

**USO POTENCIAL DE LA HOJA DEL NARANJUELO (*Capparis odoratissima*)
COMO FUENTE FORRAJERA ARBUSTIVA EN LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN BOVINO DEL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO**

Director

John Alexander Moreno Sandoval

Zootecnista

MSc. Ciencias Agrarias

Codirector

David Esteban Contreras Marquez

Médico Veterinario Zootecnista

Dr. Zootecnia

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
FUSAGASUGÁ**

2020

**USO POTENCIAL DE LA HOJA DEL NARANJUELO (*Capparis odoratissima*)
COMO FUENTE FORRAJERA ARBUSTIVA EN LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN BOVINO DEL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ZOOTECNISTA

KAREN SOFIA HERNÁNDEZ MANJARRES

CÓDIGO: 150215124

ANDRÉS FERNANDO SOLANO BONNA

CÓDIGO: 150215159

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
FUSAGASUGÁ**

2020

CONTENIDO

RESUMEN	4
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN.....	7
MARCO TEÓRICO	9
METODOLOGÍA.....	16
Ubicación y Características agroclimatológicas.....	16
Delineamiento experimental.....	16
Parámetros de evaluación y análisis estadístico.....	17
RESULTADOS	19
Prueba de normalidad – Shapiro Wilks	19
Prueba de homogeneidad Levene	19
Análisis de varianza, prueba Duncan.....	21
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
CONCLUSIONES.....	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	39

RESUMEN

Para determinar el uso potencial de la hoja del “naranjuelo” (*Capparis odoratissima*) como fuente forrajera arbustiva en los sistemas de producción bovinos del trópico bajo colombiano, se realizó un estudio en la zona aluvial del río Bogotá, en estivaciones a la Cuenca del Magdalena (municipio de Girardot y Ricaurte), como representación ganadera de gran parte del país. Se seleccionaron nueve árboles de Naranjuelo (*in situ*) en diferentes estados de desarrollo (bajos, medianos y altos), colectando tres muestras de forraje por árbol con diferente grado de madurez de la hoja (hojas jóvenes, maduras y secas). Las muestras fueron analizadas para determinar la composición bromatológica y los resultados de cada variable numérica fueron sometidos a un análisis estadístico de doble vía sin interacción (DBA) para árboles y tipo de muestra, con prueba Post hoc de Duncan. Los resultados fueron respectivamente para hojas jóvenes, maduras y secas: 42,92%±2.08%, 45,35%±2.5% y 84%±6.23% MS; 14,82%±2,81%, 17,10%±2.89% y 16,18%±3,03% MM; 85,18%±2,81%, 82,90%±2,89% y 83,82%±3,03% MO; 20,02%±1,53%, 16,02%±1,98% y 17,85%±5,99% PB; 4,41%±0,40%, 4,99%±0.75% y 4,65%±0,47% EE. La concentración de los componentes nutricionales analizados puede ser competitivos al compararlos con la concentración de nutrientes presentes en las principales fuentes forrajeras (principalmente gramíneas) utilizadas en la alimentación de bovinos en el trópico. Al ser una planta endémica puede tener beneficios en la aplicación en sistemas silvopastoriles y dar sombra a los animales, mejorando el bienestar animal y por consecuente la producción.

Palabras clave: Capparis odoratissima, Materia seca, Materia mineral, Humedad, Proteína
bruta, Extracto etéreo.

ABSTRACT

To determine the potential use of “naranjuelo” leaf (*Capparis odoratissima*) as a shrub forage source in the bovine production systems of the lower Colombian tropics, a study was carried out in the alluvial zone of Bogotá River, in estivations to the Magdalena Basin (municipality of Girardot and Ricaurte), as a livestock representation of a large part of the country, identifying 9 Naranjuelo trees (*In situ*), in different stages of development that are low, medium and high and three forage samples of each that differ in grade of maturity of the leaf that correspond to young, mature and dry leaves. The samples were analyzed in the animal nutrition laboratory in triplicate tests, to determine nutritional content by proximal analysis. The results of each numerical variable were subjected a two-way statistical analysis without interaction for trees and type of sample, with Duncan’s post hoc test. The results were respectively for young, mature and dry leaves: 42,92%±2,08%, 45,35%±2,5% and 84%±6,23% DM; 14,82%±2,81%, 17,10%±2,89% and 16,18±3,03% MM; 85,18%±2,81, 82,90%±2,89% and 83,82%±3,03% OM; 20,02%±1,53±, 16,02%±1,98% and 17,85%±5,99% CP; 4,41%±0,40%, 4,99%±0,75% and 4,65%±0,47% EE. The concentration of the nutritional components analyzed can be competitive when compared with the concentration of nutrients present in the main forage sources (mainly grasses) used in the feeding of bovines in the tropics. Being an endemic plant, it can have benefits in its application in silvopastoral systems and provide shade for animals, improving animal welfare and consequently production.

Key words: *Capparis odoratissima*, Dry Matter, Mineral Matter, Organic Matter, Crude Protein, Ethereal Extract.

INTRODUCCIÓN

Colombia no es un país de estacionalidades climáticas, ni de territorio con criterios geográficos y edáficos regulares, es un país con vocación de producción bovina que registró al año 2017 según la Federación Nacional de Ganaderos FEDEGAN 22,5 millones de animales, con tendencia a la disminución (más de un millón en los últimos 5 años), esto en gran medida por efecto del cambio en el régimen de lluvia y sequía que rigen la disponibilidad de forrajes usados como alimento, la disminución de condiciones de fertilidad en los suelos y la inclusión de áreas no apropiadas a sistemas productivos extractivos.

Si se centra el análisis en el trópico bajo y específicamente en la zona aluvial del río Bogotá en estivaciones a la cuenca del Magdalena (municipio de Girardot y Ricaurte), con una población bovina tipo ceba que según el comité de ganaderos de Girardot para el año 2015 supera los 150.000 animales, con ganancias de peso que pueden oscilar entre los 200 y 1200 g/día según la época del año; con fluctuación en la disponibilidad y calidad de forraje para las necesidades de los ciclos de producción de esta especie, sumado a los manejos inadecuados de las especies forrajeras con niveles de sobrepastoreo, desconocimiento de estrategias y especies susceptibles de implementar e incorporación de técnicas de elevado costo con poca durabilidad. Se hace necesario proponer y evaluar alternativas basadas en las mismas condiciones del entorno, que sumen a la solución para obtener sistemas sostenibles, mejorando la calidad de los forrajes y por ende la producción bovina que se maneja en el país.

Hay una amplia variación genética en los animales (varias razas, líneas y cruces de ganado cebú, criollo de origen ibérico y europeo mejorado) y en los forrajes (gramíneas de origen americano y africano, gramíneas mejoradas, leguminosas nativas y exóticas, plantas rastreras, arbustos y árboles). El impacto ambiental de estos sistemas fluctúa entre el desgaste absoluto e

irreversible de los suelos hasta la restauración parcial de ecosistemas degradados. Así, las causas directas de extinción de especies en Colombia incluyen: la deforestación, la transformación de hábitats y ecosistemas, la construcción de vías y otras obras de infraestructura, la introducción de especies exóticas, la sobre-explotación, la contaminación y el cambio climático (Instituto Humboldt, 1997). Cada uno de estos factores se relaciona con la ganadería. Una breve consideración de las causas de la deforestación ilustra el punto mejor: colonización y expansión de la frontera agrícola y ganadera (73,3%), producción maderera (12%), consumo de leña (11%), incendios forestales (2%) y plantaciones ilegales 2% (DNP, 1996). El país ha perdido la tercera parte de los bosques húmedos por debajo de 1000 metros de elevación, 98,5% de los bosques secos y sub-húmedos, y un 63% de los bosques andinos (Etter, 1993, cifras revisadas en 1997), todos ellos caracterizados por altos niveles de riqueza y endemismo de especies, ocupando la ganadería más de 80% de estas áreas.

Desde 1950 hasta 1986, las áreas cubiertas por pastos en Colombia pasaron de 12,1 a 26,7 millones de hectáreas, mientras los cultivos incrementaron de 2,6 a 4,3 millones de hectáreas (Heath J y Binswanger H, 1995). La ganadería puede reemplazar sistemas de alta diversidad biológica por ambientes pobres o puede contribuir a conservar una porción de la fauna y flora.

Por esta razón conocer algunas características nutricionales de plantas endémicas como *Capparis odoratissima*, puede tener relevancia para su integración tanto en la nutrición como en sistemas silvopastoriles del trópico bajo del país.

MARCO TEÓRICO

En Colombia la superficie total agropecuaria está estimada en 51.008.326 has, de las cuales el renglón pecuario ocupa 37.185.336 has. La mayor parte del área pecuaria está dedicada a pastos para la ganadería bovina (aproximadamente 30 millones de has equivalentes al 80,64%), manejada en un 70% bajo sistemas de producción extensivos, con una capacidad de carga promedio de 0,9 animales por hectárea y una producción aproximada en los sistemas extensivos mejorados, de 134,89 kg de carne/animal/año, equivalentes a 121,40 kg de carne/ ha/año. Estos sistemas extensivos están caracterizados por una baja eficiencia en el uso del suelo, sumado a un gran deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, las quemas, la erosión, la pérdida de la biodiversidad y la inequidad social, factores que han hecho que la ganadería bovina sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica mundial. Sin embargo, el concepto puede cambiar si se enfoca a la ganadería bovina bajo un sistema que contemple alternativas que permitan solucionar los problemas relacionados con su actual sistema de producción. Por lo tanto, es necesaria su reconversión, aprovechando las ventajas que ofrecen sistemas alternativos como los sistemas silvopastoriles. Los sistemas silvopastoriles son sistemas de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantada con fines maderables, para productos industriales, como frutales o como árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal. Por lo tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles. En Colombia, se puede apreciar pastoreo en bosques naturales, pastoreo en plantaciones forestales para madera, pastoreo en huertos, pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales, pastoreo en plantaciones de árboles frutales, praderas con árboles y/o arbustos forrajeros en las praderas, sistemas mixtos con

árboles o arbustos multipropósito para corte, cercas vivas, pastoreo en bancos forrajeros de leñosas perennes.

Es aquí donde nace la importancia del empleo de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera, pues estos son usos de la tierra que reducen el impacto negativo de la estacionalidad de la producción de pastos y forrajes, al asociar uno o más componentes arbustivos y/o arbóreos dentro de una pastura de gramíneas, leguminosas y otras herbáceas (Espinel et al, 2004). Navas y Londoño (2010) mencionan efectos positivos sobre el suelo, la pastura, el animal, el ambiente y por tanto sobre la rentabilidad del sistema. Las leguminosas herbáceas, arbóreas y arbustivas, son valiosas fuentes de energía, proteína y minerales, características que hacen de estas, una alternativa de suplementación, que contrarresta en cierta medida las deficiencias nutricionales de las dietas a base de gramíneas (Arreaza et al, 2002) que se caracterizan por alto contenido de fibras y bajos niveles de proteína (Carmona, 2007).

La mayor cantidad de investigaciones de caracterización nutricional en el trópico se han llevado a cabo con especies leguminosas, y aunque es un consenso generalizado de que éstas presentan un elevado potencial para la alimentación, también existen otros forrajes de diferentes familias botánicas de los cuales se conoce poco sobre su composición química, niveles de compuestos anti nutricionales y valor nutritivo, de forma integral (Baldizán, 2003); por lo que, en sentido general, este último grupo ha sido menos estudiado y, salvo en algunas especies, el potencial forrajero de estas plantas ha sido subestimado (García, 2003).

Las plantas arbóreas y arbustivas tienen un papel preponderante por su elevado valor nutritivo y naturaleza multipropósito. En este sentido existen muchas especies con buenas propiedades forrajeras, entre las cuales se destacan las leguminosas por excelencia (Simón, 1998). No obstante, existen otras leñosas perennes con gran potencial que no han sido empleadas

de manera extensiva y su uso ha estado limitado a sistemas de alimentación específicos y aislados. Dentro de ese numeroso grupo se pueden citar al Nacedero o Naranjillo (*Trichantera gigantea*), la Moringa (*Moringa oleifera*), el árbol del Nim (*Azadirachta indica*), las especies de Ficus y Tethonia, la Morera (*Morus alba*), el Chicasquil, Chaya o Lechosa de jardín (*Cnidoscolus sp.*), el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y el Naranjuelo (*Capparis odoratissima*), principalmente por su gran versatilidad, rápido crecimiento y recuperación después del corte, además de presentar considerables producciones de biomasa en el período seco.

La viabilidad del uso de determinadas especies forrajeras puede resultar efectiva al evaluar no solo su adaptación al agroecosistema y calidad nutricional, sino también la aceptabilidad que tengan por parte del animal (Pezo e Ibrahim, 1998; García et al, 2008), claramente, este es el primer paso para que un forraje sea aprovechado eficientemente. Autores como Anwandter V. (2006), aseguran que efectivamente los herbívoros han desarrollado la capacidad de selección de sus alimentos, consumiendo partes específicas de las plantas o incluso, algunas especies determinadas.

Según información oficial disponible en el Portal Web del municipio de Tocaima, tiene dos pisos térmicos, Templado en el 6,5% del territorio y Cálido en el 93.5%; régimen pluviométrico bimodal, caracterizado por presentar dos períodos típicos de lluvias en el año, uno más lluvioso en el segundo semestre (octubre - noviembre), y otro menos lluvioso (abril - mayo) y dos períodos secos (diciembre - enero y julio - agosto); presentando un punto de rocío anual de 24.2; el Municipio se ubica en una zona de disponibilidad deficitaria de agua, presentando tan solo excedentes del orden de 47 mm en Abril, Mayo, Octubre, y déficit que alcanzan los 620 mm al año; con una precipitación barométrico promedio año de 976.4 y una humedad relativo de 67%; El 60% del territorio, presenta un relieve plano o ligeramente plano, con pendientes del 3

al 7% en los valles del río Bogotá y de la quebrada Acuatá, terrenos aluviales, con suelos ricos en bases, aptos para la ganadería y la agricultura. De acuerdo al sistema clasificatorio de Holdridge, gran parte de municipio de Tocaima se encuentra ubicado en la zona de vida denominada Bosque seco Tropical (Bs-T), caracterizado por presentar biotemperaturas medias superiores a 24 °C, lluvias anuales entre 1.000 y 2.000 mm. y altitudes menores a 500 m.s.n.m. La vegetación y la fauna nativa existente en el territorio municipal la constituyen, en gran medida especies tolerantes a la presencia del hombre (Fauna) y relictos de bosque y especies vegetales aisladas, asociadas principalmente en los bosques de galería.

Capparis odoratissima, pertenece a la familia *Carppareceae* y recibe los nombres comunes del naranjuelo, palo de burro, tablón, tinto y olivo. Es un árbol de copa globosa que alcanza los 12 m de altura y 35 cm de diámetro en su tronco. Hojas simples, alternas, dispuestas helicoidalmente, apiculadas, con base redondeada, borde entero, flores pequeñas y fragantes color crema que se tornan purpúreas. Sus frutos son de 3 a 5 cm de largo por 1 cm de ancho, sus semillas son ovaladas, duras, tienen color marrón claro. Sus hojas tienen una lámina cóncava y un apéndice redondeado con muchas escamas doradas en el envés. Es común observarla en áreas planas, con vegetación caducifolia, cercanas a la costa, incluso cuando están temporalmente inundadas y manglares. Las hojas de *C. odoratissima* están cubiertas con pelos peltados multicelulares superpuestos, mientras que las superficies adaxiales son glabras pero con estructuras en forma de estrella a intervalos regulares. Las dos superficies pueden absorber agua condensada, siendo más significativa en la parte superior. Las tasas de pérdida por evaporación de la parte superior coinciden con la conductancia de la cutícula, muchos idioblastos conectan la superficie de la hoja adaxial y los pelos peltatos adaxiales, que contienen sustancias higroscópicas como las proteínas arabinogalactanos y pectinas. *C. odoratissima* posee una

anatomía especializada que cumple una doble función de evitar la pérdida de agua por evaporación y simultáneamente absorber agua líquida; No obstante, los compuestos higroscópicos relacionados con la pared celular de los peltos e idioblastos crean una red de micro canales que mantienen la hidratación de las hojas y promueven la absorción de agua aérea. (Losada J. et al 2019)

Los extractos etanólicos de *Capparis odoratissima* se pudieron asociar en un estudio realizado con actividad antiviral frente al virus del dengue, con un porcentaje de inhibición viral del 97,3% *in vitro*. (Espinosa J. et al 2011)

La producción animal en Colombia requiere incentivar estrategias productivas que diversifiquen su forma de producir y permitan aspectos como el aprovechamiento de los recursos vegetales locales, el cuidado por los recursos naturales y el bienestar animal. Esto conlleva a pensar que la especie arbustiva Naranjuelo (*Capparis odoratissima*), por el tradicional consumo que hacen los bovinos en áreas de disponibilidad (zonas costeras o aluviales de altitudes bajas) donde se usa como sombrero, constituye un potencial de estudio y determinación de aportes nutricionales aún sin reportes literarios en el país. Esto conllevó a asumir la zona aluvial del río Bogotá entre los municipios de Tocaima y Girardot, como un área de estudio para identificar especímenes del árbol en diferentes estados de desarrollo, coleccionar material vegetal sometido a análisis de aportes nutricionales, con lo cual se pretende generar un aporte al conocimiento de la especie y las oportunidades que puede tener como potencial para mejorar la producción bovina del país en zonas de trópico bajas.

La producción animal en Colombia requiere incentivar estrategias productivas que diversifiquen su forma de producir y permitan aspectos como el aprovechamiento de los recursos vegetales locales, el cuidado por los recursos naturales y el bienestar animal. Esto conlleva a

pensar que la especie arbustiva Naranjuelo (*Capparis odoratissima*), por el tradicional consumo que hacen los bovinos en áreas de disponibilidad (zonas costeras o aluviales de altitudes bajas) donde se usa como sombrío, constituye un potencial de estudio y determinación de aportes nutricionales aún sin reportes literarios en el país. Esto conllevó a asumir la zona aluvial del río Bogotá entre los municipios de Tocaima y Girardot, como un área de estudio para identificar especímenes del árbol en diferentes estados de desarrollo, coleccionar material vegetal sometido a análisis de aportes nutricionales, con lo cual se pretende generar un aporte al conocimiento de la especie y las oportunidades que puede tener como potencial para mejorar la producción bovina del país en zonas de trópico bajas.

Materia seca y humedad: La materia seca es la parte que queda de una muestra vegetal, ya sea de una pradera, arbusto, ensilaje, heno o granos, a la cual por medio de un secado forzado se ha extraído el agua. Es normal que a lo largo del año el contenido de materia seca de una muestra vegetal varíe, teniendo un mayor porcentaje en verano. En la materia seca se concentran los nutrientes relevantes como proteínas, grasas, minerales, fibra, entre otros, que son de relevancia en nutrición animal. A excepción de la energía, el contenido de los nutrientes que contiene la materia vegetal, se expresa en relación porcentual a base de la materia seca. La extracción del agua comúnmente se hace en un laboratorio de bromatología por medio de un horno. Para calcular el porcentaje de materia seca se puede utilizar la fórmula ($[\text{Cantidad de materia seca (kg)} / \text{cantidad de materia verde}] * 100 = \% \text{ de materia seca}$). La humedad que contiene la materia vegetal se conoce cuando se obtiene el porcentaje de materia seca, es el porcentaje restante para alcanzar el 100%. (Escobar P. et al 2020)

Materia orgánica y materia mineral: Se obtiene después de incinerar completamente el alimento en un horno llamado mufla a 500-600°C, obteniendo las cenizas (materia mineral), Se le

resta al contenido de materia seca la cantidad de cenizas y de esta manera se obtiene la cantidad de materia orgánica, ya que los compuestos minerales son inorgánicos. Cuando existen altas cantidades de ceniza, puede ser indicador de contaminación con tierra o algún tipo de adulteración. Los minerales se encuentran en mayor concentración en las fases de crecimiento de las plantas. (Santini F. 2014)

Proteína bruta: Se define como el contenido de nitrógeno de una muestra, determinado por un método confiable como el de Kjeldahl. Este valor se multiplica por un factor que aplica para la mayoría de forrajes, que es 6,25, este factor se aplica para las proteínas que tienen aproximadamente 16% de nitrógeno, no obstante, puede variar entre cada proteína, pero se realiza de esta manera por la necesidad de estandarización. La proteína bruta incluye todas las formas del nitrógeno (proteico y no proteico). (Santini F. 2014)

Extracto etéreo: También se denomina “grasa bruta” y para su extracción se utilizan solventes convencionales, se suele utilizar éter de petróleo, en un equipo extractor de grasa. El extracto etéreo es un grupo de compuestos lipídicos solubles en agua y en éter; El éter extrae ácidos grasos, pero también ceras y aceites esenciales. (Santini F. 2014)

METODOLOGÍA

Ubicación y Características agro climatológicas.

Para el cumplimiento de los objetivos, se planteó la identificación de árboles en diferentes estados de desarrollo, en la zona aluvial del río Bogotá en estivaciones a la Cuenca del Magdalena (municipio de Girardot y Ricaurte), en las inmediaciones de la vereda Pubenza (Figura 1), que estén dentro de espacios de praderas de pastoreo bovino.

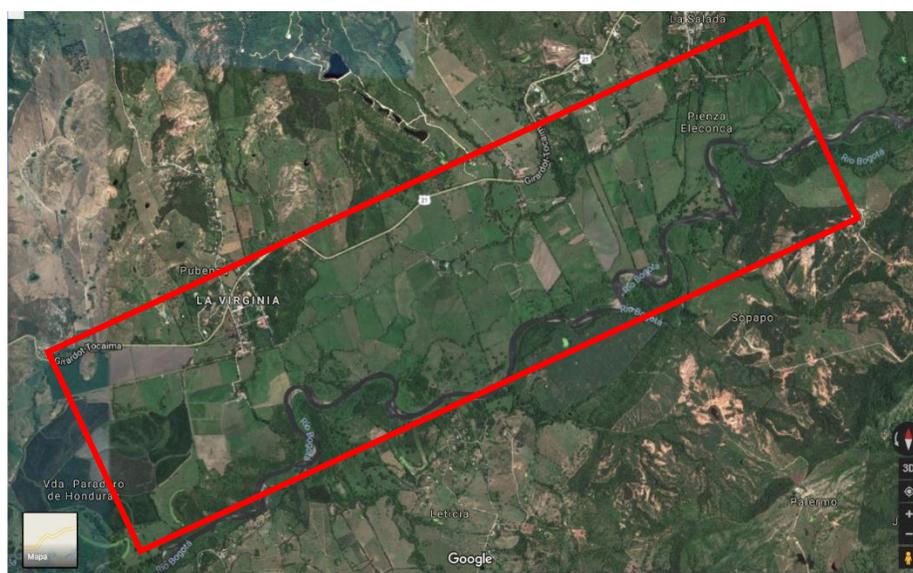


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio entre los municipios de Tocaima y Ricaurte Cundinamarca. Fuente: Google Maps, 2018.

Delineamiento experimental

Fue utilizado un diseño experimental de dos vías, siendo una vía, el estado de madurez de la hoja (joven, madura y secas) y la otra vía el estrato del árbol (bajo, medio y alto). El muestreo de los árboles se ha determinado de forma aleatoria según la disponibilidad y distribución en el

área de estudio. De acuerdo con el estrato de cada árbol definido, se tomará aleatoriamente la muestra del forraje.

Tabla 1. Estructura del experimento.

Ítems		Hojas		
		H.J.	H.M.	H.S.
Estrato	A.B.	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3. 	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3. 	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3.
	A.M.	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3. 	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3. 	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3.
	A.A.	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3. 	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3. 	<ul style="list-style-type: none"> • M1. • M2. • M3.
TOTAL		9	9	9
		27		

H.J.: **hojas jóvenes**; H.M.: **hojas maduras**; H.S.: **hojas secas**; A.B.: **árboles bajos**, A.M.: **arboles medianos**, A.A.: **arboles altos**.

Parámetros de evaluación y análisis estadístico

En el laboratorio se realizaron los siguientes análisis según protocolos de la Official Methods of Analysis -AOAC: contenidos nutricionales de humedad, materia seca (M.S.), materia mineral (M.M.), materia orgánica (M.O.), proteína bruta (P.B.) y extracto etéreo (E.E.).

Los datos fueron analizados aplicando análisis de varianza por modelo lineal (Diseño Experimental) de dos vías: $Y_{ijk} = A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$; Dónde: Y_{ijk} : variable respuesta; A: efecto de los estratos; B: efecto de madures de las hojas; AB: interacción (estrato-hoja); i: niveles de los estrato (alto, medió y bajo); j: niveles de madurez de las hojas (jóvenes, maduras y secas); k: muestras; ϵ_{ijk} : Error Experimental. En el caso de determinar diferencias significativas en el

Análisis de Varianza para alguna variable medida, realizar una prueba Post hoc pro el método de Duncan.

RESULTADOS

Prueba de normalidad – Shapiro Wilks

Para las variables analizadas se planteó realizar la prueba de los supuestos del modelo, contemplando la prueba de aproximación a la distribución normal a través del método de Shapiro –Wilks.

En la prueba de normalidad (Tabla 2) para las variables Materia Seca (MS) y cantidad de agua se determinó la necesidad de transformar los datos para aproximarlos a la distribución normal, en el primer caso se usó la transformación por recíproco que consiste matemáticamente en $1/x$, o $0 x^{-1}$. Para la variable cantidad de agua, se aplicó la transformación de percentil, la cual corresponde matemáticamente a %. Las demás variables no implicaron transformación ($p>0.05$).

Tabla 2. Resultados de la prueba de normalidad por Shapiro –Wilks P. $>0,05$ aproximación a la distribución normal.

Variable	Transformación	Valor de p
M.S.	Recíproco	0,0608
M.M.	Sin transformación	0,2146
M.O.	Sin transformación	0,2146
P.B.	Sin transformación	0,6579
E.E.	Sin transformación	0,1505

M.S.: Materia seca; **M.M.:** Materia mineral; **M.O.:** Materia orgánica; **P.B.:** Proteína

bruta; **E.E.:** Extracto etéreo.

Prueba de homogeneidad Levene

La homogeneidad de varianza se realizó por la prueba de Levene, teniendo en cuenta que el número de datos por variables es menor a 50.

La prueba de homogeneidad de varianzas por Levene se aplicó para el modelo de análisis propuesto en cada variable; es decir, para un modelo de dos vías, obteniendo que las variables M.S., M.M., M.O., P.B. y E.E. tienen cumplimiento de este supuesto ($p > 0,05$), como se muestra en la tabla 2; lo que indica que entre los grupos de datos analizados se tienen varianzas estadísticamente iguales.

Tabla 3. Resultados de la prueba de homogeneidad por Levene $P > 0,05$ cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas, $p < 0,01$, varianzas heterogéneas.

Variable	P para el modelo	P para agrupación por hojas	P para agrupación por árbol
M.S.	0,6482	0,5997	0,4928
M.M.	0,4573	0,3741	0,4372
M.O.	0,4573	0,3741	0,4372
P.B.	0,0016**	0,6621	0,0003**
E.E.	0,1357	0,1357	

M.S.: Materia seca; **M.M.:** Materia mineral; **M.O.:** Materia orgánica; **P.B.:** Proteína bruta; **E.E.:** Extracto etéreo.

La variable P.B., mediante la prueba de Leven determina que, para el efecto de modelo y la segmentación por tipo de árbol, tienen varianzas heterogéneas ($P < 0,01$); sin embargo, teniendo en cuenta que se determinó aproximación a la distribución normal por esta variable y el cumplimiento al segmentarla por tipo de hoja, se asume el análisis paramétrico de las demás variables.

Es de aclarar que la variable E.E., no contempla el análisis por el efecto de tipo de árbol, teniendo en cuenta que los datos logrados en laboratorio solo se determinaron para el tipo de hoja.

Análisis de varianza, prueba Duncan

Tabla 4. Descriptiva para materia seca, materia mineral, materia orgánica, proteína bruta y extracto etéreo según la agrupación de tipo de hoja.

Hoja	Variable	n	Media	D.E	CV	Min	Max
Jóvenes	M.S.	9	42,92	2,08	4,84	38,81	45,52
Maduras	M.S.	9	45,35	2,56	5,64	41,78	48,57
Secas	M.S.	9	84,88	6,23	7,34	69,11	88,99
Jóvenes	M.M.	9	14,82	2,81	18,99	9,94	19,09
Maduras	M.M.	9	17,10	2,89	16,88	11,68	20,70
Secas	M.M.	9	16,18	3,03	18,71	12,94	22,61
Jóvenes	M.O.	9	85,18	2,81	3,30	80,91	90,06
Maduras	M.O.	9	82,90	2,89	3,48	79,30	88,32
Secas	M.O.	9	83,82	3,03	3,61	77,39	87,06
Jóvenes	P.B.	9	20,02	1,53	7,65	17,79	22,28
Maduras	P.B.	9	16,02	1,98	12,34	13,85	19,67
Secas	P.B.	9	17,85	5,99	33,53	10,48	27,72
Jóvenes	E.E.	9	4,41	0,40	9,13	4,16	4,88
Maduras	E.E.	9	4,99	0,75	14,96	4,46	5,52
Secas	E.E.	9	4,65	0,47	10,17	4,31	4,98

M.S.: Materia seca; **M.M.:** Materia mineral; **M.O.:** Materia orgánica; **P.B.:** Proteína

bruta; **E.E.:** Extracto etéreo.

Tabla 5. Análisis de varianza sobre las variables materia seca, materia mineral, materia orgánica y proteína bruta.

Variable	N	r ²	r ² Aj	CV
M.S.	27	0,96	0,96	7,08
M.M.	27	0,43	0,33	15,08
M.O.	27	0,43	0,33	2,88
P.B.	27	0,19	0,04	21,59

M.S.: Materia seca; **M.M.:** Materia mineral; **M.O.:** Materia orgánica; **P.B.:**

Proteína bruta.

Tabla 6. Análisis de varianza (2) sobre las variables materia seca, materia mineral, materia orgánica y proteína bruta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo M.S.	10016,16	4	2504,04	149,78	<0,0001
ARBOL	29,21	2	14,60	0,87	0,4315
HOJA	9986,96	2	4993,48	298,69	<0,0001
Error	367,79	22	16,72		
Total	10383,96	26			
Modelo M.M.	98,61	4	24,65	4,22	0,0110
ARBOL	74,75	2	37,37	6,40	0,0065
HOJA	23,36	2	11,93	2,04	0,1537
Error	128,55	22	5,84		
Total	227,16	26			
Modelo M.O.	98,61	4	24,65	4,22	0,0110
ARBOL	74,75	2	37,37	6,40	0,0065
HOJA	23,36	2	11,93	2,04	0,1537
Error	128,55	22	5,84		
Total	227,16	26			
Modelo P.B.	77,91	4	19,48	1,29	0,3026
ARBOL	5,67	2	2,84	0,19	0,8294
HOJA	72,23	2	36,12	2,40	0,1140
Error	330,91	22	15,04		
Total	408,82	26			
Modelo E.E.	0,40	2	0,20	0,73	0,5386
HOJA	0,40	2	0,20	0,73	0,5386
Error	1,11	4	0,20		
Total	1,51	6			

M.S.: Materia seca; **M.M.:** Materia mineral; **M.O.:** Materia orgánica; **P.B.:** Proteína bruta;

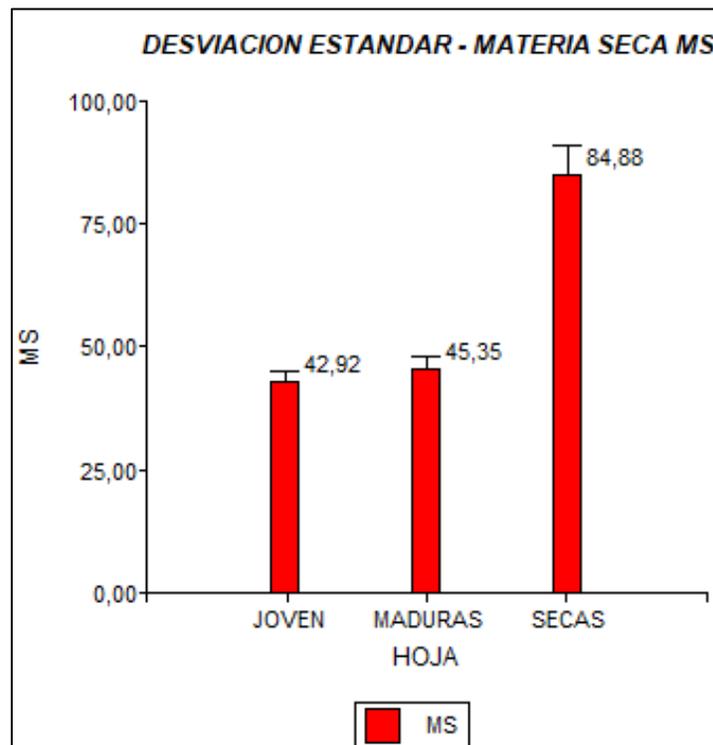
E.E.: Extracto etéreo.

Tabla 7. Test de rangos múltiples de Duncan sobre tipo de hojas y tipo de árbol, las medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

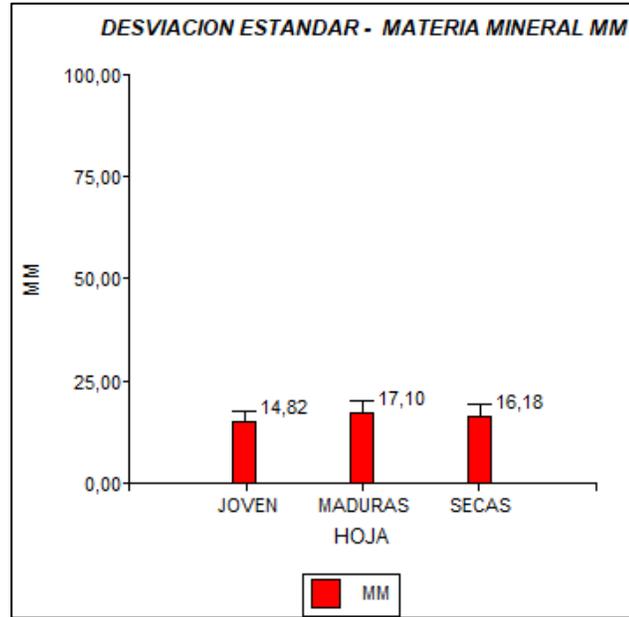
HOJAS	Medias	n	E.E	
M.S.				
Jóvenes	42,92	9	1,36	A
Maduras	45,35	9	1,36	A
Secas	84,88	9	1,36	B
ÁRBOLES	Medias	n	E.E	
M.M.				
Altos	14,65	9	0,81	A
Medianos	15,08	9	0,81	A
Bajos	18,37	9	0,81	B
M.O				
Altos	85,35	9	0,81	B
Medianos	84,92	9	0,81	B
Bajos	81,63	9	0,81	A

M.S.: Materia seca; **M.M.:** Materia mineral; **M.O.:** Materia orgánica.

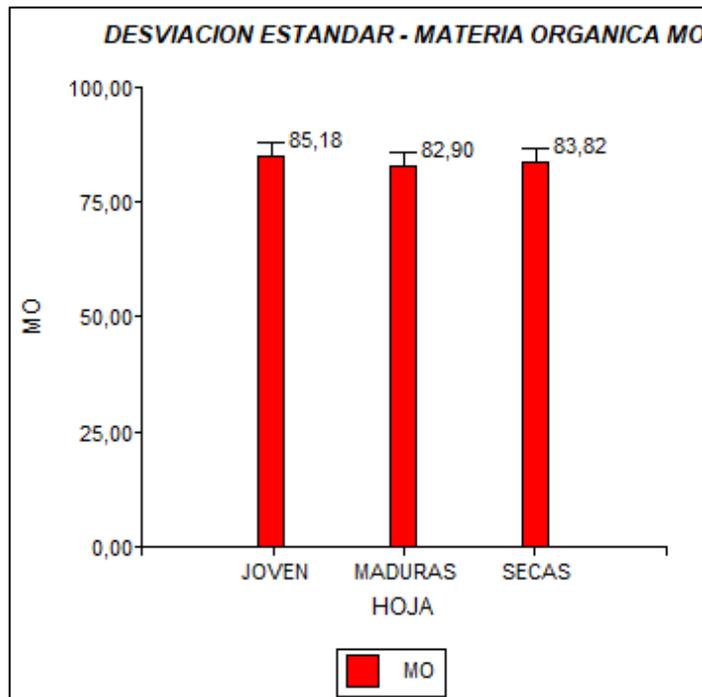
Grafica 1. Promedios de M.S. en el tipo de hojas



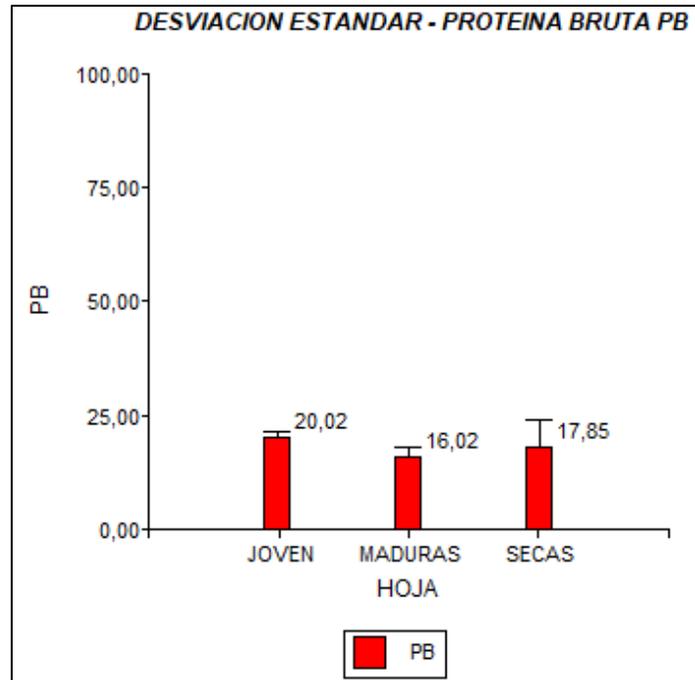
Grafica 2. Promedios de M.M. en el tipo de hojas



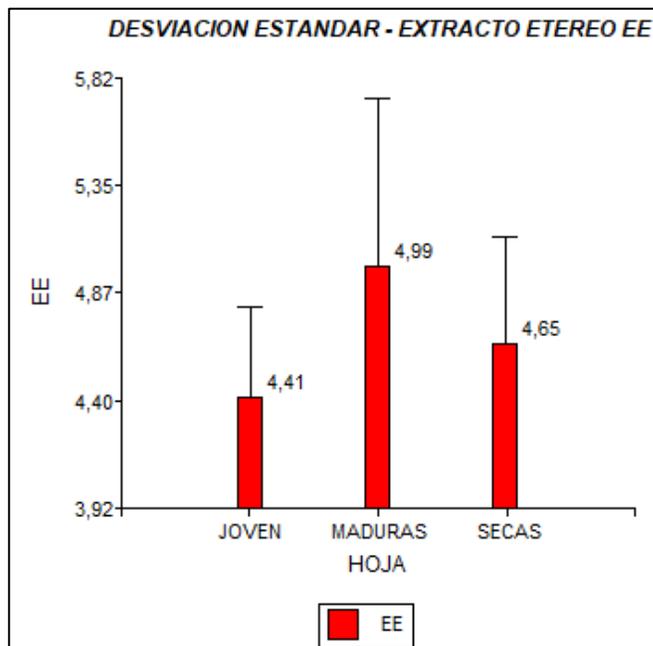
Grafica 3. Promedios de MO en el tipo de hojas



Grafica 4. Promedios de PB en el tipo de hojas



Grafica 5. Promedios de EE en el tipo de hojas



En lo referente a Materia Seca (M.S.), se determina que las hojas secas arrojan un valor promedio de $84 \pm 6.23\%$, teniendo una mayor cantidad de M.S. con respecto a las jóvenes y maduras. Las hojas jóvenes arrojaron porcentajes de $42,92 \pm 2.08\%$, teniendo una menor cantidad de M.S. que las hojas secas y maduras. Así mismo se determina que la cantidad de M.S. de las hojas secas es mayor que en los otros dos grupos analizados (ver tabla 4). Estas diferencias de promedio se pueden visualizar en la gráfica 1, donde se evidencia el aumento de M.S. en las hojas secas, como un efecto de la pérdida de humedad y acumulación de carbohidratos estructurales. Al plantear el análisis de varianza se determina de dos vías, determinando el efecto del tipo hoja y tipo de árbol, se encuentra que este tiene un coeficiente de determinación (r^2) de 0.96, lo que se indica que el modelo es adecuado ya que explica el 96% de los datos tomados para la variable de M.S. (ver tabla 5). El análisis de varianza determina que no se tiene efecto por el tipo de árbol ($p > 0,05$) su valor es de 0,4315; pero si hay un efecto altamente significativo por la madurez de las hojas ($p < 0,05$) su valor es de < 0.0001 (ver tabla 6), lo cual se corrobora en el test de rangos múltiples de Duncan, al determinar que para el nivel de significancia de 0,05 la media de las hojas jóvenes (ver tabla 7).

Con respecto a materia mineral (M.M.), se pudo apreciar que las hojas maduras tuvieron un mayor porcentaje de M.M. ($17,10 \pm 2.89\%$) con respecto a las jóvenes y secas, mientras que las hojas jóvenes arrojaron menores porcentajes de M.M. ($14,82 \pm 2,81\%$) en comparación con las maduras y secas (ver tabla 4). Las diferencias de promedio se pueden apreciar en la gráfica 2. Al plantear el análisis de varianza se determina de dos vías, determinando el efecto del tipo hoja y tipo de árbol, se encuentra que este tiene un coeficiente de determinación (r^2) de 0.43, lo que se indica que el 43% de los datos tomados son confiables para la variable de M.M. (ver tabla 5). El análisis de varianza determina que no se tiene efecto significativo por la madurez de las hojas (p

>0,05) su valor es de 0,1537; pero si hay un efecto significativo por el tipo de árbol ($p < 0,05$) su valor es de 0,0065 (tabla 6) ; lo cual se corrobora en el test de rangos múltiples de Duncan, al determinar que para el nivel de significancia de 0,05 la media de tipo de árbol alto y mediano respectivamente son iguales, sin embargo, con respecto al tipo del árbol bajo son significativamente diferentes (ver tabla 7).

En lo referente a Materia Orgánica (M.O.), las hojas jóvenes mostraron tener ligeramente un mayor porcentaje ($85,18 \pm 2,81\%$) con respecto a las hojas maduras y secas, por otro lado, las hojas maduras tuvieron un menor porcentaje en promedio ($82,90 \pm 2,89\%$) con respecto a las jóvenes y maduras (ver tabla 4). Las diferencias de promedios se pueden apreciar en la gráfica 3. Al plantear el análisis de varianza se determina de dos vías, determinando el efecto del tipo hoja y tipo de árbol, se encuentra que este tiene un coeficiente de determinación (r^2) de 0.43, lo que se indica que el 43% de los datos tomados son confiables para la variable de M.O. (ver tabla 5). El análisis de varianza determina que no se tiene efecto significativo por la madurez de las hojas ($p > 0,05$) su valor es de 0,1537; pero si hay un efecto significativo por el tipo de árbol ($p < 0,05$) su valor es de 0,0065 (tabla 6). lo cual se corrobora en el test de rangos múltiples de Duncan, al determinar que para el nivel de significancia de 0,05 la media tipo de árbol alto y mediano son iguales, pero estas con respecto al tipo del árbol bajo son significativamente diferentes (ver tabla 7).

Con referencia a la Proteína Bruta (P.B.), se determina que las hojas jóvenes tienen un promedio porcentual mayor ($20,02 \pm 1,53\%$) que las hojas maduras y secas. Las hojas maduras mostraron un promedio porcentual menor ($16,02 \pm 1,98\%$) con respecto a las hojas jóvenes y secas (ver tabla 4). Las diferencias de promedio se pueden apreciar en la gráfica 4. Al plantear el análisis de varianza se determina de dos vías, determinando el efecto del tipo hoja y tipo de árbol,

se encuentra que este tiene un coeficiente de determinación (r^2) de 0.19, lo que se indica que el 19% de los datos tomados son confiables para la variable de M.O. (ver tabla 5). El análisis de varianza determina que no se tiene efecto significativo por el tipo de árbol ni por la madurez de las hojas ($p > 0,05$) su valor es de 0,8294 y 0,1140 (ver tabla 6).

En lo referente al Extracto etéreo, se determina que las hojas maduras arrojaron un promedio porcentual mayor ($4,99 \pm 0,75\%$) que las jóvenes y las secas. Por otro lado, las hojas jóvenes arrojaron promedios porcentuales menores ($4,41 \pm 0,40\%$) que las maduras y las secas (ver tabla 4). Las diferencias de promedio se pueden apreciar en la gráfica 5. El análisis de varianza determina que no se tiene efecto significativo por el tipo de la madurez de las hojas ($p > 0,05$) su valor es de 0,5386. (ver tabla 6).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los pastos son la principal fuente nutricional para los bovinos en las regiones tropicales, tienen alta capacidad para suministrar proteína, energía, fibra, vitaminas y minerales al ganado lechero, de doble propósito o de carne. Tienen una alta capacidad de producir biomasa ya que son C4, lo cual se traduce en procesos fotosintéticos muy eficientes debido a que la región en la que se encuentra les permite crecer más o menos de forma continua durante todo el año, siempre y cuando dispongan de la humedad necesaria. En especies como kikuyo, estrella, brachiarias y guinea es común encontrar una producción de biomasa de 15 a 30 toneladas de materia seca por hectárea por año. El pasto estrella bien manejado, puede contener cantidades de proteína cruda del 18% y energía metabolizable de 2,15 Mcal /kg, puede aportarle a una vaca lechera la proteína cruda para producir alrededor de 17 kg de leche al día, sin embargo, la cantidad de energía que aporta le permitiría producir apenas 4-6 kg de leche al día. Una novilla de remplazo recibiendo la misma pastura, con respecto a la proteína bruta, podría ganar 2 kg de peso al día, pero la limitante es el aporte de energía le permitiría ganar entre 300 y 350 g en el mismo periodo (Sánchez J. 2007). Al comparar estos valores de proteína cruda aproximados del pasto estrella (18%), con los obtenidos en la investigación para *Capparis odoratissima*, en la cual en hojas jóvenes su proteína bruta media fue 20,02%, maduras 16,02% y secas 17,85%, indican que tienen un buen porcentaje de proteína bruta para la alimentación en bovinos, no obstante, al no tener los parámetros para calcular la energía metabolizable no se puede hacer un análisis completo.

De acuerdo con el artículo de utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero realizado por Jorge Sánchez realiza un análisis de la composición nutricional de algunos forrajes de uso frecuente en fincas de ganado bovino en el trópico, analizados en Costa Rica (Sánchez J. 2007), se realiza una comparación de los porcentajes de materia seca y proteína

bruta de varios alimentos utilizados en la alimentación de bovinos en el trópico con estos mismos valores en *Capparis odoratissima* en hojas jóvenes, maduras y secas. En la Tabla 8 se puede apreciar que con respecto a estos dos factores tienen la capacidad de competir en relación con otros alimentos utilizados comúnmente en la nutrición de bovinos en el trópico.

Tabla 8. Porcentajes de materia seca y proteína cruda de *Capparis odoratissima* con algunas gramíneas.

Especie	Materia seca %	Proteína cruda %
<i>Capparis odoratissima</i> Hojas jóvenes, maduras y secas respectivamente	42,92±2,08, 45,35±2,5 y 84,88±6,23	20,02±1,53%, 16,02±1,98% y 17,85±5,99%
Kikuyo	19-14	21-23
Estrella	25-22	13-18
Brizantha	25-21	10-12
Guinea	19	11
King Grass	17	9
Pasto elefante	28,7	7,5
Sorgo	23	9
Caña de azúcar	27	3,6
Maíz	28	8,5
Ensilaje de maíz	34	8,9

Adaptado de: Sánchez J. 2007

De acuerdo con la revista de la Sociedad Química del Perú por medio del artículo Digestibilidad y energía digestible se toma como referencia el análisis químico proximal en base seca de las cinco leguminosas tropicales (Sotelo A. et al 2016), en la Tabla 9 se identifica que de cinco leguminosas forrajeras tropicales se puede apreciar una comparación con factores nutricionales de cinco leguminosas tropicales. Es evidente que *Capparis odoratissima* puede ser competitiva frente a estas leguminosas con los parámetros evaluados especialmente en materia orgánica, materia mineral, proteína bruta y extracto etéreo.

Tabla 9. Composición nutricional de *Capparis odoratissima* con leguminosas tropicales

Especie vegetal	Nombre común	Materia organica %	Proteína bruta %	Extracto etéreo %	Materia mineral %
<i>Capparis odoratissima</i>	Naranjillo, palo de burro	85,18±2,81, 82,90±2,89	20,02±1,53, 16,02±1,98	4,41±0,40, 4,99±0,75 y 4,65±0,47	14,82±2,81, 17,10±2,89
<i>En hojas jóvenes, maduras y secas respectivamente</i>		y 83,82±3,03	y 17,85±5,99		y 16,18±3,03
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzu tropical, puero	92,52	19,76	1,98	7,48
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Bucare ceibo	87,60	24,81	4,36	12,40
<i>Stylozanthus guianensis</i>	Alfalfa brasileña	93,82	14,48	1,96	6,18
<i>Centrocema macrocarpum</i>	Centrosema	84,77	15,78	1,79	15,23
<i>Arachis pintoi</i>	Maní forrajero	89,16	18,59	1,55	10,85

Adaptado de: Sotelo A. et al 2016

De acuerdo con el artículo Sustitutos de Maíz utilizados en la alimentación animal en Costa Rica de Carlos M. Campos Granados y Javier Arce – Vega se toma como referencia los cuadros de composición nutricional de grano de maíz amarillo, salvado de trigo, pulpa de cítricos, cascarilla de soya y melaza de caña utilizado en la alimentación animal en Costa Rica (Campos C. et al 2016), por lo tanto se puede apreciar en la Tabla 10 una comparación con factores nutricionales de múltiples alimentos utilizados en la nutrición de bovinos. Es evidente que *Capparis odoratissima* puede ser competitiva frente a estos alimentos con los parámetros evaluados.

Tabla 10. Composición nutricional de *Capparis odoratissima* con algunos alimentos utilizados en la nutrición de bovinos

Especie vegetal	Materia seca %	Proteína bruta %	Extracto etéreo %	Materia mineral %	Autores
<i>Capparis o.</i> hojas jóvenes	42,92±2.08	20,02±1,53	4,41±0,40	14,82±2,81	Hernández, K; Solano, A, 2020
<i>Capparis o.</i> hojas maduras	45,35±2.56	16,02±1,98	4,99±0.75	17,10±2.89	
<i>Capparis o.</i> hojas secas	84±6.23	17,85±5,99	4,65±0,47	16,18±3,03	
Grano de maíz amarillo	87,30	8,7	4,1	1,8	Campos C. et al 2016
Salvado de trigo	87,9	19	4	5,9	
Pulpa de cítricos	86,7	7	3,6	7,2	
Cascarilla de soya	89,2	14	2,4	5,4	
Melaza de caña	76,7	5,2		9,1	
Matarratón	8,75-39,5	16,5-28,31		8,38-12	Cardozo J, 2013
Leucaena	27,7	27,68	2,31	6,92	Correa, T. et al s.f. Molina, I.C. et al 2015
Cajeto o Nacedero	22,36	21,58	2,56	16,80	Apráez, J et al 2019
Algarrobito	87,9	9	1,8	4	Peñaloza ,A. et al 2002

En un estudio realizado, comparando datos de dos diferentes granjas de trópico bajo en Colombia, las cuales tenían implementados sistemas silvopastoriles intensivos. El promedio de biomasa encontrada fue de 17,44 toneladas de materia seca por hectárea cada año con contenidos de proteína *Leucaena* de 25,5%, FDN 34,85%, FDA 26,85% y cenizas 6,64%. La producción de carne en promedio fue de 718 kg por hectárea por año, concluyendo que la calidad de dieta, como la producción de biomasa y la respuesta productiva de los animales fue mayor en este tipo de sistemas que en praderas tradicionales y aún en mejoradas, que dependen de un alto uso de insumos. Según Gaviria X. et al 2012 *Capparis odoratissima* es una buena opción para integrar en sistemas silvopastoriles, puede proveer de sombra al ganado y así promover el bienestar

animal, mejorando también la nutrición y además con el estudio realizado, se puede apreciar que podría ser competitiva con su porcentaje de proteína bruta. Los porcentajes de materia mineral de hojas jóvenes maduras y secas respectivamente en el estudio fueron de $14,82 \pm 2,81\%$, $17,10 \pm 2,89\%$ y $16,18 \pm 3,03\%$, evidenciando que pueden ser competitivos con respecto a *Leucaena*.

CONCLUSIONES

Capparis odoratissima tiene una buena concentración de materia seca, proteína bruta, materia orgánica, extracto etéreo y materia mineral en comparación a nutrientes suministrados comúnmente en la dieta.

Capparis odoratissima se presenta como una planta endémica que podría favorecer los ecosistemas del trópico bajo colombiano con potencial para ser implementada en sistemas silvopastoriles para dar sombra a los animales.

Recomendaciones

Sería pertinente realizar estudios para determinar parámetros como la fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, energía metabolizable y también realizar estudios *in vivo* para poder determinar más a profundidad el desempeño productivo animal cuando incluido esta materia prima en la dieta total de rumiantes.

REFERENCIAS

- Alcaldía de Tocaima Cundinamarca. (2018). *Información general del municipio*. Portal Oficial en plataforma del Departamento de Cundinamarca. Consulta: <http://tocaima-cundinamarca.gov.co/index.shtml?apc=v-xx1-&x=2661896>
- Apráez, J. Gálvez, A (2019). *Alternativas Alimentarias Para La Producción Pecuaria Del Trópico Alto De Nariño*. Universidad del Nariño, ISBN 978-958-8958-85-9. Pág.89.
- Benavides, J.E. (1994). *Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Volúmenes I y II*. CATIE, Costa Rica, 721p.
- Campos M, Arce J. (2016) *Sustitutos de maíz utilizados en la alimentación animal en Costa Rica*. Nutrición Animal tropical, ISSN-e 221-3527. Vol. 10, N°.2,2016. Págs. 91-113
- Cardozo, J. V. (2013). *El matarratón (Gliricidia sepium) en la alimentación de rumiantes*. Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/1076>.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, (2002). *Los sistemas silvopastoriles en la ganadería bovina del trópico bajo colombiano*. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=ZVofvmDfJAQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Correa, T. G., & Barahona, R. Consumo en pastoreo de SSP_i con *Leucaena leucocephala*.
- Edenio Detmann, Tadeu Eder da Silva, Sebastião de Campos Valadares Filho, Cláudia Batista Sampaio, Malber Nathan Nobre Palma. Capítulo 04, Valadares Sebastião, et al., *“Predição do valor energético de dietas para bovinos a partir da composição química*

dos alimentos". Compilado de: Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados
BR-CORTE 3a edición

Espinosa J, Díaz F. (2011) *Estudio bioquímico dirigido contra el virus del dengue del extracto etanólico de dos plantas del caribe colombiano: Croton malambo karst y Capparis odoratissima Jacq.* Tesis, Universidad de Cartagena. Disponible en:
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/5809>.

Escobar P, Etcheverria P, Vial M, Daza J. (2020) *Concepto de materia seca y su uso. Instituto de investigaciones agropecuarias, Informativo N 119.* Ministerio de agricultura, Gobierno de Chile.

García, D. E.; Medina, M. G.; Cova, L. J.; Humbría, J.; Torres, A.; Moratinos, P. (2008).
Preferencia caprina por especies forrajeras con amplia distribución en el. Archivos de Zootecnia, 12.

Gaviria X, Sossa C, Montoya C, Chará J. (2012) *Producción de carne bovina en sistemas silvopastoriles intensivos en trópico bajo colombiano. Conferencia: VII congreso latinoamericano de agroforestería para la producción animal sostenible.* Belem, Brasil.

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262936613_

Produccion_de_Carne_Bovina_en_Sistemas_Silvopastoriles_Intensivos_en_el_Tropico_Bajo_Colombiano

Gutierrez, D. M; Ortiz, D; Muñoz, G.; Baha, M.; Serrano V. (2010) *Contenido de sustancias antinutricionales de malezas urbanas usadas como forraje.* Revista Latinoamericana de Química 38/1. Consulta en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rlq/v38n1/v38n1a6.pdf>

- Hiai, S.; Oura, H.; Nagakajima, T. (1976) Color reaction of some sapogenins and saponins with vanillin and sulphuric acid. *Planta Medica*.
- Losada J, Díaz M, Holbrook M. (2019) *Idioblasts as pathways for distributing water absorbed by leaf surfaces to the mesophyll in Capparis odoratissima*. DOI: <https://doi.org/10.1101/2019.12.17.879577>.
- Medina, M., García, D., Cova, L., Soca, M., Dominguez, C., Baldizán, A., & Pizzani, P. (2008). *Preferencia de rumiantes por el follaje de árboles, arbustos y herbáceas*. *ZOOTECNIA TROPICAL*, 5.
- Molina, I. C., Donneys, G., Montoya, S., Rivera, J. E., Villegas, G., Chará, J., & Barahona, R. (2015). *La inclusión de Leucaena leucocephala reduce la producción de metano de terneras Lucerna alimentadas con Cynodon plectostachyus y Megathyrsus maximus*. *Livestock Research for Rural Development*, 27(5), 1-8.
- Olivera N. M.; Martínez P. C.; Real de Leon E. (1993). *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. Documento de campo No. 7. Proyecto Aquila II GCP/RLA/102/ITA del Programa de Cooperación Gubernamental FAO-Italia*. Consulta en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S00.htm#TOC>
- Peñaloza, F. San Martín, F. Ara, M (2002) *Valor Nutricional De La Algarroba (Prosopis Pallida) En La Alimentación Del Caballo*. *Rev Inv Vet Perú* 2002; 13(1): 17-24
- Sánchez J. (2007) *Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero*. *Centro de investigaciones en nutrición animal*, Universidad de Costa Rica. XI seminario de Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf

Santini F. (2014) *Conceptos básicos en la nutrición de rumiantes. Área de investigación en producción animal, grupo de nutrición animal INTA, EEA Balcarce.* Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina. Disponible en:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf.

Sotelo A, Contreras C, Norabuena E, Castañeda R, Van Heurck. Bullón L. (2016) *Digestibilidad y energía digestible de cinco leguminosas forrajeras tropicales.* Rev. Soc.Quím.Perú vol.82 no.3 Lima jul./set.2016. ISSN 1810-634X. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300006

ANEXOS

HERBARIO.



Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

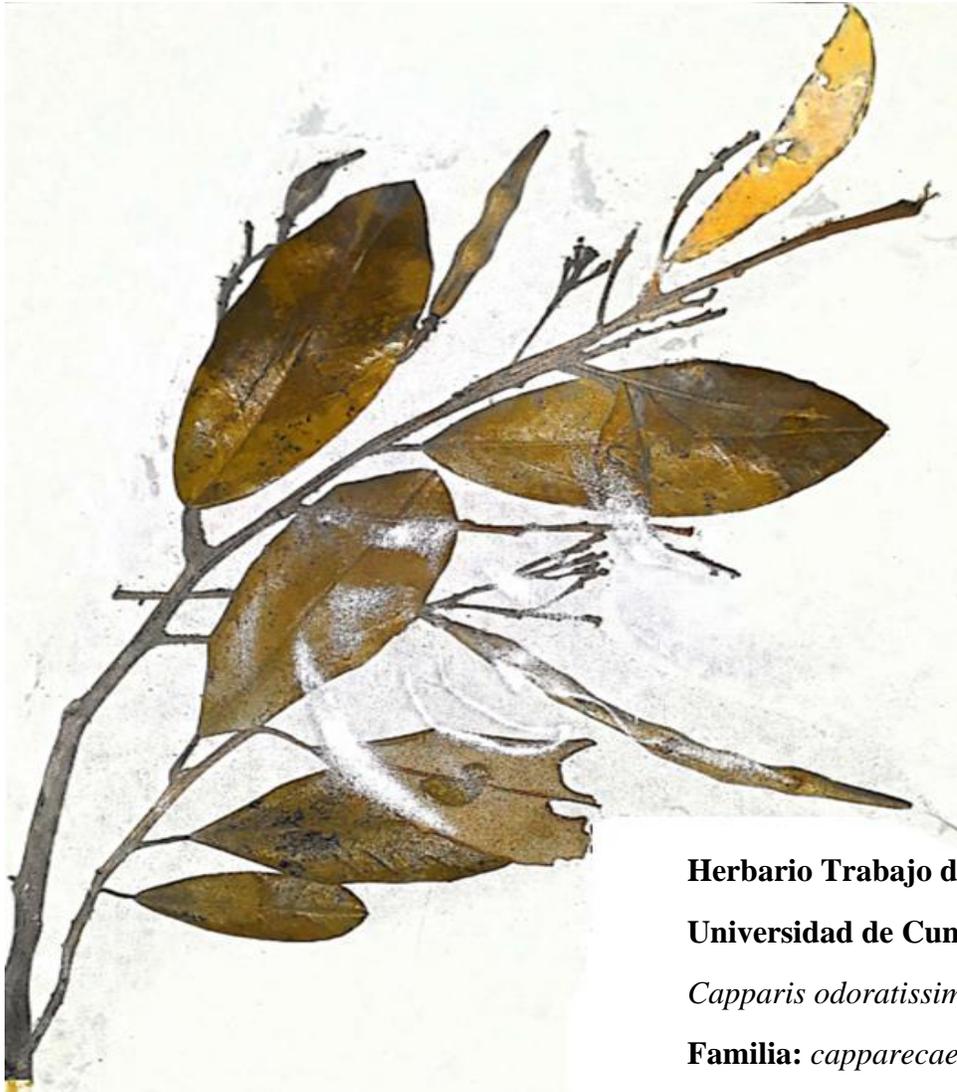
Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Hojas
simples, alternas, dispuestas
helicoidalmente, apiculadas, con
base redondeada, borde entero,
flores pequeñas y fragantes color
crema que se tornan purpúreas.

Fecha: 04-diciembre-2019

LED: Karen Hernández

DET: Alexander Moreno



Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Sus
hojas tienen una lámina cóncava y
un apéndice redondeado con
muchas escamas doradas en el
envés.

Fecha: 04-diciembre-2019

LED: Karen Hernández

DET: Alexander Moreno



Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *cappareae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Es
común observarla en áreas planas,
con vegetación caducifolia,
cercanas a la costa, incluso cuando
están temporalmente inundadas y
manglares

Fecha: 04-diciembre-2019

LED: Karen Hernández

DET: Alexander Moreno



**Herbario Trabajo de Grado
Universidad de Cundinamarca**

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Las dos
superficies pueden absorber agua
condensada, siendo más
significativa en la parte superior.

Fecha: 04-diciembre-2019

LED: Karen Hernández

DET: Alexander Moreno



Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Las
tasas de pérdida por evaporación de
la parte superior coinciden con la
conductancia de la cutícula,
muchos idioblastos conectan la
superficie de la hoja adaxial y los
pelos peltatos adaxiales, que
contienen sustancias higroscópicas
como las proteínas
arabinogalactanos y pectinas.

Fecha: 22-febrero-2020

LED: Andrés Solano

DET: Karen Hernández



Herbario Trabajo de Grado
Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Las
hojas de *C. odoratissima* están
cubiertas con pelos peltados
multicelulares superpuestos,
mientras que las superficies
adaxiales son glabras pero con
estructuras en forma de estrella a
intervalos regulares.

Fecha: 22-febrero-2020

LED: Andrés Solano

DET: Karen Hernández



Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Sus
frutos son de 3 a 5 cm de largo por
1 cm de ancho, sus semillas son
ovaladas, duras, tienen color
marrón claro.

Fecha: 22-febrero-2020

LED: Andrés Solano

DET: Karen Hernández





Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Posee
un sistema radicular muy eficiente,
que le permite absorber agua del
terreno donde se encuentra.

Fecha: 22-febrero-2020

LED: Andrés Solano

DET: Karen Hernández



EPIDERMIS DE LA RAIZ



CORTE TRANSVERSAL DE LA RAIZ

Herbario Trabajo de Grado
Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Es un
árbol de copa globosa que alcanza
los 12 m de altura y 35 cm de
diámetro en su tronco.

Fecha: 04-diciembre-2019

LED: Karen Hernández

DET: Alexander Moreno



CORTE TRANSVERSAL DE LA RAMA PRIMARIA

Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia, Cundinamarca. Girardot, vereda Pubenza, Vía Tocaima, 400 m.s.n.m.

Descripción Morfológica:

Capparis odoratissima, pertenece a la familia *Carppareceae* y recibe los nombres comunes del naranjuelo, palo de burro, tablón, tinto y olivo.

Fecha: 04-diciembre-2019

LED: Karen Hernández

DET: Alexander Moreno



CORTE OBLICUO DE LA RAMA PRIMARIA



Herbario Trabajo de Grado

Universidad de Cundinamarca

Capparis odoratissima

Familia: *capparecae*

Localización: Colombia,
Cundinamarca. Girardot, vereda
Pubenza, Vía Tocaima, 400
m.s.n.m.

Descripción Morfológica: Tiene
compuestos higroscópicos
relacionados con la pared celular de
los peltos e idioblastos, creando
una red de microcanales que
mantienen la hidratación de las
hojas y promueven la absorción de
agua aérea.

Fecha: 04-diciembre-2019

LED: Karen Hernández

DET: Alexander Moreno