



DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS PASTURAS ESTABLECIDAS EN LA PRODUCCIÓN BOVINA DOBLE PROPÓSITO AL NOROCCIDENTE DE LA REGIÓN AMAZÓNICA COLOMBIANA

Determination Of The Composition And Nutritional Quality Of Established Pastures For Dual-Purpose Cattle Production In The Northwest Of The Colombian Amazon Region

Geraldine Molina Macías¹

 <https://orcid.org/0009-0005-4238-9055>

 ge.molina@udla.edu.co

César Augusto Zapata Ortiz³

 <https://orcid.org/0000-0001-8618-8021> 

 c.zapata@udla.edu.co 

Fernando Casanoves²

 <https://orcid.org/0000-0001-8765-938>

 casanoves@catie.ac.cr

¹Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de la Amazonia

Agropecuarias, Universidad de la Amazonia.

²Ingeniero Agrónomo, Magister en Biometría y PhD en Ciencias Agrarias. Programa de Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ciencias

³Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Sistemas Sostenibles de Producción Pecuaria, Magister en Agroforestería, PhD en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable

RESUMEN

La nutrición y alimentación es uno de los pilares del sistema de producción bovina, el cual, la principal fuente alimenticia, por su composición y costos, debe ser el forraje. La presente investigación, evaluó la calidad nutricional y composición florística de los pastos presentes en los municipios San Vicente del Caguán, Puerto Rico y El Doncello, ubicados en la zona norte del departamento del Caquetá. La composición florística se realizó utilizando el método Botanal y el análisis nutricional a partir de la técnica de espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (Near Infrared Spectroscopy - NIRS). En relación a la composición florística, se demostró que es las gramíneas que predominan son del género *Urochloa* ($\bar{x}$ = 81,3%) , siendo principalmente las especies de humicicola y decumbens, seguido de ausencia de material vegetativo (calvas) ($\bar{x}$ = 12,6%), arvenses ($\bar{x}$ = 4,3%), y por último, las leguminosas ($\bar{x}$ = 1,6%), siendo estas *Calopogonium* spp y *Desmodium* spp. Con respecto a la calidad nutricional, en el municipio de El Doncello,

Cómo citar: Fecha recepción: 3 de Julio de 2025 / Fecha Aprobación: 13 de Septiembre 2025 / Fecha Publicación: 27 de Noviembre 2025

Molina Macías, G., Casanoves, F. & Zapata Ortiz, C. A(2025). *Determinación De La Composición Y Calidad Nutricional De Las Pasturas Establecidas En La Producción Bovina Doble Propósito Al Noroccidente De La Región Amazónica Colombiana* Revista. FAGROPEC. Vol. 17(2), ppt 56-72. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v17n2a4>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

se evidenció niveles moderados de proteína ($\bar{x}$ = 6.7%), seguido de San Vicente del Caguán ($\bar{x}$ = 6.5%) y Puerto Rico ($\bar{x}$ = 6.2 %), sin embargo, con la materia seca (MS), se presentó en buen nivel en San Vicente del Caguán ($\bar{x}$ = 96.6%), seguido Puerto Rico ($\bar{x}$ = 93.1%), caso contrario, en El Doncello ($\bar{x}$ = 34.5%). Se concluye que el método NIRS es una técnica confiable, mostrando una eficiencia al correlacionar parámetros nutricionales, facilitando la toma de decisiones en la ganadería. Por otra parte, los factores ambientales y de manejo influyen significativamente en la composición, disposición y calidad forrajera, resaltando la necesidad de estrategias sostenibles para mejorar la productividad y competitividad.

Palabras clave: Análisis, NIRS, bovinos, pasturas, amazonia.

ABSTRACT

Nutrition and feeding are one of the pillars of the cattle production system, and forage must be the main food source, due to its composition and cost. This research evaluated the nutritional quality and floral composition of pastures in the municipalities of San Vicente del Caguán, Puerto Rico, and El Doncello, located in the northern part of the department of Caquetá. The floristic composition was carried out using the Botanal method and nutritional analysis from the near infrared reflectance spectroscopy technique (Near Infrared Spectroscopy - NIRS). In relation to the floristic composition, it was shown that the predominant grasses are of the genus *Urochloa* ($\bar{x}$ = 81.3%), being mainly the *humidicola* and *decumbens* species, followed by the absence of vegetative material (bald) ($\bar{x}$ = 12.6%), weeds ($\bar{x}$ = 4.3%), and finally, legumes ($\bar{x}$ = 1.6%), these being *Calopogonium* spp and *Desmodium* spp. Regarding nutritional quality, in the municipality of El Doncello, moderate levels of protein were evident ($\bar{x}$ = 6.7%), followed by San Vicente del Caguán ($\bar{x}$ = 6.5%) and Puerto Rico ($\bar{x}$ = 6.2%), however, with dry matter (DM), it was presented at a good level in San Vicente del Caguán ($\bar{x}$ = 96.6%), followed by Puerto Rico ($\bar{x}$ = 93.1%), otherwise, in El Doncello ($\bar{x}$ = 34.5%). It is concluded that the NIRS method is a reliable technique, showing efficiency when correlating nutritional parameters, facilitating decision-making in livestock. On the other hand, environmental and management factors significantly influence forage composition, disposition and quality, highlighting the need for sustainable strategies to improve productivity and competitiveness.

Keywords: Analysis, NIRS, cattle, pastures, Amazon.

INTRODUCCIÓN:

La producción ganadera es una actividad relevante para suplir el crecimiento mundial de la demanda de fuentes de proteína animal, en Colombia, la industria ganadera contribuye significativamente al sector agrícola y a la economía (Zapata et al., 2024). El ganado bovino, es una especie de producción importante, criada con múltiples propósitos, siendo estos, leche, carne, piel y en algunos lugares como tracción (Toro-Ospina et al., 2022).

El departamento de Caquetá se destaca por su gran potencial para la producción bovina, catalogándose, como el sector económico de mayor relevancia en la región, beneficiando a un gran número de familias en el área rural (Martínez-Moyano et al., 2024), sin embargo, las diferencias en las condiciones edafoclimáticas y las prácticas de manejo agropecuarias, influyen notablemente en la disponibilidad, composición y calidad nutricional de los forrajes, siendo este por sus estructuras y bajo costo, la principal fuente alimenticia, al ser parte de uno de los pilares en el sistema de producción como es la nutrición y alimentación (Vallejo et al., 2022), afectando la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Federación Colombiana de Ganaderos [FEDEGAN], 2022). Los forrajes usados para el consumo de bovinos son constituidos por gramíneas y leguminosas, jugando un papel clave en la producción eficiente de carne y leche, al proporcionar fibra y nutrientes esenciales para el ganado rumiante, lo que impacta directamente en su rendimiento productivo y salud (Instituto colombiano Agropecuario [ICA], 2025). Los sistemas ganaderos doble propósito en el Caquetá conforman una de las actividades económicas de mayor impacto en la región, siendo el quinto departamento con mayor población bovina en Colombia (ICA, 2025).

En este contexto, la evaluación de la calidad nutricional de los forrajes es esencial para optimizar la alimentación del ganado y la espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) se presenta como una herramienta eficiente para medir componentes clave como la proteína cruda, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) (Corporación colombiana de investigación agropecuaria [Agrosavia], 2021). La variabilidad en las necesidades específicas del ganado, prácticas de manejo, factores ambientales y las características del suelo influyen significativamente en la diversidad florística y en la calidad del forraje disponible, lo que limita el contenido nutricional para el ganado, a partir de este enfoque, nos permite comprender mejor las variaciones en la disponibilidad de biomasa y el aporte nutritivo de las diferentes coberturas vegetales en cada zona estudiada (Erazo, 2024). El estudio de agroecosistemas del Caquetá en sistemas de producción ganadera, muestra que las pasturas predominantes pertenecen al género *Urochloa*, con bajos niveles de tecnificación del sistema de enmiendas y fertilizaciones del suelo (Motta et al., 2018). Para optimizar la producción ganadera, es necesario un manejo eficiente de los recursos forrajeros, integrando factores genotípicos y ambientales (Campos et al., 2008; Moreno et al., 2007).

En la presente investigación se analizaron las diferencias de la cobertura vegetal y calidad nutricional de los forrajes en sistemas de producción ganadera doble propósito en tres municipios del departamento del Caquetá. Los resultados aportan información clave

para desarrollar estrategias orientadas al fomento de una mayor diversidad vegetal y optimizar la gestión de los recursos forrajeros, con el objetivo de mejorar tanto la productividad ganadera como la sostenibilidad y competitividad regional.

METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio

El material forrajero se recolectó en los municipios de San Vicente del Caguán, Puerto Rico y El Doncello, ubicados en la zona norte del Caquetá, entre 00°42'17" y 00°20'41" de latitud norte, y 74°18'39" y 79°19'35" de longitud oeste (Motta, 2018; Motta et al., 2018). La región presenta una precipitación media anual de 3500 mm, con humedad relativa del 80.7% y altitudes entre 200 y 300 m s.n.m. los suelos, con pH entre 4.5 y 5.8, son ácidos, ricos en aluminio, con baja saturación de bases y fertilidad moderada (Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia [Corpoamazonia], 2000; Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI] & Gobernación del Caquetá, 2021).

Diseño experimental

El estudio investigativo se realizó en el marco del proyecto de investigación "DESARROLLO EXPERIMENTAL EN GENÓMICA ANIMAL, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL GANADO BOVINO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ".

Selección de unidades experimentales

Fueron seleccionadas 20 fincas por municipio, obteniendo un total de 60 beneficiarios de los que se obtuvieron la misma cantidad de muestras de pasturas. Los criterios de selección de potreros fueron:

- Destinados para la producción de leche.
- Tiempo de descanso.
- Representativo de los potreros de la finca.

Procedimiento de muestreo

Obtención de las muestras forrajeras: El muestreo se realizó recorriendo los potreros y clasificando la biomasa en cinco cuadrantes por potrero, donde se cortó el material vegetal por encima de los 15 cm para su análisis en laboratorio, siguiendo el método Botanal (Di Marco, 2011). Posteriormente, con marcos de PVC de 1x1 m, se lanzaron cuadrantes aleatorios y se clasificaron las áreas en gramíneas, leguminosas, arvenses y zonas sin vegetación (calva), evaluando la cobertura y altura promedio del componente predominante (Pornaro et al., (2019). Las distancias entre cuadrantes fueron ajustadas a la superficie del potrero, garantizando áreas representativas (Massara et al., 2020).

Método botanal: Según Pornaro et al (2019), se presenta el método botanal para su utilización en el análisis de la composición botánica de pastizales, dando una estimación de producción forrajera mediante la clasificación por peso seco. A raíz de las actualizacio-

nes, autores como Maduro et al (2024) afirman el uso del método botanal con el método NIRS del cual se complementan e incluyen a las nuevas tecnologías que surgen con el tiempo, con el aporte cuantitativo y cualitativo que permite una evaluación del forraje.

Secado de las muestras forrajeras: Las especies dominantes fueron colocadas en bolsas individuales y secadas en estufa a 60 °C, hasta alcanzar un peso constante (Massara et al., 2020). Con esta información, junto con la categorización obtenida del método botanal, se estimó la cantidad de biomasa para cada componente de la pastura en cada área muestreada, posteriormente convertida a kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg/MS/ha). Las muestras de MS fueron molidas y tamizadas con un filtro de 1 micra para obtener un polvo fino, que fue almacenado en bolsas plásticas herméticas (Apráez, 2020).

Análisis nutricional - Espectroscopia de Reflectancia Cercano (NIRS): Se contó con el equipo SpectraStar 2600 XTR (680 nm-2600 nm) el cual fue calibrado con las muestras representativas de la población investigada y que por medio de los parámetros generales interpuestos por el fabricante se realizaron estimaciones de los parámetros: Cenizas (%), Materia Seca (%), Digestibilidad in vitro de la materia seca (%DIVMS), Extracto Etéreo (EE), Fibra Detergente Ácida (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN), Lignina y Proteína.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza [ANOVA] para evaluar las diferencias entre municipios y entre gramíneas principales sobre todas las variables nutricionales. El modelo lineal mixto contempló el efecto del municipio, de las especies y la interacción entre ambos como efectos fijos y el efecto aleatorio de productores. Las diferencias entre medias fueron evaluadas por el método de la diferencia mínima significativa [prueba LSD de Fisher] ($p < 0,05$). Se realizó análisis multivariado a partir de componentes principales obtenidos de la prueba Fisher, este se usó para determinar el ordenamiento de las 60 muestras y su interrelación con los parámetros nutricionales. Todos los análisis mencionados se realizaron en el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó propuesta base para optimizar la interpretación de la alimentación ganadera y la evaluación de la sostenibilidad productiva (tabla 1).

Tabla 1.
Parámetros Nutricionales de Forrajes en Colombia

Parámetro	Descripción	Indicador de calidad	Autores
% de ceniza	Indica el contenido total de minerales en el forraje. Valores elevados pueden sugerir contaminación con tierra o polvo.	Ideal: ≤10% para evitar contaminación.	Anrique et al., 2014; Ariza et al., 2020; Cáceres et al., 2000; Calderón et al., 2023; Cuervo et al., 2019; Erazo, 2024; Guimarães et al., 2023; Hidalgo et al., 2020; Laredo, 1985; Maldonado et al., 2021; Villalobos, 2020.
MS	Representa la proporción del forraje que no es agua, esencial para determinar la cantidad real de nutrientes disponibles.	Ideal: 85%-90% en heno; 25%-35% en ensilajes.	
% DIVMS	Estima la fracción de la materia seca que puede ser digerida por los animales.	Ideal: ≥70% indica alta calidad.	
EE	Mide el contenido de grasas y lípidos en el forraje, aportando energía adicional a la dieta.	Ideal: 2%-5% en forrajes.	
FDA	Incluye componentes como celulosa y lignina; altos porcentajes suelen asociarse con menor digestibilidad del forraje.	Ideal: ≤40%, valores altos reducen la calidad.	
FDN	Comprende la pared celular total, incluyendo hemicelulosa, celulosa y lignina. Un contenido elevado puede reducir el consumo voluntario del forraje.	Ideal: ≤60%, valores altos limitan el consumo.	
Lignina	Sustancia indigerible que afecta negativamente la digestibilidad de otros componentes de la fibra. Es esencial para evaluar la calidad de la fibra en los forrajes.	Ideal: ≤5%, valores más altos reducen la digestibilidad general.	
Proteína	Indica el contenido total de proteínas, un componente esencial para el crecimiento, la producción y el mantenimiento animal.	Ideal: ≥15% para forrajes de alta calidad.	

Fuente: Autor.

Nota: MS: Materia seca; DIVMS: Digestibilidad “In Vitro” de la Materia Seca; EE: Extracto etéreo; FDA: Fibra Detergente Ácida; FDN: Fibra Detergente Neutra

La calidad del forraje depende de la metodología de evaluación, el manejo agronómico, el suelo y las condiciones geográficas (Lamela et al., 2024; Vásquez et al., 2024; Zurita, 2024), las cuales se evidenciaron en los resultados de la Tabla 2.

Tabla 2.

Calidad de forraje en los municipios muestreados de la investigación.

Municipio	Doncello		Puerto Rico		San Vicente del Caguán	
Parámetro	Rango Observado (%)	Interpretación	Rango Observado (%)	Interpretación	Rango Observado (%)	Interpretación
% Cenizas	5 - 8	Mineral adecuado	7.2 - 9.6	Mineral alto	8.0 - 10.9	Mineral alto
% MS	33 - 36	Razonable (presencia de agua en el forraje)	91.5 - 94.7	Buen nivel (sin presencia de agua en el forraje)	94.6 - 98.7	Buen nivel (sin presencia de agua en el forraje)
%DIVMS	54 - 57	Digestibilidad moderada, aceptable para el ganado	55.6 - 58.8	Digestibilidad moderada, aceptable para el ganado	54.2 - 57.3	Digestibilidad moderada, aceptable para el ganado
EE	1.7 - 3	Bajo contenido de grasas (normal en forrajes)	0.7 - 2.5	Bajo contenido de grasas (normal en forrajes)	0.8 - 1.9	Bajo contenido de grasas (normal en forrajes)
FDA	32 - 36	Moderado (digestibilidad aceptable)	40.9 - 43.8	Moderado (digestibilidad aceptable)	41.1 - 44.5	Moderado (afecta la digestibilidad)
FDN	60 - 66	Elevado (limita el consumo al ganado)	59.6 - 67.1	Elevado (limita el consumo al ganado)	66.2 - 44.6	Elevado (limita el consumo al ganado)
Lignina	4.8 - 7.5	Elevado (limita la digestibilidad)	2.33 - 7.0	Elevado (afecta la digestibilidad)	5.2 - 8.3	Elevado (afecta la digestibilidad)
Proteína	6 - 7.5	Moderado (cubrir necesidades básicas)	3.5 - 8.9	Moderado/varía (se necesita en suplementación en algunas muestras)	4.1 - 8.9	Moderado/varía (se necesita en suplementación en algunas muestras)

Fuente: Autor.

Nota: MS: Materia seca; DIVMS: Digestibilidad "In Vitro" de la Materia Seca; EE: Extracto etéreo; FDA: Fibra Detergente Ácida; FDN: Fibra Detergente Neutra.

Distribución de coberturas

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022), las coberturas permanentes del suelo, esenciales en la agricultura de conservación, ofrecen beneficios como protección, reciclaje de nutrientes, y control de malezas. En los tres municipios evaluados, predomina la producción de gramíneas, siendo mayor en San Vicente del Caguán (85%), seguido de Doncello (82%) y Puerto Rico (77%). La

cobertura de leguminosas es baja, alcanzando su mayor proporción en El Doncello (3%) y solo 1% en Puerto Rico y San Vicente del Caguán. Las arvenses presentan una distribución uniforme en El Doncello y San Vicente del Caguán (4%), mientras que en Puerto Rico alcanzan un 5%. Finalmente, las áreas calvas son más extensas en Puerto Rico (17%), comparadas con Doncello (11%) y San Vicente del Caguán (10%) (Tabla 3).

Tabla 3.

Proporciones de las coberturas estimadas por municipio.

Municipio	Gramíneas	Leguminosas	Arvenses	Calvas
El Doncello	82%	3%	4%	11%
Puerto Rico	77%	1%	5%	17%
San Vicente del Caguán	85%	1%	4%	10%

Fuente: Autor.

En El Doncello, *Urochloa humidicola* predomina con un 36%, seguida de *U. decumbens* (31%) y *P. notatum* (10%), mientras que *P. maximum* y *Megathyrsus maximus* presentan menores proporciones (4-5%). En Puerto Rico, *U. decumbens* lidera con un 40%, seguida de *U. humidicola* (20%), *U. brizantha* 'Marandú' y *P. maximum* (10% cada una). En San Vicente del Caguán, *U. humidicola* domina con un 28%, seguida de *U. decumbens* (21%) y *U. humidicola-dictyoneura* (20%), mientras que *M. maximus* y *U. brizantha* 'Marandú' alcanzan un 5% cada una (tabla 4). Estos resultados evidencian la variabilidad en la dominancia de gramíneas, con mayor presencia de *U. humidicola* y *U. decumbens* en todos los municipios.

Tabla 4.

Proporción de gramíneas dominantes por municipio.

Municipio	Gramínea	Proporción
El Doncello	<i>U. humidicola</i>	36%
	<i>U. decumbens</i>	31%
	<i>P. notatum</i>	10%
	<i>U. brizantha</i> 'marandu'	9%
	<i>P. maximum</i>	5%
	<i>U. plantaginea</i>	5%
	<i>Megathyrsus maximus</i>	4%
Puerto Rico	<i>U. decumbens</i>	44%
	<i>U. humidicola</i>	20%
	<i>U. dictyoneura</i>	10%
	<i>U. brizantha</i> 'marandu'	10%
	<i>P. maximum</i>	10%
	<i>U. plantaginea</i>	5%

San Vicente del Caguán	U. humidicola	40%
	U. decumbens	28%
	U. dictyoneura	21%
	Megathyrus maximus	5%
	U. brizantha 'marandu'	5%

Fuente: Autor.

Según Olaya et al. (2021), la colonización de áreas con bosques primarios se desarrolló a través de la implementación de manejos basados en tala y siembra de pasturas, permitiendo la incorporación de especies forrajeras del género *Urochloa*, el cual, se destacan por su adaptabilidad y rendimiento, siendo adecuadas para las condiciones edáficas en el Caquetá, sin embargo, están supeditado en gran medida a la disposición y calidad del suelo (Dereje et al., 2024). Estos resultados confirman lo encontrado con Motta et al. (2018), el cual, señalan que el género *Urochloa* predomina en el sistema de producción bovina en el departamento del Caquetá.

Con respecto a la presencia de especies leguminosas herbáceas (tabla 5), en el Municipio de El Doncello, predomina *Calopogonium* sp. (33%), seguida de *Stylosanthes* sp. (32%), *Desmodium* sp. (31%) y en menor proporción *A. pinto* (4%). En Puerto Rico, *Desmodium* sp. domina con un 63%, mientras que *Calopogonium* sp. alcanza el 30% y *P. phaseoloides* un 7%. En San Vicente del Caguán, *Desmodium* sp. lidera con un 45%, seguido de *Calopogonium* sp. (34%), *Stylosanthes* sp (10%) , *A. pinto* (6%) y *P. phaseoloides* (5%). Según Motta et al. (2018) y Crespo et al. (2024), el uso de leguminosas como fuente proteica adicional mejora la ganancia de peso y el crecimiento del ganado, además de potenciar el contenido de pigmentos fotosintéticos en gramíneas (Romero, 2024).

Tabla 5.
Proporción de leguminosas dominantes.

Municipio	Leguminosa Dominante	Proporción
El Doncello	<i>Calopogonium</i> sp.	33%
	<i>Desmodium</i> sp	31%
	<i>Stylosanthes</i> sp.	32%
	<i>Arachis pinto</i>	4%
Puerto Rico	<i>Desmodium</i> sp	63%
	<i>Calopogonium</i> sp.	30%
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	7%
San Vicente del Caguán	<i>Desmodium</i> sp.	45%
	<i>Calopogonium</i> sp.	34%
	<i>Stylosanthes</i> sp.	10%
	<i>Arachis pinto</i>	6%
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	5 %

Fuente: Autor.

Producción media y calidad de forraje (Kg MS/ha)

Aunque los datos sobre la producción de forrajes en el Caquetá son limitados, se postula que sus valores están influenciados por el sistema ganadero y la diversidad de las fincas (Blanco et al., 2022; Olaya et al., 2021; Motta et al., 2018; Mur et al., 2016). San Vicente del Caguán registra la mayor producción media (2002.27 kg MS/ha), con variaciones entre 424.36 kg MS/ha y 4112.78 kg MS/ha, mostrando estabilidad en niveles altos. En El Doncello, la producción promedio alcanza 1614.10 kg MS/ha, pero con alta variabilidad (475.44-8598.85 kg MS/ha), reflejando condiciones cambiantes. Puerto Rico presenta la menor producción (1304.62 kg MS/ha), con un rango de 196.96 a 3418.59 kg MS/ha, indicando menor rendimiento comparado con los otros municipios.

Tabla 6.

Producción de materia seca de los forrajes (kg MS/ha).

Municipio	Media	Var(n-1)	Mínimo	Máximo
El Doncello	1614.10	2996857.06	475.44	8598.85
Puerto Rico	1304.62	637500.09	196.96	3418.59
San Vicente del Caguán	2002.27	983471.34	424.36	4112.78

Fuente: Autor.

Nota: Se consideró forraje a la suma de biomasa de gramíneas y leguminosas.

Determinación de calidad de forraje

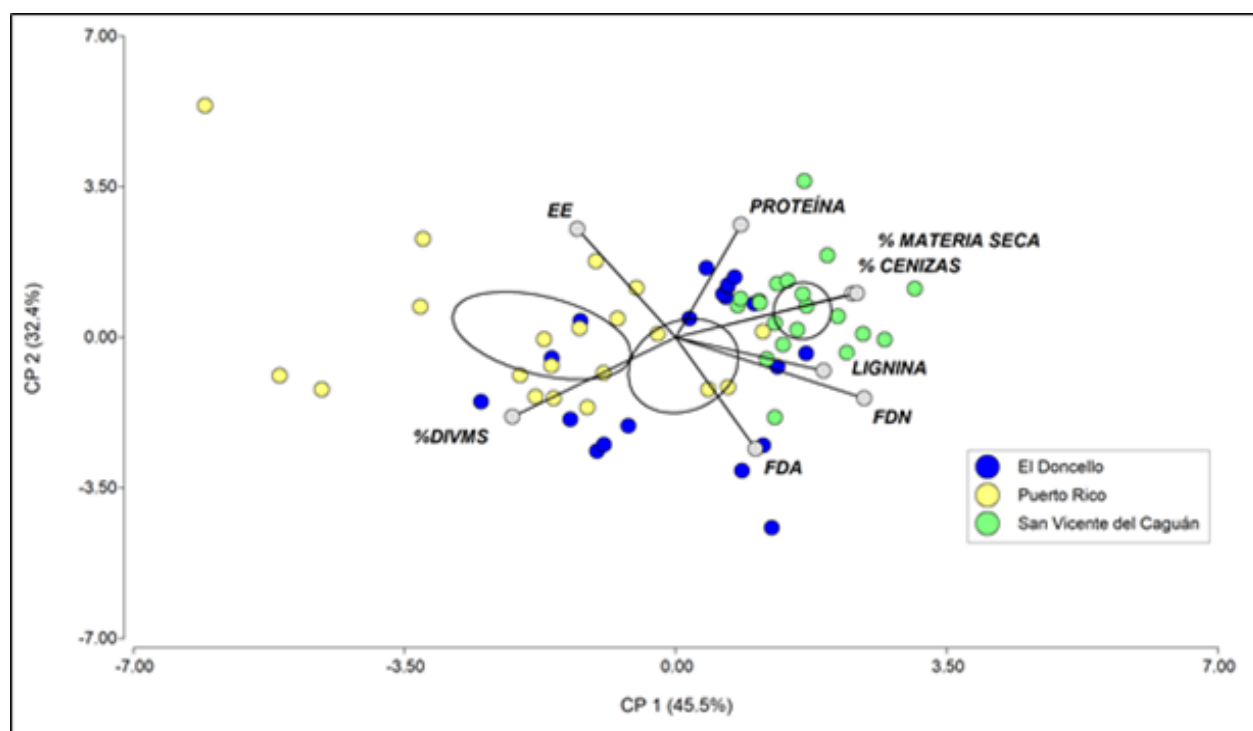
La calidad del forraje es clave para la evaluación de la productividad ganadera en el Caquetá, siendo un indicador del manejo y desarrollo sostenible de las fincas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019). En este artículo se realiza publicación de los análisis, representados en una gráfica biplot explicó el 77.9% de la variabilidad total, distribuida en dos componentes principales (CP1: 45.5%; CP2: 32.4%). San Vicente del Caguán, mostró mayor homogeneidad y altos valores de materia seca, cenizas y proteína, mientras que Doncello presentó valores intermedios para todas las variables. En contraste, Puerto Rico fue el más heterogéneo, con bajos niveles de proteína y altos contenidos de EE y DIVMS. Estos resultados reflejan diferencias significativas en las características nutricionales de los forrajes entre municipios.

Los forrajes de alta calidad, con más del 70% de DIVMS, alcanzan una digestibilidad elevada, aunque factores como el contenido de FDN (50%) y proteína bruta (15%) también son determinantes en su valor nutricional (Di Marco, 2011). En San Vicente del Caguán, los resultados indican altos niveles de materia seca y proteína, reflejando la mejor calidad nutricional entre los municipios evaluados. En Doncello, las características de los forrajes se relacionan principalmente con mayores niveles de FDN y FDA, lo que podría limitar la digestibilidad. Puerto Rico, en cambio, presenta mayores concentraciones de lignina y cenizas, asociadas a una menor calidad nutricional por la presencia de compuestos menos digeribles. Estas diferencias subrayan el impacto de las condiciones locales sobre la calidad de los forrajes.

Este estudio destacó la predominancia de gramíneas como *U. humidicola* en San Vicente del Caguán (85%), favorecida por alta precipitación y suelos ácidos, en línea con Dereje et al. (2024). En Doncello (82%), la cobertura de gramíneas, atribuida a sistemas silvo-pastoriles, beneficia a especies como *U. brizantha*. Sin embargo, la baja proporción de leguminosas (3%) indica prácticas de manejo subóptimas que afectan la calidad proteica, como sugieren Álvarez et al. (1991) y Ríos et al. (2024). Puerto Rico refleja impacto negativo del manejo intensivo en suelos, alineado con Castañeda et al. (2016) y Estrada (2023). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de prácticas que diversifiquen especies y optimicen la calidad forrajera en sistemas tropicales.

Figura 1.

Ordenamiento de las fincas con componentes principales y su relación con las variables nutricionales.



Fuente: Autor.

La dominancia de gramíneas y la baja diversidad de leguminosas, evaluadas mediante NIRS, reflejan limitaciones nutricionales en Puerto Rico, como lo sugieren Chaves de Campos et al. (2024), destacando la necesidad de diversificar especies para mejorar los niveles proteicos. Estudios como los de Shaghaleh et al. (2024) y Tolleson (2024) resaltan que NIRS permite identificar deficiencias nutricionales de forma precisa, optimizando decisiones para incrementar la productividad ganadera. Asimismo, Reddy et al. (2023) respaldan la eficacia de esta herramienta para mejorar el manejo de recursos forrajeros. Estos hallazgos confirman la relevancia de NIRS en la evaluación forrajera y la optimización de dietas tropicales.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los tres municipios evidencian disponibilidad de biomasa con aportes nutricionales en los forrajes. En El Doncello, se destaca un mayor potencial para diversificar prácticas de manejo, como los sistemas silvopastoriles, aunque se recomienda incrementar la proporción de leguminosas para enriquecer el perfil nutricional. En Puerto Rico, la baja diversidad florística y las áreas descubiertas (calvas), indican la necesidad de implementar estrategias de rotación y mayor incorporación de especies nativas para mejorar la calidad del suelo y del forraje. San Vicente del Caguán presenta alta cobertura de gramíneas y suelos fértiles, pero requiere un balance con leguminosas para aumentar la heterogeneidad y calidad nutricional.

En general, estas variaciones respaldan la hipótesis sobre la influencia de las condiciones locales en la calidad de los forrajes, destacando que El Doncello y San Vicente sobresalen por su calidad más balanceada, mientras que Puerto Rico refleja un manejo menos favorable.

AGRADECIMIENTOS

A los profesionales de la Universidad de la Amazonía vinculados al proyecto de investigación “DESARROLLO EXPERIMENTAL EN GENÓMICA ANIMAL, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL GANADO BOVINO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ” identificado con el código BPIN 2018000100120, de igual manera, al Laboratorio de Alimentos Balanceados ubicado en el Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual - CESAR AUGUSTO ESTRADA GONZÁLEZ de la Universidad de la Amazonía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrosavia - Corporación colombiana de investigación agropecuaria (2021). Toma de muestras de recursos forrajeros para análisis de la composición química utilizando la tecnología NIRS. Gestión de la agenda corporativa.
- Alvarez, E., & Maldonado, G. (1991). Distancia y distribución de siembra en el establecimiento de tres especies de *Brachiaria* asociadas con leguminosas. *Pasturas Tropicales*, 13, 11–14. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Vol13_rev3_a%C3%B1o91_art3.pdf
- Anrique, R., Molina, X., Alfaro, M., & Saldaña, R. (2014). COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS PARA EL GANADO BOVINO Colaboradores (Universidad Austral de Chile & Ministerio de Agricultura [INIA], Eds.; Cuarta). Consorcio lechero.
- Apráez Guerrero, J. E. (2020). Análisis químico de alimentos para animales (1st ed., Vol. 1). Editorial Universidad de Nariño.

- Ariza Nieto, C., Mayorga Mogollón, O. L., Guadrón Duarte, L., Valencia Echavarría, D. M., Mestra Vargas, L. I., Santana Rodríguez, M. O., Ortiz Cuadros, R. E., Pérez Almarino, N., Camargo Hernández, D. B., Carvajal Bazurto, C. T., Parra Forero, D. M., & Sierra Alarcón, A. M. (2020). Alimento: El valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia. Sistema de información (J. E. Beltrán, Ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403824>
- Blanco Rodriguez, J. C., Bahamón Cabrera, C. E., & Montilla Rodríguez, M. A. (2022). Degradación de pasturas y Carga animal, una analogía del analfabetismo ganadero. *Revista FAGROPEC*, 14(1), 124–123. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/432>
- Cáceres, O., & González García, E. (2000). Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales (Vol. 23, Issue 2). <https://hal.science/hal-01190063v1>
- Calderón Bedoya, V. M., López de Mesa Torres, O. A., Arcila Cruz, S., Ortiz Acevedo, A., Velásquez Arboleda, O. H., Castaño Benítez, M. Á., & Giraldo Soto, M. C. (2023). Caracterización Nutricional de Forrajes en la Producción Bufalina Colombiana (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid & Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos., Eds.; Primera). Editorial Corporación Universitaria Americana.
- Campos G, R., & Hernández, É. A. (2008). Relación nutrición fertilidad en Bovinos: Un Enfoque Bioquímico y Fisiológico.
- Castañeda Álvarez, N., Álvarez Carrillo, F., Arango, J., Chanchy, L., Garcia, G. F., Sánchez, V., Solarte, A., Sotelo, M., & Zapata, C. (2016). Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá, Colombia. www.ciat.cgiar.org
- Chaves de Campos, R. L., Marçal de Oliveira, R. H., Motta Macedo, M. C., & da Costa Gomes, R. (2024, September). Predicción del valor nutricional de forrajes tropicales mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). [Predicting the nutritional value of tropical forages by Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS)]. Embrapa, 1–5. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1167309/1/Predicting-nutritional-value-2024.pdf>
- Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia [Corpoamazonia]. (2000). Departamento del Caquetá, Geología y sus suelos. https://www.corpoamazonia.gov.co/region/caqueta/Caq_Natural.htm
- Cuervo Vivas, W. A., Santacoloma Varón, L. E., & Barreto de Escovar, L. (2019). Análisis histórico de la composición química de forrajes tropicales en Colombia entre 1985 – 2015. I - Gramíneas Forrajeras. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 10(2), 89–114. <https://doi.org/10.22490/21456453.2415>

- Dereje, F., Mengitsu, A., Geleti, D., Diba, D., Feyissa, F., Beriso, Y., Tesfaye, B., & Dejene, M. (2024). Rendimiento agronómico y valor nutritivo de las especies Urochloa, Desho y Rhodes cultivadas en el subhúmedo centro de Etiopía [Agronomic performance and nutritive value of Urochloa species, Desho and Rhodes grass grown in sub-humid central Ethiopia]. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 12(3), 154–161. [https://doi.org/10.17138/tgft\(12\)154-161](https://doi.org/10.17138/tgft(12)154-161)
- Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. Composición de Los Alimentos y Requerimientos de Los Animales. www.produccion-animal.com.ar
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). InfoStat (software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows). <https://www.infostat.com.ar/>
- Erazo Pérez, D. A. (2024). Estudio del contenido de proteína, minerales, vitaminas y materia seca en los forrajes más utilizados como alimento para bovinos en la costa ecuatoriana.
- Estrada Cely, S. A. (2023). Modelo de eficiencia productiva: ordenamiento del suelo rural productivo en el Caquetá. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86510>
- FEDEGAN - Federación Colombiana de Ganaderos. (2022). Precio de ganado tiende a estabilizarse, preocupa el sacrificio y el consumo | Fedegán. <https://www.fedegan.org.co/noticias/precio-de-ganado-tiende-estabilizarse-preocupa-el-sacrificio-y-el-consumo>
- Guimarães, I. C. da S. B., da Silva, T. H., Picchi, C. C., & Fukushima, R. S. (2023). Evaluación de la repetibilidad y fiabilidad de NIRS para predecir valores nutricionales y evaluar dos métodos de lignina en gramíneas de Urochloa spp. [Assessing the Repeatability and Reliability of NIRS to Predict Nutritional Values and to Evaluate Two Lignin Methods in Urochloa spp. Grasses]. *Grasses*, 2(2), 112–126. <https://doi.org/10.3390/grasses2020010>
- Hidalgo L., V., & Valerio C., H. (2020). Digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (Cavia porcellus). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2), 1–7. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17816>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2025). Censos Pecuarios Nacional. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI], & Gobernación del Caquetá. (2021). Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del departamento del Caquetá.

- Laredo C., M. A. (1985). Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], Ed.).
- Lamela Arteaga, G. P., Estelrich, H. D., Etel Suarez, C., Ernst, R. D., Denda, S. S., Morici, E. F., Castaldo, A. O., Pariani, A. O., Hecker, F. L., & Fernandez, L. (2024). Calidad nutricional de los rebrotes de un pajonal (*Amelichloa brachychaeta*) sometido a altas presiones instantáneas de pastoreo. *Ciencia Veterinaria*, 26(2), 77–95. <https://doi.org/10.19137/cienvet202426201>
- Maduro Dias, C., Nunes, H., & Borba, A. (2024). Espectroscopia del infrarrojo cercano en nutrición animal: Perspectivas históricas, principios técnicos y aplicaciones prácticas [Near-Infrared Spectroscopy in Animal Nutrition: Historical Insights, Technical Principles, and Practical Applications]. *Analytica*, 5(4), 481–498. <https://doi.org/10.3390/analytica5040033>
- Maldonado Quiñonez, H., Carrete Carreón, F. O., Reyes Estrada, O., Sánchez Arroyo, J. F., Murillo Ortiz, M., & Araiza Rosales, E. E. (2021). RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum* sp.) A DIFERENTES EDADES. *Revista Fitotec*, 44.
- Martínez-Moyano, Edgar, Hernández-Aya, Danna Brigitte, Hernández-Guerrero, Kevin Alejandro, Arias-Betancourth, Jaime Julián, Zapata-Ortíz, Cesar Augusto, & Rojas-Peña, Oscar Raúl. (2024). EVALUACIÓN DE LOS MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLES Y LA APLICACIÓN DE LOS CAPITALES DE LA COMUNIDAD: ESTUDIO DE CASO DE FAMILIAS GANADERAS DE EL DONCELLO, CAQUETÁ-COLOMBIA. *Investigación y Desarrollo*, 32 (2), 185-209. Publicación electrónica del 6 de septiembre de 2024. <https://doi.org/10.14482/indes.32.02.986.765>
- Massara Paletto, V., & Buono, G. (2020). Métodos de Evaluación de Pastizales en Patagonia Sur (Ediciones INTA, Ed.).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). Cifras sectoriales de la Cadena cárnica bovina. In Dirección de cadenas pecuarias pesqueras y acuícolas.
- Moreno Osorio, F., & Molina Restrepo, D. (2007). Manual: Buenas Prácticas Agropecuarias –BPA- en la Producción de Ganado Doble Propósito Bajo Confinamiento, con Caña Panelera como Parte de la Dieta. (CTP Print Ltda, Cur.; Primera). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/dab7d342-f9ab-580f-b59f-914bec18fa01/>
- Motta Delgado, P. A. (2018). Evaluación de la sostenibilidad de pasturas Braquiarias para alimentación bovina en hatos del trópico húmedo, Caquetá. Universidad de la Amazonia.

- Motta Delgado, P. A., & Ocaña Martínez, H. E. (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos del trópico húmedo, Caquetá, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 81–92. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>
- Mur Cardona, A. A., & Molano Molina, J. P. (2016). Buenas prácticas ganaderas: ¿Mito, inconsciencia ganadera o falta de apoyo estratégico? *Revista Facultad De Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 1. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/330>
- Pornaro, C., Basso, E. y Macolino, S. (2019). Composición botánica de pasturas y calidad del forraje a escala de explotación: Un estudio de caso. *Revista Italiana de Agronomía*, 14 (4), 1480.
- Olaya Montes, A., Polanía Hincapie, K. L., Balanta Martínez, V. J., & Celis Parra, G. A. (2021). Impacto de la ganadería sobre la calidad del suelo y pasturas en el Caquetá.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]. (2022). *Agricultura de Conservación*. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>
- Reddy, P. B., Harani, M., Rathode, K. N., Das, T., & Namdeo, S. (2023). Técnicas analíticas avanzadas en nutrición animal [Advance Analytical Techniques in Animal Nutrition] (Dr. A. P. Bansod, Dr. R. M. Khandare, & Dr. P. R. Jadhao, Eds.; Vol. 1). AkiNik Publications. <https://doi.org/10.22271/ed.book.2443>
- Ríos Ruiz, W. F., Castro Tuanama, R., Valdez Nuñez, R. A., Torres Bernal, L., Jave Concepción, H. G., Daza Pérez, A. C., Barrera Lozano, M., & Archentti Reátegui, F. (2024). La co-inoculación de bacterias solubilizadoras de fosfato y rizobios aumenta la disponibilidad de fósforo y favorece el desarrollo de leguminosas forrajeras [Co-Inoculation of Phosphate-Solubilizing Bacteria and Rhizobia Increases Phosphorus Availability and Promotes the Development of Forage Legumes]. *Agronomy*, 14(11), 2493. <https://doi.org/10.3390/agronomy14112493>
- Shaghaleh, H., AlGarawi, A. M., Okla, M. K., Sheteiwy, M. S., Elsadek, E. A., & Alhaj Hamoud, Y. (2024). Variaciones en los metabolitos primarios y secundarios de *Panicum maximum* en diversas condiciones de contaminación por aguas residuales [Variations in Primary and Secondary Metabolites of *Panicum maximum* under Diverse Wastewater Pollution Conditions]. *Water*, 16(19), 2795. <https://doi.org/10.3390/w16192795>
- Tolleson, D. R. (2024). Aplicar la física y las matemáticas para describir la química y la biología en la interfaz planta/animal [Applying physics and math to describe chemistry and biology at the plant/animal interface]. *Journal of Animal Science*, 102(Supplement_3), 196–197. <https://doi.org/10.1093/jas/skae234.230>
- Toro-Ospina, AM, Herrera Rios, AC, Pimenta Schettini, G., Vallejo Aristizabal, VH, Biza-

- rria dos Santos, W., Zapata, CA, & Ortiz Morea, EG (2022). Identificación de corridas de islas de homocigosidad y valores de consanguinidad estimados genómicos en ganado criollo caqueteño (Colombia). *Genes* , 13 (7), 1232. <https://doi.org/10.3390/genes13071232>
- Vallejo Aristizabal, Viviana Helena; Zapata Ortiz, Cesar Augusto; Toro Ospina, Alejandra Maria; Ortiz Morea, Fausto Andres & Ortiz Morea, Edna Gicela. (2022). *Pilares de la ganadería bovina*. ISBN (Digital): 978-958-5484-62-7. Editorial Universidad de la Amazonia. 103 pp.
- Vásquez Aguilar, N. C., Morales, L. J., Segura Carmona, J. E., & Bernal Barragán, H. (2024). Valor nutricional y energético de cuatro especies de pastos de agostaderos del noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, 27(125), 42–51. <https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-6>
- Villalobos, L. (2020). Fichas de forrajes (piso, corte, arbustivas). <https://acortar.link/SW-vXOn>
- Zapata, CA, Morea, EGO, Mora-Motta, DA, Ojeda, DMM, Quiceno-Mayo, EJ, Toro, DA y Ortiz-Morea, FA (2024). Caracterización y dinámica estacional de poblaciones de garrapatas en sistemas de producción de ganado lechero del noroeste de la Amazonía colombiana. *Ciencias Veterinarias* , 11 (6), 244. <https://doi.org/10.3390/vets-ci11060244>
- Zurita Morejón, D. G. (2024). Uso de forrajes en la alimentación de interés zootécnico. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16284>