

El balance nutricional como herramienta para el diseño de sistemas silvopastoriles con especies leñosas para ramoneo: Estudio de Caso

The nutritional balance as a tool to design silvopastoral systems with woody species for browsing: Case study

Christian Thomas Carvajal Bazurto¹, Nelson Pérez Almario¹ y Ricardo Arturo Barrera Barrera²

¹Investigadores AGROSAVIA, C.I. Nataima; ² Profesor, Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Ibagué.

ctcarvajalb@ut.edu.co

Resumen

Los parámetros productivos de los sistemas ganaderos, particularmente de trópico bajo, fluctúan drásticamente a lo largo del año debido principalmente al efecto del régimen bimodal de las precipitaciones sobre la disponibilidad y calidad nutricional de las pasturas tropicales. Se han propuesto sistemas silvopastoriles que integran en el área de pastoreo especies leñosas forrajeras para ramoneo que, además de aportar un alto contenido de proteína cruda a la dieta, toleran en mayor grado el déficit hídrico que las gramíneas por sus estrategias adquisitivas y conservadoras de agua y nutrientes según la estacionalidad climática. El objetivo de este caso práctico fue diseñar un sistema silvopastoril con un estrato arbustivo para ramoneo a partir de un balance nutricional para el hato de ganado BON de la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC) ubicada en el corregimiento del Totumo en Ibagué, Tolima. Se caracterizó un lote de 0,42 ha en sus componentes arbóreos y herbáceos y a partir de un aforo realizado en época de lluvia se proyectó la deficiencia de forraje y nutrientes en época de sequía. Se determinaron los requerimientos nutricionales de los animales y se estimó la calidad bromatológica de la pastura. Con esto se hizo un balance de la ración y se calculó el número de arbustos para ramoneo necesarios para cubrir la deficiencia de nutrientes encontrada en época seca. Este ejercicio propone una metodología práctica para definir la densidad de arbustos a nivel de potrero para un diseño dinámico de los SSP. Se recomienda aplicar la metodología empleando información de aforos de pastos y leñosas forrajeras, así como información de los animales, propios de cada finca, con el fin de que los resultados se ajusten lo mejor posible al estado real de cada potrero.

Palabras clave: Agroforestería, rumiantes, ramoneo, sistemas silvopastoriles

Abstract.

The productive parameters of livestock systems, particularly in dry areas, fluctuate weakly throughout the year, mainly due to the effect of the bimodal regime of rainfall on the availability and nutritional quality of tropical pastures. Silvopastoral systems have been proposed that integrate forage woody species for browsing in the grazing area, which, in addition to providing a high content of crude protein to the diet, tolerate water deficit to a greater degree than grasses due to their acquisitive strategies and conservation of water and nutrients according to climatic seasonality. The objective of this case study

was to design a silvopastoral system with a shrub stratum for browsing based on a nutritional balance for the BON cattle herd of the Universidad Cooperativa de Colombia (UCC) located in Ibagué, Tolima. A paddock of 0.42 ha was characterized in its arboreal and herbaceous components and from a gauging carried out in the rainy season, the deficiency of forage and nutrients in the dry season was projected. The nutritional requirements of the animals were determined and the bromatological quality of the pasture was estimated. With this, a balance of the ration was made and the number of shrubs for browsing necessary to cover the deficiency of nutrients found in the dry season was calculated. This exercise proposes a practical methodology to define the density of shrubs at the paddock level for a dynamic design of SSPs. It is recommended to apply the methodology used information on the capacity of forage grasses and woody plants, as well as of the animals, typical of each farm, so that the results adjust as best as possible to the real state of each paddock.

Keywords: Agroforestry, ruminants, browsing, silvopastoral systems

Introducción

Una de las actividades económicas más importantes del sector agropecuario en Colombia es la ganadería bovina, ya que su participación en el PIB nacional es del 1,6% y del 21,8% del PIB agropecuario (DANE, 2021).

No obstante, los parámetros productivos de los sistemas ganaderos, particularmente de trópico bajo, fluctúan drásticamente a lo largo del año debido principalmente al efecto del régimen bimodal de las precipitaciones sobre la disponibilidad y calidad nutricional de las pasturas tropicales.

Asociado a la disponibilidad de agua y la calidad de las pasturas, la época de sequía es el escenario en el cual hay un mayor impacto negativo en la respuesta animal (ganancia de peso o producción de leche) debido a que en los períodos donde existe un déficit hídrico en el balance entre las precipitaciones y la evapotranspiración se puede presentar una notable reducción en el crecimiento y calidad de los pastos (Ariza-Nieto et al., 2020; Del Pozo, 2002), llegando a reportarse reducciones en la producción de biomasa forrajera en pastos tropicales de más del 60% respecto a la presentada en época de lluvias (Del Pozo, 2002). Aunado a esto, el acelerado cambio climático ha generado variaciones inter-anales de precipitación y de temperatura en todo el

planeta, y se prevé que los periodos de lluvia serán más cortos y con eventos intensos y que los periodos de sequía aumentarán considerablemente (Pezo, 2019).

Bajo este último escenario es probable encontrar un balance nutricional negativo en los animales en pastoreo, por tal razón es indispensable que el ganadero implemente diversas tecnologías forrajeras para mitigar la deficiencia de nutrientes en la dieta de los animales (Pezo, 2017). En este sentido, se han propuesto sistemas silvopastoriles (SSP) que integran en el área de pastoreo especies leñosas forrajeras para ramoneo directo que, además de aportar un alto contenido de proteína cruda a la dieta (Pérez-Almario et al., 2017), toleran en mayor grado el déficit hídrico que las gramíneas por sus estrategias adquisitivas y conservadoras de agua y nutrientes según la estacionalidad climática (Bucheli et al., 2013). Sin embargo, el diseño de este tipo de arreglos está basado en densidades de siembra preestablecidas del componente arbustivo que no tienen en cuenta la oferta y la demanda de nutrientes propias de cada potrero.

Así, el objetivo del presente estudio de caso fue diseñar un sistema silvopastoril con un estrato arbustivo para ramoneo a partir de un balance nutricional obtenido en un escenario hipotético de época seca en un lote de la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC).

Materiales y Métodos

Área de estudio: Se seleccionó un lote de 0,42 ha de la finca El Pensil de la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC) ubicada en el corregimiento del Totumo en Ibagué, Tolima, a una altura de 950 msnm y con coordenadas

4°22'54.84"N - 75°10'49.77"O (Figura 1). La zona presenta una precipitación promedio anual de 1.691 mm, una temperatura media anual de 28 °C y humedad relativa entre 65 y 83%; y se clasifica ecológicamente como bosque seco tropical (bs-T).



Figura 1. Polígono georreferenciado en la universidad Cooperativa de Colombia para ejercicio de diseño de SSP.

Características de los animales y manejo de pastoreo: La UCC cuenta con un hato de raza criolla Blanco Orejinegro (BON) compuesto por 22 animales, que, para el presente estudio, presentaron un peso promedio de 300 kg. El lote seleccionado es manejado tradicionalmente con 4 días de ocupación y 40 días de descanso.

Caracterización del componente vegetal del lote: Se realizó un aforo a la pastura para determinar la producción de forraje utilizando el método de disponibilidad por frecuencia (MDF) descrito por Franco et al. (2005). Se tomaron sub-muestras de 200 g de forraje verde (FV) para calcular su porcentaje de materia seca (MS) a través del secado en horno a 60 °C durante 72 horas. En el estrato arbóreo se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) a 1,30 m, la altura total del árbol empleando un

hipsómetro digital, la oclusión de la copa mediante análisis de fotografía digital hemisférica con el software Gap Light Analyzer® y el área de la copa se estimó midiendo dos diámetros perpendiculares de la proyección de la copa sobre el suelo con cinta métrica, asumiendo que el área de proyección vertical es de forma elipsoide (Serrano et al., 2014).

Simulación de un escenario con un sistema silvopastoril (SSP): Con el fin de diseñar un SSP para mejorar la oferta forrajera del lote evaluado, se utilizaron datos de producción de masa forrajera y de calidad nutricional de las especies leñosas reportadas por estudios de Pérez-Almarino et al., (sin publicar). La información de calidad nutricional de la pastura fue obtenida de la plataforma Alimento de Agrosavia (<http://alimento.agrosavia.co/>). Los

requerimientos nutricionales de los animales fueron calculados utilizando las ecuaciones de predicción del sistema BR-Corte 4.0® (Benedetti et al., 2016).

Resultados y discusión

Caracterización del componente vegetal

Estrato arbóreo: El estrato alto estuvo

compuesto por 8 árboles para sombrío dentro del potrero de las especies *Albizia guachapele*, *Gliricidia sepium*, *Morinda citrifolia* y *Mangifera indica*, y por 13 árboles en la cerca perimetral de las especies *Tabebuia rosea* y *Albizia saman*. En la tabla 1 se presentan las principales variables dasométricas de los árboles para sombrío interno del lote evaluado.

Tabla 1. Variables dasométricas del estrato arbóreo ubicado en el interior del lote evaluado.

N	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Oclusión (%)	Área de copa (m ²)	Área de sombra (m ²)
1	<i>Albizia guachapele</i>	61,43	13,8	73,89	233,5	172,55
2	<i>Gliricidia sepium</i>	46,01	9,2	79,26	122,5	97,11
3	<i>Gliricidia sepium</i>	38,83	10,2	78,09	100,1	78,14
4	<i>Gliricidia sepium</i>	35,65	11,8	80,88	10,1	8,13
5	<i>Morinda citrifolia</i>	52,70	5,7	79,55	14,0	11,13
6	<i>Morinda citrifolia</i>	48,92	7,1	80,13	9,6	7,69
7	<i>Mangifera indica</i>	40,11	9,6	76,07	51,6	39,25
8	<i>Mangifera indica</i>	34,06	7,8	77,08	58,8	45,33
Área total de sombrío						459,34

El porcentaje de cobertura arbórea en el lote seleccionado fue del 10.94%, sin embargo, seis de los ocho arboles enlistados en la tabla 1 se encuentran agrupados en un sector del potrero, representando el 81.6% de la cobertura arbórea del lote (8.92%) (Figura 2). Esta situación es

indeseable debido a que los animales identifican este sector como zona de sesteadero generando una fuerte presión por pisoteo y, en consecuencia, afectando la capacidad de rebrote de las especies herbáceas bajo los árboles.



Figura 2. Ubicación de un parche de árboles ubicado dentro del lote evaluado.

Estrato herbáceo: El estrato herbáceo del lote seleccionado estuvo compuesto principalmente por pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). La producción de masa forrajera obtenida mediante aforo en época de lluvia fue de 2,01 kg de forraje verde (FV) por m² a 40 días de rebrote. El porcentaje de MS fue de 27.68%. Debido al alto volumen de biomasa por metro cuadrado, lo que resulta en un mayor volcamiento del pasto por el desplazamiento de los animales dentro del potrero, se asumió una pérdida por pisoteo y contaminación con excretas del 40%. De esta manera se estimó una producción de forraje disponible de 3015,0 kg de materia seca (MS) por ha.

Balance nutricional del escenario actual (lluvia)

La UCC cuenta con un hato de 22 animales de raza BON con un peso vivo promedio de 300 kg. Teniendo en cuenta que los animales pastorean el lote seleccionado durante 4 días, se calculó la asignación de forraje diario por animal (Tabla 2).

Se encontró que la asignación de forraje es de 4.8 kg de MS por cada 100 kg de PV (4,8%), lo cual equivale a más del doble del requerimiento de MS estimado por el BR-Corte (2,2%).

En este escenario, los animales cubren todos los requerimientos nutricionales, sin embargo, se está generando un excedente de forraje (subpastoreo del lote), que podría ser aprovechado ya sea aumentando los días de ocupación o ajustando la carga animal.

Por otro lado, se ha reportado que a medida que incrementa la producción de biomasa del pasto Estrella se ve afectado su porcentaje de aprovechamiento, llegando a caer hasta el 38,2% (Salazar, 2007). En el presente estudio se definió un porcentaje de aprovechamiento del 60%, lo cual podría explicar la alta cantidad de pasto excedente encontrado después de realizar el cálculo de asignación de forraje por animal. Se recomienda que en potreros con pasto Estrella se evalúe la biomasa remanente post-pastoreo para aumentar la precisión del ejercicio propuesto.

Tabla 2. Oferta de forraje actual (época de lluvia) y asignación de forraje diario por animal en el lote evaluado.

FT (kg MS ha)	FD (kg MS ha)	FD Potrero (Kg MS)	FD Potrero día (Kg MS)	N animales	Asignación de forraje animal día (Kg MS)
5025,0	3015,0	1266,3	316,6	22	14,4

FT: forraje total; FD: forraje disponible. Se asumió una pérdida del 40% por pisoteo y contaminación por excretas.

En la tabla 3 se presentan los principales parámetros de composición nutricional del pasto estrella a 42 días de rebrote en época de

lluvia reportados en la plataforma Alimento (<http://alimento.agrosavia.co/>).

Tabla 3. Composición nutricional de pasto estrella a 42 días de rebrote reportado en la plataforma Alimento.

MS (%)	PC (%)	ENm (Mcal/kgMS)	ENg (Mcal/kgMS)	FDN (%)	FDA (%)	Ca (%)	P (%)
27,68	11,59	1,02	0,47	65,12	36,15	0,36	0,25

Fuente: <http://alimento.agrosavia.co/>. ENm: Energía neta de mantenimiento. ENg: Energía neta para la ganancia de peso. FDN: Fibra en detergente neutro. FDA: Fibra en detergente ácido.

Con esta información se procedió a realizar el balance nutricional para el escenario actual

(Tabla 4). Para tal fin, el requerimiento nutricional de los animales se calculó

empleando el sistema brasilero BR-Corte® seleccionando las variables de raza cruzada, novillos y pastoreo; y asumiendo una ganancia diaria de peso por animal de 900 g. Adicionalmente, debido a que la asignación diaria de forraje por animal es mucho mayor que el requerimiento diario de MS, el balance entre el requerimiento y el aporte diario de MS para consumo se ajustó a cero. De esta manera, se observa que bajo condiciones de lluvia la producción de masa forrajera del pasto Estrella en el lote seleccionado excede los

requerimientos nutricionales de los animales y de consumo de MS. Para optimizar el uso de esta pastura y reducir el subpastoreo sin necesidad de incrementar el número de animales en el hato, se recomienda aprovechar la pastura a una edad de rebrote menor, en cuyo caso se podría mantener la asignación de forraje por encima del requerimiento diario de MS (3% del PV) a la vez que se mejora la concentración de nutrientes y digestibilidad del pasto (Ferrufino-Suárez et al., 2022)

Tabla 4. Balance nutricional para el escenario de época de lluvia del lote evaluado.

Parámetro	Aporte pasto Estrella	Requerimiento del animal	Balance
CMS (kg MS/día)	7,01	7,01	0,00
PC (g/día)	812,5 (11,59%)	802,0 (11,44%)	10,46
EN (Mcal/día)	10,4	7,8	2,64
Calcio (g/día)	25,2	23,40	1,84
Fosforo (g/día)	17,5	14,10	3,43

1 BR-Corte, 2016. CMS: Consumo de materia seca. PC: Proteína cruda. EN: Energía neta.

Balance nutricional del escenario hipotético de sequía

Aunque en época de lluvia la oferta de forraje es suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los 22 animales en el lote seleccionado, se ha reportado que la producción y calidad del forraje en gramíneas se reduce drásticamente en época de sequía (Ariza-Nieto et al., 2020; Del Pozo, 2002),

afectando la respuesta animal (ganancia de peso o producción de leche). Por consiguiente, se realizó un balance nutricional en un escenario hipotético en época de sequía, asumiendo una reducción del 60% de la producción de forraje respecto a la época de lluvia (escenario actual) (Tabla 5) y una variación de la composición nutricional según los reportes de la plataforma Alimento para el mismo pasto (Tabla 6).

Tabla 5. Oferta de forraje en un escenario hipotético de época de sequía y asignación de forraje diario por animal en el lote evaluado.

FT (kg MS ha)	FD (kg MS ha)	FD Potrero (Kg MS)	FD Potrero día (Kg MS)	N animales	Asignación de forraje animal día (Kg MS)
2010,0	1206,0	506,5	126,6	22	5,8

FT: forraje total; FD: forraje disponible. Se asumió una pérdida del 40% por pisoteo y contaminación por excretas.

Tabla 6. Composición nutricional de pasto estrella en época de sequía reportado en la plataforma Alimento.

MS (%)	PC (%)	ENm (Mcal/kgMS)	ENg (Mcal/kgMS)	FDN (%)	FDA (%)	Ca (%)	P (%)
27,68	10,48	0,97	0,42	67,28	37,05	0,32	0,24

Fuente: <http://alimento.agrosavia.co/>. ENm: Energía neta de mantenimiento. ENg: Energía neta para la ganancia de peso. FDN: Fibra en detergente neutro. FDA: Fibra en detergente ácido.

El balance nutricional para el escenario en época de sequía se presenta en la tabla 7. Se observa un déficit de todos los parámetros

nutricionales, a excepción de la energía, dado por la marcada reducción de la cantidad y calidad del pasto estrella para esta época.

Tabla 7. Balance nutricional para un escenario hipotético de época de sequía en el lote seleccionado.

Parámetro	Aporte pasto Estrella	Requerimiento del animal	Balance
CMS (kg MS/día)	5,76	7,01	-1,25
PC (g/día)	603,2 (10,48%)	802,0 (11,44%)	-198,78
EN (Mcal/día)	8,0	7,8	0,20
Calcio (g/día)	18,4	23,40	-4,98
Fosforo (g/día)	13,8	14,10	-0,29

1 BR-Corte, 2016. CMS: Consumo de materia seca. PC: Proteína cruda. EN: Energía neta.

Balance nutricional del escenario hipotético de sequía incluyendo un estrato arbustivo para ramoneo en el potrero

Para cubrir el déficit de nutrientes en la dieta de los animales del escenario de sequía, se propone incluir arbustos para ramoneo de las especies *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), gomo (*Cordia alba*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*) debido a su calidad nutricional, palatabilidad y adaptación a zonas secas (Pérez-Almario et al., 2013, 2017). Se utilizó el valor de

producción de masa forrajera por planta a 45 días de rebrote reportado por estudios de Pérez-Almario et al., (datos sin publicar) realizados en el CI Nataima de Agrosavia, ubicado en el Espinal, Tolima. Así mismo, los valores de composición nutricional se obtuvieron de la plataforma Alimento y corresponden a forraje compuesto por hojas y tallos con diámetro menor a 5 mm a una edad de rebrote de 42 días (Tabla 5).

Tabla 8. Masa forrajera y composición nutricional de tres especies leñosas forrajeras de zonas secas.

Especie	Masa forrajera ¹ (kg MS planta)	MS (%)	PC (%)	ENm (Mcal kg MS)	ENg (Mcal kg MS)	Ca (%)	P (%)
Leucaena	0,143	28,06	23,79	1,57	0,97	1,15	0,22
Gomo	0,435	20,81	18,24	1,35	0,77	1,55	0,35
Guácimo	0,144	29,48	14,15	1,26	0,70	1,18	0,24

1 Pérez-Almario et al., (sin publicar); masa forrajera a 45 días de rebrote. Composición nutricional a 42 días de rebrote obtenida de: <http://alimento.agrosavia.co/>

Se propuso balancear la dieta con base en el consumo diario de materia seca, incluyendo forraje de especies leñosas en la dieta hasta alcanzar un balance positivo. Sin embargo, para evitar un exceso de proteína cruda, se ajustó la cantidad de forraje de las arbustivas realizando combinaciones entre especies de tal manera

que se alcanzara un balance positivo en el consumo de materia seca mientras se mantenía el menor valor posible de proteína excedente. Los resultados del balance se presentan en la tabla 9. En esta se observa que al incluir en la dieta de cada animal 0,78, 0,26 y 0,26 kg MS de

gomo, guácimo y leucaena, respectivamente, se alcanza un balance positivo en el CMS diaria,

con un excedente de 41.78 g de PC por día. La proporción de forraje de las especies leñosas en la dieta alcanzó el 18% .

Tabla 9. Balance nutricional para un escenario hipotético de época de sequía incluyendo un estrato arbustivo para ramoneo con las especies Leucaena, gomo y guácimo.

Balance nutricional	Estrella	Leucaena	Gomo	Guácimo	Requiere	Balance
CMS (kg MS/día)	5,8	0,26	0,78	0,26	7,01	0,04
PC (g/día)	603,2	61,09	142,79	36,68	802,00	41,78
EN (Mcal/día)	8,0	0,65	1,66	0,51	7,80	3,02
Calcio (g/día)	18,4	2,95	12,13	3,06	23,40	13,16
Fosforo (g/día)	13,8	0,56	2,74	0,62	14,10	3,64

1 BR-Corte, 2016. CMS: Consumo de materia seca. PC: Proteína cruda. EN: Energía neta.

Posteriormente, para obtener el número de arbustos que se deben disponer diariamente por animal, se dividió la cantidad de forraje de cada especie a incluir en la dieta, sobre la cantidad de forraje que produce en promedio cada planta a la edad de rebrote de 45 días. Este último valor se ajustó asumiendo un aprovechamiento del forraje de cada arbusto del 90%. Finalmente, para calcular la densidad de arbustos necesarios para cubrir las demandas de nutrientes de los animales del hato durante la ocupación del lote evaluado, se extrapoló la cantidad de plantas necesarias por animal día (2 arbustos por especie) para cubrir la demanda de 22 animales durante 4 días de ocupación del potrero, de tal manera que se requeriría sembrar 528 arbustos en el lote evaluado, lo cual representa una densidad de 1257 arbustos por hectárea (Tabla 10).

Tabla 10. Cantidad de arbustos por especie a establecer en el potrero evaluado

Especie	Arbustos animal día	kg MS animal día	Arbustos potrero
Leucaena	2	0,26	176
Gomo	2	0,78	176
Guácimo	2	0,26	176
Total	6	1,30	528*

* Para cubrir los requerimientos nutricionales de un hato de 22 animales pastoreando un potrero de 0,42 ha durante 4 días.

Distribución espacial del estrato arbustivo

Para el establecimiento en campo del SSP diseñado se propone distribuir el estrato arbustivo en franjas de tres surcos distanciados a 1 m uno de otro y con una distancia entre franjas de 8 m (callejones de pastoreo). Como la orientación de las franjas debería seguir la ruta del sol (este-oeste) para evitar al máximo el sombrío, la cantidad de franjas para el lote seleccionado debe ajustarse a la longitud del costado norte sur del lote (85 m). En este sentido se deben establecer 8 franjas de arbustivas. Por otro lado, la distancia de siembra entre plantas se calculó dividiendo la sumatoria de los metros lineales de cada surco sobre el número de plantas a establecer (528 arbustos), para lo cual se obtuvo una distancia de 1,5 m entre plantas dentro de surcos. El esquema se muestra en la figura 3.



Figura 3. Esquema del arreglo SSP propuesto para suplir las deficiencias nutricionales del hato BON en el lote seleccionado.

Conclusiones y recomendaciones

El diseño de un sistema silvopastoril con un estrato arbustivo para ramoneo contribuyó a lograr un balance nutricional positivo para el hato de ganado BON en un escenario hipotético de época seca en un lote de la Universidad Cooperativa de Colombia.

Con este ejercicio se propone un método de ajuste de la densidad de arbustos a nivel de potrero y finca a partir del balance nutricional, para tal fin es indispensable contar con mediciones confiables de la producción de biomasa comestible en especies leñosas forrajeras sometidas a diferentes condiciones de clima y manejo, aunado a información de aforos de la pastura, particularmente para la época de menor disponibilidad de forraje, e información de los requerimientos nutricionales de los animales. Este método permitiría optimizar los recursos para el establecimiento del SSP, así como evitar excesos de proteína en la dieta de los animales por un elevado porcentaje de inclusión en la dieta de forraje de especies leñosas.

A pesar de ser un ejercicio práctico, se recomienda tener en cuenta aquellos factores adicionales que puedan afectar el aprovechamiento del forraje de las especies leñosas y del pasto, como por ejemplo la realización o no de podas de mantenimiento de las especies leñosas forrajeras para evitar que las ramas crezcan a tal punto que los animales no puedan ramonearlas, o como la medición más exacta del porcentaje de aprovechamiento de cada pastura teniendo en cuenta el forraje remanente después de pastoreo.

Finalmente, para que la formulación del estrato arbustivo cumpla la función de suplir los nutrientes deficitarios en la dieta, se recomienda caracterizar el estado real de un potrero, realizando aforos y análisis bromatológicos de la pastura principalmente en época de sequía.

Referencias

- Ariza-Nieto, C., Mayorga Mogollón, O., Guadrón Duarte, L., Valencia Echavarría, D. M. Mestra Vargas, L. I., Santana Rodríguez, M. O. Ortiz Cuadros, R. E., Pérez Almario, N., Camargo Hernández, D. B. Carvajal Bazarro, C. T., Parra Forero, D. M., & Sierra Alarcón, A. M. (2020). *Alimento: el valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia. Sistema de información*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. <https://doi.org/https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403824>
- Benedeti, P.D.B., Prados, L.F., Costa E Silva, L.F., Lopes, S.A., Valadares Filho, S.C. (2006). Spreadsheet for growing and finishing cattle nutrient requirements calculation (BR-CORTE 2010 and BR-CORTE 2016). Available on www.brcorte.com.br.
- Bucheli, P., Benjamin, T., & Rusch, G. M. (2013). Estrategias de los árboles para el uso eficiente del agua y tolerancia a la sequía. *Agroforestería En Las Américas*, 50, 53–84.

- DANE (2021). Producto Interno Bruto -PIB- nacional trimestral. Cuentas nacionales trimestrales, base 2015 [Base de datos]. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/producto-interno-bruto-pib>
- Del Pozo, P. P. (2002). Bases Ecofisiológicas para el Manejo de los Pastos Tropicales. Revisión científica. *Pastos*, 2(32), 109–137.
- Ferrufino-Suárez, A. J., Mora-Valverde, D., & Villalobos-Villalobos, L. A. (2022). Biomasa y bromatología del pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) con cinco períodos de rebrote. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2), 477746. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47746>
- Franco, L.H., Calero, D., Durán, C.V. (2005). Manejo y utilización de forrajes tropicales multipropósito. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 32pp.
- Pérez-Almario, N., Ibrahim, M., Villanueva, C., Skarpe, C., & Guerin, H. (2013). Diversidad forrajera tropical 1. Selección y uso de leñosas forrajeras en sistemas de alimentación ganadera para zonas secas de Nicaragua. *Agroforestería En Las Américas*, 50, 44–52.
- Pérez-Almario, N., Ospina, S., Mora, J., Criollo, D., & Medina, E. (2017). Atributos funcionales para seleccionar especies de árboles y diseñar sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles en zonas secas. *IX Congreso de Sistemas Silvopastoriles, Manizales, Colombia*.
- Pezo, D. (2017). Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería en el contexto del cambio climático. *Revista UTN*, 78(April), 18–25. <https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2018/03/REVISTA-78-ARTÍCULO-DANILO-PEZO.-Tecnologías-forrajeras-para-la-intensificación-de-la-ganadería.pdf>
- Pezo, D. (2019). Intensificación sostenible de los sistemas ganaderos frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Estado del arte. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0001722>
- Salazar, S. (2007). Disponibilidad de biomasa y valor nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en el distrito de Quesada, cantón de San Carlos. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica 96 p.
- Serrano, J. R., Andradre, H. J., & Mora-Delgado, J. (2014). Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 99. <https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14209>