa el 10% del PIB agropecuario y genera 300.000 empleos directos, aspectos, que contribuyen con el desarrollo socioeconómico del sector rural (Rodríguez, 2018). Por su parte, la región Caribe con un total de 7.831.166 cabezas de animales comprende el 28,7% del inventario nacional, siendo Córdoba el departamento de esta región, con mayor número de animales con un total de 2.134.681 semovientes (ICA, 2019), y el tercero con más animales sacrificados a nivel nacional con 260.773 cabezas, que dan una producción total de 64.518 toneladas de carne en canal y de las cuales 14.921, van al mercado de exportaciones (DANE, 2020).

Los sistemas de explotación bovina de las regiones tropicales, en su mayoría, basan la alimentación en el uso intensivo de los pastos, por ser la práctica de alimentación de menor costo (Paulino *et al.*, 2008 y Bezerra *et al.*, 2018). Sin embargo, la sostenibilidad de estos sistemas se ve afectada por los diferentes fenómenos climáticos que a menudo experimentan las pasturas empleadas (Paulino *et al.*, 2004; Detmann *et al.*, 2014; Tapasco *et al.*, 2015), afectándose de esta manera la disponibilidad de proteína y energía presente en el recurso forrajero, lo cual conlleva a una disminución en la digestibilidad de la materia seca ingerida, cuyo fenómeno provoca una reducción en la disponibilidad de nutrientes, necesarios para el aumento del desempeño productivo de los animales (Detmann *et al.*, 2014). Lo anterior, constituye la principal limitante para la producción de carne bovina, en la región caribe, y explica en parte, la baja productividad y competitividad de los sistemas de producción de carne de esta región, que se caracterizan por presentar baja carga animal -menos de 1 animal/ha⁻¹ -, bajas ganancias de peso -menor a 0,400 kg animal.d⁻¹ -, baja producción de carne por unidad de superficie -169 kg ha. Año-, bajos pesos al sacrificio -424 kg-, mayor edad al sacrificio ->40 meses- y rendimientos en canal inferiores al 51,7 %, además, estos mismos sistemas, se caracterizan por poseer un bajo nivel en la integración de tecnologías y/o procesos de innovación que fomenten el auge y estabilidad del sector cárnico de la región (FNG, 2014).

Con relación a la alimentación, este es uno de los principales factores de manejo que más influye en la productividad animal y la producción de carne, es el resultado de un sistema integrado que involucra las influencias ambientales, el manejo y las decisiones de gestión por parte del productor (Paulino *et al.*, 2004). Respecto al manejo nutricional de los bovinos, la calidad y la cantidad de forraje ofrecido, es el componente de mayor influencia en la respuesta animal, en tanto que, existe una relación directamente proporcional entre dicho componente y el desempeño de los animales (Detmann *et al.*, 2014), es por ello que, en la medida en que descienda la calidad y cantidad del recurso alimenticio, se restringe el cumplimiento de los requerimientos nutricionales, provocando, disminuciones tanto en las ganancias de pesos como en la producción por unidad de superficie. Es así, como la suplementación con componentes proteicos y/o energéticos, constituye una herramienta tecnológica que permite un mejor aprovechamiento del recurso forrajero a lo largo de año, predisponiendo una mayor presencia de nutrientes que favorecen la expresión del potencial genético de los animales y la calidad del producto final (Goes *et al.*, 2008; Andrade & Prado, 2012; De Paula *et al.*, 2019).

En la región caribe colombiana, existe poca literatura que describa la respuesta animal a la suplementación energético-proteica, y su efecto sobre el desempeño productivo y las características de la calidad de la canal. Por ello, se busca con este estudio desarrollar un modelo

de producción sostenible, basado en la suplementación de bovinos F1 –Ramosinuano x Brahman- en pastoreo bajo condiciones tropicales, que contribuyan a mejorar la producción de carne reducir el ciclo de ceba y obtener un producto diferenciado. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño productivo y calidad de la canal de bovinos F1 (Ramosinuano x Brahman) suplementados en condiciones de pastoreo.

OBJETIVOS

General

Evaluar el desempeño productivo y calidad de la canal de bovinos F1 (Ramosinuano x Brahman) suplementados en condiciones de pastoreo

Específicos

1. Evaluar la composición nutricional y la digestibilidad *in situ* de los recursos alimentarios; (*Megathyrus maximus*), y el consumo de materia seca (kg/d) del biotipo F1 Ramosinuano x Brahman en pastoreo.

2. Evaluar el desempeño productivo (ganancia diaria de peso vivo y por unidad de superficie) condición corporal y características morfométricas de bovinos F1, Ramosinuano x Brahman, en pastoreo y suplementación durante la fase ceba.

3. Evaluar las características de la canal (rendimiento, merma, longitud de canal (cm) y espesor de grasa (mm), de bovinos F1 Ramosinuano x Brahman.

4. Describir los indicadores financieros y económicos del modelo productivo de bovinos F1 Ramosinuano x Brahman.

Marco referencial

Censo bovino en Colombia, cifras de referencia e impacto de la cadena.

La población bovina en Colombia está distribuida en 623.794 predios, que conforman un inventario de aproximadamente 27.234.027 animales, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia (11,35%), Casanare (7,84%), Córdoba (7,84%), Meta (7,51%), Caquetá (6,97%), Santander (5,94%), Cesar (5,45%), Cundinamarca (5,32%), Magdalena (4,93%) y Bolívar (4,49%), cuyos territorios conforman cerca del 68% del inventario nacional. Por su parte la región Caribe con 7.831.166 cabezas de animales, representa el 28,7% del inventario bovino, (ICA, 2019).

Análisis realizados en la Federación Colombia de Ganaderos (FEDEGAN, 2018), demuestran que la ganadería vacuna constituye la actividad del sector agropecuario más dinámica e influyente en la economía rural, reflejado en el valor anual de su producción que equivale a: 2,1 veces el sector avícola; 4,4 veces el sector porcícola; 3 veces el sector cafetero; 3,1 veces el sector floricultor; 5,3 veces el sector bananero y 8 veces el sector palmicultor. Además, genera 810 mil empleos directos que contribuyen con el 6% del empleo nacional y el 19% del empleo agropecuario. En términos económicos la ganadería aporta el 1,6 % del PIB nacional, 24,8% del PIB agropecuario y 48,7% del PIB pecuario.

Seguridad alimentaria y demanda de alimentos de la población mundial proyectada al 2050.

En un informe realizado por la FAO, se prevé que para el año 2050 la población humana haya incrementado un 34%, lo cual, supone un reto en términos de seguridad alimentaria, debido a que, la producción de alimentos tendría que aumentar en un 70%, para suplir la demanda de la población. En este sentido, la producción de carne necesita un aumento de más de 200 millones de toneladas, hasta alcanzar una productividad de 470 millones de toneladas en 2050, de las cuales, el 72% de la producción procederá de los países en desarrollo (FAO, 2009).

Importancia y estructura de la producción ganadera de tipo carne y características de los sistemas de producción en el caribe colombiano.

El hato ganadero de la región caribe está constituido por un total de 7,8 millones de animales, Además, esta misma región representa más del 30% de la producción de carne a nivel nacional, donde Córdoba y Cesar representan el 50% de esa participación regional (Lombana et al., 2013).

En los últimos tiempos las políticas para el sector ganadero se han enfocado en el desarrollo de modelos productivos sustentables en el tiempo, con el propósito de impulsar el crecimiento, la sostenibilidad y competitividad de la cadena cárnica especialmente en la región Caribe. El interés por impulsar dichas políticas en el caribe colombiano se debe a que gran parte de sus suelos tienen vocación productiva para la ganadería vacuna tipo carne, y su cercanía a los grandes puertos facilita el posicionamiento de sus productos en grandes mercados internacionales (FEDEGAN, 2018). Además, la región caribe posee tres de las cuatro plantas faenadoras que tiene el país, debidamente autorizada para la conservación, industrialización y comercialización de carne bovina certificada para exportación, en términos generales, la ganadería de la región Caribe es considerada de las más dinámicas y avanzadas en el país (Martínez, 2018).

La ganadería vacuna es un sistema productivo que involucra diversos recursos alrededor de sí misma. La puesta en marcha de dicha actividad involucra la participación de productores de todas las condiciones, desde microempresarios hasta agro empresas. La producción de carne se caracteriza por especialización en subsistemas que, de acuerdo con la fase de crecimiento del animal, se denominan en ganadería de cría, levante y ceba o engorde (Martínez, Llanos & Fonseca, 2018). En el primer subsistema, el ganadero cría una vaca para producir y vender un ternero; el levante es la etapa que transcurre entre el destete y la ceba de animales, mientras el engorde se describe como el lapso de tiempo donde el productor intensifica la alimentación de animales jóvenes por varios meses hasta que estén listos para ser llevados a sacrificio (Bracamonte, 2018). La carne de los animales sacrificados entra al proceso de industrialización y posteriormente es comercializada en el mercado local y de exportación (Lombana et al., 2013). Los animales utilizados para tal fin descienden principalmente de razas cebúinas, aunque también se realizan cruces de estas razas, con animales europeos o criollos, para obtener biotipos de mejor desempeño y/o adaptabilidad a las condiciones medioambientales que predominan en la región Caribe. Por otra parte, la principal fuente de alimentación de los animales destinados a la producción de carne en esta región se basa en el pastoreo (Vásquez, 2005), con praderas establecidas principalmente en gramíneas de los géneros; *Bothriochloa pertusa*, *Dichanthium aristatum*, *Megathyrsus maximus*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria mutica* y pastos naturales, entre otros (Tapasco et al., 2015).

Estrategias alimenticias para optimizar los parámetros productivos y calidad de la canal de bovinos en pastoreo.

Los planes de alimentación para el ganado vacuno se deben enfocar en un mejoramiento continuo en la oferta de recursos que intervienen en el proceso de alimentar los animales, procurando satisfacer los requerimientos nutricionales de los mismos para, garantizar un mejor desempeño productivo (Alimentarius, 2004). En este sentido, son muchas las estrategias que se han propuesto con el objetivo de mejorar la oferta y calidad de los recursos empleados en la alimentación de rumiantes. El uso de fuentes energéticas y proteicas en la alimentación de bovinos, se fundamenta, en mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales para los microorganismos del rumen, optimizando los procesos fisiológicos de la fermentación ruminal, e incremento de la actividad microbiana, degradabilidad de la fibra y síntesis de proteína microbiana, como fuente de energía y proteína disponibles para el desempeño animal, (Hoover y Stokes, 1991., Russel et al 1992., & Uddin et al., 2015). Por lo anterior, la suplementación con componentes nitrogenados y/o energéticos, es una de las estrategias que comúnmente es utilizada para mejorar la respuesta animal a través de una mayor disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, todo programa de suplementación en animales en pastoreo se debe centrar en maximizar la utilización de la biomasa vegetal, lo que permite optimizar los costos de producción (Paulino *et al.*, 2004; Detmann *et al.*, 2014).

Con relación al desempeño animal, Paulino et al., (2004) indican que el suministro de suplementos que proporcionan energía y proteína a nivel ruminal permite, digerir no sólo el suplemento, sino también el forraje ingerido, y en los animales expresar tasas más altas de aumento de peso. De igual forma, Souza et al, (2010) describen que la asociación de fuentes de energía rápidamente degradables con nitrógeno suplementario, puede mejorar el desempeño de los animales, producto de una mayor cantidad de proteína metabolizable que surgirá de la mayor asimilación microbiana de nitrógeno. Además, la energía suplementaria también puede mejorar a su vez la utilización de dicha proteína (Detmann *et al.*, 2014). Por su parte, Ospina (2010) explica que, a través de la utilización de componentes proteicos es posible estimular la fermentación ruminal y lograr un aumento en la oferta de energía y proteína para el animal, lo

cual es posible, por el mayor consumo de materia orgánica digestible y mayor síntesis de biomasa microbiana que en conjunto permiten aumentar la oferta de aminoácidos al duodeno, necesarios para el aumento del desempeño productivo animal.

Diversos estudios han reportado los efectos de la suplementación sobre el desempeño productivo, rendimiento y calidad de la canal, en bovinos que pastorean bajo condiciones tropicales. Así, Roth et al., (2019), al comparar el desempeño de novillos Nelore, que pastoreaban en praderas de *Megathyrus maximus* cv. *Tanzania* y recibían suplemento energétoproteico vs grupo control – pasto más sal mineralizada -, durante la época transición lluvia a sequía, encontraron diferencias en la GDP al reportar 0,687 y 0,607 kg. animal⁻¹ en promedio, respectivamente. De igual forma, De Paula et al., (2019) describieron que el rendimiento y las características de la canal fueron mayores para los animales que recibieron niveles medio y alto de suplemento en comparación con los de nivel bajo y solo pastoreo en *-Brachiaria decumbens-*. Sin embargo, no hubo diferencia en el consumo de materia seca, entre los tratamientos, pero sí en la digestibilidad de la materia seca y proteína, siendo mayor cuando se suministró suplemento.

En un estudio realizado por Sossa y Barahona (2015), en el trópico alto colombiano, con cruces de las razas Angus, Holstein, Limousin y Brahman, encontraron que el desempeño animal, medido en la GDP no fue diferente entre los animales con suplemento y solo pastoreo de *Pennisetum clandestinum*, 0,646 y 0,601 kg, respectivamente. Mestra (2018, 2019), en dos estudios diferentes, describió que la suplementación con componentes proteico-energético mejora el desempeño de los animales en pastoreo, encontrando en uno de sus estudios, que el ganado –Simmental x Cebú- con suplemento fue superior $-p \leq 0.001-$ en GDP, peso final y producción de carne $-kg \cdot ha^{-1} \text{ año}-$, en comparación con los no suplementados en 63.0%, 13.7% y 13.0% respectivamente.

Características productivas y calidad de canal del biotipo F1 Romosinuano x Cebú Brahmán en pastoreo.

La adopción de tecnologías que permitan incrementar la productividad y competitividad de la producción de carne en la región del caribe colombiano, involucra utilizar razas o cruces de animales que se adapten y expresen un nivel de desempeño deseado bajo condiciones de pastoreo adversas, propias de la región. Por ello, uno de los biotipos que se ha promovido para la producción de carne vacuna en las regiones del trópico bajo colombiano, es el F1 Romosinuano x Brahmán, con el cual se busca aprovechar la rusticidad y adaptabilidad de la raza naturalizada y la capacidad productiva del cebú (Vásquez et al., 2006). Estudios realizados por Kerguelén et al., (2019) en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en un modelo de producción de carne establecido con pastos *Megathyrus maximus* cv. AGROSAVIA Sabanera y Mombasa, durante cuatro ciclos de evaluación (desde el año 2013 hasta el 2014) con bovinos F1 Romosinuano x Brahmán y con una carga de 4 animales/ha, mostraron que los animales que pastorearon en AGROSAVIA sabanera, presentaron de forma secuencial por ciclo, GDP acumulada de 0,702, 0,725, 0,562 y 0,458 kg. animal⁻¹ y producción de carne de 1024.43, 1058.50, 820.22 y 668.17 kg. ha⁻¹ por año.

En ese mismo orden, los animales que permanecieron en pasto Mombasa tuvieron un promedio acumulado en GDP de 0,666, 0,628, 0,489 y 0,514 kg. animal⁻¹, y la productividad por unidad de superficie fue de 971.71, 916.85, 713.60 y 750.48 kg de carne ha⁻¹ a por año, demostrando que con solo pastoreo es posible producir más de 500 kg de carne. ha⁻¹ año.

En cuanto a calidad de canal se refiere, Vásquez et al., (2006), encontraron para el biotipo F1, Romosinuano x Brahmán, RC de 54,17%, con pesos en canal caliente de 223.8 y en canal fría de 220.4 kg, y un total de carne aprovechable cercano al 70%. Así mismo, Flórez et al., (2014),

reporto, RC caliente y fría, y total de carne aprovechable de 57.9, 57.1 y 76.9%, respectivamente. Por su parte, Aguayo *et al* (2018), al estudiar la calidad de la canal de bovinos cebú comercial en pastoreo con pasto angletón y suplementados con torta de palmiste vs no suplementado, encontró diferencias en el ancho y longitud de la pierna $P \leq 0,05$, siendo mejor en los animales con suplemento, de igual forma, el rendimiento de la canal en frío, tendió a mejorar con la suplementación $P \leq 0,01$, y las demás características de calidad de canal no se vieron afectada por la suplementación.

Metodología

Localización

El estudio se realizó en el CI Turipaná - AGROSAVIA, localizado en el valle medio del río Sinú, con una altura de 17 msnm, y clasificado ecológicamente como Bosque seco tropical (Holdrige, 1978); suelos clasificados como franco limo y franco arcillosos. El promedio anual de temperatura es de 30 °C, humedad relativa en la época seca de 75% y en la época de lluvia de 85%.

Animales experimentales

Se utilizaron diez bovinos Romosinuano x Brahman, no castrados, con peso promedio inicial de $419 \pm 16,3$ kg y 19 meses de edad, los cuales pertenecían al programa de Desarrollo de Negocios-AGROSAVIA. Los animales fueron desparasitados, identificados, vacunados contra carbón bacteriano y fiebre aftosa. Se aplicaron las prácticas sanitarias y de prevención exigidas por el Instituto colombiano Agropecuario (ICA).

Manejo y Evaluación de Praderas, Alimentación y formulación del suplemento

Se manejó una carga de 5 animales/ha, los bovinos experimentales se mantuvieron en ocho potreros de 0.25 ha, establecidos con pasto *Megathyrus maximus* cv Agrosavia sabanera en pastoreo rotacional con tres días de ocupación y 21 días de descanso, además, tenían acceso a suplementación mineral y agua a voluntad. En la pradera se determinó la disponibilidad de forraje verde y de materia seca ($\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$) cada 14 días utilizando el método de doble muestreo con promedio ponderado en la pradera, combinando el método destructivo y visual para mayor confiabilidad (Rúa, 2010). Con base en la información de la disponibilidad ($\text{kg} \cdot \text{MS} \cdot \text{ha}^{-1}$) del forraje, la composición nutricional de los recursos alimenticios, características productivas de los bovinos y la información climática, se realizó un balance de la ración utilizando el software *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS), en función de los requerimientos nutricionales de los animales y el consumo de nutrientes buscando garantizar una ganancia diaria en promedio de $700 \text{g} \cdot \text{animal} \cdot \text{d}^{-1}$. Posteriormente, se elaboró un concentrado energético- proteico con subproductos de la agroindustria; salvado de maíz, (*Zea mays*) (64%) torta de algodón (*Gossypium* sp) (28%) y melaza (8%). La cantidad de suplemento suministrada durante el bioensayo, consistió al 0.4 % del peso vivo, sobre la base húmeda. La suplementación con concentrado se realizó en condiciones de pastoreo, diariamente a las 10:00 am de la mañana, después del mayor consumo del forraje y para evitar el efecto sustitutivo de la suplementación en los animales bajo condiciones de pastoreo. El periodo de suplementación correspondió a 149 días, incluido dos semanas de acostumbamiento.

Composición nutricional del forraje y del suplemento alimenticio

Se recolectaron muestras del forraje y suplemento una vez por mes, posteriormente se enviaron a laboratorio de química analítica para su respectivo análisis. En el forraje se evaluó la materia seca por método gravimétrico (ISO 6496-NTC4888) y mediante análisis espectral

por NIRS, en equipo FOS NIRSystems modelo DS2500 se evaluaron los macro componentes MS, PC, FDN, FDA, LIGNINA, CENIZAS y EE (Ariza-Nieto et al., 2018).

La composición nutricional del suplemento se evaluó en el laboratorio de Química Analítica del CI Turipaná (tabla 1), mediante análisis químico proximal, de acuerdo a los métodos descritos por de la AOAC (AOAC International, 1995), para los análisis de Materia Seca a 105 °C (AOAC 2001.12); Cenizas (AOAC 942.05); proteína cruda (AOAC 960.52), extracto etéreo; (AOAC 2003.06), fibra en detergente neutro (AOAC 2002.04) y fibra en detergente ácido (OAC 973.18).

Tabla 1. Composición química del suplemento en porcentaje y Digestibilidad *In Situ* (%MS)

	<i>MS</i>	<i>PC</i>	<i>EE</i>	<i>FDN</i>	<i>FDA</i>	<i>EM (Mcal/kg)</i>	<i>Dg IS</i>
<i>Suplemento EP*</i>	88.1	18.9	4.73	19.41	6.61	2,49	90.86

EP*: energético-proteico

Composición química del suplemento en porcentaje y Digestibilidad *In Situ* (%MS).

Consumo de forraje y suplemento

El consumo de forraje se determinó a través del método agronómico de oferta y rechazo de materia seca. Para lo cual se realizaron aforos para determinar la cantidad (kg) de MS disponible a la entrada y salida de los animales en cada área asignada para el pastoreo, durante el periodo experimental, representada, en kg.MVS.ha⁻¹. Adicionalmente se estimó el consumo de nutrientes aportados por los recursos alimenticios, utilizando el software CNCPS V 6.5.5.1.

Análisis de digestibilidad *in-situ* de los componentes de la dieta

La digestibilidad *in situ* del forraje y suplemento se evaluó en las instalaciones de la Unidad de Laboratorios del Centro de Investigación Turipaná de Agrosavia, mediante el método de Orskov & Mc Donal (1979). Para ello las muestras de forraje y suplemento (por duplicado) fueron almacenadas en bolsas de nylon e incubadas en el rumen de un bovino fistulado por un lapso de 48 horas. La digestibilidad se calculó por la diferencia de peso en del material incubado y el material presente en la bolsa luego de la incubación y secado, corregido en base seca.

Evaluaciones de la dinámica de crecimiento en bovinos F1 Romosinuano x Cebú

La dinámica de crecimiento en los animales se evaluó teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Ganancia diaria de peso corporal –GDP-: Los animales fueron pesados al inicio del estudio, y posteriormente cada 28 días, para lo cual, se utilizó una báscula electrónica portátil (TRU-TEST EW6®). Para el cálculo de la GDP, se empleó la siguiente fórmula: $GDP = (P_{final} - P_{inicial}) / \text{número de días}$.
- Evaluación de la Condición corporal –CC-: este parámetro fue evaluado en cada animal cada 28 días, por el método visual, utilizando una escala de puntajes de 1 a 9, (Farney et al., 2016)

Mediciones morfométricas –MM- y estructura corporal - Frame score

Las mediciones morfométricas del biotipo en estudio se realizaron cada 56 días, utilizando un bastón zoo-métrico y cinta métrica para la medición de las siguientes regiones anatómicas (cm): Altura a la cadera (AC), perímetro torácico (PT), perímetro abdominal (PA), longitud corporal (LC), longitud del anca (LA), y amplitud entre isquiones (AI). La descripción numérica del *Frame Score* fue valorada mediante una escala de 1 a 11 puntos de la tabla establecida por la Federación de Mejoramiento de la Carne (BIF, Texas A&M), y se calculan a partir de la altura y la edad de los animales (Dolezal y Coe, 2007)

Sacrificio de Bovinos y Evaluación de Canales

Cuando todos los animales alcanzaron un peso promedio igual o superior a los 450 kg de peso vivo, fueron transportados hasta una planta de beneficio autorizada por la autoridad competente (ICA, decreto 1500; Resolución 002341 del 23 agosto de 2007). Al llegar a la planta de beneficio, los animales fueron pesados y dirigidos a los corrales de espera hasta la faena; siguiendo los procedimientos operacionales típicos de las plantas de beneficio autorizadas por la autoridad competente.

Registro de variables de la canal en la planta de beneficio

Evaluación de la canal: una vez los diez animales pasaron al proceso de sacrificio, y posterior transformación en canal, se realizaron las siguientes mediciones:

- Peso de la canal caliente –PCC-: se evaluó una vez los animales fueron faenados y convertidos en canal.
- Peso de la canal fría –PCF-: esta medición se realizó después de 48 horas de frío en cámaras.
- Rendimiento centesimal -% -: en caliente, se realizó pos-sacrificio y es el cociente entre [(PCC/Peso Vivo) *100]; en frío, se hizo a las 48 horas pos-entrada a la nevera de conservación empleando la siguiente operación matemática: [(PCF/Peso Vivo) *100]
- Merma –M-: se calculó en función del PCC y PCF, empleado la siguiente fórmula:

$$M = [(PCC - PCF) * 100] / PCC$$
- Longitud de la canal: corresponde a la medida desde el borde craneal de la sínfisis isquiopubiana hasta el centro del borde craneal aparente de la primera costilla.
- Espesor de grasa: el espesor de la grasa se midió en las siguientes regiones anatómicas: Grasa 1 (mm): medida del espesor de la grasa dorsal que se ubica entre la séptima y octava vértebra torácica; Grasa 2 (mm): medida del espesor de la grasa localizado en la parte más sobresaliente del hueso sacro, a siete centímetros del borde del corte sagital que divide la canal en dos.
- Mediciones subjetivas de canal: Se utilizó la metodología colombiana de clasificación de canales y cortes descrita por Amador et al., (1995).

Análisis estadístico

La información obtenida durante la fase experimental se registró en libros de campo y formatos para construir una base de datos en formato Excel (Microsoft Excel®). Para las variables medidas, y con el objetivo de realizar una caracterización y evaluar el grado de variabilidad en las variables respuesta consideradas durante el estudio y el comportamiento productivo de animales en pastoreo con suplementación, los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva, se estimó el valor máximo, mínimo, promedio y coeficiente de variación generales y por animal para cada una de las variables. Los resultados de evaluaciones de las canales (%RCC PP, G1 y G2) fueron tabulados y los intervalos de frecuencia para las variables de estudio fueron analizados y representados gráficamente mediante histogramas de frecuencia. Todos los análisis fueron realizados en el programa estadístico SAS Enterprise 7.2.

Análisis económico

El análisis de la rentabilidad de este estudio se realizó al final del periodo de evaluación, a partir de los cálculos de los indicadores de viabilidad financiera como, costos totales (CT), ingresos brutos (IB) y utilidad bruta (UB).

$$\text{Rentabilidad} = ((\text{IB} - \text{CT}) / \text{CT}) * 100$$

Resultados y discusión

Composición nutricional del forraje y del suplemento.

En la tabla 2, se presenta el valor nutritivo del forraje *Megathyrus Maximus* cv Agrosavia Sabanera, evaluado durante el periodo experimental, en meses de septiembre (Lluvia) octubre-noviembre (Transición) diciembre y enero (Sequía).

Tabla 2. Composición nutricional del forraje (*Megathyrus maximus* cv Agrosavia Sabanera) en porcentaje de la materia seca (%MS).

Época	MS 105 °C	PC	Ceniza	EE	FDN	FDA	Lignina	Dg IS	EB (Mcal.Kg. MS ⁻¹)	Ca (%)	P (%)
Lluvia	93,5	11,68	10,15	2,05	65,16	36,53	8,19	57,33	4,12	0,31	0,32
Transición Ll- Sequía	93,03	10,15	10,63	2,05	65,56	34,32	8,48	56,80	4,09	0,41	0,34
Sequía	93,26	6,36	10,7	2,07	69,37	36,30	9,46	53,16	4,07	0,35	0,28
Sequía	93,74	9,33	9,32	2,06	66,84	34,24	8,52	56,17	4,01	0,29	0,36
Promedio	93,26	9,40	10,49	2,06	66,70	35,72	8,71	55,76	4,09	0,36	0,31
Desv	0,24	2,74	0,30	0,01	2,32	1,22	0,67	2,27	0,03	0,05	0,03
CV (%)	0,25	29,15	2,85	0,56	3,48	3,40	7,64	4,07	0,61	14,11	9,75

Cálculo de la MS del forraje a 65°C; PC: proteína cruda; EE: Extracto etéreo; FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: fibra en detergente ácido; Dg IS: digestibilidad *in situ*.

La composición nutricional en términos de PC, FDN, FDA y Dg IS de la MS, varió en función de la época, presentándose los mejores valores durante la época de lluvias y transición de lluvia-sequía, periodos en los cuales los niveles de PC fueron de 11.68 y 10.15%, respectivamente, siendo el nivel de proteína en época de lluvia, inferior en 1.62%, respecto a lo reportado por Kerguelén et al. (2019), en el pasto *Megathyrus maximum* cv Agrosavia Sabanera. Entre tanto, durante el primer mes de sequía (diciembre), la proteína presentó un valor de 6.36% cantidad que, según lo descrito por Leng (1990), es un aspecto propio de un pasto de baja calidad, de igual forma Lazzarini et al (2009), sugiere que niveles de PC por debajo del 7%, puede afectar negativamente el consumo y la digestibilidad de la MS del forraje. El bajo contenido de PC encontrado en este estudio (6.36 g KgMS⁻¹), durante el primer mes de sequía, es un aspecto propio de las gramíneas tropicales durante la estación seca, momento en el cual se limitan las reservas nutricionales de las plantas y se aumentan la concentración de lignina en la pared celular, lo que implica una ingesta y digestibilidad disminuidas (Detmann et al., 2014). En

el último periodo de sequía, el contenido de PC del forraje fue de 9.33%, este aumento en la PC, respecto al mes anterior, estuvo influenciado por diferencias en la precipitación entre ambos periodos, se pudo constatar que, cuando la proteína se mantuvo en 6.36%, el nivel de precipitación fue de cero, en cambio, en el último periodo (PC: 9.33%), se presentaron 3,6 mm de lluvia, aunado a ello, hubo un cambio en el periodo de descanso, se pasó de 21 a 25 días, es decir, hubo un mayor tiempo de recuperación de la pradera. A excepción del primer mes de sequía, durante los otros tres periodos de prueba, la proteína estuvo por encima del 8%, valor mínimo sugerido por Detmann et al., (2014), para mantener el crecimiento microbiano a partir del nitrógeno de la dieta y minimizar la dependencia de las reservas de nitrógeno, propias de los animales.

La fracción FDN, en promedio represento el 66.70% de la MS, con un desvío de 2.32%, lo cual significa que, hubo poca variación entre las distintas épocas. Al igual que la PC, el valor de FDN de menor apreciación cuantitativa (69.37%), se presentó durante el primer mes de sequía, cuya variación, se explica con el mismo fenómeno que afectó las concentraciones de la PC, en ese mismo periodo. Los valores de FDN encontrados en este estudio en el pasto AGROSAVIA sabanera, durante la época de lluvia (65.16%) y último periodo de sequía (66.84) son mayores, en un 8.44% y 10.12% respectivamente, a los reportados por Kerguelén et al., (2019), en la misma especie forrajera. Mertens (1994), concluyo que, forrajes con concentraciones de FDN superiores al 60% (% MS), aumentan el llenado del rumen, reducen la tasa de pasaje y degradabilidad de la fibra, por lo cual, se limita el consumo potencial de forraje. Por su parte, la fracción FDA, no presento cambios cuantitativos muy pronunciados entre épocas, y el valor promedio durante todo el estudio fue de 35.72% con un desvío de 1.22%. Por último, la degradabilidad *in-situ* de la MS del pasto en cuestión, durante el periodo de lluvias y transición lluvia sequía, presento valores de 57.33 y 56.80 %, respectivamente, mientras que, en el primer mes de sequía, al igual que la PC y la fracción de FDN, se presentó el mismo comportamiento a la baja (53.16%), y repuntando nuevamente en la última fase de estudio (55.17%). A excepción de la FDA, los valores encontrados en este estudio, en cuanto a calidad nutricional del pasto se refiere (PC, FDN y Dg IS), estuvieron por debajo de lo hallado por Kerguelén et al., (2019), en el mismo modelo de producción empleado en este estudio. En concordancia con Ball et al., (2001), las diferencias cualitativas y cuantitativas en la composición química del pasto, mencionadas anteriormente, entre estudios, pudieron estar dadas por las variaciones en las condiciones climáticas, la etapa de madurez en la cosecha del pasto y características químicas del suelo.

Consumo de materia seca y nutrientes (PC y EM)

En la tabla 3, se muestra la ingesta de MS, PC y EM, de los bovinos F1 (Romosinuano x Brahman), suplementados en condiciones de pastoreo.

Tabla 3. Consumo de MS y nutrientes (Kg/d¹), de bovinos F1 (Romosinuano x Brahman) con suplementación en pastoreo de *Megathyrus maximus* cv Agrosavia Sabanera.

¹ Nutrientes	<i>Megathyrus maximus</i> (cv. <i>Agrosavia Sabanera</i>)	Suplemento	Total
MS (Kg/d)	8.80 ²	1.85	10.65 ³
PC (Kg/d)	0.8712	0.345	1.216
EM (Mcal/d)	16.46	4.61	21.07

Energía Metabolizable (CNCPS V 6.5.5.1)

²: 1,6 % del peso vivo

³: 2,0 % del peso vivo

El consumo promedio de MS de los animales durante la fase experimental fue de 10.65 Kg.animal.d¹, donde forraje aportó el 82.6% (8.8 kg) de la MS ingerida, mientras el suplemento

participó con el 17.4% (1.85 kg) de la ingesta total de MS por animal. Según Kerguelén et al., (2019), el biotipo F1 (Romosinuano x Brahman), en condiciones de solo pastoreo en praderas de cv Sabanera, ha alcanzado consumos de MS en torno a 7.8 kg.d⁻¹ (1,6% del peso vivo), siendo este valor menor en 1 kg, respecto al consumo de 8.8 kg de MS observado en este estudio. Lo anterior, sugiere que el suplemento suministrado incrementó la ingesta de MS total, favoreció el mayor consumo de forraje producto de una mayor eficiencia de la flora ruminal, influenciada por la proteína y energía suplementaria (tabla 1), lo cual, significó un mayor aporte de nutrientes para los animales. Además, el consumo total de MS.animal.d⁻¹ (10,65 kg), predice que, la suplementación causó un efecto aditivo sobre la ingesta de MS, puesto que, aumento la ingesta de MS en relación al consumo que se venía observando sobre la base del pastoreo. La ingesta de PC y EM fue de 1.216 kg y 21.07 Mcal por animal día, respectivamente. Basados en el simulador de Br-corte (Valadares et al., 2016), para ganado tipo carne puro y cruzado, los requerimientos nutricionales para animales con características productivas similares a los aquí estudiados, son de 9.04 kg de MS, 1.153 kg de PC y 19.7 Mcal de EM, al comparar estos datos, con los de este estudio, el balance nutricional fue positivo para el consumo diario de MS: 1.6 kg; PC: 0.06 kg y EM: 1.31 Mcal, lo cual explica el buen rendimiento en términos de GDP y GP.ha.d⁻¹, halladas en este estudio.

Desempeño productivo de bovinos F1 Romosinuano x Cebú, suplementado en condiciones de pastoreo.

Los animales fueron sacrificados a una edad y peso promedio de 24.21 meses y 547.5 ± 31,31 Kg de peso vivo (tabla 4). La GDP promedio fue de 0.861 Kg, cuyo valor, es mayor en 0.159, 0.136, 0.299 y 0.403 kg, a las GDP (0.702, 0.725, 0.562 y 0.458 Kg; en orden consecutivo, del años 2013 a 2017), reportadas por Kerguelén et al., (2019), quien estudió durante cuatro ciclos productivos el desempeño productivo del biotipo en mención, en el mismo modelo de producción empleado en el presente estudio, pero, a solo pastoreo en *M. maximum* cv Agrosavia Sabanera, manteniendo una carga de 4 animales.ha⁻¹. En este sentido, se puede inferir en que, es posible mejorar el desempeño de este tipo de animales, cuando el pastoreo se combina con el suministro de pequeñas cantidades de suplemento energético-proteico. Las mejoras en la ganancia de peso obtenidas en esta investigación, respecto a los estudios anteriores, sin suplemento, pudo deberse a un efecto directo del suplementación, debido a que, cuando se utilizan fuentes energéticas y proteicas en la alimentación de los vacunos, se mejora la disponibilidad de nutrientes esenciales para los microorganismos del rumen y se aumenta la eficiencia de los procesos fisiológicos de la fermentación ruminal, cuyos fenómenos aumentan la degradabilidad de la fibra, consumo de materia orgánica digestible y síntesis de proteína microbiana, como fuente de energía y proteína disponibles para el desempeño animal (Ospina 2010, Detmann et al., 2014 & Uddin et al., 2015).

Tabla 4. Edad, peso, ganancia diaria de peso (GDP), condición corporal (CC) y producción de carne de bovinos F1 Romosinuano x Cebú, suplementados en condiciones de pastoreo.

<i>Variables</i>	<i>Media</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>DE</i>	<i>CV (%)</i>
*Edad (inicial)	19	22	18	1.1	5.9
CC Inicial	6.1	6.5	5.5	0.39	6.4
*Edad (final)	24.21	26.0	23.0	1.1	4.7
Peso Final (kg)	547.5	595	500	31.3	5.72
CC Final	7.9	8.1	7.5	0.21	2.6
GDP (kg/d)	0.861	1.90	0.18	0.47	55.81
Producción de carne					Total (Kg)
¹ GP.ha.d ⁻¹	-	-	-	-	4.3
¹ GP.ha.período ⁻¹	-	-	-	-	640.7
¹ GP.ha.año ⁻¹					1569

¹: Ganancia promedio por hectárea por día, período (149 días) y año.

*Edad inicial y final en meses

La GDP por animal (0.861 kg) y por hectárea (4,3 kg), halladas en esta investigación, superaron las expectativas de ganancia propuestas de 700 g.animal.día⁻¹ y fueron superiores, en un 23.34% y 38.60%, respectivamente, a las ganancias (GDP: 0,660 kg y GP.ha.d⁻¹: 2.64 kg) reportadas por Torregroza et al., (2006), quien estudió el desempeño productivo de vacunos F1 (Romosinuano xBrahman), que pastaban es praderas de *Dichanthium aristatum* y recibían 1 kg de semilla de algodón en la época de lluvia y en la época seca, 10 kilos de ensilaje de maíz en promedio, balanceado con 0.02% de urea-sulfato de amonio, más un kilo de semilla de algodón y medio kilo más de salvado de arroz. Roth et al., (2019), al comparar el desempeño de novillos Nellore, que pastoreaban en praderas de *Megathyrus maximum* cv. Tanzania y recibían suplemento energético proteico (3g.kg⁻¹), durante el periodo de transición lluvias a sequía, encontró GDP promedio de 0.687 Kg, cuyo rendimiento, es inferior en 0.174 kg, en comparación con la ganancia de peso reportada en el presente estudio, dicha diferencia, posiblemente está asociada a un efecto propio de la heterosis. Hernández (1976), describe el vigor híbrido como una de las técnicas más eficaces para incrementar la producción de carne, sustentado en una heterosis para ganancia de peso post-destete de, 22.7% en animales Romosinuano x Brahman. De acuerdo con Leng (1990), otros factores que pudieron influenciar en las diferencias del desempeño productivo entre los grupos de animales mencionados anteriormente, pueden estar dadas por, la variedad del pasto empleado en cada estudio, los cuales presentan diferencias en la composición química, el estado fisiológico, el historial del manejo alimenticio y sanitario previos de los animales, lo que determina la demanda de nutrientes, y la disponibilidad de nutrientes en el suplemento, necesarios para apoyar una mayor eficiencia microbiana en el rumen y el ambiente térmico que determina la cantidad de energía para el mantenimiento de la temperatura corporal.

Las ganancias de peso por hectárea y periodo de evaluación del presente estudio, correspondió en promedio a 640.7 kg en 149 días, que proyectada a un año, se estimaría en una producción de 1569 kg.ha.año⁻¹, superando en un 46.57% la ganancia.ha.año⁻¹ de 838.2 kg reportadas en promedio durante cuatro ciclos de ceba (2013-2017) de bovinos F1 (Romosinuano x cebú), evaluados por Kerguelén. et al., (2019). Lo anterior demuestra que el uso de tecnologías como la suplementación con fuentes de energía y proteína, aumenta la digestibilidad y el rendimiento animal, sin efecto de sustitución sobre la ingesta de forraje, demostrando ser una alternativa viable para el manejo alimenticio de bovinos en pastoreo bajo condiciones del Caribe húmedo colombiano.

Mediciones morfométricas y estructura corporal - Frame score

Las medidas morfométricas se realizaron en el presente estudio con el fin de registrar las características de conformación de los animales. El registro de las mediciones de crecimiento y desarrollo corporal, serán tomadas como punto de referencia en evaluaciones futuras del biotipo F1 (Romosinuano x Brahman) y a su vez, determinar el grado de madurez, previo al sacrificio. Los valores promedio de las variables morfométricas evaluadas se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Relación de medidas morfométricas de bovinos F1 (Romosinuano x Brahman) de 19-24 meses de edad, suplementados en condiciones de pastoreo.

*Variable	Media	Máximo	Mínimo	DE	CV(%)
AC	144.0	153.00	137	4.13	2.87
PT	185.73	197.00	175	6.92	3.73
PA	209.83	228.00	191	8.38	3.99
LC	155.97	167.00	145	5.92	3.79
LA	50.68	58.00	45	2.73	5.39
AI	18.92	20.00	18.00	0.57	3.00

* Variables medidas en centímetros; Altura a la cadera (AC), Perímetro torácico (PT), Perímetro abdominal (PA), Longitud corporal (LC), Longitud del anca (LA) y Amplitud de isquiones (AI).

El frame score, basado en los valores promedio de altura a la cadera (144,0 cm) y edad al sacrificio (24,21 meses) encontrados en esta investigación, fue de 6 puntos (calificación de 1 a 11; tablas de BIF Texas A&M), lo cual, según Dolezal, SL y Coe, N. (2007), corresponde a la medida de animales que han alcanzado la madurez. De lo anterior, se puede afirmar que, bajo las condiciones de estudio de esta investigación, es posible sacrificar bovinos F1, Romosinuano x Brahman, maduro, a los 24 meses de edad (tabla 5), pudiéndose reducir en 14 meses la edad sacrificio, respecto a los 38 meses de edad al beneficio (FNG, 2014) que, se reportan en la región del Caribe colombiano.

Evaluación y calidad de canales

Las variables PCC, RCC, RCF, Merma, longitud de la canal y perímetro de la pierna se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Características de la calidad de la canal, de bovinos F1, Romosinuano x Brahman, suplementados en condiciones de pastoreo.

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>DE</i>	<i>CV (%)</i>
<i>Peso canal caliente (Kg)</i>	283.7	326.8	259.20	22.40	7.91
<i>Rendimiento canal caliente (%)</i>	53.93	57.37	50.99	1.70	3.15
<i>Rendimiento canal fría (%)</i>	53.52	57.07	50.75	1.73	3.22
<i>Merma (%)</i>	0.37	0.55	0.24	0.11	29.44
<i>Grasa dorsal punto G1 (mm)</i>	4.80	6.00	1.00	1.62	33.74
<i>Grasa dorsal punto G2 (mm)</i>	6.20	11.00	4.00	2.43	39.18
<i>Longitud de la canal (cm)</i>	149.90	155.00	146.00	2.73	1.82
<i>Perímetro de la pierna (cm)</i>	115.65	119.00	112.00	2.71	2.34

Kerguelén et al. (2019), en evaluaciones pos sacrificio realizadas en bovinos F1 (Romosinuano x Brahman) que, pastaron durante la fase levante-ceba en praderas de *cv. Sabanera* (sin suplemento energético- proteico), reportó valores del PCC, RCC, RCF y longitud de la canal, inferiores en un, 16.10%, 8.19%, 9.75% y 2.86%, respectivamente, en comparación a los hallados en este estudio. Dichas diferencias, pueden estar dadas por efecto de la suplementación energético-proteica que, posiblemente causó una mayor ingesta de nutrientes, permitiendo que los animales suplementados alcanzaran a los 24 meses de edad un mayor peso de la canal caliente y demás rendimientos de la canal, en comparación, a los animales del biotipo en cuestión, que se alimentaron a solo pasto, en estudios anteriores.

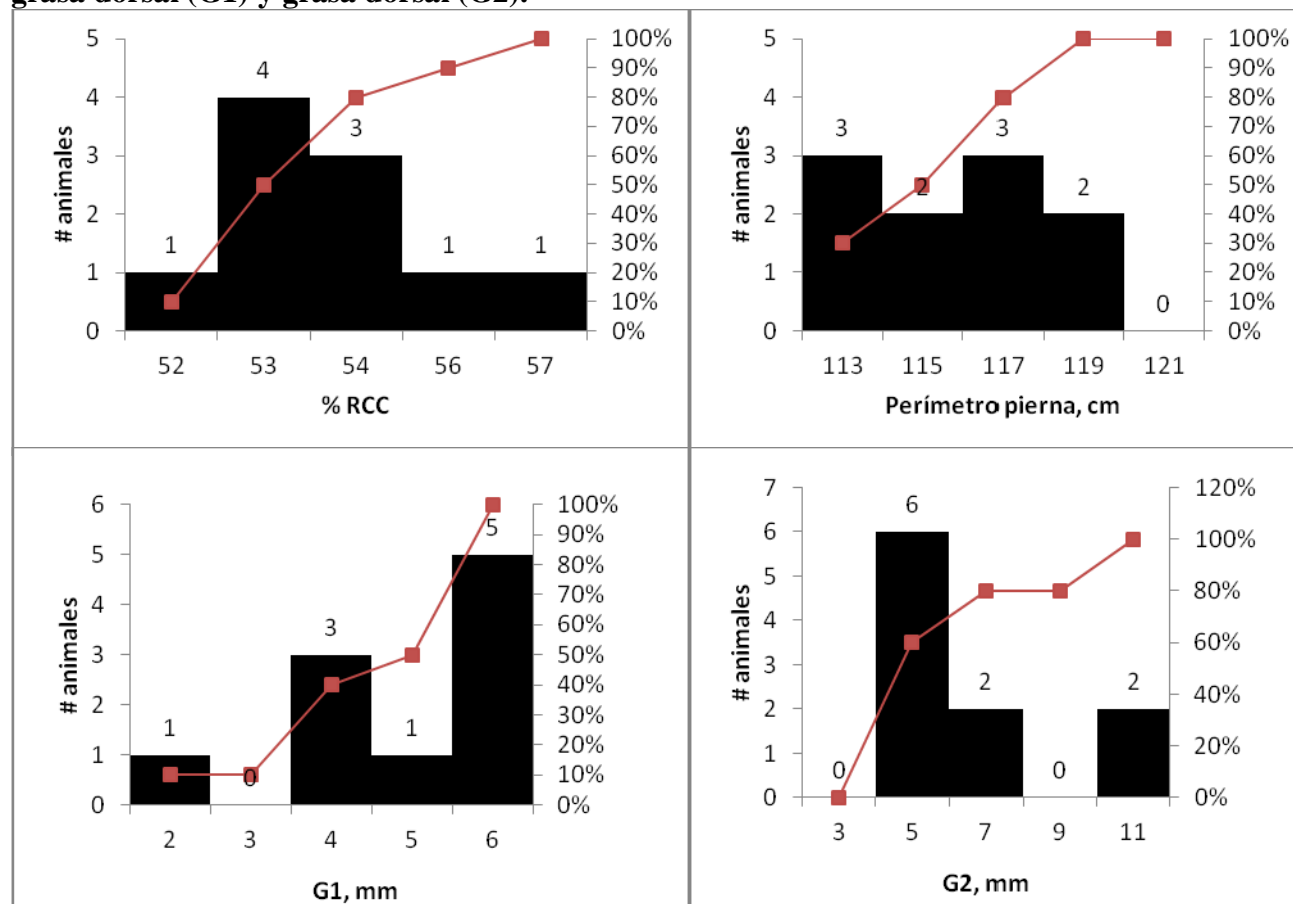
En términos porcentuales, el 40% de los animales evaluados presentaron un rendimiento en canal caliente, entorno al 53%, el 50% tuvo un RCC entre el 54 y 57% y solo el 10%, obtuvo un RCC entre el 50 y 52% (figura 1). El RCC promedio de este estudio (53.93%) fue inferior al reportado (56,07%) por Mestra et al., (2018) en bovinos de raza Brahman en pastoreo y suplementación energético proteica en condiciones del Valle medio del Rio Sinú, y similar al reportado por Vásquez et al (2006) en bovinos F1 Romosinuano x Cebú de 54,7%.

El RCF promedio encontrada en este estudio (53.52%), es mayor en un 2.63 % al reportado por Aguayo *et al* (2018), quien estudio la calidad de la canal en bovinos de la raza Brahman que pastorearon en praderas de *Dichanthium aristatum* y recibían suplementación con torta de palmiste, salvado de arroz y urea, cuyas diferencias, pueden estar dadas por el tipo y calidad del suplemento y forraje utilizado en cada estudio.

El espesor de la grasa dorsal punto G1, presento un valor medio de 4.80 mm (CV: 33.74%), en general, todos los animales presentaron medidas de la grasa G1, cercanas a la media (DE: 1.62 mm), habiendo una diferencia de 5 mm entre el máximo y mínimo. En tanto, la media de la grasa dorsal punto G2, fue de 6.20 mm (CV: 39.18%), presentándose una mayor dispersión de los datos (DE: 2.43 mm) que, en la grasa dorsal 1. Amador *et al.*, (1995), sugiere que, para evitar pérdidas por deshidratación durante refrigeración y/o conservación, las medidas de la grasa dorsal de las canales sea de, 2 a 8 mm para la grasa 1 y de 3 a 9 mm la grasa 2, así, en base a los valores medios, las canales estudiadas estuvieron dentro los valores de referencia. De las diez canales evaluadas, solo una presento en espesor de grasa dorsal G1 alrededor de 2 mm, las nueve canales restantes estuvieron entre los 3 y 6 mm, estando el 30% de estas en el orden de los 3 mm de espesor, 50% marcaron entre 5 y 6 mm y un último 10% presento un grosor de grasa G1 de 4 a 5 mm. En las medidas de la grasa G2, en el 80% de las canales estudiadas se observó un espesor de 4 a 7 mm y 20% restante estuvo entre los 10 a 11 mm de espesor (figura 1).

El perímetro de la pierna promedio fue de 115.65 cm (CV: 2.34%), presentándose poca variación entre la medida del perímetro de la pierna de cada canal (DE: 2.71 cm). En 30% de las canales observadas, el perímetro de la pierna fue de 113 cm, otro 20% presento 115 cm de diámetro y el 50% restante obtuvo entre 116 y 119 cm (figura 1).

Figura 1. Gráficos de tendencia del comportamiento de RCC (%), perímetro de la pierna, grasa dorsal (G1) y grasa dorsal (G2).



Fuente: autor

Evaluación de las canales bovinas

La evaluación de las canales junto con su referente, se presenta en la tabla 7.

Basado en el sistema ICTA de *Clasificación de Canales y Cortes de Carne Bovina* las canales de los animales del presente estudio, se encuentran dentro la clasificación cinco estrellas, siendo este el calificativo de mayor ponderación para una canal vacuna, y a partir de la cual es posible obtener bonificaciones y/o beneficio en el pago de las canales, por términos de calidad. Amador et al., (1995), especifica que, la tipificación de las canales en función de las características anteriormente descritas, permite establecer estándares de calidad, base para establecer los precios en toda la cadena productiva.

Tabla 7. Medidas de referencia del sistema ICTA y valores y/o características de las canales estudiadas (conformación, grado de acabado y peso canal fría)

Sistema ICTA de clasificación de canales y cortes de carne bovina, Amador et al., (1995).					
Categoría	*****	****	***	**	*
Edad (años)	≤ 2,5	≤ 3	>3-4<	>4-5<	> 5
Sexo	M	M	M – H	M – H	M – H
Conformación (grado)	EB	EB	EB	EBR	EBRI
Acabado (grado)	0 1	0 1	0 1 2	0 1 2 3	0 1 2 3
Peso canal fría	≥230	≥210	>200	>180	CUALQUIERA
Evaluación de canales de bovinos F1 (Romosinuano x Cebú-Brahman)					
Categoría	Valor medio y/o descripción				Estrellas
Edad (años)	2.02				*****
Sexo	M				
Conformación (grado)	Excelente				
Acabado (grado)	0 1				
Peso canal fría (Kg)	281.2				

Análisis económico

En la tabla 8, se describe el análisis económico realizado para las condiciones de estudio del modelo productivo empleado. Los gastos totales fueron de 22.186.603 pesos, mientras los ingresos brutos alcanzaron los 24.019.800 pesos, es decir, se obtuvo una utilidad bruta de 1.833.197 pesos, entre tanto, la rentabilidad encontrada al final del periodo de estudio fue de 8,5%. Es posible que, en la medida en que, el modelo de producción se lleve a un mayor número de animales y área de pastoreo, se diluyan aún más los costos de producción y se logre un aumento en la rentabilidad. Además, con una reducción de 14 meses en la edad al sacrificio, respecto a los valores nacionales y regionales, se puede predecir que, con el modelo estudiado, haya una significativa reducción en el total de inversión del capital que realizan los ganaderos en los sistemas de producción tradicionales.

Tabla 8. Rentabilidad de la ceba de bovinos F1 (Romosinuano x Brahman), suplementados en condiciones de pastoreo.

Variables	Valor
<i>Kilogramos de peso vivo comprados</i>	4190

<i>Costo por kilogramo de peso vivo comprados (4500 \$/kg)</i>	18.855.000
<i>Gastos comederos (4), \$</i>	380.000
<i>Gasto total kg de suplemento suministrados</i>	2.234.400
<i>Gasto suplementación mineral (1438 \$/kg)</i>	717.213
<i>Gastos totales, \$</i>	22.186.603
<i>Kg de peso vivo comercializados</i>	5250
<i>Ingreso bruto en el período, \$</i>	24.019.800
<i>Rentabilidad período, %</i>	8,5

Conclusión

La composición nutricional de los forrajes puede variar a través del tiempo, en función de la variabilidad climática, características fisiológicas propias de la planta y demás, condiciones de manejo que se den durante el pastoreo. En este sentido, cada vez que se hagan programas de suplementación, bajo condiciones de pastoreo, se deben realizar evaluaciones periódicas de la calidad nutricional del recurso forrajero, y ajustar la cantidad y calidad de suplemento, en base a dicha evaluación. Bajo las condiciones experimentales de este estudio, suministrando el suplemento formulado, a razón del 0.4 del peso vivo, en condiciones de pastoreo con Agrosavia sabanera, es posible obtener con el biotipo F1, Romosinuano x Brahman, GDP promedio de 0.861 kg, producción de peso vivo por superficie de 4.3 kg.ha.d⁻¹ y RCC de 53.93%, además, se pudo reducir en 14 meses la edad al sacrificio, mejorando de esta manera, los indicadores de 0.400 kg de GDP, 0.45 Kg y RCC de 51.7% que se reportan para la región Caribe. Los resultados obtenidos muestran las bondades productivas y de adaptación del biotipo en mención, mostrándose como, una tecnología para promover la producción eficiente de carne bovina en dicha región. Además, este estudio fundamenta las bases para seguir estudiando el comportamiento productivo y calidad de las canales de bovinos tipo carne, suplementados en condiciones de pastoreo, en el caribe colombiano.

Bibliografía

Aguayo Ulloa, L. A., Santana, M. O., Mestra, L. I., Burgos, W. O., & Florez, H. (2018). Calidad de la canal y de la carne de bovinos sometidos a dos planes de manejo alimenticios: suplementado con torta de palmiste vs. no suplementado

Alimentarius, C. (2004). Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal CAC. RCP 5-2004.

Amador, I., Palacios, A., Maldonado, M. 1995. Sistema ICTA de clasificación de canales y cortes de carne bovina. Cartilla guía, MADR, ICTA-UN, SENA, IICA, FEDEFONDOS (Eds.) Bogotá, Colombia, 34p.

Andrade, R., & Prado, A. (2012). Suplementação protéica e energética para bovinos de corte na estação chuvosa. *Cadernos de Pós-Graduação da FAZU*, 2.

Ariza, NC, Mayorga, O, Mojica, B, Parra, D, & Afanador, TG (2018). Use of Local algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia, *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. Vol. 26, no1, pp.44-52. Disponible en: <https://www.osapublishing.org/jnirs/abstract.cfm?uri=jnirs-26-1-44>

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis. Virginia. Chapter 28 pp. 1 – 15, Chapter 37 pp. 10-42.

Ball, DM, Collins, M., Lacefield, GD, Martin, NP, Mertens, DA, Olson, KE, ... y Wolf, MW (2001). Comprender la calidad del forraje. *Publicación de la Federación de la Oficina Agrícola Estadounidense*, 1 (01)., p., 4 – 8.

Benedeti, P.D.B., Prados, L.F., Costa E Silva, L.F., Lopes, S.A., Valadares Filho, S.C. Planilha para cálculo das exigências nutricionais de bovinos em crescimento e terminação (BR-Corte 2010 e BR-Corte 2016). 2016.

Bracamonte Ricardo, Y., & Castillo Nuñez, O. (2018). La oferta de ganado vacuno para ceba en el departamento de Sucre, Colombia: un enfoque ARDL. *Revista de Economía del Caribe*, (21), 55-72.

Bezerra, L. R., Ferreira, R. R., Edvan, R. L., Neto, S. G., da Silva, A. L., & de Araújo, M. J. (2018). Protein supplementation is vital for beef cattle fed with tropical pasture. In *Grasses as Food and Feed*. IntechOpen.

D.G. Fox , L.O. Tedeschi , T.P. Tylutki , J.B. Russell , M.E. Van Amburgh , L.E. Chase , A.N. Pell, T.R. Overton, (2004). The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology*, 112 - 129.

DANE, 2020. Boletín técnico: Encuesta de Sacrificio de Ganado (ESAG); IV trimestre de 2019. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-sacrificio-de-ganado>

De Paula, N. F., Paulino, M. F., Couto, V. R. M., Detmann, E., Maciel, I. F. S., Barros, L. V., & Martins, L. S. (2019). Effects of supplementation plan on intake, digestibility, eating behavior, growth performance, and carcass characteristics of grazing beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6Supl2), p., 3233-3248.

De Tonissi, R. H., de Goes, B., Lambertucci, D. M., da Silva Brabes, K. C., & Alves, D. D. (2008). Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 11(2).

Detmann, E., Paulino, MF, de Campos Valadares Filho, S. y Huhtanen, P. (2014). Aspectos nutricionales aplicados al ganado en pastoreo en los trópicos: una revisión basada en resultados brasileños. *Semina: Ciências Agrícolas*, 35 (4), 2829-2854.

Dolezal, S. L., & Coe, N. (2007). Hip height and frame score determination.

FAO (2009). Foro de Expertos de Alto Nivel: La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Roma, D.C.

FEDEGAN, (2018). Ganadería Colombiana: Hoja de Ruta 2018 – 2019. Bogotá D.C., Colombia

FEDEGAN, 2019. Cifras de referencia del sector ganadero colombiano.

Flórez Díaz, H.; Martínez Correal, G.; Ballesteros Chavarro, H.; León Llanos, L.M.; Castañeda, S.; Moreno Moreno, E.; Arias Castellanos, L.E.; Torres Cardona, J.C.; Rodríguez Rojas, C.A.; Peña Castellanos, F.; Uribe Botero, A. (2014). Rendimiento en carne de bovinos criollos y europeos y sus cruces con Cebú en las condiciones de la Orinoquia colombiana. revista AICA, 4:12-15. ISSN (versión impresa): 2253-7325; ISSN (versión web online):2253-9727

Fondo Nacional del Ganado (FNG). (2014). *Propuesta para la formulación del plan estratégico ganadero del departamento de Córdoba*.

Hernández Boada, G., (1976). *Genetic Factors in Beef Cattle Crosses in Colombia*. Fort Collins (Estados Unidos). Print. Disponible en: https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primoexplore/fulldisplay?docid=57BAC_Aleph000009684&context=L&vid=BAC&lang=es_CL&search_scope=bac_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=bac_tab&query=any,contains,Genetic%20factors%20in%20beef%20cattle%20crosses%20in%20Colombia

Holdrige, R. (1978). *El diagrama de las zonas de vida*. En: *Ecología basada en zonas de vida. Serie de libros y materiales educativos No. 34*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Hoover, W.H. & Stokes, S.R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. J. Dairy Sci. 74:3630

ICA, 2019. Censo pecuario año 2019. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2014). Los pastos es la cobertura que reina en los suelos de la región Caribe. Disponible en: <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/los-pastos-es-la-cobertura-que-reina-en-los-suelos-de-la-region-caribe>.

JK Farney, (2016). *MF3274-Guide to Body Condition Scoring Beef Cows and Bulls*. Recuperado el 17 de agosto de 2019, del sitio web de Kansas State University. Disponible en: <https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/MF3274.pdf>

Kerguelén, S. M., Paternina, E. S., Vargas, L. M., Capella, H. C., Herrera, D. M., & Luquez, J. M. (2019). Capítulo VIII Modelo de producción de carne con el uso de *Megathyrus maximus* cv. AGROSAVIA Sabanera y Mombasa en el valle medio del río Sinú. *Modelo productivo*, 132.

Leng, R. A. (1990). Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition research reviews*, 3(1), 277-303.

Lombana Coy, J., Martínez Martelo, D. N., Rubio Oquendo, J. A., Castrillón Cifuentes, J., & Marino Manga, W. (2013). Caracterización del sector ganadero del Caribe colombiano.

Lazzarini, I., Detmann, E., Sampaio, CB, Paulino, MF, Valadares Filho, SDC, Souza, MAD y Oliveira, FA (2009). Ingesta y digestibilidad en bovinos alimentados con forrajes tropicales de baja calidad y suplementados con compuestos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38 (10), 2021-2030. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982009001000024&script=sci_arttext

Mestra, V.L., Santana, M. O., & Medina, D. A., (2018). XXVI Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal V Simposio Internacional de Producción Animal Guayaquil (Ecuador). Suplementación de bovinos en pastoreo, rendimiento de la canal y calidad de carne.

Mestra, V.L; Reza, G.S; Medina, H.D. (2019) Desempenho Produtivo de Novilhos Suplementados para Terminação em Pastejo Rotacionado de *cynodom nlemfuensis*, sob condições do trópico colombiano. En: 7thBrazilianRuminantNutrition Conference- São Paulo, Brasil. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/337812744>

Mertens, DR (1994). Regulación de la ingesta de forrajes. *Calidad, evaluación y utilización del forraje*, 450-493.

NRC, (2000). Nutrient Requirements of Beef Cattle, seventh ed. (updated). National Academy Press, Washington, DC.

Ørskov, E. R. y McDonald, I. (1979). The estimate of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92:499-503.

Ospina, P. H., (2010). Optimización de la suplementación proteica de ganado de carne en pasturas de baja calidad. Laboratorio de Nutrición de Rumiantes (LANUR), Depto. de Zootecnia, Fac. Agronomía, UFRGS, Brasil

Paulino, M.F. et al., (2008). Nutrição de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa. Anais Viçosa: DZO-UFV, 2008. p.131-169.

Paulino, MF, Figueiredo, DD, Moraes, EHBK, Porto, MO, Sales, MF, Acedo, TS,... & Valadares Filho, SDC (2004). Suplementación del ganado en pasturas: una visión sistémica. *Simposio sobre producción de ganado vacuno*, 4, 93-144.

Rodríguez, J., Llano, M., & Fonseca, B. (2018). Estudio Sectorial Sobre la Producción Cárnica Bovina en la Región del Caribe. *Contraloría General de la República. Bogotá, Colombia.*

Roth, M. T. P., Fernandes, R. M., Custódio, L., Moretti, M. H., Oliveira, I. M., Franco Prados, L.,... & Resende, F. D. D. (2019). Effect of supplementation level on performance of growing Nelore and its influence on pasture characteristics in different seasons. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 215-225.

Rúa, M. (2010). *Como aforar un potrero para pastorear correctamente?* Recuperado el 6 de septiembre de 2019, de la web Sitio Argentino de Producción Animal <http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/139AFORAR_POTRERO.pdf>

Russel J B, O'Connor J B Fox D G 1992 A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. Ruminant fermentation. *Journal of Animal Science* v70 p3351-3561

Sossa, C. P., & Barahona, R. (2015). COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE NOVILLOS PASTOREANDO EN TRÓPICO DE ALTURA CON Y SIN SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 62(1), 67-80.

Souza, M. A., Detmann, E., Paulino, M. F., Sampaio, C. B., Lazzarini, Í., & Valadares Filho, S. C. (2010). Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fibre in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. *Tropical Animal Health and Production*, 42(6), 1299-1310

Stephen P. Hammack and Ronald J. Gill (2008) Texas Adapted Genetic Strategies for Beef Cattle X: Frame Score, Frame Size, and Weight. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/26905224_Texas_Adapted_Genetic_Strategies_for_Beef_Cattle_X_Frame_Score_Frame_Size_and_Weight/references]

Tapasco, J., Martínez, J., Calderón, S., Romero, G., Ordóñez, D. A., Álvarez, A., ... & Ludeña, C. E. (2015). Impactos económicos del cambio climático en Colombia: Sector ganadero. *Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo/Departamento Nacional de Planeación.*

Vásquez, R., Martínez, R., Ballesteros, H., Grajales, H., Abuabara, Y., & Pérez, J. E. (2006). El ganado Romosinuano en la producción de carne en Colombia. *Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA.* Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12818/41774_43784.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Uddin et al. 2015 *Annals of Veterinary and Animal Science* 2015 <http://naturepub.org/index.php/journal/navas>

Anexo

Tabla 9. Información costo suplemento:

Ingrediente	Ingred, ración (Kg/d)	Costo (\$)/ingrediente
Torta de algodón	0.580	464
Melaza	0.210	168
Salvado de maíz	1.312	1049,6
Total	2102	1681,6

Nota: los valore aquí descritos pueden variar a través del tiempo, dependiendo las variaciones en el precio de las materias primas empleadas.

OBSERVACIONES: El Informe final una vez aprobado por los jurados debe ser entregado a la División de Bibliotecas e Información Científica, teniendo en cuenta las normas NTC 1486 de 2008 sexta actualización, NTC-5613 para las referencias bibliográficas, NTC-4490. Igualmente, debe tenerse en cuenta lo establecido en la Resolución No.13 de 2010 sobre la materia.