

**IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICO-PROTEICA SOBRE EL
COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE
TERNERAS LACTANTES ALIMENTADAS CON FORRAJE TROPICAL**

Lenis Villamil Torres Zubieta

Código: 1118561533

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona

2020

**IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICO-PROTEICA SOBRE EL
COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE
TERNERAS LACTANTES ALIMENTADAS CON FORRAJE TROPICAL**

Lenis Villamil Torres Zubieta

Código: 1118561533

MVZ., Esp., M.Sc., Ph.D. Román Enrique Maza Ortega

Docente

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Jurado 1

Firma Jurado 2

Firma Jurado 3

Pamplona, 27 de julio de 2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Jurado 1

Firma Jurado 2

Firma Jurado 3

Pamplona, 27 de julio de 2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi querida Madre Norahil Zubieta, quien a pesar de las dificultades que trae consigo la vida, me ha brindado su aliento, su amistad, su amor incondicional y ha guiado cada uno de los mis pasos para llegar a ser la persona que soy. Siempre he visto en su rostro una sonrisa, ese hermoso sentimiento que me impulsa y me enseña que aunque la vida este dura y muchas veces es injusta, y el camino que debemos recorrer está lleno de obstáculos, siempre abra un motivo para seguir adelante sorteando cada impedimento que se interponga entre, lograr mis metas y yo.

Sin olvidar que por muy mal que estemos siempre tendremos algo que ofrecer...

A mi novia Ingrid castillo, por entregarme su amor y ser esa compañera que me brinda fortaleza, y me guía por el sendero de plenitud en momentos de duda y zozobra, en los que sentí que este barco al cual decidí abordar se convertía en naufragio, dejando a la deriva mis metas, mis sueños y todo aquello por lo que un día decidí emprender este viaje.

AGRADECIMIENTOS

Mis profundos reconocimiento a mi madre por su amor, trabajo y sacrificio durante todos estos años, gracias a ti he logrado llegar tan lejos y convertirme en lo que soy.

Mis agradecimientos a la Universidad de Pamplona, a la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a todos los docentes del programa de Zootecnia quienes impartieron sus conocimientos para orientarme y poder cumplir este sueño.

A mi tutor, docente y amigo MVZ., Esp., M.Sc., Ph.D. Román Enrique Maza Ortega por compartir su conocimiento, su enseñanza y brindarme su apoyo y comprensión en momentos difícil durante mi proceso formativo.

A la Granja Experimental Villa Marina y a su talento humano por confiar en mí, abrirme sus puertas y tener esa disposición para permitirme desarrollar y culminar esta investigación con éxito.

A todos mis amigos, compañeros y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su colaboración y buena voluntad.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN _____	11
ABSTRACT _____	13
INTRODUCCIÓN _____	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN _____	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	18
JUSTIFICACIÓN _____	19
OBJETIVOS _____	20
OBJETIVO GENERAL _____	20
HIPÓTESIS _____	21
CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE _____	22
ORIGEN DE LA GANADERÍA BOVINA _____	22
HISTORIA DE LA GANADERÍA EN COLOMBIA _____	22
CONTEXTO DE LA GANADERÍA BOVINA _____	23
TIPOS DE EXPLOTACIÓN BOVINA _____	26

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DIGESTIVA DE LOS RUMIANTES _____	28
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO RUMINAL _____	29
EXIGENCIAS NUTRICIONALES DE LAS TERNERAS _____	31
COMPORTAMIENTO INGESTIVO DEL GANADO BOVINO _____	34
FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO INGESTIVO _____	36
CONSUMO DE ALIMENTO _____	38
RUMIA _____	38
CONSUMO DE AGUA _____	38
DESCANSO _____	38
TASA DE BOCADOS _____	39
DIGESTIBILIDAD _____	39
SUPLEMENTACIÓN EN EL SISTEMA PRODUCTIVO _____	39
MATERIALES Y MÉTODOS _____	41
LOCALIZACIÓN _____	41
ANIMALES, DISEÑO EXPERIMENTAL Y DIETAS _____	41
TOMA DE MUESTRAS DE FORRAJE, SUPLEMENTO, LECHE Y HECES. _____	42

PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS _____	43
ANÁLISIS ESTADÍSTICO _____	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	44
CONCLUSIONES _____	54
RECOMENDACIONES _____	55
REFERENCIAS _____	56

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica del Bovino	23
Tabla 2. Tamaño relativo de los compartimentos del estómago de un bovino desde el nacimiento hasta la edad adulta.	28
Tabla 3. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen solamente leche o reemplazador de leche.	33
Tabla 4. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen leche o reemplazador de leche y alimento balanceado.	33
Tabla 5. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen solamente alimento balanceado.	34
Tabla 6. Composición porcentual del suplemento alimenticio.	41
Tabla 7. Composición química del suplemento y pasto consumido por los animales durante el periodo experimental.....	45
Tabla 8. Producción de leche y sus componentes de acuerdo a los tratamientos aplicados a las terneras.....	45
Tabla 9. Efecto de la suplementación sobre el consumo voluntario de terneras lactantes en el trópico medio.....	47
Tabla 10. Efecto de la suplementación sobre los coeficientes de digestibilidad aparente de terneras lactantes en el trópico medio.	49
Tabla 11. Efecto de la suplementación sobre el comportamiento ingestivo diurno de terneras lactantes en el trópico medio.	51

Resumen

El presente estudio se realizó en instalaciones de la granja Experimental Villa Marina, localizada en el municipio de Pamplonita, departamento Norte de Santander. El objetivo de esta investigación fue Evaluar el efecto de la suplementación sobre el comportamiento ingestivo, consumo y digestibilidad de terneras lactantes en el trópico medio. Seis terneras lactantes con peso promedio de 123 kg, y 5 meses de edad fueron utilizados para la ejecución de este proyecto investigativo. Las cuáles se distribuyeron bajo un diseño completamente aleatorio en dos grupos, un grupo experimental suplementado con 5 g /kg de peso corporal y un segundo grupo sin suplementación denominado testigo. El manejo de los animales consistió en amamantamiento restringido mantenidos en terneriles individuales con un área de 5 m², provistas de comederos y bebederos con acceso irrestricto de agua y sal mineralizada.

Los animales fueron alimentados con forraje *ad libitum* permitiendo aproximadamente el 10% de sobras. El consumo voluntario y digestibilidad total de nutrientes se estimó a partir del día 21 a 26 de cada periodo experimental. El comportamiento ingestivo, fue evaluado por observación directa a partir del día 21 y 22 de cada periodo experimental por un periodo de 12 horas. Para estimar la excreción fecal, fueron realizadas colecta total de heces los días 23, 25, 27 de cada periodo experimental por un periodo de 24 horas. Los animales se pesaron cada 28 días en ayuno alimenticio siempre a las 06h00 con el fin de acompañar el desempeño y ajustar la cantidad de suplemento que debía ser suministrado a cada animal.

En este estudio no fue observado efecto de la suplementación ($P>0.10$) sobre el consumo voluntario (kg/día) de materia seca (MS), materia seca de leche (MSL), materia orgánica (MO),

extracto etéreo (EE), materia orgánica digerida (MOD), fibra en detergente neutro digerida (FDND) y nutrientes digestibles totales. Por otro lado, fue observada una disminución en el consumo (kg/día) de materia seca de pasto (MSP), fibra en detergente neutro (FDN) con la suplementación. No fue verificado efecto de la suplementación ($P>0.10$) sobre los coeficientes de digestibilidad total de MS, MO, PB, EE, FDN y contenido de MOD. En la evaluación del comportamiento diurno de los animales, no fue observada diferencia ($P>0.10$) en el tiempo de actividades diurnas evaluadas, excepto para el tiempo destinado para el consumo de pasto.

Palabras clave

Comportamiento ingestivo, digestibilidad, terneras lactantes, consumo voluntario.

Abstract

The present study was carried out in facilities of the Experimental farm Villa Marina, located in the municipality of Pamplonita, Norte de Santander department. This research aimed to evaluate the effect of supplementation on the ingestive behavior, consumption, digestibility, and nutritional characteristics of lactating calves in a medium tropical environment. Six lactating calves with an average weight of 123 kg and 5 months of age were used for developing this research project. Those were organized into two groups, an experimental group supplemented with 5 g / kg of body weight and a second group without supplementation called control, this selection process was carried out applying a random design. The management of the animals consisted of restricted suckling maintained in individual corrals with an area of 5 m², equipped with feeders and water troughs with unrestricted access to water and mineralized salt.

Animals were fed with forage ad libitum allowing approximately 10% leftovers. Voluntary consumption and total digestibility of nutrients were estimated from day 21 to 26 of each experimental period. The ingestive behavior was evaluated by direct observation from day 21 and 22 of each experimental period for 12 hours. To estimate fecal excretion, it was developed a complete feces collection process on days 23, 25, 27 of each experimental period for 24 hours. The animals were weighed every 28 days in fast, always at 06:00 to accompany the achievement and adjust the amount of supplement that should be supplied to each animal. In this study, it was not observed the effect of supplementation ($P > 0.10$) on voluntary consumption (kg/day) of dry matter (MS), milk dry matter (MSL), organic matter (OM), ethereal extract (EE), digested organic matter (MOD), the fiber in digested neutral detergent (FDND) and total digestible nutrients. On the other hand, a decrease in the consumption (kg/day) of grass dry matter (MSP), the fiber in neutral detergent (FDN) with supplementation was observed. The

effect of supplementation ($P > 0.10$) on the total digestibility coefficients of MS, MO, PB, EE, FDN, and MOD content was not verified. In the evaluation of the diurnal behavior of the animals, no difference was observed ($P > 0.10$) in the time of evaluated daytime activities, except for the time destined for the grass consumption.

Keywords

Ingestive behavior, digestibility, suckling calves, voluntary intake.

Introducción

En Colombia la industria ganadera se maneja generalmente en modelos basados en pastoreo; sujetos a cambios climáticos al ser una zona tropical, lo que ocasiona una gran variación en el aporte de nutrientes en la alimentación de los bovinos, al alterar la calidad y cantidad disponible de pasto para el consumo de los animales, el cual representa más del 90% de la dieta del ganado.

Durante la lactancia, los terneros en pastoreo suplen su demanda nutricional a través de nutrientes procedentes de la leche materna y de las pasturas. Sin embargo, Bartle *et al.* (1984) y Henriques *et al.* (2011), observaron que después de los 65 – 90 días de edad, la tasa de crecimiento de los terneros se ve limitada, al disminuir la cantidad de leche producida por sus madres, y por la cantidad de energía y proteína presentes en la leche materna, lo que promueve un aumento en el consumo de forrajes por parte de los terneros (as).

Los recursos forrajeros juegan un papel fundamental e importante en la nutrición de los rumiantes, debido a que están entre los herbívoros más especializados, pues han desarrollado una compleja microbiota simbiótica ruminal que junto con enzimas digestivas les permite adaptarse al consumo de vegetales, utilizando así los carbohidratos presentes en la pared celular de los forrajes (Van Soest, 1994). A si mismo los rumiantes presentan la característica de transformar alimentos con proteína de baja calidad en proteína de alta calidad. Aun así, en ambientes tropicales la eficiencia y aprovechamiento del material fibroso por parte de los rumiantes es bajo, siendo normal encontrar digestibilidades de fibra del 50% o menos (Barahona *et al.*, 2005). Solo entre 10 y 35 % de la energía consumida es capturada como energía neta, debido a que entre 20 y 70 % de la celulosa no puede ser digerida por el animal; requiriéndose además 12,8 g de N kg⁻¹ MS en la dieta para garantizar el buen funcionamiento del rumen ; por lo que, según las

características de los forrajes del trópico, es necesario suplementar con N para cubrir los requerimientos de los bovinos; estas variables afectan la digestibilidad y el consumo voluntario, ya que existe un desbalance en la materia orgánica fermentable y el contenido de nitrógeno disponible para los microorganismos ruminales (Nocek y Russell, 1988).

Por otra parte, los recursos forrajeros, fuente de alimentación basal para el ganado bovino en ambientes tropicales no pueden considerarse como una dieta equilibrada. (Paulino et al. 2008). Ya que al presentarse deficiencias nutricionales puede disminuirse la ingesta y la digestibilidad del forraje y la eficiencia metabólica, como consecuencia el animal tendrá un crecimiento lento, baja ganancia diaria de peso, bajos pesos al destete, edad tardía al sacrificio, mayor incidencia de problemas sanitarios, elevado índice de mortalidad, parámetros que de persistir compromete el desempeño productivo de las futuras hembras de reemplazo (Detmann et al. 2010: Prieto *et al.*, 2010).

Las investigaciones sobre suplementación han demostrado que en el período de desarrollo y de crecimiento de los animales es necesario suministrar una alimentación adecuada para lograr un óptimo desarrollo de sus sistemas orgánicos y una producción óptima cuando sean adultos (Oviedo et al., 2011). Sin embargo, este tipo de estrategias pueden generar respuestas positivas en las crías, por lo tanto, para tener éxito en un programa de suplementación animal, cualquiera que sea, es necesario saber cómo, cuándo y dónde implementar la estrategia, para esto, es fundamental que el comportamiento ingestivo animal sea considerado, ya que, cuanto más se aleje el manejo alimenticio de los hábitos normales de los animales, mayor será el riesgo de fracaso y por ende, no serán alcanzados los objetivos trazados con la suplementación (Ortega et al., 2009).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación sobre el comportamiento ingestivo, consumo y digestibilidad de terneras lactantes en el trópico medio.

Problema de investigación

Planteamiento del problema

En Colombia, los sistemas de producción bovina está basado en el modelo pasto principalmente, caracterizado por la colecta *in situ* del pasto por los animales. Sin embargo, las pasturas tropicales son ampliamente influenciadas por la estacionalidad, lo que afecta la calidad y disponibilidad de biomasa de forraje. En ese sentido, en la época seca se observa una reducción de la disponibilidad y calidad de los forrajes, presentando una disminución de la concentración de proteína bruta lo que limita la digestibilidad o utilización de carbohidratos fibrosos por parte de los microorganismos ruminales. En contraste, en la época de lluvias se observa una mayor disponibilidad y calidad de los forrajes, sin embargo, los forrajes tropicales aún en la época de lluvias no pueden ser considerados como dieta balanceada desde el punto de vista nutricional para la producción animal en virtud que sufren invariablemente varias limitaciones nutricionales lo que compromete el comportamiento ingestivo, consumo y digestibilidad de forraje por parte de los animales (Paulino et al. 2008). De esta forma, es de extrema importancia conocer ¿Como el suministro de suplementos energético-proteicos afecta el comportamiento ingestivo y características nutricionales de terneras lactantes alimentadas con forraje tropical?

Justificación

Los pastos manejados en ambientes tropicales no pueden considerarse como dietas equilibradas desde el punto de vista nutricional ni como única fuente de alimento para la producción de bovinos, ya que presenta varias limitaciones nutricionales y metabólicas las cuales comprometen el consumo y la digestibilidad de forraje (Paulino et al. 2008).

Sin embargo, los sistemas de doble propósito en Colombia en su mayoría utilizan las pasturas como fuente principal de alimentación, ya que proporcionan en su composición nutricional energía, que se obtiene a bajo costo a partir de la fibra en detergente neutro (FDN) (Paulino et al. 2008). En este sentido, la suplementación de bovinos es fundamental para contornar las deficiencias dietéticas y metabólicas de los pastos tropicales y promover un adecuado desempeño y crecimiento corporal de los animales. Adicionalmente, los suplementos múltiples que suministran energía, proteína y minerales se convierten en una alternativa para aumentar el consumo y el aprovechamiento de energía a partir de la FDN del forraje, siendo la fracción potencialmente digestible de la FDN (FDN_{pd}) su principal componente, debido al suministro de nutrientes para las bacterias fibrolíticas del rumen. De esta manera, el mayor consumo de energía digestible de los animales genera un aumento en la síntesis de producto animal en condiciones tropicales (Paulino et al. 2008; Detmann et al. 2010). De acuerdo con lo anterior, nuevas estrategias que tengan como objetivo mejorar el comportamiento ingestivo, consumo y digestibilidad de nutrientes de terneras en fase de amamantamiento debe ser explorada.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación energético-proteica sobre el comportamiento ingestivo y características nutricionales de terneras lactantes alimentadas con forraje tropical.

Hipótesis

La suplementación mejora el comportamiento ingestivo y características nutricionales de terneras lactantes alimentadas con forraje tropical.

Capítulo 1. Estado del arte

Origen de la ganadería bovina

La domesticación del bovino tuvo lugar hace unos 10.000 años, este hecho se ha documentado profusamente y existen datos veraces que indican tres eventos definidos de domesticación inicial para tres uros (*Bos primigenius*) distintos: la subespecie *Bos primigenius primigenius*, domesticada en el Creciente Fértil hace alrededor de 8 000 años; la subespecie *Bos primigenius opisthonomus*, posiblemente domesticada antes, hace unos 9 000 años, en la región nororiental del continente africano (Wendorf y Schild, 1994); y los antepasados del bovino *Bos taurus* sin giba que vivió en el Cercano Oriente y los bosques de Europa hasta los tiempos históricos. Mientras el cebú con giba *Bos indicus* se ha domesticado más tarde, hace unos 7 000 u 8 000 años, en la región del valle del Indo del actual Pakistán, adaptándose a condiciones meteorológicas adversas, situación que le ha brindado cualidades de resistencia y adaptabilidad en ambientes tropicales (Loftus et al., 1994; Bradley et al., 1996; Bradley y Magee, 2006). Recientemente, se ha sugerido la existencia de un cuarto lugar de domesticación en el este asiático (Mannen et al., 2004), aunque se desconoce si tuvo lugar de manera independiente o bien representa la hibridación introgresiva de uros locales en los bovinos originarios del Cercano Oriente.

Historia de la ganadería en Colombia

La ganadería en Colombia nace como una respuesta para satisfacer la necesidad de alimentación de sus pobladores, en especial del ejército colonizador, pues en América las fuentes de proteína animal provenían de especies silvestres las cuales no eran suficientes para alimentar a toda la población de soldados (Cardoso, 2016; Poveda, 2011).

Sebastián de Belalcázar ingreso por primera vez ganado bovino al país, en el año 1536, proveniente de la isla la española lo que hoy se conoce como Haití y la Republica Dominicana. Una vez en el país fueron localizadas las regiones de grandes llanuras naturales como los departamentos de Bolívar, Guajira, Cesár, Valledupar y Magdalena en las cuales la población bovina aumentó de manera vertiginosa. Transcurridas tres o cuatro décadas se encontraron manadas muy numerosas que incluso suponían un peligro para la agricultura (Cardoso, 2016; Poveda, 2011).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del Bovino

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Suborden	Ruminantia
Familia	Bovidae
Sudfamilia	Bovinae
Genero	Bos
Especie	Taurus – Indicus

Fuente: (Linnaeus, 1758).

Contexto de la ganadería bovina

Ganadería bovina en el mundo

La ganadería es fundamental para el desarrollo sostenible en la agricultura. En varios países, la creciente demanda de productos de origen animal está aumentando significativamente

debido al crecimiento de la población, los cambios en el estilo de vida y la dieta. Esta demanda de productos ganaderos se satisface en gran parte mediante la producción pecuaria a gran escala, sin embargo, pequeños productores y pastores dependen de la ganadería para subsistir. El ganado participa con casi un 40% de la producción agrícola en países desarrollados y con un 20% en países en vía de desarrollo, generando así oportunidades sustanciales para la reducción de la pobreza, avances en materia de seguridad alimentaria y contribuyendo a mejorar la calidad de vida de al menos 1300 millones de personas a nivel mundial (FAO, 2020).

El crecimiento potencial de la ganadería debe abordarse desde el punto de vista de los recursos naturales finitos, considerando que el ganado consume aproximadamente 6000 millones de toneladas de materia seca para su alimentación, de las cuales aproximadamente la mitad son pasturas. El 86% de la ingesta a nivel global de alimento para el ganado se constituye por recursos forrajeros que no son aprovechados para el consumo del ser humano. Un tercio de la producción mundial de cereales para el consumo de las personas se destina a la alimentación del ganado, representando un 13% de la ingesta de alimento consumido por la ganadería (FAO, 2020).

Ganadería bovina en Colombia

La ganadería es una de las actividades características del campo colombiano, que a pesar de las dificultades a las que se enfrenta en su entorno rural en el que se desarrolla ha mostrado enormes avances durante los últimos años, alcanzando logros en aspectos sanitarios, de transferencia de tecnología, avances genéticos, actualización de procesos de sacrificio y transformación de carne, entre otros. Según estimaciones del DANE (s.f), el sector ganadero participa con poco menos del 3,6% del PIB Nacional, porcentaje representativo para una actividad individual y desarrollada en el ámbito rural. Dentro del sector agropecuario su

participación es de 27% del PIB y del 64% del PIB pecuario, situación que equivale a 5,3 veces el sector bananero, 2,1 el avícola, 4,4 el porcícola, 3 veces el cafetero y 8 veces el palmicultor. Generando así un 6% del empleo nacional representado con 810.000 empleos directos (FEDEGAN, 2006).

El inventario bovino

La ganadería colombiana cuenta actualmente con cerca de 24,4 millones de bovinos pertenecientes a diferentes razas y cruces, de los cuales el 72% corresponde al ganado del género *Bos Indicus* (cebuinos), el 15% al *Bos Taurus* (ganado europeo), y el 13% lo conforman las conocidas razas criollas colombianas y sus cruces (Blanco Orejinegro -BON-, Romosinuano, Costeño Con Cuernos, Casanareño, Chino Santandereano, Sanmartinero), entre otros. Del inventario bovino se estima que el 56% son hembras (FEDEGAN, 2006). Según cifras del DANE (s.f), el 60% de la ganadería se destina a la producción de carne (cría, levante, y ceba), el 38% se dedica al doble propósito y el 2% restante a la lechería especializada.

El ganado bovino está distribuido geográficamente en los 32 departamentos que conforman el territorio nacional, de los cuales 9 departamentos agrupan más del 60% de la población total, siendo el departamento de Antioquia el que atesora mayor número de animales (11,75%), seguido por Córdoba (8,74%), Casanare (7,93%), Meta (7,38%), Caquetá (6,33%), Santander (6,14%), Cesar (5,56%), Magdalena (5,13%) y Cundinamarca (4,88%). Existe un segundo grupo de departamentos con importante participación dentro del inventario nacional con representación que oscila entre el 3% y el 5,7%, liderados por Bolívar, Sucre, Boyacá, Tolima, y Arauca respectivamente (FEDEGAN, 2006).

El uso de la tierra para la ganadería bovina

En su extensión territorial, Colombia cuenta con 114 millones de hectáreas de las cuales cerca de 38 millones están dedicadas a la actividad ganadera, representadas en un 60% por tierras ubicadas en altitudes inferiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar, con temperatura promedio que oscilan entre 23 y 32 grados centígrados manejado en tipos de producción extensivo y semi-intensivo principalmente, con capacidades de carga menores de 0,6 cabezas/ha. La producción bovina en el país está distribuida en 514.794 predios, perteneciendo en su mayoría a pequeños productores, caracterizados por registrar menos de 50 animales (FEDEGAN, 2006).

Tipos de explotación bovina

En Colombia la explotación agraria se clasifica en diversos tipos de acuerdo con la forma de uso de los recursos y la estructura tecnológica, CEGA ha clasificado cinco sistemas de producción en el país, todo ellos ligados estrechamente con la ganadería.

Sistema extractivo

Este sistema está basado en la capacidad productiva del medio natural para generar biomasa. Caracterizado por requerir mínima intervención humana sobre los procesos. Este tipo de explotación se desarrolla en regiones apartadas del país como son los llanos orientales donde los suelos son pobres, los recursos forrajeros son naturales (nativos) y soportan baja capacidad de carga siendo muy dependientes del régimen climático (Mahecha *et al.*, 2002).

Sistema de pastoreo extensivo tradicional

La base fundamental de este sistema es la pradera natural o introducida de baja calidad, se caracteriza por la incorporación de prácticas culturales tanto de manejo de praderas como de

animales, dirigidas para mejorar y potenciar la capacidad productiva del sistema ganadero (Mahecha *et al.*, 2002).

Sistema de pastoreo extensivo mejorado

Aunque la base fundamental de este sistema es el pastoreo, se caracteriza por la incorporación de pastos mejorados asociados con leguminosas nativas e introducidas en las que el ganadero establece relaciones técnicas dirigidas a mejorar la productividad de la tierra y por consiguiente de los animales. En este sistema se llevan a cabo prácticas de manejo como el control de arvenses, aplicación de enmiendas, suministro permanente de sales mineralizadas, manejo sanitario preventivo y programas de mejoramiento genético basados en monta natural controlada e inseminación artificial (Mahecha *et al.*, 2002).

Sistema de pastoreo semi-intensivo

Se implementa un sistema intensivo de pastos de alto rendimiento, con rotación de potreros, manejados con cerca eléctrica, riego y fertilización periódica, acompañados por programas de suplementación alimenticia. Se desarrolla en zonas cercanas a los centros urbanos con altos grados de inversión económica, vinculados con la agroindustria pecuaria (Mahecha *et al.*, 2002).

Sistema de confinamiento

La característica principal de este sistema es la eliminación total o parcial del pastoreo, donde se hace el suministro de alimento directo en las instalaciones donde el animal permanece durante todo el ciclo productivo. En este sistema hay programas de suplementación alimenticia, suministro de sal mineralizada, controles sanitarios y programas de mejoramiento genético. En

Colombia este sistema de explotación bovina es limitado presentando mejor desarrollo para la producción lechera (Mahecha *et al.*, 2002).

Anatomía y fisiología digestiva de los rumiantes

Durante la primera fase de vida las terneras presentan una particularidad muy importante, su sistema gastrointestinal difiere física y funcionalmente de un animal adulto, estas no utilizan su estómago en su totalidad, es decir, el retículo, el rumen y el omaso se encuentran en un estado subdesarrollado, por consecuente, el alimento (leche), es dirigido por la estructura anatómica denominada gotera esofágica, (pliegue muscular que se extiende en la pared del retículo descendiendo desde el cardias hasta el orificio retículo omasal), directamente al abomaso, porción de estómago que presenta un estado enzimático desarrollado el cual permite una rápida y eficiente digestión de la leche, esto hace al rumiante recién nacido funcionar como un monogástrico (Davis y Drackly, 1988; Kellems y Church, 1988). El desarrollo del estómago de un rumiante tarda algo de tiempo y es dependiente de la estrecha relación de la talla, la edad y en particular de la dieta del animal (Smith, 2004). Una dieta líquida retrasa el desarrollo del rumen-retículo tanto en peso y grosor de los tejidos como en su capacidad papilar. Una vez el animal ingiere alimentos sólidos promueve el desarrollo normal del rumen-retículo, esto se aprecia por el aumento de tamaño de las pailas ruminales y grosor de la pared del rumen.

Tabla 2. Tamaño relativo de los compartimentos del estómago de un bovino desde el nacimiento hasta la edad adulta.

Edad	% de la capacidad total del estómago			
	Rumen	Retículo	Omaso	Abomaso
Recién nacido	25	5	10	60
3 a 4 meses	65	5	10	20
Adulto	80	5	7 a 8	7 a 8

Fuente: (Heinrichs y Jones, 2003, como se citó en Salazar, 2006).

El estómago de los terneros (as) debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos para digerir alimentos fibrosos como los pastos y forraje. Según Schwarze (1970) el rumen es un divertículo grande, aplanado, lateralmente casi ocupa por completo la mitad izquierda de la cavidad abdominal y se extiende desde el diafragma hasta la cavidad pélvica. Está constituido por un epitelio estratificado corneo, presenta papilas con formas variadas y abundantes en la región anterior (Laplace, 1968). Es la porción del estómago de mayor tamaño con una capacidad que puede superar los 200 litros en bovinos. Lewis (1962) plantea que la dieta tiene una influencia muy importante en el desarrollo de la mucosa ruminal. Al nacimiento las papilas del rumen son menores de 1 mm de altura, y con la ingesta de alimentos sólidos se incrementan notablemente en cuatro semanas y en 7 u 8 semanas alcanzan su tamaño y forma normal. Un factor necesario para el desarrollo de las pailas se encuentra en la ingesta de productos alimenticios groseros capaces de desencadenar el proceso de fermentación microbiana de los carbohidratos y proteínas del rumen que da origen a los ácidos grasos volátiles (A.G.V), los cuales generan la maduración de las papilas. El estímulo principal para el desarrollo de las papilas es el ácido butírico y ácido propiónico particularmente (Flatt et al., y Lossli, 1958; Tamate et al., y Getty, 1962).

Factores que influyen en el desarrollo ruminal

La edad

El estómago tiene un crecimiento innato potencial a pesar del desarrollo sobre una dieta de leche, pues se ha demostrado un absoluto incremento en el volumen y peso del tejido (Warner, 1958).

La dieta

El aumento de peso y volumen de los pre estómagos están directamente relacionados con la dependencia del régimen alimenticio. El desarrollo total o máximo de la pared y la mucosa ruminal se obtiene con los alimentos secos que desencadenan la fermentación y formación de ácidos orgánicos especialmente los volátiles (Craplet, 1970).

Establecimiento de bacterias en el rumen

Al nacimiento el rumen de los terneros es completamente estéril, es decir, no presenta microorganismos de ninguna característica, sin embargo a pocas horas del nacimiento se pueden encontrar poblaciones numerosas de bacterias, en su mayoría bacterias aeróbicas. Tiempo después, el animal inicia el consumo de alimento seco que conlleva a un cambio en el tipo de bacterias ruminales pasando a disminuir la población de bacterias consumidoras de oxígeno, a una predominancia de bacterias anaeróbicas capaces de degradar proteínas y celulosa (Quigley, 1997).

Líquido en el rumen

El líquido en el rumen es indispensable para fermentar el substrato (grano o paja), y para permitir la supervivencia de las bacterias las cuales requieren un ambiente húmedo. Sin suficiente agua las bacterias no pueden crecer y el desarrollo ruminal es disminuido. El agua que entra al rumen es proveniente del consumo de agua directa y no obtenida de la ingesta de leche (Quigley, 1997).

El flujo de materiales desde el rumen

El desarrollo ruminal adecuado requiere que el material que entra al rumen tenga la capacidad de salir de él. Se conocen como señales de actividad ruminal los movimientos

peristálticos, presión en el rumen y la regurgitación. Cuando un ternero nace, el rumen presenta poca actividad muscular, y carece de la acción de regurgitar del bolo alimenticio en la primera semana de vida. Con el inicio de la ingestión de alimento seco las contracciones del rumen comienzan y pueden ser medidas (Quigley, 1997).

Habilidad de absorción del tejido ruminal

La absorción de productos finales obtenidos como resultado de la fermentación en el rumen, son un factor indispensable en el desarrollo ruminal. Los productos finales de la fermentación, particularmente los ácidos orgánicos (A.G.V); acetato, propionato y butirato, son absorbidos hacia el epitelio del rumen y son transportados hacia la sangre para ser utilizados como sustrato de energía. En terneros neonatales la absorción de los ácidos grasos volátiles es muy poca o nula, por lo tanto, el rumen debe presentar esta habilidad de absorción antes del destete de la cría (Quigley, 1997).

Exigencias nutricionales de las terneras

Al nacer, la cría está preparada para recibir el calostro como única fuente de alimento, y cuyo aporte de inmunoglobulinas se estima que es del 90%. Este pasa a través de la gotera esofágica directamente al abomaso donde la capacidad enzimática permite a la proteína de la leche (caseína), la grasa y las inmunoglobulinas continuar su tránsito hacia el intestino para ser absorbidas mediante el mecanismo celular conocido como pinocitosis (Lagger, 1994). La ingesta de leche como única dieta suministrada a los terneros es fundamental en las primeras semanas de vida; debido particularmente al desarrollo del abomaso, único compartimento capaz de cumplir la función digestiva en esta primera etapa, por lo que la alimentación debe ser mayormente líquida y nutricionalmente concentrada. (Pond *et al.*, 2007; Hill *et al.*, 2009; Borkert *et al.*, 2012).

Las exigencias nutricionales deben considerarse dentro de las funciones digestivas consecuentes del desarrollo ruminal. Las exigencias nutricionales se clasifican según el NRC (2001) en tres fases; fase de alimentación líquida, por lo cual, las exigencias nutricionales de la cría se suplen a través de la leche o en su defecto por sustitutos de leche. Fase de transición, esta etapa es fundamental para el desarrollo ruminal del ternero, se caracteriza por la ingesta parcial de alimentos secos, de manera que las exigencias nutricionales se satisfacen por los dos tipos de alimentos consumidos (leche, forraje o suplemento). En la fase ruminal, el bovino alcanza el desarrollo del rumen en su totalidad, por lo que sus exigencias se subsanan mediante la absorción principalmente de ácidos grasos volátiles, producto de la fermentación microbiana en el retículo-rumen, de alimento sólido (forraje o suplemento).

Es de gran importancia comprender que la salud, el crecimiento y la productividad de las terneras recaen particularmente en el manejo en fase de cría y las prácticas de alimentación que son implementadas en cada finca. En hatos donde no se dedica una atención especial al manejo y nutrición de las terneras, se evidencia una serie de problemas que pasan desapercibidos y se reflejan cuando inicia la producción de leche. Sin embargo, no se establece una relación basada en el manejo en época de crianza con el desempeño productivo y reproductivo del animal adulto. En casos donde la productividad de la vaca es baja esto es atribuible a factores genéticos o nutricionales y no es percibido como un factor resultante del manejo brindado en época de crianza (Martínez, 2003). Por esta razón, establecer y cubrir las exigencias nutricionales de los animales, repercutirá significativamente sobre el bienestar y desempeño productivo de los mismos.

Basados en estudios disponibles, el NRC (2001) ha establecido la exigencia diaria de proteína aparentemente digestible basado en las diferentes fases de alimentación de terneras en la etapa de pre-destete como se observa en la figura 2, figura 3 y figura 4.

Tabla 3. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen solamente leche o reemplazador de leche.

peso vivo, kg	peso Metab., kg	MS, kg	EU, g.d ⁻¹	MF, g.d ⁻¹	PADm, g.d ⁻¹	GPD (kg.d ⁻¹)					
						0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
25	11,2	0,31	2,24	0,59	18	42	65	89	112	136	159
30	12,8	0,38	2,56	0,71	21	45	68	91	115	138	162
35	14,4	0,44	2,88	0,83	24	47	71	94	118	141	164
40	15,9	0,50	3,18	0,95	26	50	73	97	120	144	167
45	17,4	0,56	3,47	1,07	29	52	76	99	123	146	169
50	18,8	0,63	3,76	1,19	31	55	78	102	125	148	172
55	20,2	0,69	4,04	1,31	34	57	80	104	127	151	174
60	21,6	0,75	4,31	1,43	36	59	83	106	130	153	177

Nota. Ms: Materia seca, PADm: Proteína aparentemente digestible para mantenimiento, EU: Nitrógeno endógeno urinario, Mf: Nitrógeno metabólico fecal, GDP: Ganancia de peso diaria. Fuente: (NRC, 2001).

Tabla 4. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen leche o reemplazador de leche y alimento balanceado.

peso vivo, kg	peso Metab., kg	MS1, kg	MS2, kg	EU, g.d ⁻¹	MF, g.d ⁻¹	PADm, g.d ⁻¹	GPD (kg.d ⁻¹)					
							0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
30	12,82	0,38	0,25	2,56	1,54	24	48	73	98	122	147	171
35	14,39	0,44	0,25	2,88	1,66	27	51	76	100	125	149	174
40	15,91	0,50	0,25	3,18	1,78	29	54	79	103	128	152	177
45	17,37	0,50	0,25	3,47	1,78	32	56	81	105	130	155	179
50	18,80	0,50	0,50	3,76	2,60	36	60	85	109	134	158	183
55	20,20	0,50	0,50	4,04	2,60	38	63	87	112	136	161	185
60	21,56	0,50	1,00	4,31	4,25	43	68	93	117	142	166	191
65	22,89	0,50	1,00	4,58	4,25	46	70	95	119	144	168	193
70	24,20	0,50	1,50	4,84	5,90	51	76	100	125	149	174	198
75	25,49	0,50	1,50	5,10	5,90	53	78	102	127	151	176	200
80	26,75	0,50	2,00	5,35	7,55	58	83	107	132	157	181	206

Nota. Ms: Materia seca, PADm: Proteína aparentemente digestible para mantenimiento, EU: Nitrógeno endógeno urinario, Mf: Nitrógeno metabólico fecal, GDP: Ganancia de peso diaria. Fuente: (NRC, 2001).

Tabla 5. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen solamente alimento balanceado.

peso vivo, kg	peso Metab., kg	MS, kg	EU, g.d ⁻¹	MF, g.d ⁻¹	PADm, g.d ⁻¹	GPD (kg.d ⁻¹)					
						0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
50	18,8	0,50	3,76	1,65	38	145	172	199	225	252	279
55	20,2	0,50	4,04	1,65	40	148	174	201	228	255	282
60	21,6	1,00	4,31	3,30	47	154	181	208	235	262	288
65	22,9	1,00	4,58	3,30	50	157	184	210	237	264	291
70	24,2	1,25	4,84	4,13	54	161	188	215	242	269	295
75	25,5	1,25	5,10	4,13	57	164	190	217	244	271	298
80	26,7	1,50	5,35	4,95	61	168	195	222	249	275	302
85	28,0	1,50	5,60	4,95	63	170	197	224	251	278	304
90	29,2	1,75	5,84	5,78	68	175	202	228	255	282	309
95,0	30,4	1,75	6,09	5,78	70	177	204	231	257	284	311
100,0	31,6	2,00	6,32	6,60	74	181	208	235	262	288	315

Nota. Ms: Materia seca, PADm: Proteína aparentemente digestible para mantenimiento, EU: Nitrógeno endógeno urinario, Mf: Nitrógeno metabólico fecal, GDP: Ganancia de peso diaria. Fuente: (NRC, 2001).

Comportamiento ingestivo del ganado bovino

En países donde la ganadería es una actividad pecuaria de alta productividad, los ganaderos han logrado establecer prácticas correctas de alimentación y sanidad, gracias a la interpretación del comportamiento ingestivo de sus bovinos, esto les ha permitido mayores producciones por unidad de área (Gonzales, 2017).

Por otra parte, en países subdesarrollados los ganaderos no precisan el comportamiento ingestivo de su ganado; como consecuencia, el manejo alimenticio se aleja de los hábitos alimenticios normales del animal, lo que causa, menor aprovechamiento del alimento, menor

consumo y mayor pérdida de este, afectando de esta manera el potencial productivo del ganado y la rentabilidad de la empresa ganadera (Gonzales, 2017).

Comportamiento ingestivo de los rumiantes

El comportamiento ingestivo hace referencia a la capacidad de adaptación de los animales a cambios en las propiedades físico-estructurales de la pastura y, a la serie de actividades que realizan los animales en la obtención de nutrientes para su mantenimiento y productividad. (Martinez *et al.*, 2002)

Para entender el comportamiento ingestivo de los rumiantes deben considerarse las siguientes actividades: rumia, tiempo de pastoreo, consumo de alimento, tasa de bocados, número de estaciones, bebida de agua, descanso y caminata, entre otras; de igual manera el tipo, calidad y cantidad del alimento y el sistema de explotación en que se encuentren los animales (Bavera, 2002; Patiño *et al.*, (2001) y Martínez *et al.*, 2002).

El bovino aprende qué tipo de alimento consumir a través de la experiencia, utilizando el aprendizaje de ensayo y error y por la observación directa de conducta alimenticia de animales experimentados. El ganado posee con una memoria espacial de dos tipos, una referencial y otra de trabajo; la primera le permite formar un mapa forrajero para recordar lugares y disponibilidad de alimento por periodos de tiempo de al menos 20 días, evitando así, áreas sin pasto y el sobre pastoreo. La memoria a corto plazo (memoria de trabajo) se usa para recordar áreas que han sido pastoreadas recientemente, al menos 8 horas atrás (Velásquez, 2003)

Factores que afectan el comportamiento ingestivo

El comportamiento ingestivo es alterado por factores propios del animal, de las condiciones medio ambientales, de la calidad y tipo de alimento disponible para su alimentación (Pereyra y Leiras, 1991).

Según Velásquez (2003) el comportamiento ingestivo de los bovinos es afectado directamente por la anatomía y fisiología propias de la especie, al poseer una boca amplia y labios rígidos hace que el método de aprehensión de pasto se realice de manera poco selectiva y con bocados de gran cantidad lo que hace que el animal ingiera en su dieta forraje tosco.

Tiempo de pastoreo

El pastoreo es una actividad realizada por los rumiantes, que consiste en buscar, seleccionar e ingerir forraje como fuente basal de su alimentación. El rango de tiempo de pastoreo registrado en ganado de carne es de 4 a 14 horas diarias, siendo mayor que en ganado de leche. En general, el tiempo de pastoreo aumenta cuando disminuye la altura de las pasturas y por ende la cantidad de biomasa disponible. Para mantener un determinado consumo diario de forraje los animales modifican su comportamiento ingestivo; tienden a equilibrar una baja tasa de consumo aumentando el tiempo de pastoreo diario, en algunos casos el grado de compensación es insuficiente. Se puede considerar que el tiempo de pastoreo está limitado por: la biomasa disponible por animal y por día, los controles físicos y metabólicos y el tiempo máximo de pastoreo diario (Galli, J.R *et al.*, 1996)

Efecto de la suplementación sobre el pastoreo

La suplementación energética y proteica en condiciones de pastoreo afecta el comportamiento ingestivo de los rumiantes. A medida que la suplementación aumenta disminuye el consumo de materia seca y el tiempo de pastoreo (Patiño *et al.*, 2001).

Efecto de la raza sobre el pastoreo

Existen diferencias entre razas según su adaptabilidad climática, según Pereyra y Leiras (1991), el ganado *Bos indicus* en zonas de altas temperaturas pastorean por periodos de tiempo más largos y recorren mayores distancias que los *Bos taurus*. Por otro parte, el comportamiento de pastoreo del cebú colombiano establecido en ambientes tropicales es diurno mientras que el ganado europeo en el trópico modifica sus hábitos alimenticios hacia un pastoreo que realiza en horas de la noche.

Efecto de la temperatura sobre el pastoreo

La temperatura ambiente es un factor que influye directamente sobre el pastoreo, observándose que al sobrepasar la zona de termoneutralidad que en zonas tropicales y subtropicales esta entre 12 y 24 °C, el ganado busca sombra para refugiarse, por lo cual, disminuye el consumo de forraje (Gonzales, 2017).

Efecto de la pastura sobre el pastoreo

El comportamiento de pastoreo es un indicador para evaluar la calidad y cantidad de biomasa disponible para el animal. Los bovinos tienden a pastorear en grupo cuando el forraje es abundante, y pastorean individualmente cuando hay escases de forraje (Comerón *et al.*, 2003).

Consumo de alimento

Es la cantidad de alimento que ingiere un bovino durante el día para satisfacer sus exigencias nutricionales; está estrechamente relacionado con el llenado del rumen y la tasa de pesaje ruminal de la materia indigestible (Martínez *et al.*, 2002).

Rumia

Es un proceso fisiológico característico de los rumiantes que comprende: la regurgitación de la ingesta, la reensalivación y remasticación más cuidadosa del bolo alimenticio para volver a deglutirlo. En animales en pastoreo se estima el tiempo de rumia en 8 horas, mientras que animales confinados tardan entre 3 y 6 horas (Vara y Moreno, 1984).

Consumo de agua

El ganado suele consumir agua al promediar la mañana, al mediodía y a la tarde. Los bovinos obtienen el agua de dos fuentes: el agua contenida en el alimento (agua metabólica) y el agua de bebida. El consumo de agua está influenciado por muchos factores en los que se destaca: la temperatura ambiente, área del potrero, tipo de alimentación, estado fisiológico, entre otros (Pereyra y Leiras, 1991).

Descanso

Se refiere al tiempo en el cual no se presenta actividad de los animales, se puede evidenciar estando el animal de pie o echado. El mayor tiempo de descanso lo realizan los animales alrededor del mediodía, coincidiendo normalmente con las horas del día donde la temperatura es mayor, ya que disminuye la actividad de pastoreo (Velásquez, 2003).

Tasa de bocados

Es el número de bocados que realiza un animal al alimentarse; un bocado es el acto de tomar una porción de alimento con la boca; la tasa de bocado es un parámetro que mide la velocidad de alimentación durante el pastoreo y puede ser tomado como un indicador de selectividad y defoliación del forraje (Cangiano *et al.*, 2002).

Digestibilidad

La digestibilidad estima la porción de nutrientes en una ración que se presume son aprovechados por el animal. Esta depende en gran medida de la composición nutricional de la ración evaluada. Aunque su medición es dificultosa debido que las heces están compuestas por cantidades de materiales que no son provenientes de la dieta (compuestos nitrogenados, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno). Por esta razón, los coeficientes de digestibilidad son aparentes. (Lachmann *et al.*, 2009).

Suplementación en el sistema productivo

La suplementación en pastoreo es una de las principales herramientas de nutrición para mejorar el desempeño productivo de los bovinos, permite corregir dietas desbalanceadas en distintas épocas del año, frente a diferentes bases forrajeras, aumentando la eficiencia y conversión de pasturas tropicales, y la ganancia de peso de los animales. A través de la suplementación en rodeos de cría es factible mejorar el crecimiento de las hembras de reemplazo, para aumentar la edad al primer servicio, incrementa el ingreso neto y la capacidad de carga del sistema productivo aumentando la productividad por unidad de área. (Peruchema, 2003).

La deficiencia de cualquier nutrimento puede disminuir la síntesis de proteína microbiana en el rumen, el pasaje de aminoácidos hacia el intestino delgado, la producción de leche o ganancia de peso, y son la energía y la proteína los factores limitantes (Clark *et al.*, (1992).

Materiales y Métodos

Localización

Este proyecto investigativo se desarrolló en la Granja Experimental Villa Marina propiedad de la Universidad de Pamplona, ubicada en la fracción de la vereda Matajira, jurisdicción municipal de Pamplonita, sobre el kilómetro 49 de la vía Pamplona – Cúcuta. Su temperatura promedio es de 20°C y su topografía es de pendiente con precipitación de 1400 mm, anual.

La investigación se ejecutó entre febrero y mayo de 2020, meses correspondientes a la época seca de la zona, con una duración los 84 días experimentales, divididos en 3 periodos de 28 días, cada uno.

Animales, diseño experimental y dietas

Para este estudio fueron utilizadas seis terneras mestizas lactantes con 123 kg de peso corporal promedio y 5 meses de edad y con sus respectivas madres. Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorio, con dos tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Control (no suplementado) y, suplementado (5 g/kg de peso corporal en suplemento por animal/día). El suplemento alimenticio se compone de grano de maíz molido, salvado de arroz, salvado de trigo, torta de soja y urea (tabla 2) y formulado para contener el 22% de proteína bruta (PB) con base en la materia natural

Tabla 6. Composición porcentual del suplemento alimenticio.

Materia Prima	%
Grano de Maíz molido	37,5
Salvado de Arroz	22
Salvado de Trigo	22

Torta de Soja	17
Urea	1,5

Fuente: Lenis Zubieta, 2020

La elaboración del suplemento alimenticio se llevó a cabo utilizando la técnica de mezclado por capas, en la que se vierte primeramente el alimento de mayor volumen seguido por las demás materias primas, siguiendo este patrón hasta dar por finalizado la adición de los ingredientes. Posteriormente, se homogenizó la mezcla dando varios botes hasta obtener un producto de color y características físicas uniformes.

Los animales fueron sometidos a 10 días de adaptación al área experimental y a la dieta. Al inicio del experimento los animales fueron pesados después de 12 horas de ayuno de alimento sólido, para posteriormente ser distribuidos en terneriles individuales con un ara de 5 m², equipados con bebedero y comederos, permitiendo el amamantamiento a las 07h00, hora habitual para la realización del ordeño y a las 15h00. Con acceso irrestricto de agua y sal mineralizada. Alimentados con *Pennisetum* sp, *ad libitum* como dieta basal dos veces al día (08h00 y 15h00), permitiendo el 10% de sobras.

El suplemento fue ofrecido a las 10h00. Los animales se pesaron cada 28 días en ayuno alimenticio siempre a las 06h00 con el fin de acompañar el desempeño y ajustar la cantidad de suplemento que debía ser suministrado a cada animal.

Toma de muestras de forraje, suplemento, leche y heces.

El consumo voluntario y digestibilidad total de nutrientes se evaluó a partir del día 21 a 26 de cada periodo experimental. En este sentido las muestras de forrajes fueron obtenidas a partir del día 21 hasta el día 26 de cada periodo, adicionalmente, muestras de sobras fueron

obtenidas a partir del día 22 hasta el día 27 de cada periodo. Enseguida, muestras compuestas de forrajes y sobras fueron obtenidas por animal. Para estimar el consumo de suplemento, fue medida la cantidad de suplemento ofrecida y las sobras de cada animal diariamente durante el periodo experimental.

Para estimar la cantidad y composición de la leche consumida por los animales, las vacas fueron ordeñadas los días 23 y 24 de cada periodo experimental, a las 07h00 y 15h00. Sin embargo, la producción de las 07h00 fue dividida en cuatro partes, correspondientes a cada pezón, en virtud que a cada animal le dejó a disponibilidad un pezón sin ordeñar para que mamara en horas de la mañana.

Para estimar la excreción de materia seca fecal, fueron realizadas colectas totales de heces los días 23, 25 y 27 de cada periodo experimental por un periodo de 24 horas, iniciando a las 06h00. Al final de cada día de colecta, las heces fueron pesadas y se tomó una muestra de aproximadamente 100 g, la cual fue secada a 60 °C. Posteriormente, una muestra compuesta fue obtenida por cada animal

El comportamiento ingestivo fue evaluado por observación directa los días 21 y 22 de cada periodo experimental. Esta evaluación fue realizada por un periodo de 12 horas, de 06h00 a 18h00 por 6 evaluadores, uno para cada animal. El comportamiento fue clasificado como tiempo de consumo de pasto, consumo de alimento, rumia, consumo de agua, consumo de leche y descanso por parte de los animales.

Procedimientos analíticos

Muestras de pasto, suplementos y forrajes fueron procesadas y analizadas para MS (secado por una noche a 105 °C; método ISO 6496:2009 – NTC 4888-2000), cenizas

(combustión completa en mufla a 600 °C por 4 horas; método AOAC 941.05-2008), extracto etéreo (procedimiento de Randall; método AOAC 2003.06-2006), nitrógeno (procedimiento de Kjeldahl; método AOAC 960.52-2008) y fibra en detergente neutro (ISO 16472-2007).

La producción de leche corregida para el 4% de grasa fue calculada por la ecuación descrita por NRC (2001):

$$\text{Leche}_{4\%} (\text{kg}) = 0.4 \times (\text{producción de leche}) + [15 \times (\text{grasa en la leche} \times \text{producción de leche}/100)]$$

Los componentes de la leche como lactosa, grasa, proteína y sólidos totales fueron analizados usando un espectrofotómetro (Julie C3, Scope Electric).

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados utilizando el procedimiento MIXED del SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). EL consumo y digestibilidad de nutrientes, producción y composición de la leche fueron sometidos a ANOVA adoptando el peso corporal inicial como covariable. Las variables del comportamiento ingestivo fueron analizadas usando el procedimiento de medidas repetidas en el tiempo. Significancia estadística fue considerada cuando $P \leq 0,05$, tendencia fue considerada cuando $0.05 < P \leq 0.10$.

Resultados y discusión

En la tabla 7, se observa la composición del suplemento y pasto consumido durante el experimento, se evidencia que el suplemento y forraje consumido por los animales presentaron 23.01 y 9.35 % de proteína bruta (PB), respectivamente. El contenido de PB del forraje presentó valores superiores al mínimo necesario para promover un crecimiento adecuado de los

microorganismos ruminales y maximizar la degradación de la fibra presente en los forrajes (Lazzarini et al., 2009; Sampaio et a., 2009).

Adicionalmente, en este estudio la dieta completa ofrecida a los animales presentó 11.81 y 14.21% de PB para el grupo control y suplementado, respectivamente.

Tabla 7. Composición química del suplemento y pasto consumido por los animales durante el periodo experimental.

Item	Suplemento	<i>Pennisetum, sp</i>
Materia seca (%)	96.57	94.48
Materia orgánica (% de la MS)	92.94	88.02
Proteína bruta (% de la MS)	23.01	9.35
Extracto etéreo (% de la MS)	7.74	1.54
Carbohidratos no fibrosos ¹ (% de la MS)	39.51	12.27
Fibra en detergente neutro (% de la MS)	24.50	64.86

¹CNF = MO – [(PB – PBU + U) + EE + FDN].

Fuente: Lenis Zubieta, 2020

La producción y composición de leche de las vacas no fueron afectados ($P>0.10$) por la suplementación ofrecida a las terneras (Tabla 8). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por de Valente et al. (2013), Lopes et al. (2016) y da Silva et al. (2016) donde la suplementación de terneros (as) no afectó la producción y composición de leche de las vacas en pastoreo en condiciones tropicales.

Tabla 8. Producción de leche y sus componentes de acuerdo a los tratamientos aplicados a las terneras

Item	Tratamientos		DE	P-Valor
	Control	Suplementado		
Producción de leche	6.71	5.32	1.319	0.513
Producción de leche _{4G} %	5.85	4.62	1.251	0.543
Proteína	3.36	3.44	0.109	0.658

Grasa	3.13	3.23	0.225	0.784
Lactosa	4.90	5.01	0.167	0.664
Sólidos totales	11.40	11.68	0.181	0.340

4G%: corregida para el 4% de grasa.

Fuente: Lenis Zubieta, 2020.

En este estudio no fue observado efecto de la suplementación ($P > 0.10$) sobre el consumo voluntario (kg/día) de materia seca (MS), materia seca de leche (MSL), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), materia orgánica digerida (MOD), fibra en detergente neutro digerida (FDND) y nutrientes digestibles totales (Tabla 9). En contraste, la suplementación incrementó el consumo de proteína bruta (PB) y carbohidratos no fibrosos ($P < 0.05$), (Tabla 9). El mayor consumo de PB y CNF por parte de los animales suplementados se debe a la mayor concentración de este nutriente en el suplemento en relación al pasto. Resultados similares fueron reportados por Marquéz et al. (2014), Almeida et al. (2018) y Ortega, RM et al. (2020) quienes suplementaron terneras en fase de lactancia en condiciones tropicales.

Por otro lado, fue observada una disminución en el consumo (kg/día) de materia seca de pasto (MSP), fibra en detergente neutro (FDN) con la suplementación (tabla 9).

Cuando los bovinos son suplementados en el sistema pasto principalmente, múltiples efectos asociativos pueden ser observados (Paulino et al. 2004). Así, existe un efecto asociativo-adictivo, donde el consumo de pasto se incrementa cuando el suplemento es ofrecido y hay un efecto de sustitución, donde el consumo de pasto se reduce con la suplementación animal, que es común cuando se usan suplementos basados en energía o concentrados. En el presente estudio, los animales no suplementados consumieron mayor cantidad pasto que los animales

suplementados sugiriendo que los animales suplementados tuvieron un menor consumo de pasturas a través del efecto de sustitución.

Por otro lado, Dixon and Stockdale, (1999) indican que cuando los suplementos son incluidos en las dietas a base de pasturas, efectos asociativos pueden ocurrir si las interacciones digestivas y metabólicas entre suplemento y pastura cambian el consumo de energía. Así, un aumento en la digestibilidad total puede ser esperado con la inclusión de suplementos en la dieta porque usualmente presentan mayor digestibilidad que la pastura y suministran sustratos esenciales para el crecimiento de los microorganismos ruminales, lo que promueve un mayor consumo de pasto, sin embargo, este comportamiento que no fue observado en este estudio.

Tabla 9. Efecto de la suplementación sobre el consumo voluntario de terneras lactantes en el trópico medio

Item	Tratamientos		DE	P-Valor
	Control	Suplementado		
	kg/día			
MS	3.81	3.94	0.109	0.448
MSP	3.36	2.80	0.058	0.006
MSS	-	0.71	0.046	-
MSL	4.07	3.73	0.562	0.721
MO	3.41	3.55	0.108	0.448
PB	0.45	0.56	0.023	0.037
EE	0.18	0.21	0.022	0.334
FDN	2.18	1.98	0.038	0.037
CNF	0.41	0.62	0.007	<0.001
MOD	2.39	2.58	0.149	0.440
FDND	1.46	1.37	0.070	0.405
NDT	2.39	2.66	0.148	0.299
	g/ kg de PC			
MS	25.64	25.03	0.775	0.616
MSP	22.37	17.50	0.742	0.019
MO	23.02	22.64	0.541	0.663
FDN	14.53	12.48	0.422	0.042

Nota. MS: materia seca; MSP: materia seca de pasto; MSS: materia seca de suplemento; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; EE: extracto etéreo; FDN: fibra en detergente neutro; CNF: Carbohidratos no fibrosos; MOD: materia orgánica digerida; FDND: fibra en detergente neutra digerida; NDT: nutrientes digestibles totales.

Fuente: Lenis Zubieta, 2020.

Los resultados encontrados en este estudio difieren de los hallados por Ortega, RM et al, (2020), reportaron consumo de materia seca de 18,4 y 20,0 g/kg de peso corporal en terneras bajo pastoreo, suplementadas con 4 y 6 g / kg BW, respectivamente. Valores inferiores a los observados en este estudio, donde se reportó un consumo de materia seca de 25,64 y 25,03 g /kg de peso corporal, respectivamente.

Resultados de consumo de materia seca inferiores a los encontrados en este estudio fueron observados por Cardenas *et al*, (2015), reportaron, 17,997 y 18,385 g /kg de peso corporal en un estudio realizado en terneras lactantes en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína bruta.

En este estudio, no fue verificado efecto de la suplementación ($P > 0.10$) sobre los coeficientes de digestibilidad total de MS, MO, PB, EE, FDN y contenido de MOD (tabla 10). En contraste, fue observado incremento ($P < 0.05$) en la digestibilidad de los CNF con la suplementación (tabla 10). La ausencia de diferencia en el coeficiente de digestibilidad de la PB a pesar de mayor consumo por parte de los animales suplementados (Tabla 9) aunque esta diferencia en el consumo no fue suficiente para impactar su coeficiente de digestibilidad, además de la alta participación de la leche en la dieta de los animales, la cual presenta una alta digestibilidad de sus constituyentes. En contraste, el mayor coeficiente de digestibilidad de los CNF (Tabla 10) observado en los animales suplementados puede ser atribuido al mayor consumo de este nutriente por la inclusión de suplemento, ya que los suplementos son caracterizados por tener una fácil digestibilidad. Así, el mayor de consumo de CNF disminuye la representatividad de la fracción metabólica fecal.

Tabla 10. Efecto de la suplementación sobre los coeficientes de digestibilidad aparente de terneras lactantes en el trópico medio.

Item	Tratamientos		DE	P- Valor
	Control	Suplementado		
Materia seca (g/g)	0.689	0.718	0.0232	0.431
Materia orgánica (g/g)	0.704	0.731	0.0225	0.456
Proteína bruta (g/g)	0.769	0.790	0.0207	0.536
Extracto etéreo	0.887	0.885	0.0127	0.905
FDN (g/g)	0.673	0.692	0.0292	0.672
CNF (g/g)	0.553	0.671	0.0186	0.021
MOD (g/kg de MS)	631.6	662.4	24.18	0.437

Nota. FDN: fibra en detergente neutro; CNF: carbohidratos no fibrosos; MOD: materia orgánica digerida.

Fuente: Lenis Zubieta, 2020.

Por otro lado, la ausencia de diferencia en el coeficiente de digestibilidad de la FDN entre los tratamientos a pesar del mayor consumo de PB por los animales suplementados, puede ser atribuido al contenido de PB del forraje consumido por los animales durante el experimento, en promedio 9.35% (tabla 7), valor superior a 7% recomendado por Sampaio et al. (2009), como mínimo requerido para que las bacterias fibrolíticas presenten una adecuada degradación de la FDN, siendo esta la principal fuente de energía para bovinos en el trópico.

Resultados similares a los obtenidos en este estudio fueron reportados por Cardenas et al, (2015), al evaluar el desempeño productivo, consumo y digestibilidad de terneras lactantes criadas en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína bruta en base de la materia seca, (7,3; 16,7; 25,6; 34,6 y 43,2% PB, respectivamente), donde encontraron, que la digestibilidad aparente total de la materia seca, materia orgánica, extracto etéreo, FDNcp y NDT para la dieta consumida por las terneras, no difirió ($p>0,10$), entre los tratamientos. Esto puede ser atribuido a las condiciones de los pastos que proporcionaron una MSpd abundante, lo que posibilita la selección de material de excelente calidad por los animales.

En la evaluación del comportamiento diurno de los animales, no fue observada diferencia ($P > 0.10$) en el tiempo de actividades diurnas evaluadas (tabla 11), excepto para el tiempo destinado para el consumo de pasto. El tiempo de consumo de pasto evidenció una tendencia de aumento ($P = 0.092$), para los animales no suplementados (Tabla 11). Por lo tanto, se observó que el consumo de pasto para los animales no suplementados fue aproximadamente 63 min/día mayor que los animales suplementados. Este resultado corrobora el efecto sustitutivo del pasto por el suplemento por los animales suplementados y consecuentemente, menor consumo de pasto (Tabla 9). Resultados semejantes fueron observados por Martins et al. (2017) y Lima et al. (2020) cuando suplementaron bovinos en pastoreo en condiciones tropicales.

Siguiendo este raciocinio, Mayne and Wright (1988) y McGilloway and Mayne (1996) sugieren que la reducción en tiempo en el consumo de pasto debido a la suplementación explicaría la tasa de sustitución, lo que corrobora el menor tiempo de consumo de pasto por los animales suplementados. De la misma forma, Bargo et al. (2002) estudiaron la digestión ruminal y el tiempo de pastoreo de vacas de alta producción pastoreando a baja o alta disponibilidad de pastura para testear ambas hipótesis sobre la tasa de sustitución. La tasa de sustitución fue mayor cuando las vacas suplementadas pastorearon a alta disponibilidad de pastura, lo cual fue relacionado con efectos asociativos negativos en el rumen y reducciones en el tiempo de pastoreo.

En general, cuando los animales son sometidos a suplementación nuevas variables interfieren con el comportamiento diurno del animal. Los bovinos, al igual que otros animales buscan mantener un consumo de alimentos según sus necesidades nutricionales y ajustan su comportamiento en respuesta a los cambios en el ambiente, dividiendo el tiempo entre

actividades de pastoreo, rumia, interacciones sociales e inactividad (Hodgson, 1990; Martins et al., 2012).

Tabla 11. Efecto de la suplementación sobre el comportamiento ingestivo diario de terneras lactantes en el trópico medio.

Comportamiento ¹	Tratamientos		DE	P-Valor
	Control	Suplementado		
Consumo de suplemento	-	16.2		-
Consumo de pasto	250.9	187.4	20.38	0.092
Consumo de leche	15.8	16.1	1.07	0.825
Consumo de agua	0.05	0.61	0.32	-
Rumia	91.1	80.8	5.77	0.273
Descanso	75.1	70.7	9.72	0.764
Ócio	96.6	149.1	20.57	0.145

¹minutos/día

Fuente: Lenis Zubieta, 2020.

Los resultados de esta investigación para el tiempo de consumo de pasto difieren de los encontrados por Suarez et al, (2011), quienes reportaron en un estudio realizado con bovinos de ceba en praderas del pasto guinea (*Panicum máximum* cv. *Mombasa*), siendo los bovinos de la carga de 7 animales/ha, los de mayor tiempo dedicado a la actividad de pastoreo, 451,8 min, seguido de los bovinos de la carga de 5 y 6 animales/ha, con 408,6 y 382,2 min, respectivamente. Esta diferencia puede ser explicada por la menor disponibilidad de materia seca (MS), que según Solfanelli (2002), esta condición obliga a los animales a consumir alimento durante más tiempo para intentar suplir las exigencias de MS

La ausencia de diferencia para tiempo destinado al consumo de leche puede atribuirse al manejo de amamantar adoptado (amamantamiento restringido) y a las similares producciones de leche de las vacas (tabla 8).

La suplementación de bovinos en pastoreo con concentrados tiende a mejorar el ambiente ruminal, lo que mejora la capacidad del animal para digerir la dieta (Detmann et al., 2014). Sin embargo, la ausencia de diferencias en el tiempo total de rumia y descanso (tabla 11) indica que este efecto puede envolver algunos mecanismos metabólicos complejos, cuyos reflejos en el comportamiento animal no pueden observarse fácilmente lo que puede explicar la ausencia de diferencia en el tiempo diurno de rumia y descanso entre los tratamientos.

En relación al tiempo diurno de rumia, diferentes valores fueron reportados por Zanine *et al.* (2008), quienes evaluaron el comportamiento ingestivo en diversas categorías de bovinos de raza Girolando, en pasto *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*, encontraron tiempos de rumia diurnos de 222; 141,6 y 156 min, para vacas, novillas y novillos, respectivamente. Estas diferencias entre estudios se pueden atribuir a las características cuantitativas y cualitativas de las pasturas, a la carga animal y a las condiciones medio ambientales que ocasionan una pérdida de confort animal, al afectar la conducta ingestiva, el mantenimiento de la temperatura corporal y la ingestión de forraje, haciendo que los bovinos hagan un mayor uso y aprovechamiento del horario diurno, concentrando las actividades de pastoreo en las horas más frescas y las de rumia en las horas más calurosas del día (Suarez et al, 2011).

En relación al tiempo de descanso, resultados superiores a los de obtenidos en este estudio fueron reportados por Suarez et al, (2011), que observaron tiempos de descanso en animales en pastoreo de 144,6, 145,2 y 124,2 min, manejando una carga animal/ha de 5, 6 y 7, respectivamente.

En este estudio, no fue realizado análisis estadístico para el tiempo diurno destinado al consumo de agua, ya que tuvo un comportamiento atípico, evidenciado un consumo muy bajo (0.05 vs 0.61 min/día para animales del grupo control y suplementados, respectivamente).

Dichos valores son inferiores a los reportados por Patiño et al. (2008) y, en promedio, 4 min/día destinados para esta actividad en novillos en condiciones de pastoreo intensivo. De acuerdo con Beretta (2007), variaciones en el consumo de agua, puede estar muy relacionada con el contenido de materia seca presente en la pastura. Por otro lado, otro factor que pudo haber afectado el consumo de agua de los animales posiblemente fue el consumo de leche, la cual presenta alta concentración de humedad y las condiciones ambientales predominantes en la zona, la cual presenta temperatura promedio de 20 °C. Bavera (2004) preconiza que si la temperatura ambiente sobrepasa los 32°C, los bovinos presentan un incremento en el consumo de agua.

Para la actividad de ocio, numéricamente se observó mayor número de minutos dedicados a esta actividad por parte de los animales suplementados con 149,07 y 95,57 min para el grupo control, con estos resultados se puede inferir que la suplementación puede modificar ciertos patrones del comportamiento ingestivo de los bovinos.

Conclusiones

La suplementación energético-proteica en una cantidad de 5 g/kg de peso corporal incrementa el consumo de proteína y carbohidratos no fibrosos y mejora el coeficiente de digestibilidad de los carbohidratos no fibrosos de terneras lactantes alimentadas con forraje tropical.

La suplementación energético-proteica en una cantidad de 5 g/kg de peso corporal disminuye el tiempo diurno de consumo de pasto de terneras lactantes alimentadas con forraje tropical.

Recomendaciones

Se recomienda el uso de suplementación energético – proteica para terneras lactantes que promuevan un mayor consumo y digestibilidad de PB y CNF y, consecuentemente, un mayor crecimiento continuo de los animales, ya que estas representan el futuro de los hatos ganaderos, al ser los animales de remplazo.

Se recomienda el uso de suplementación energético – proteica para terneras lactantes que evalúen el comportamiento ingestivo de los animales, ya que conocer el comportamiento ingestivo de bovinos alimentados con forraje tropical es importante para entender y alterar el manejo y mejorar la producción animal.

Se recomienda la realización de futuras investigaciones incluyendo un mayor número de animales por tratamiento para observar un comportamiento más adecuado de los datos y una respuesta adecuada de algunas variables evaluadas.

Referencias

- Arenas F, Noguera R y Restrepo L. (2010). *Efecto de diferentes tipos de grasa en dietas para rumiantes sobre la cinética de degradación y fermentación de la materia seca in vitro*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v23n1/v23n1a07.pdf>.
- Barahona R, Sánchez P. (2005). Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarlas. *Revista Corpoica*. 2005; 6: 69 – 82.
- Bargo, F., L. D. Muller, J. E. Delahoy, and T. W. Cassidy. (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85:1777-1792.
- Bartle SJ, Varón JR, Preston RL. (1984). *Efecto de la ingesta de energía en el intervalo posparto en vacas de carne y la adecuación de la producción de leche de la vaca para el crecimiento de la pantorrilla*. Obtenido de *Diario de Ciencia Animal* 58,1068-1074: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6735939>.
- Bavera G. (2004). etología del abrevado curso de producción bovina de carne. en: bavera G, editor. *Manual de aguas y aguadas para el ganado*. rio cuarto, Argentina: Facultad de Agronomía y Veterinaria, universidad nacional de río cuarto. pp 1-5.
- Bavera G. A. (2002). Etología aplicada a la producción bovina. *Curso de Producción Bovina de Carne*, Cáp. IV FAV UNRC. Argentina P. 16.
- Beretta V, Bruni M, simeone A. (2007). *Manejo del agua de bebida en producción bovina. cartilla técnica*. en: *Plan Agropecuario*. Recuperado el 17 de julio de 2020, de www.planagro.com.uy/publicaciones/uedy/Publica/cart12/cart12.htm

Borkert J, N. M. (2012). Respuesta metabólica de terneros de lechería alimentados con sustituto lácteo nacional o importados. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 2012. 22(2):171-176.

Bradley, D. y. (2006). *Genetics and the origins of domestic cattle*. En M.A. Zeder, E. Emshwiller, B.D. Smith y D.G. Bradley, eds. *Documenting domestication: new genetics and archaeological paradigm*, págs. 317–328. California, EE.UU. University of California Press.

Bradley, D.G., MacHugh, D.E., Cunningham, P. y Loftus, R.T. (1996). *Mitochondrial DNA diversity and the origins of African and European cattle*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 93(10): 5131–5135.

Cangiano C; Galli J; Laca E; Dichio L; Utsumi S; Pece, M; Larripa, M; TorresiI, S; y Bisio. (2002). *Comportamiento ingestivo de herbívoros domésticos y heterogeneidad de la vegetación*. Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), Unidad Integrada Balcarce (INTA-UNMdP) Argentina P 4-7.

Cardenas, J.E.G.; Paulino, M.F; Lopes, S.A; Silva, A.G; Barros, L; Valente, É.E.L. (2015). Desempeño productivo, consumo y digestibilidad de terneras lactantes criadas en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína bruta. *Arch. Zootec*. 64 (246): 167-174. 2015.

Cardoso, S. G. (16 de Marzo de 2016). *Universidad de los Andes*. Recuperado el 03 de Junio de 2020, de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2016/03/16/origen-de-la-ganaderia-extensiva-en-colombia/>

Church, D.C. (1974). Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes (Vol.1) Ed. Acribia, Zaragoza, España.

- Clark, J. H., Klusmeyer, T. H. y Cameron, M. R. (1992). *Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. j. Dairy Sci. 75:2304.*
- Comerón E. A; Morettom A; Strasser R A; Aronna S y Romero L A. (2003). Comportamiento ingestivo diurno de vacas lecheras en un sistema de pastoreo rotativo de franjas diarias. En 26° Congreso Argentino de Producción Animal. P. 12-15.
- Correa, A. (2006). Estudio del Desarrollo de los Estómagos de los Rumiantes. *Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma, Unidad Docente Santiago de Cuba.*
- Craplet, C. (1970). El ternero. Ed. Oranismo, IC.l La Habana, Cuba Pag.45, 61 y 75. .
- da Silva A ; Paulino M; da Silva L ; Navajas L; Detmann E; Henrique de Moura F; Rocha M; Henrique P; Maza R; Prímola de Melo L. (2017). Performance, endocrine, metabolic, and reproductive responses of Nellore heifers submitted to different supplementation levels pre- and post-weaning. doi:10.1007/s11250-017-1248-1
- Davis, C. L.; Drackley, J.K. . (1998). *The development, nutrition, and management of the young calf. Iowa, U.S.A., Iowa State University Press.*
- Detmann, E., Paulino, MF, y Valadares, S. de C., Fº. (2010). *Optimización del uso de recursos basales de forraje. En Simposio internacional en curso de producción de ganado vacuno, ViVicoso, MG, internacional en curso de producción de ganado vacuno, Vicoso, MG, Brasil. 7. Detmann, E., Souza, MA de S., Valadares, S.*
- Detmann, E., Valente, E. E. L., Batista, E. D., & Huhtanen, P. (2014). An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures

with supplementation. *Livestock Science*, 162, 141-153. doi:10.1016/j.livsci.2014.01.029

Dixon, R. M., and C. R. Stockdale. (1999). Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Aust. J. Agric. Res.* 50:757-773.

Fedegan. (2006). *Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019*. Bogotá D.C.

Flatt, W. P.; Warner, R.G. and Loosli, J.K. . (1958). *Influence of purified materials on the development of the ruminant stomach*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. F.A.O. (2020). La Ganadería y el Medio Ambiente. Recuperado el 29 de Mayo de 2020, de <http://www.fao.org/livestock-environment/es/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. F.A.O. (2020). Producción Animal. Recuperado el 29 de Mayo de 2020, de <http://www.fao.org/animal-production/es/>

Galli, J.R., Cangiano, C.A. y Fernández, H.H. (1996). *Comportamiento Ingestivo y Consumo de Bovinos en Pastoreo*. Recuperado el 03 de Junio de 2020, de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf

Gonzales, K. (17 de Julio de 2017). *Factores que Afectan el Comportamiento Ingestivo*. Obtenido de Zootecnia y Veterinaria es Mi Pasion : <https://zoovetesmipasion.com/bienestar-animal/comportamiento-ingestivo/>

Henriques LT, Valadares Filho S de C, Fonseca MA, Paulino PVR, Detmann E, Valadares RFD. (2011). Avaliação de Modelos não-lineares e da Relação hacen Consumo voluntário de

- Vacas Primíparas e de Bezerros com una curva de lactação de Vacas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40, 1287-1295. doi:10.1590 / S151635982011000600018.
- Hill T, Bateman H, Aldrich J, Schlotterbeck R. (2009). Effects of fat concentration of a high protein milk replacer on calf performance. *J. Dairy Sci.* 2009. 92: 5147-5153.
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: science into practise*. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture.
- Kellems, R. O., & Church, D. (1998). *Livestock feeds and feeding. 4 ed.* New. Jersey, U.S.A., Prentice Hall.
- Lachmann, M.; Araujo Febres, O. (2009). *La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. [online]*. Recuperado el 01 de Junio de 2020
- Lagger, J. (1994). *Crianza Artificial de Bovinos Lecheros*. Editorial Agrovet.
- Laplace, J.P. . (1968). *Sur les phenomenes mecaniques et electriques du tractus digestif chez le mouton. Laboratorio de physiologie – Pharmacodynamie de I.N.S. A Lyon, Frances, 200* Pag. .
- Lazzarini, I.; Detmann, E.; Sampaio, C.B.; Paulino, M.F.; Valadares Filho, S.C.; Souza, M.A. and Oliveira, F.A. (2009). Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Rev Bras Zootecn*, 38: 2021-2030.
- Licitra, G.; Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J. 1996.
- Lewis, D. (1962). *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*. Pag. 71.

Lima J; Fernandes H; Ada Silva A; Lorian G; Pereira E; dos Santos Y; Melville L. (2020).

Ingestive diurnal behaviour of grazing beef cattle . *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 41, n. 4, p. 1335-1344. doi:110.5433/1679-0359.2020v41n4p1335

Linnaeus, C. N. (1758). *WIKIPEDIA La enciclopedia libre*. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de

https://es.wikipedia.org/wiki/Bos_primigenius_taurus#:~:text=La%20vaca%2C%20en%20el%20caso,la%20familia%20de%20los%20b%C3%B3vidos.

Loftus, R.T., MacHugh, D.E., Bradley, D.G., Sharp, P.M. y Cunningham, P. . (1994). *Evidence for two independent domestication of cattle. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 91(7): 2757–2761.*

Lopes, AS, Paulino, MF, Detmann, E., Valente, EEL, Barros, LV, Rennó, LN, Valadares Filho, SC, Martins, LS. (2016). ¿La suplementación de terneros de carne por sistemas de alimentación por arrastre influye en la producción de leche y la condición corporal de las madres? *Sanidad y producción de animales tropicales* 48, 1241 - 1246.

Mahecha, Liliana. Gallego, Luis A. Peláez, Francisco J. (2002). Situación Actual de la Ganadería de Carne en Colombia y Alternativas para Impulsar su Competitividad y sostenibilidad. *Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 2, 2002.*

Mannen, H., Kohno, M., Nagata, Y., Tsuji, S., Bradley, D.G., Yeao, J.S., Nyamsamba, D., Zagdsuren, Y., Yokohama, M., Nomura, K. y Amano, T. (2004). Mannen, H., Kohno, M., Nagata, Y., Tsuji, S., Bradley, D.G., Yeao, J.S., Nyamsamba, D., Independent mitochondrial DNA origin and historetical genetic differentiation in North Eastern Asian cattle. *Molecular Phylogenetic and Evolution, 32(2): 539–544.*

Márquez, DC, Paulino, MF, Marcondes, M., Rennó, L., Barros, LV de, Martins, LS,... Moura, F.

E. (2014). Parámetros nutricionales y producción de terneros en pastos complementados con diferentes fuentes de alimentos proteicos *Semina: Ciencias Agrarias*, 35 (5).

doi:10.5433 / 1679-0359.2014v35n 5p2709

Martínez, A. (2003). *Manual de crianza de becerras. 2da edición. Grupo Editores*

Agropecuarios. Estado de México, México. 144 p.

Martinez, E. D; Pulido, R. G y Latrille L. (2002). Efecto de la paja de trigo tratada con álcali sobre el consumo de alimento y comportamiento ingestivo de vacas lecheras. *Universidad Austral de Chile. p 1-14.*

Martins L ; Fonseca M ; Navajas L; Detmann E; Mageste de Almeida D; Maza R; Sotelo D;

Enrique Garcés J. (2017). Creep feeding effects on male Nellore calves influencing behavior and performance of their dam. *Trop Anim Health Prod.* doi:10.1007/s11250-017-1375-8

Martins, S. C. S. G., Rocha, V. R., Jr., Caldeira, L. A., Barros, I. C., Silva, G. W. V., Costa, M.

D.,... Souza, A. S. (2012). Comportamento ingestivo de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. *Brasileira de Ciência Veterinária*, 19(1), 1320.

doi:10.4322/rbcv.2014.072

Mayne, C. S., and I. A. Wright. (1988). Herbage intake and utilization by the grazing dairy cow.

Page 280 in *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. P. C. Garnsworthy, ed.

Butterworths, London.

- McGilloway, D. A., and C. S. Mayne. (1996). The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. Page 135 in *Recent Advances in Animal Nutrition*. P. C. Garnsworthy, J. Wiseman, and W. Haresign, eds. Nottingham University Press. UK.
- National Research Council, NRC. . (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 2001, 6th Rev. Ed. Washington DC, USA, National Academy of Sciences.
- National Research Council, NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7 th rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. 381 p.
- Nocek J y Russell J. (1988). Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. 1988, Dairy Sci.* 71:2070.
- Ortega L, Huchima C y Rivas FA. (2009). *Conducta ingestiva de bovinos Cebú adultos en leucaena manejada a dos alturas diferentes Técnica Pecuaria Mexicana*. 2009; 47(2):125-134. Recuperado el 28 de Mayo de 2020, de <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200904023416.pdf>.
- Ortega RM ; Fonseca M ; Detmann E ; Navajas L ; Sotelo D ; Contreras D ; Mageste de Almeida D; Soares L; Ramalho T. (2020). Supplementation levels for suckling female calves under grazing: productive and nutritional performance and metabolic profile. *Semina: Ciências Agrícolas, Londrina*, v. 41, n. 3, p. 945-958. doi:10.5433 / 1679-0359.2020v41n3p945
- Oviedo C, Pastrana A, Maza L, Salgado R, Vergara O. (2011). Suplementación de terneras lactantes doble propósito en la época seca en el valle medio del Sinú, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 2011. 14(1): 57 – 62.

Patiño r, González K, Porras F, salazar L, Villalba c, Gil J. (2008). *comportamiento ingestivo diurno y desempeño de novillos en pastoreo pertenecientes a tres grupos genéticos durante dos épocas climáticas* . Obtenido de (en línea). Livest res rural Dev 20(36): : www.lrrd.org/lrrd20/3/pati20036.htm; consulta: junio de 2011.

Patiño, R. M; Fischer, V; Balbinotti, M; Moreno, C; Ferreira, E. X; Vinhas, R y Lima M, P. (2001). *Efeitos do fornecimento níveis crescentes de suplemento energético sobre o comportamento ingestivo diurno de becerros de corte em pastejo. Tesis de grado: Magíster en Producción Animal. Universidade Federal de Pelotas. R S, Brasil. P. 23-30.*

Paulino MF, Detmann E, Valente EEL, Barros L. (2008). Nutrición de ganado de pastoreo. *In Valadares Filho S, Paulino M, Paulino P, Figueiredo F, Barros L, Diniz L, Marcondes M, Chizzott M, Fonseca M, Benedeti P (eds) 'En Proc. Cuarto Symp. Strateg. Manag.pastos ', Vicosa, MG, Brasil. 131-169. (Viçosa: Vicosa, MG Brasil).*

Paulino, MF, Figueiredo, DM, Moraes, EHBK, Porto, MO, Ventas, MFL, Acedo, TS, Villela, SDJ, Valadares Filho, SC. (2004). *Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. Simpósio de produção de gado de corte 4: 93 - 144* .

Pereyra, H. y M. A. Leiras. (1991). *Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida*. Obtenido de internet: www.Produccionbovin.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/03-comportamiento_ingestivo.htm. P. 3-6

Peruchena, C. (2003). *Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles. Sitio argentino en producción animal.*

Pond W, Church D, Pond K. (2007). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. 2da ed. México. Ed. Limusa S.A. 2007. p.349.

- Poveda, S. P. (28 de Febrero de 2011). *S T R A V A G A N Z A* by *Leopoldo Costa*. Obtenido de <https://stravaganzastravaganza.blogspot.com/2011/02/historia-de-la-ganaderia-en-colombia.html>
- Prieto E, Montes D, Lara L, Ríos R. (2010). Suplementación con balanceado comercial en crías vacunas lactantes bajo sistema doble propósito. *Rev. MVZ Córdoba*. 2010. 15 (3): 2194-2203.
- Quigley, J. (07 de Mayo de 1997). Desarrollo del Epitelio del Rumen . *Calf Notes.com* .
Obtenido de <http://www.calfnotes.com/pdf/CN020e.pdf>
- Salazar, J. E. (2006). Desarrollo del Rumen en Terneras de Leche. *ECAG-Informa*. 38:29-32., p 1-5.
- Sampaio, C.B.; Detmann, E.; Lazzarini, I.; Souza, M.A.; Paulino, M.F. and Valadares Filho, S.C. (2009). Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Rev Bras Zootecn*, 38: 560-569.
- Smith, M. (2004). *Evaluación de un sistema de alimentación integrado de terneros neonatos en una lechería de la zona central. Tesis. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.*
- solfanelli, P. (2002). consumo de bovinos en pastoreo. *soc rural Jesús María* 114:22-33.
- Suárez P., Reza G., García FC, Pastrana IV, Díaz EA. (2011). Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. Mombasa. *Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (2011) 12(2), 167-174A.

- Tamate, H.; McGilliard, A.D.; Jacobson, N.L. and Getty, R. (1962). Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45:408- 420.
- Valente, EEL, Paulino, MF, Detmann, E., Valadares Filho, SC, Barros, LV, Paula, NF, Lopes, AS, Almeida, DM, Martins, LS. (2013). Efecto de la suplementación de terneros en el rendimiento, características nutricionales y de comportamiento de sus madres. *Sanidad y producción de animales tropicales* 45, 487 - 495.
- Vara OM y Moreno RA. (1984). *Rumia En: Primer Curso Engorde Estabulado de Vacunos. Universidad Agraria la Molina. Lima – Perú. 1984, P. 30-31.*
- Velásquez Juan Carlos. (2003). *Conducta de pastoreo en ganado bovino En: Rev. Asociación colombiana de criadores de ganado cebú. ed 333. Universidad Nacional de Colombia P. 1-16.*
- Warner, E. D. (1958). The organogenesis and early histogenesis of the bovine stomach. *Am J Anat.* 102: 33-37. .
- Wendorf, F. y Schild, R. (1994). Are the early Holocene cattle in the Eastern Sahara domestic or wild? *Evolutionary Anthropology*, 3: 118–128.
- Zanine AM, Vieira Br, Ferreira DJ, Vieira AJM, Lana RP, Cecon Pr. (2008). Comportamento ingestivo de diversas categorias de bovinos da raça girolanda, em pasto de *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu. *Arq ciênc Vet Zool unipar umuarama* 11(1): 35-40. .