




Caracterización bromatológica de pastos en seis municipios del Departamento de Norte de Santander; Colombia

Bromatological characterization of pastures in six municipalities of the Department of Norte de Santander; Colombia

L. F Naranjo-Guerrero  ; N. Rodríguez-Colorado  ; C. A Uron-Castro 

DOI: <https://doi.org/10.22517/23447214.24725>

Artículo de investigación científica y tecnológica

Abstract— The bromatological analysis of pastures takes on great importance because these are the main source of food for livestock systems in Norte de Santander and in general in the country. The aim of this study was to carry out a bromatological characterization of pastures in six municipalities of Norte de Santander and thus know the productive potential of the department. Ten forage species with average ages between 29 and 47 days were evaluated to determine if there were differences in the nutritional composition of these forage species in the six municipalities of interest. Crude protein, ethereal extract, ash, lignin, cellulose, hemicellulose, FDN, FDA, macro and micronutrient content and energy assessment were evaluated. It was found that the forage species and the municipality where they develop, influence the vast majority of the nutritional quality parameters evaluated. Kikuyo grass presented the highest averages for PC (12.84 %) and ash (11.96 %), Maralfalfa grass presented the highest average values of energy (ENL = 1338.66 kcal / kg, ENM = 1434 kcal / kg and ENG = 713.66 kcal / kg) and in relation to the municipality, Pamplona presented the highest mean values of PC (12.84%) and ash (11.96%) and Chinácota presented the highest average values for energy (ENL = 1390.03 kcal/kg, ENM = 1495 kcal/kg and ENG = 774.38 kcal/kg). It was possible to recognize the values of nutritional quality, energy contents, macro and micronutrient contents associated with the predominant pastures in the 210 farms of the six municipalities of Norte de Santander, finding that the vast majority of bromatological variables of the pastures are influenced by the type of species and the area where they develop.

Index Terms— Energy, minerals, nutritional quality, nutrients, soil.

Resumen— El análisis bromatológico de los pastos es importante debido a que son la principal fuente de alimentación de los sistemas ganaderos en Norte de Santander y en general del país.

El objetivo de este estudio fue realizar una caracterización bromatológica de pastos en seis municipios de Norte de Santander. Se evaluaron diez pastos con edades promedios entre los 29 y 47 días para determinar si existían diferencias en la composición nutricional de dichas especies forrajeras en los seis municipios. Fueron evaluadas las variables proteína cruda (PC), extracto etéreo, ceniza, lignina, celulosa, hemicelulosa, FDN, FDA, los contenidos de macro y micronutrientes y la valoración energética. Se encontró que el pasto y el municipio, influyen en la mayoría de las variables de calidad nutricional evaluadas. El Kikuyo presentó las mayores medias de PC (12,84 %) y ceniza (11,96 %) y el Maralfalfa presentó los valores medios más altos de energía (ENL = 1338,66 kcal/kg, ENM = 1434 kcal/kg y ENG = 713,66 kcal/kg). Pamplona presentó los valores medios más altos de PC (12,84 %) y ceniza (11,96 %) y Chinácota los valores medios más altos para energía (ENL = 1390,03 kcal/kg, ENM = 1495 kcal/kg y ENG = 774,38 kcal/kg). Se logró reconocer los valores de calidad nutricional y los contenidos de energía, de macro y micronutrientes asociados a los pastos predominantes en las 210 fincas de los seis municipios de Norte de Santander, encontrando que la mayoría de las variables bromatológicas están influenciadas por la especie forrajera y el municipio.

Palabras claves— Calidad nutricional, energía, minerales, nutrientes, suelo.

I. INTRODUCCIÓN

El departamento de Norte de Santander se caracteriza por la presencia de ganadería con bajo desarrollo en gran parte de su territorio contando para el año 2019 con un total de 488.353 bovinos, de los cuales 73.149 se encuentran en los 6 municipios de interés de este estudio [1]. Dicha situación hace necesario pensar en desarrollar trabajos encaminados a aumentar la

Este manuscrito fue enviado el 22 de junio de 2021 y aceptado el 21 de noviembre de 2022.

L.F. Naranjo, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, (e-mail: lfnaranjo@unal.edu.co).

N. Rodríguez Colorado, docente-investigador, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y del ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede el Algodonal Vía Acolsure, Ocaña-Norte de Santander-Colombia, (e-mail: nrodriguez@ufpso.edu.co).

C. A. Uron Castro, Docente investigador, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y del ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede el Algodonal Vía Abolsare, Ocaña-Norte de Santander-Colombia, (e-mail: cauronc@ufpso.edu.co)

productividad y la competitividad de estos sistemas de producción. En general, el crecimiento de la actividad ganadera ha sido enfocado al aumento del inventario ganadero. Sin embargo, es importante entender que la producción animal no depende solo de esto y que se alcanza todo su potencial cuando se tienen presentes tres factores importantes, el potencial genético de los animales, la calidad nutricional de los forrajes y la zona en el que los animales se encuentran.

Los pastos son la fuente principal de alimento para el ganado tanto en la producción de leche como de carne en los países tropicales [2]. Por ende, llevar a cabo el control analítico de la oferta forrajera es un punto clave y de mucha importancia ya que el aprovechamiento de las cualidades proteicas, energéticas y minerales de los forrajes influye en gran medida en la calidad del producto final traducido en carne y leche [3]. El valor nutritivo de una especie forrajera depende en gran parte de los porcentajes de proteína, de los carbohidratos, de su facilidad para ser digeribles y del aporte de energía. Existen especies forrajeras que son muy fibrosas lo que conlleva a que se reduzca la síntesis de proteína ruminal y el aporte de energía.

Alrededor del 70 a 85% de la Materia seca (Ms) que es consumida por un animal se emplea para generar energía, la cual es usada para mantener la temperatura corporal, la actividad, la producción y la reproducción [4]. Algunos autores mencionan que una de las mayores limitantes para generar programas de alimentación en los sistemas productivos radica en la falta de información local y confiable del contenido de energía de los forrajes [4]. De igual manera, la presencia de minerales en los forrajes toma bastante importancia, especialmente por el papel que cumplen sobre características productivas y reproductivas ya que participan en una serie de reacciones bioquímicas como parte de enzimas, transformándolos en componentes esenciales del desarrollo de un animal [5].

La calidad nutricional de los pastos está influenciada por factores como: la especie, la época del año, los nutrientes del suelo, las zonas de cultivo, etc. La correcta evaluación y selección de los forrajes que se adapten a las condiciones agroclimáticas de cada región permitirá a los productores de trópico bajo incrementar la productividad y rentabilidad de sus hatos. Portillo-López y colaboradores [6] evaluaron el comportamiento de diferentes gramíneas y leguminosas en dos localidades del departamento de Nariño, encontrando que hubo diferencias significativas para los valores de FDN entre las gramíneas anuales y para los valores de MS, PC, FDN, FDA y ENL entre las gramíneas perennes. Sin embargo, en ambas localidades las especies de gramíneas (anuales y perennes) mostraron respuesta similar. Trabajos similares fueron desarrollados por otros autores en otras especies forrajeras y en zonas climáticas diferentes [7][8]

El objetivo de este estudio fue realizar una caracterización bromatológica de pastos en seis municipios y de esta manera conocer el potencial productivo del departamento de Norte de Santander.

II. METODOLOGÍA

Se tomaron muestras de especies forrajeras de 210 fincas pertenecientes a 6 municipios del departamento del Norte de Santander: Arboledas, Chinácota, El Tarra, El Zulia, Ocaña y Pamplona. El municipio de Arboledas está ubicado en la región central del departamento de Norte de Santander a 946 m.s.n.m y posee una temperatura media de 22 °C. El Tarra se encuentra localizado al norte del departamento, posee una temperatura mínima de 21 °C y máxima de 34 °C y su altitud media es de 225 m.s.n.m. El Zulia está situado a una altura de 220 m.s.n.m, la temperatura se encuentra con mínimas de 22 °C y máximas de 33 °C. El Municipio de Ocaña se encuentra situado sobre la cordillera oriental andina en la zona centro occidental del departamento de Norte de Santander, posee una altura máxima de 2065 msnm y mínima de 761 msnm. El Municipio de Chinácota pertenece a la subregión Suroriental del Departamento Norte de Santander, posee un clima templado con una temperatura que oscila de 18 °C a 22 °C y su altitud va desde los 600 a los 3200 m.s.n.m. Finalmente, Pamplona se encuentra ubicada entre los 1725 m.s.n.m y los 2700 m.s.n.m con temperaturas que oscilan entre los 12 °C y 16 °C.

En cada sistema de producción se realizó la identificación de los recursos utilizados en la nutrición de los animales y se valoró su composición química para cuantificar su aporte a las necesidades de mantenimiento y producción de los animales. En cada finca se seleccionó un potrero ya establecido como unidad experimental y se tomaron de 5 -10 muestras de 100 a 300 g. de material forrajero de diferentes puntos de cada potrero, con la finalidad de obtener una representación completa de este. Todas las muestras fueron pesadas al momento de su obtención, secadas en horno de aire forzado y almacenadas herméticamente.

Las muestras de los forrajes de cada finca fueron procesadas en el laboratorio y se les realizó un análisis bromatológico Van soest. A cada muestra se le determinó; proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), ceniza (Cen), lignina (Lig) (1), hemicelulosa (Hcel) (2), celulosa (Cel) (3), fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA). A su vez se determinó el contenido de macro y micronutrientes y la valoración energética de cada especie forrajera como Energía digerible (ED) (4), energía metabolizable (EM) (5), energía neta de lactancia (ENL) (6), energía neta de mantenimiento (ENM) (7) y energía neta de ganancia (ENG) (8). A continuación, se muestran las fórmulas utilizadas para determinar las variables anteriormente mencionadas.

Lignina:

$$lig = (0,98 * [FDA] - [FDK] - 0,2 * [EE] - 0,2 * [Ceniza - silice]) (1)$$

Hemicelulosa:

$$hcelu = [FDN] - [FDA] - 0,2 * ([Ceniza - silice]) - 0,2 * ([EE]) - 0,2 * [PC] (2)$$

Celulosa:

$$Celulosa = [FDK] - [Silice] (3)$$

Energía digerible, se utilizó la fórmula de Crampton et al. Y Swift (1957).

$$ED = TDN * 0,04409; kcal/kg DM \quad (4)$$

Energía metabolizable:

$$EM = 0,82 * ED \quad (5)$$

Energía neta de lactancia; se determinó con el uso de la siguiente fórmula dada por J.W. Schroeder;

$$ENL = (([TDN] * 0,1114) - 0,054) * 1/0,454 * 1000; kcal/kg \quad (6)$$

Energía neta de mantenimiento y de ganancia; se empleó el sistema de energías usado por el NRC (National Research Council)

$$ENM = (([TDN] * 0,01318) - 0,132) * 1/0,454 * 1000; kcal/kg \quad (7)$$

$$ENG = (([TDN] * 0,01318) - 0,459) * 1/0,454 * 1000; kcal/kg \quad (8)$$

se realizó una depuración de la información y se dejaron especies forrajeras que contaran con un número (n) igual o mayor a tres datos por especie dentro de cada municipio. Obteniéndose un total de 10 especies forrajeras. Los forrajes evaluados fueron: *Brachiaria* (*Brachiaria* sp), *Decumbens* (*Brachiaria decumbens*), *Brizantha* (*Brachiaria brizantha*), *Elefante* (*Pennisetum purpureum*), *Kingrass morado* (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), *Maralfalfa* (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), *Estrella* (*Cynodon nlemfuensis*), *Guinea* (*Megathyrus maximus*), *Angleton* (*Dichanthium aristatum*) y *Kikuyo* (*Pennisetum clandestinum*) con edades promedio entre los 29 a 47 días.

Se realizó un análisis de varianza de dos vías considerando los factores de especie forrajera y municipio como efectos fijos, para determinar si existían diferencias en la composición nutricional con base a estos factores. Se determinó significancia con $p < 0,05$ y para los factores significativos se realizó el análisis de Tukey al 95% de confianza para determinar que niveles dentro de cada efecto mostraban diferencias significativas entre medias, estos análisis se realizaron con el programa R versión 4.0.5 [9]. A continuación, se presenta el modelo utilizando (9);

$$Y_{IJK} = \mu + MI + EJ + E_{IJK} \quad (9)$$

Donde,

Y_{IJK} ; variable analizada PB, EE, FDN, FDA, lignina, celulosa, Hemicelulosa, etc.

μ ; media general de las variables evaluadas

MI; i-ésimo efecto fijo del municipio

EJ; j-ésimo efecto fijo de la especie

E_{IJK}; error

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La edad promedio de corte de los pastos utilizados para la determinación del análisis bromatológico fue de 40, 39, 29, 39, 47, 42, 29, 37, 50 y 30 días para Angleton, *Brachiaria* sp, *Brizantha*, *Decumbens*, *Elefante*, *Estrella*, *Guinea*, *Kikuyo*, *Kingrass morado* y *Maralfalfa*, respectivamente.

Se encontró que el número menor de muestras corresponde a las especies *Kingrass morado*, *Maralfalfa* y *Guinea* con un total de 3 datos para cada una. A su vez, es posible observar que el pasto más representativo es el *Decumbens* encontrándose en 5 de los 6 municipios evaluados (Tabla I).

TABLA I
NÚMERO DE ESPECIES FORRAJERAS POR MUNICIPIO.

| Municipio | Especie forrajera | Número de especies |
|-----------|------------------------|--------------------|
| Arboledas | <i>Brachiaria</i> | 9 |
| | <i>Decumbens</i> | 10 |
| | <i>Elefante</i> | 5 |
| | <i>Kingrass morado</i> | 3 |
| Chinácota | <i>Maralfalfa</i> | 3 |
| | <i>Decumbens</i> | 20 |
| | <i>Estrella</i> | 6 |
| El Tarra | <i>Guinea</i> | 3 |
| | <i>Brizantha</i> | 17 |
| | <i>Decumbens</i> | 15 |
| El Zulia | <i>Guinea</i> | 3 |
| | <i>Angleton</i> | 8 |
| | <i>Decumbens</i> | 14 |
| Ocaña | <i>Estrella</i> | 10 |
| | <i>Decumbens</i> | 19 |
| Pamplona | <i>Estrella</i> | 13 |
| | <i>Kikuyo</i> | 35 |

El desarrollo óptimo de las especies *Kingrass morado*, *Maralfalfa* y *Guinea* (menor número de muestras) se encuentra entre 0 msnm y 2200 msnm con precipitaciones no menores a 1000 mm anuales [10], [11], lo cual es consecuente con las características ambientales de los municipios estudiados. A su vez, es posible observar que el pasto más representativo es el *Decumbens* (Tabla. I) el cual tiene amplia difusión en el país y características composicionales favorables para el desarrollo de la producción pecuaria en zonas de trópico bajo. Por otro lado, el *Kikuyo* es una especie ampliamente distribuida en el trópico alto de Colombia, es por esta razón que para el municipio de Pamplona se encontró una sola especie forrajera en las 35 fincas evaluadas. [12]

Se encontraron diferencias significativas entre los municipios y las características estudiadas (Tabla II). Evidenciando como las características propias de cada municipio influyen en los contenidos nutricionales de los pastos y en este sentido la oferta nutricional en los sistemas de producción varía. Para el factor especie forrajera se encontró diferencia significativa para las variables proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), Ceniza (Cen), Hemicelulosa (Hcel), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y zinc (Z), lo que implica que algunas variables nutricionales están influenciadas por características propias de cada especie forrajera.

Castro-Rincón y colaboradores [7] evaluaron la calidad nutricional de cinco gramíneas asociadas a *Lotus uliginosus Schkuhren* el trópico alto colombiano, encontrando algunas diferencias ($p < 0,05$) con relación a las épocas de precipitación y edad de rebrote entre las especies forrajeras, destacando que *C. clandestinum* (naturalizado), *D. glomerata* y *F. arundinacea* asociadas, presentaron alto contenido de proteína bruta en comparación con las otras gramíneas y el testigo puro. Por su parte, Portillo-López y colaboradores [6] evaluaron el comportamiento de gramíneas y leguminosas en las localidades

de Pasto y Sapuyes en el departamento de Nariño, encontrando que hubo diferencias significativas para los valores de FDN entre las gramíneas anuales y para los valores de MS, PC, FDN, FDA y ENL entre las gramíneas perennes. Sin embargo, en ambas localidades las especies de gramíneas (anuales y perennes) mostraron respuesta similar; con mayores rendimientos de materia seca durante el periodo de lluvia, los cuales descendieron en la época de bajas precipitaciones. De igual manera, Méndez y colaboradores [8] evaluaron el efecto de la zona climática en el rendimiento y calidad de tres variedades de *Megathyrus maximus*, encontrando que no se registró interacción variedad x zona para pared celular y sus componentes y no hubo efecto ni de la variedad ni de la zona. Sin embargo, lograron evidenciar interacción significativa entre variedad x zona para los contenidos de cenizas, Ca y P. Mostrando que los mayores valores de ceniza (14,62%) se registraron para la variedad Tobiata en Guayas.

TABLA II
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VARIABLES BROMATOLÓGICAS.

| Variable | Municipio | Especie |
|----------|-----------|---------|
| PC | *** | *** |
| EE | *** | ** |
| Cen | *** | ** |
| Lig | *** | ns |
| Hcel | *** | * |
| Cel | *** | ns |
| FDN | *** | ns |
| FDA | *** | ns |
| ED | *** | ns |
| EM | *** | ns |
| ENL | *** | ns |
| ENM | *** | ns |
| ENG | *** | ns |
| P | *** | ** |
| K | *** | ** |
| Ca | * | ns |
| Na | *** | ns |
| Mg | *** | *** |
| S | *** | * |
| Fe | *** | ns |
| Mn | ** | ns |
| Co | ** | ns |
| Zn | *** | ** |

***: $p < 0,001$, **: $p < 0,01$, *: $p < 0,05$, ns: no significativo.

En general se puede observar que existen diferencias entre las medias de cada una de las especies y de los municipios para la gran mayoría de variables evaluadas. Para el caso del análisis por municipio, se puede observar (Tabla III) que el municipio de Pamplona presento los valores más altos para PC, siendo la zona representada por una única especie forrajera.

TABLA III
MEDIAS PARA COMPOSICIÓN PROXIMAL.

| Variable | PC (%) | EE (%) | Cen (%) |
|------------|----------|----------|----------|
| Especie | | | |
| Kikuyo | 12,84a | 0,87de | 11,96ab |
| Estrella | 10,89ab | 0,97cd | 10,71bc |
| Brachiaria | 9,95bc | 1,28abc | 11,39b |
| Brizanta | 9,85bcd | 1,42ab | 10,25bc |
| Decumbens | 8,33bcde | 1,16abcd | 11,27b |
| Angleton | 8,18bcde | 0,94cd | 8,83c |
| Maralfalfa | 7,66cde | 1,49a | 13,29a |
| Guinea | 7,16de | 1,05bcd | 11,36b |
| Kingrass | 6e | 0,56e | 11,49ab |
| Elefante | 5,8e | 1,08bcd | 11,65ab |
| Municipio | | | |
| Pamplona | 12,84a | 0,87c | 11,96ab |
| El Zulia | 10,98ab | 0,89c | 10,85bcd |
| El Tarra | 9,37bc | 1,28a | 9,91d |
| Ocaña | 8,74c | 1,01bc | 11,64abc |
| Arboledas | 7,58c | 1,27ab | 12,22a |
| Chinácota | 7,4c | 1,24ab | 10,51cd |

a, b, c, d, e. medias con letras iguales dentro de cada factor (municipio y especie) no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Se evidencia que la especie Kikuyo tiene los mayores contenidos de PC (Tabla III), esto es consecuente con lo que se reporta en algunos estudios en los que evidencian que generalmente los pastos de trópico alto presentan mayor valor nutricional (reflejado en proteína y digestibilidad) que los de trópico bajo [13].

De igual manera se presentaron diferencias entre los valores para cada una de las variables evaluadas y la presencia de altos contenidos de lignina, FDN y FDA por municipio (Tabla IV).

TABLA IV
MEDIAS PARA FRACCIONES DE VAN SOEST.

| Variable | Lig (%) | Hcel (%) | Cel (%) | FDN (%) | FDA (%) |
|------------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Especie | | | | | |
| Kikuyo | 12,57 | 30,10abc | 18,97 | 75,92 | 41,74 |
| Estrella | 14,1 | 31,76abc | 19,2 | 77,77 | 42,43 |
| Brachiaria | 15,5 | 29,14abc | 17,1 | 75,4 | 42,96 |
| Brizanta | 15,35 | 27,46bc | 18,75 | 74,5 | 43,9 |
| Decumbens | 14,62 | 33,25a | 16,62 | 77,05 | 40,71 |
| Angleton | 15,3 | 26,48c | 27,01 | 79,62 | 50,37 |
| Maralfalfa | 14,33 | 34,39a | 14,49 | 77,87 | 40,61 |
| Guinea | 16,14 | 32,92a | 15,56 | 76,87 | 40,79 |
| Kingrass | 18,03 | 32,75ab | 16,63 | 80,12 | 45,28 |
| Elefante | 14,14 | 27,12c | 18,64 | 72,28 | 42,81 |
| Municipio | | | | | |
| Pamplona | 12,57c | 30,10c | 18,97b | 75,92b | 41,74b |
| El Zulia | 14,37abc | 28,79c | 23,83a | 80,06a | 47,71a |
| El Tarra | 16,14a | 29,58c | 18,04bc | 76,02b | 43,38b |
| Ocaña | 12,87bc | 35,44a | 15,67cd | 77,19ab | 38,64c |
| Arboledas | 15,33ab | 30,66bc | 16,55bcd | 76,25b | 42,84b |
| Chinácota | 15,20ab | 33,78ab | 14,82d | 74,62b | 37,63c |

a, b, c, d, e. medias con letras iguales dentro de cada factor (municipio y especie) no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

En cuanto a los valores obtenidos en este estudio para el pasto Kikuyo se encontraron diferencias respecto a lo reportado por Sossa & Barahona [13] con valores de (PC = 20,60% EE = 2,80%, FDN = 57,15%, FDA = 30,30%, lignina = 3,65%, ceniza = 11,48%). Mostrando que para los estudios citados se encontraron valores de PC y EE mayores y valores de FDN menores. Generalmente, los valores altos de proteína encontradas en el pasto Kikuyo se deben a que son sometidos a

programas de fertilización nitrogenada [12]. Para el pasto Estrella se encontraron valores que difieren de lo reportado por Villalobos y Arce, (2013) con valores de (PC = 20,27%, EE = 2,67%, FDN = 64,21%, FDA = 34,95%, lignina = 4,06%, ceniza = 10,97%). Los valores obtenidos para el pasto Angleton de este estudio difieren de los reportados en otro trabajo donde encontraron valores de 7,8 % para PC, 77,25% para FDN, 57,29% para FDA, 10,1% para lignina y 10,3 % para ceniza [14]. Para las especies forrajeras Decumbens y Brizanta se han reportado valores de 6,6% y 6,7% para proteína, 1,6% y 1,4% para EE, 46% y 47% para FDA y 7,0% para ceniza, respectivamente [15], los cuales difieren de los encontrados en este estudio. Los valores reportados en este trabajo para el pasto Kingrass morado difieren de los encontrados en un estudio que obtuvo valores de 9,56% para PC, 1,41% para EE, 14,47% para ceniza, 73,78% para FDN, 46,53% para FDA, 34,38% para celulosa, 27,25% para hemicelulosa y 12,15% para lignina [16]. En el caso del pasto Elefante los valores aquí encontrados difieren de los reportados por Vivas-Quila et al [17] con valores de 9,1% para PC, 16,2% para ceniza, 58,7% para FDN y 39,3% para FDA y de González et al [18] con valores de 17,1% para PC, 51,2% para FDN, 35,4% para FDA, 4,7% para lignina y 20,1% para ceniza. Para el caso del pasto Guinea Barragán-Hernández & Cajas-Girón [19] reportaron valores de 13,87% para PC, 63,93% para FDN y 34,45% para FDA, valores que difieren de lo encontrado en este estudio. Finalmente, para el pasto Maralfalfa Correa, H [20] encontró valores de 21,8% para PC, 2,51% para EE, 54,7% para FDN, 7,05 para lignina y 10,54% para ceniza, valores que difieren de lo reportado en este estudio. En general, los pastos evaluados en este estudio presentaron menores valores de PC, EE y Ceniza y altos valores de lignina, FDN y FDA respecto a los estudios con los que fueron comparados.

Las diferencias encontradas entre los valores para cada una de las variables evaluadas y la presencia de altos contenidos de lignina, FDN y FDA por municipio pueden ser explicadas por el hecho de que los suelos presentes en el país se caracterizan por la variación entre regiones, esta situación implica que se presenten diferencias en los rendimientos de la producción del forraje por hectárea y por ende en algunas variables de composición nutricional en estos pastos [14].

De igual manera el contenido de fibra de los pastos resulta ser un buen indicador de la calidad de estos. Por lo que pastos con menores contenidos de fibra tienden a ser más digestibles y de mayor consumo que aquellos con altos contenidos de fibra. A su vez, se sabe que a medida que la edad de rebrote de los pastos aumenta, la digestibilidad es menor y, por ende, el valor nutricional de los pastos disminuye. Es por esto, que el pastoreo a edades cada vez menores, es una alternativa que encuentran los ganaderos para compensar las grandes demandas a nivel nutricional y energético del ganado [21], [22].

Parte de la Materia seca (Ms) consumida por un animal se emplea para generar energía, la cual es usada para mantener la temperatura corporal, la actividad, la producción y la reproducción convirtiéndola en un parámetro importante a medir en las especies forrajeras [4]. A su vez, al ser la energía uno de los nutrimentos más limitantes para la producción del

ganado lechero que se alimenta de forrajes y pastos tropicales se hace necesario determinar el contenido de esta [23].

El pasto que presento mayores contenidos de ED, EM, ENL, ENM y ENG fue el pasto Maralfalfa y el de menores contenidos fue el pasto Angleton (Tabla V). Sin embargo, como se mencionaba anteriormente la especie forrajera no resulto ser fuente de variación ($p < 0,05$) para los valores de energía evaluados. Por su parte, los valores medios de energía según cada especie forrajera vario entre 2316,25 y 2619,33 Kcal/kg para ED, entre 1899,5 y 2148 Kcal/kg para EM, entre 1170,25 y 1338,66 Kcal/kg para ENL, entre 1234,5 y 1434 Kcal/kg para ENM y finalmente entre 514,12 y 713,66 Kcal/kg para ENG (Tabla V). En el caso de los municipios el mayor valor de ED, EM, ENL, ENM y ENG se reportó en el municipio de Chinácota y los menores valores en El Zulia, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre las medias encontradas en los valores de energía en los pastos de cada municipio. Los altos contenidos de fibra en los pastos no solo afectan el consumo de los forrajes, sino que también generan que en los animales se reduzca la síntesis de proteína ruminal y el aporte de energía, tal y como fue observado para el municipio de El Zulia. A su vez, los valores encontrados variaron entre 2399,81 y 2711,15 Kcal/kg para ED, entre 1967,90 y 2223,37 Kcal/kg para EM, entre 1216,68 y 1390,03 Kcal/kg para ENL, entre 1289,47 y 1495 Kcal/kg para ENM y finalmente entre 569,21 y 774,38 Kcal/kg para ENG. Dicha situación, refleja que la calidad energética de los forrajes va a estar muy determinada por la zona donde se dé el desarrollo de estos.

TABLA V
MEDIAS PARA VALORES ENERGÉTICOS.

| Variable | ED | EM | ENL | ENM | ENG |
|--------------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Especie | | | | | |
| Kikuyo | 2584,51 | 2119,25 | 1319,4 | 1410,97 | 690,82 |
| Estrella | 2559,82 | 2101,89 | 1307,62 | 1397,1 | 676,79 |
| Brachiaria | 2546,77 | 2088,55 | 1298,55 | 1386,22 | 666 |
| B. Brizanta | 2518,06 | 2064,76 | 1282,41 | 1367,29 | 647,06 |
| B. Decumbens | 2616,38 | 2145,41 | 1337,13 | 1432,12 | 711,86 |
| Angleton | 2316,25 | 1899,5 | 1170,25 | 1234,5 | 514,12 |
| Maralfalfa | 2619,33 | 2148 | 1338,66 | 1434 | 713,66 |
| Guinea | 2614,16 | 2143,5 | 1335,83 | 1430,66 | 710 |
| Kingrass | 2475 | 2029,66 | 1258,33 | 1339 | 618,66 |
| Elefante | 2551,6 | 2092,2 | 1301,2 | 1389,2 | 669,2 |
| Municipio | | | | | |
| Pamplona | 2584,51b | 2119,25a | 1319,4b | 1410,97b | 690,82b |
| El Zulia | 2399,81c | 1967,90c | 1216,68c | 1289,47c | 569,21c |
| El Tarra | 2533,82b | 2077,71b | 1291,14b | 1377,68b | 657,37b |
| Ocaña | 2677,15a | 2197,87a | 1372,78a | 1474,12a | 754,09a |
| Arboledas | 2550,43b | 2091,43b | 1300,5b | 1388,6b | 668,37b |
| Chinácota | 2711,15a | 2223,37a | 1390,03a | 1495a | 774,38a |

a, b, c, d, e. medias con letras iguales dentro de cada factor (municipio y especie) no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Dentro de los valores de energía presentes en los forrajes, los valores de energía neta (ENM, ENL, ENG) toman mayor importancia especialmente en los sistemas doble propósito debido a que son la energía que queda disponible para el mantenimiento corporal y los diferentes procesos productivos relacionados con la obtención de leche y carne [24]. Sin embargo, la principal y más rápida fuente de ingreso de los productores está basada en la producción de leche, por lo cual

conocer el valor de energía neta de lactancia de los forrajes toma aún más importancia y a partir de esta se puede determinar el valor que presenta un alimento para promover la secreción de energía en leche [24]. Para el caso del pasto Kikuyo que es el de mayor uso en los sistemas de producción de leche de trópico alto en el país, Correa et al [22] han reportado valores de ENL de 1150 Kcal/Kg en el departamento de Antioquia, valor que difiere de lo encontrado en este estudio (1319,4 Kcal/kg). En el caso del pasto Estrella Villalobos et al [25] reportaron un valor de 1250 Kcal/kg MS el cual difiere de lo encontrado en este trabajo con un valor de 1307,62 Kcal/kg MS. Con los pastos pertenecientes al género *Brachiaria* se encontraron valores de 1298,55, 1282,41 y 1337,13 Kcal/kg MS para *Brachiaria*, *Brizanta* y *Decumbens*, respectivamente. Estos valores se encuentran dentro de los rangos (1200 a 1300 Kcal/kg MS) reportados por Sánchez [24] en un estudio realizado en diferentes zonas del trópico húmedo en Costa Rica para la especie *Brachiaria brizantha*. Debido a las similitudes que se encuentran entre estas especies es posible realizar comparaciones entre ellas, incluso algunos autores consideran que las especies forrajeras del género *Brachiaria* pueden ser clasificadas en dos grupos según su calidad nutricional, el primer grupo de alta calidad está conformado por *B. brizantha*, *B. decumbens* y *B. Ruziziensis* y otro de baja calidad que comprende a *B. dictyoneura cv. Llanero* y *B. humidicola* [15]. El pasto Maralfalfa tuvo un valor de ENL de 1338,66 Kcal/kg MS a una edad promedio de 30 días muy superior a lo reportado por Correa [20] con un valor de 1020 Kcal/kg MS a una edad de 56 días. Esta situación demuestra nuevamente que la edad de corte de los pastos a edades mayores implica una menor capacidad de llenar los requerimientos de energía de los animales y por ende una inhibición en el consumo de materia seca. El pasto Guinea y Kinggrass mostraron un valor de ENL de 1335,83 y 1258,33 Kcal/kg MS, valores que difieren de lo reportado por Sánchez [23] que encontraron valores de 1200 y 1100 Kcal/kg MS, respectivamente. En general, el valor energético de los forrajes presentes en zonas templadas varía entre 1530 y 1670 Kcal/kg MS de ENL, valores que son muy superiores a los encontrados en las zonas del trópico [22].

Se logró encontrar que tanto la especie de pasto, como el municipio en el que estas se encuentran resulto ser fuente de variación para la mayoría de los macronutrientes evaluados (Tabla VI). En lo referente al contenido de minerales por especie forrajera se encontraron valores para P entre de 0,17 a 0,39 % de MS, para K se obtuvieron valores entre 1,30 y 2,53 % de MS, de 0,29 a 0,47 % de MS para Ca, de 0,20 a 0,30 % de MS para Mg.

TABLA VI
MEDIAS PARA MACRONUTRIENTES.

| Variable | Macrominerales | | | | | |
|------------|----------------|----------|---------|-------|--------|----------|
| | P | K | Ca | Mg | S | |
| | Especie | | | | | |
| Kikuyo | 0,39a | 2,34ab | 0,39abc | 221,1 | 0,25ab | 0,20a |
| Estrella | 0,34ab | 2,10abcd | 0,41ab | 352,6 | 0,25ab | 0,22a |
| Brachiaria | 0,25bcde | 1,91bcde | 0,38abc | 156,1 | 0,30a | 0,15abcd |
| Brizanta | 0,21de | 1,68cdef | 0,29bc | 133,8 | 0,25ab | 0,13bcd |
| Decumbens | 0,27bcd | 2,26abc | 0,37abc | 250,1 | 0,26ab | 0,16abc |
| Angleton | 0,17e | 1,63def | 0,33abc | 165,8 | 0,20b | 0,09cd |
| Maralfalfa | 0,24cde | 1,30f | 0,47a | 129,3 | 0,30a | 0,18ab |
| Guinea | 0,21de | 2,53a | 0,42ab | 195 | 0,25ab | 0,15abc |
| Kinggrass | 0,20de | 1,42ef | 0,24c | 178,6 | 0,21b | 0,08d |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|---------|---------|--------|---------|
| Elefante | 0,30abc | 1,94abcde | 0,38abc | 200,2 | 0,22b | 0,13bcd |
| | Municipio | | | | | |
| Pamplona | 0,39a | 2,34b | 0,39ab | 221,1ab | 0,25b | 0,20ab |
| El Zulia | 0,26bc | 2,37b | 0,36ab | 287,4ab | 0,23b | 0,16bc |
| El Tarra | 0,23c | 1,76c | 0,29b | 135,1c | 0,27ab | 0,13c |
| Ocaña | 0,31b | 1,68c | 0,38ab | 305,1a | 0,31a | 0,16bc |
| Arboledas | 0,27bc | 1,77c | 0,40ab | 172,6bc | 0,24b | 0,14c |
| Chinácota | 0,27bc | 2,91a | 0,42a | 309,1a | 0,23b | 0,24a |

a, b, c, d, e. medias con letras iguales dentro de cada factor (municipio y especie) no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Se logró encontrar que tanto la especie de pasto, como el municipio en el que estas se encuentran resulto ser fuente de variación para la mayoría de los micronutrientes evaluados (Tabla VII). En lo referente al contenido de micronutrientes por especie forrajera se encontraron valores de 8 a 11,59 mg/kg de MS para Cu y de 39,6 a 64,2 mg/kg de MS para Zn

TABLA VII
MEDIAS PARA MICRONUTRIENTES.

| Variable | Microminerales | | | |
|------------|----------------|----------|---------|----------|
| | Fe | Mn | Cu | Zn |
| | Especie | | | |
| Kikuyo | 158,71 | 169 | 10,86 | 39,6d |
| Estrella | 613,27 | 97,13 | 11,59 | 52,38bc |
| Brachiaria | 177,11 | 102 | 8,78 | 53,89ab |
| Brizanta | 256,12 | 158,58 | 9,82 | 42cd |
| Decumbens | 438,76 | 118,24 | 10,54 | 47,88bcd |
| Angleton | 146,62 | 181,62 | 9,62 | 56,75ab |
| Maralfalfa | 336 | 69,33 | 8 | 49,33bcd |
| Guinea | 123,17 | 197,83 | 10,33 | 49,83bcd |
| Kinggrass | 219,33 | 39 | 7,67 | 50,33bcd |
| Elefante | 163,4 | 69,6 | 9 | 64,2a |
| | Municipio | | | |
| Pamplona | 158,71b | 169a | 10,85ab | 39,6b |
| El Zulia | 218,71b | 107,84ab | 10,53ab | 47,18b |
| El Tarra | 200,77b | 158,26a | 9,49ab | 42,48b |
| Ocaña | 1099,41a | 119,87ab | 11,5a | 47,06b |
| Arboledas | 254,1b | 86,3b | 9,07b | 57,03a |
| Chinácota | 190,41b | 122,48ab | 11,24a | 55,58a |

a, b, c, d, e. medias con letras iguales dentro de cada factor (municipio y especie) no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Por otro lado, la presencia de minerales en los pastos toma relativa importancia debido a que juegan un papel importante en procesos productivos y reproductivos de los animales. Sin embargo, la medición de estos minerales no se realiza de manera rutinaria. Los valores encontrados en este estudio difieren de los reportados por Sánchez [23] en pastos de uso frecuente en el trópico americano evaluados en Costa Rica. Para el caso del contenido de minerales por municipio se presentaron valores variables entre estas zonas, demostrándose que al igual que con las variables anteriormente evaluadas el contenido de los minerales en los pastos está fuertemente afectado por el tipo de especie, la zona en la que se desarrollan, además del estado de madurez de la planta, el manejo en las fincas y la presencia de estos minerales en el suelo que depende también del tiempo de permanencia de los animales dentro del potrero ya que los minerales devueltos por las heces y orina pueden ser aprovechados por las pasturas [26].

En general los pastos que crecen en el trópico americano presentan deficiencias grandes de una variedad de minerales, Sánchez [23] reporta que los minerales Cu, Zn, I, Se, P, Mg, Ca y Co son deficientes para la nutrición del ganado lechero y a su vez los contenidos de K generalmente son elevados y pueden causar interferencia de la utilización del Mg, llevando a desordenes metabólicos durante el parto. Por su parte, Salamanca [26] en un estudio menciona que dentro de los minerales que se consideraban críticos para el ganado en pastoreo estaban; Ca, P, Na, Co, Cu, I, Se y Zn. Por otro lado, Muñoz y colaboradores [27] reportaron concentraciones promedio en diferentes especies de gramíneas en el suroeste de México con valores de 0,36, 0,27, 0,13, 1,66, 0,2% de Ca, Mg, Na, K y P, respectivamente, y de 6,18, 274,25, 36,5 ppm de Cu, Fe y Zn, respectivamente, destacando niveles altos de Fe y niveles bajos de Cu y P, respecto al requerimiento de los bovinos. En este estudio se encontraron contenidos de Fe muy altos y valores de P y Cu deficientes.

Con relación a los valores observados en este estudio, se presentan en general altos contenido de FDN, FDA y lignina, que pueden estar limitando el aporte de energía de los pastos y el aporte de minerales. Sin embargo, existen diversas estrategias de manejo y suplementación que pueden ser implementadas con la finalidad de mejorar la calidad nutricional de los pastos con relación a su contenido de PC, minerales, energía y degradabilidad de las pasturas en trópico bajo [28]. En primer lugar, se pueden establecer sistemas pastoriles en los que se tengan presentes los periodos de ocupación y de descanso adecuados para cada pastura, de esta manera, se obtiene una pastura con óptima digestibilidad en la que no se comprometan los nutrientes de reservas y por ende la capacidad de rebrote. Otra estrategia que puede ser implementada es la utilización de sistemas silvopastoriles, en los que los árboles o arbustivos aportan sombra reduciendo la intensidad de radiación solar y la temperatura creando un microclima que reduce el estrés por calor y permite preservar la humedad del suelo para movilizar y absorber nutrientes [28].

IV. CONCLUSIONES

Se logró reconocer la calidad nutricional, los contenidos de energía, los contenidos de macro y micronutrientes asociados a las diferentes pasturas predominantes en las 210 fincas de los seis municipios del departamento de Norte de Santander, encontrando además que la gran mayoría de variables bromatológicas de los pastos están influenciadas por el tipo de especie y la zona donde se desarrollan.

Con relación a los forrajes evaluados, se logró evidenciar para el caso del municipio de El Zulia (FDN = 80,06, FDA = 47,71, ED = 2399,81 Kcal/kg, EM = 1967,90 Kcal/kg, ENL = 1216,68 Kcal/kg, ENM = 1289,47 Kcal/kg, ENG = 569,21 Kcal/kg) que al presentarse altos contenidos de fibra hay menores valores de energía. El desarrollo de este estudio y la obtención de los valores relacionados con calidad nutricional, contenidos de energía y contenidos de macro y micronutrientes de los pastos se convierte en una herramienta importante para que los productores generen estrategias que les permitan mejorar las características bromatológicas de sus pastos.

AGRADECIMIENTO

Al equipo técnico y científico del proyecto "Identificación y análisis de los factores genéticos, nutricionales y sanitarios que afectan los índices de gestación a partir de embriones in vitro en bovinos en el departamento de norte de Santander" convenio 00120, a la gobernación Norte de Santander y UFPSO y a los productores de los municipios del departamento de Norte de Santander por poner a disposición sus fincas para la toma de muestras e información para el desarrollo del presente estudio.

REFERENCIAS

- [1]. ICA. Censo pecuario nacional. 2020. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
- [2]. M. Molano. "Caracterización nutricional de forrajes tropicales usando espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS)". Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira, págs 1–122, 2012. <http://www.bdigital.unal.edu.co/10565/1/7409506.2012.pdf>
- [3]. J. Derner, K. Filho, J. Ritten, J. Capper. "Livestock Production Systems". In Rangeland systems: Processes, Management and Challenges. 347–372, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-46709-2_10
- [4]. J. Sánchez-González, H. Soto-Murillo. "Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos III. energía para la producción de leche", *Nutrición Animal Tropical*, vol 5, no1, págs 31–49, 1999. <https://core.ac.uk/download/pdf/67716488.pdf>
- [5]. [5] F.Sales, "Importancia de los minerales para la alimentación de bovinos en Magallanes", 2017. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/272-Importancia_de_los_minerales.pdf
- [6]. Portillo, P. A., Meneses, D. H., Morales, S. P., Cadena, M., & Castro, E. Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia Evaluation and selection of forage grass and legume species in Nariño, Colombia. *Pastos y Forrajes*, 42(2), págs 93–103, 2019. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000200093
- [7]. [7] Castro Rincón, E., Carulla Fornaguera, J., & Cárdenas Rocha, E. Artículo científico Materiales y Métodos. *Pastos y Forrajes*, 44, págs 11–18, 2021. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v44/2078-8452-pyf-44-eE07.pdf>
- [8]. Méndez Martínez, Y., Reyes Pérez, J., Luna Murillo, R., Verdecía, D., Espinoza Coronel, A., Pincay Ronquillo, W., Espinosa Cunuhay, K., Macías Pettao, R., & Herrera, R. Efecto de la zona climática en el rendimiento y calidad de tres variedades de *Megathyrus maximus*. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2), págs 267–278, 2020. <https://orcid.org/0000-0001-5372-2523>
- [9]. R Core Team, "A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing", <https://www.r-project.org>, 2018.
- [10]. J. M. Calzada-Marín, Enríquez-Quiroz, A. Javier Hernández-Garay, E. Ortega-Jiménez, S. Mendoza-Pedroza. "Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en clima cálido subhúmedo". *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*, vol 5, no2, págs 247–260, 2014. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n2/v5n2a9.pdf>
- [11]. E.M. Cardona, L.A Rios, J. D Peña. "Disponibilidad de variedades de pastos y forrajes como potenciales materiales lignocelulósicos para la producción de bioetanol en Colombia". *Información Tecnológica*, vol 23, no 6, págs 87–96, 2012. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000600010>
- [12]. Juan De Jesús, V. Martínez, A. Milena, S. Alarcón, E. Augusto, Y. Avayanedá, "El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano". *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, vol 13, no 2, págs 137–156, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21615/4558>
- [13]. C. Sossa, R. Barahona, "Comportamiento productivo de novillos pastoreando en trópico de altura con y sin suplementación energética", *Revista de la facultad de medicina veterinaria y de*

- zootecnia, vol 62, no 1, pags 67–80, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v62n1.49386>
- [14]. C.L. Mantilla, L. E. Oviedo-Zumaqué, C. A. Betancur Hurtado. "Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton)", *Zootecnia Tropical*, 2010; vol 28, no 2, pags 275–282, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.2.4>
- [15]. E.R. Canchila, M. Soca, F. Ojeda, R. Machado, "Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp", *Pastos e Forrajes*, vol 32, no 4, pags 7–10, 2009. DOI: <http://www.redalyc.org/pdf/2691/269119692002.pdf>
- [16]. A. Chacón, F. Vargas, "Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote", *Agronomía Mesoamericana*, vol 20, no 2, pags 399–408, 2009. DOI: 10.15517/am.v20i2.4956
- [17]. N. J. Vivas-Quila, M. Z. Criollo-Dorado, M. C. Cedeño-Gómez, "Frecuencia de corte de pasto Elefante morado *Pennisetum purpureum*", *Biocología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol 17, no 1, pags 45–55, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1203>
- [18]. I. González, M. Betancourt, A. Fuenmayor, M. Lugo. "Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela", *Zootecnia Tropical*, 2011, vol 29, no 1, pags 103–112, 2011. DOI: <http://www.bioline.org.br/pdf?zt11009>
- [19]. W.A. Barragán-Hernández, Y. S. Cajas-Girón. "Bromatological and structural changes in *Megathyrus maximus* in four silvopastoral arrangement systems". *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, vol 20, no 2, pags 245–258, 2019. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art1458
- [20]. H. Correa, "Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote", *Livestock Research for Rural Development*, vol 18, no 6, 2006. <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd18/6/corr18084.htm>
- [21]. R. Angulo, R. Rosero, "Producción de Forraje y Calidad Nutricional del Pasto Angleton Climacuna (*Dichanthium annulatum-Forsk-Staff*) para la Producción de heno en La Dorada (Caldas)". *Revista de Producción Animal*, vol 30, no 2, pags 2–4, 2018. DOI: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202018000200002
- [22]. J. Correa, J. Carulla, M. Pabón, "Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* *Hoehst Ex Chiov.*)", *Livestock Research For Rural Development*, vol 20, no 4, pags 7, 2008 DOI: <https://www.researchgate.net/publication/266316988>
- [23]. J. Sanchez, "Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero". In XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, pags 1–17, 2007. http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/UTILIZACION_DE_PASTURAS_TROPICALES_POR_EL_GANADO_LECHERO.pdf
- [24]. G. García, "Cálculo de la energía neta para lactación y su predicción desde el punto de vista de la fibra". Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, 27, 2008. DOI: <http://190.167.99.25/digital/Pecuaria.Energia-neta.pdf>
- [25]. L. Villalobos, J. Arce. "Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de monteverde, puntarenas, Costa Rica". II valor nutricional. *Agronomía Costarricense*, vol 37, no 1, pags 91–101, 37(1):91–101, 2013. DOI: 10.15517/RAC.V37I1.10715
- [26]. A. Salamanca, "Suplementación de minerales en la producción bovina". *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol 11, no 9 pags 1–10, 2010. DOI: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090910.html%5CnSuplementacion>
- [27]. Figueroa, S. I., Alejandro, L. B., Luis Alberto, M. R., Huerta Bravo, M., Krishnamurthy, L., & Muñoz-González, J. C. "Composición química y mineral de leucaena asociada con pasto estrella durante la estación de lluvias". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol 16, pags 3173–3183, 2016. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i16.387>
- [28]. Leal, B. "Análisis De Los Factores Internos En La Producción De Leche En Trópico Alto Y Bajo En Colombia". *Ciencia Unisalle*, pags 1–29, 2017.

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/28436/11062033_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=0



Luisa Fernanda Naranjo Guerrero.

Nació en Bogotá D.C. Colombia, en 1995. Recibió el título de zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia en 2019. De 2018 a 2019 fue integrante del grupo de investigación de Biodiversidad y Genética Molecular, BIOGEM, de la Universidad Nacional de Colombia y actualmente es integrante del grupo de

investigación en producción animal sostenible, biodiversidad y biotecnología, GIPAB de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Realizó su trabajo de grado en el área de mejoramiento genético animal, bajo un macroproyecto financiado por COLCIENCIAS. Actualmente, se encuentra desarrollando su Proyecto de maestría en la Universidad Nacional de Colombia, en la línea de mejoramiento genético animal.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0743-0655>



Nancy Rodríguez Colorado.

Nació San Rafael Antioquia en 1986. Recibió el título de zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia en 2008. Maestría en ciencias agrarias en el 2012 y Doctorado en Ciencias Agrarias de la misma Universidad en el 2019. Desarrollando su trabajo en el área de la nutrigenómica y transcriptómica, enfocado en ganadería particularmente en

lechería y sus requerimientos nutricionales. De 2009 a 2019 fue integrante del grupo de investigación de Biodiversidad y Genética Molecular, BIOGEM, de la Universidad Nacional de Colombia. Directora del grupo de investigación en producción animal sostenible, biodiversidad y biotecnología GIPAB. Actualmente es docente de planta de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, en la cual es directora del laboratorio de biología molecular.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1087-3150>



Cesar A Uron Castro.

Nació en Ocaña, Colombia en 1973. Recibió el título de tecnólogo en producción agropecuaria y de zootecnista de la Universidad Francisco de Paula Santander-Ocaña en el año 1995 y 1998, respectivamente. Entre 2009 y 2010 realizó su especialidad en práctica docente universitaria y entre 2013 y 2016 realizó su maestría en Practica

pedagógica ambas en la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña y Cúcuta, respectivamente. Es profesor ocasional de la Universidad Francisco de Paula Santander-Ocaña, en el Departamento de Ciencias Pecuarias de la facultad de Ciencias Agrarias y del ambiente y hace parte del grupo de investigación en producción animal sostenible, biodiversidad y biotecnología, GIPAB de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0890-3442>