



**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CONCENTRACIÓN
DE NUTRIENTES A DIFERENTES ALTURAS DE CORTE DE ACACIA DECURRENS
EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTESIVO EN TRÓPICO ALTO**

Trabajo de Grado

Estudiante

María Isabel Paula Bonini

Cod 2215694

Dirección de tesis

Andrea Lorena Riaño

Carlos Mario Artunduaga Ruiz

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ciencias y Tecnologías

DUAD

Mayo de 2022



EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CONCENTRACIÓN
DE NUTRIENTES A DIFERENTES ALTURAS DE CORTE DE ACACIA DECURRENS
EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTESIVO EN TRÓPICO ALTO

1. Tabla de contenido

2.	Índice De Tablas	5
3.	Índice De Gráficas.....	6
4.	Resumen	7
5.	Summary	8
6.	Introducción.....	9
7.	Planteamiento Del Problema.....	10
8.	Hipótesis.....	10
9.	Hipótesis nula.....	10
10.	Justificación.....	11
11.	Objetivos.....	13
	Objetivo Principal	13
	Objetivos específicos.....	13
12.	Metodología De Trabajo	13
13.	Marco Teórico	14
	Descripción Botánica <i>Acacia decurrens</i>	15
	La <i>Acacia decurrens</i> como especie invasora	17
	Productividad de la <i>Acacia decurrens</i>	17
	Componente Agronómico De La <i>Acacia decurrens</i>	17

Micorrizas y Acacias	18
<i>Acacia decurrens</i> y <i>Rhizobium</i>	19
Usos <i>Acacia decurrens</i>	20
Sistemas Silvopastoriles.....	21
<i>Acacia decurrens</i> En Sistemas Agrosilvopastoriles	22
<i>Acacia decurrens</i> En Nutrición y Alimentación De Rumiantes.....	23
Composición Nutricional De La <i>Acacia decurrens</i>	24
Factores Antinutricionales En <i>Acacia decurrens</i>	25
<i>Acacia decurrens</i> En La Nutrición De Bovinos	25
<i>Acacia decurrens</i> En La Nutrición De Caprinos	28
14. Resultados y Discusión.....	29
Análisis estadístico	32
12. Conclusiones	61
Conclusión general.....	61
Conclusiones particulares	61
13. Aportes.....	62
14. Bibliografía.....	63

2. Índice De Tablas

Tabla 1	14
Tabla 2	27
Tabla 3	28
Tabla 4	30
Tabla 5	30
Tabla 6	31
Tabla 7	32
Tabla 8	33
Tabla 9	34
Tabla 10	36
Tabla 11	41
Tabla 12	44
Tabla 13	45
Tabla 14	46
Tabla 15	48
Tabla 16	49
Tabla 17	51
Tabla 18	52
Tabla 19	54
Tabla 20	55
Tabla 21	57

3. Índice De Gráficas

Grafica 1.....	37
Grafica 2.....	38
Grafica 3.....	39
Grafica 4.....	40

4. Resumen

El presente trabajo consistió en estudiar la viabilidad de la *Acacia decurrens* como una alternativa de forraje para rumiantes en el Trópico Alto, a partir del análisis de la concentración de nutrientes y la producción de biomasa comparando tres alturas diferente de corte (60 cm, 90 cm y 120 cm). Este estudio se realizó en el lote 18 del centro de Biotecnología Agropecuaria del SENA en Mosquera, departamento de Cundinamarca. En el lote 18, de 4200 m² (metros cuadrados) que formaba parte (SSPi), se realizó un diseño de bloques completos al azar para el cual se escogieron 3 parcelas homogéneas en cuanto a su tamaño (360 m²) y condiciones. En cada parcela se escogieron 2 árboles que fueron cortados a 60 cm, 2 árboles que fueron cortados a 90 cm y 2 árboles que fueron cortados a 120 cm, pesándose la biomasa obtenida en base fresca en base seca. Lueo de cada pesaje posterior al proceso de deshidratación por la permanencia de la biomasa durante 30 días a temperatura ambiente, se determinó el peso de la materia seca. Fueron 4 instancias de corte, la primera en marzo 2019 por cuestiones administrativas el proyecto tuvo un impass de 6 meses. El segundo momento fue en agosto 2019, tercero en septiembre y el cuarto fue en octubre 2019. A partir de la medición de la biomasa, se enviaron pooles de las 3 últimas instancias de corte con muestras de cada medida de corte en cada instancia, realizando los estudios bromatológicos y, a partir de ellos, obteniendo las características nutricionales de cada corte.

Luego de la realización del pesaje del forraje tanto en base húmeda como en base seca, el análisis de varianza y cálculos porcentuales se concluyó que existen leves diferencias cuantitativas entre los diferentes cortes de forraje, expresando mayor cantidad de biomasa en cortes a 60 cm que en los cortes a 90 cm y a 120 cm. A partir del estudio bromatológico del material en base seca, el forraje cortado a 90 cm resultó con mayor concentración de nutrientes que el forraje cortado a 60 y a 120 cm.

5. Summary

*The present work consisted of studying the viability of *Acacia decurrens* as a forage alternative for ruminants in the High Tropics, based on the analysis of nutrient concentration and biomass production, comparing three different cutting heights (60 cm, 90 cm and 120 cm). This study was carried out in lot 18 of the Agricultural Biotechnology Center of SENA in Mosquera, department of Cundinamarca. In lot 18, of 4200 m² (square meters) that was part of (SSPi), a randomized complete block design was carried out for which 3 homogeneous plots were chosen in terms of size (360 m²) and conditions. In each plot, 2 trees were chosen that were cut to 60 cm, 2 trees that were cut to 90 cm and 2 trees that were cut to 120 cm, weighing the biomass obtained on a fresh basis on a dry basis. After each weighing after the dehydration process by the permanence of the biomass for 30 days at room temperature, the weight of the dry matter was determined. There were 4 court instances, the first in March 2019 for administrative reasons, the project had an impasse of 6 months. The second moment was in August 2019, the third in September and the fourth was in October 2019. From the biomass measurement, pools of the last 3 cutting instances were sent with samples of each cutting measure in each instance, making the bromatological studies and, from them, obtaining the nutritional characteristics of each cut.*

After weighing the forage both on a wet basis and on a dry basis, the analysis of variance and percentage calculations concluded that there are slight quantitative differences between the different forage cuts, expressing a greater amount of biomass in cuts at 60 cm than in cuts at 90 cm and 120 cm. From the bromatological study of the material on a dry basis, the forage cut at 90 cm resulted in a higher concentration of nutrients than the forage cut at 60 and 120 cm.

6. Introducción

La escasez de alimento para el ganado en determinados momentos del año, y su relación con la productividad de las fincas, genera la necesidad de la adquisición de concentrados para la suplementación de los animales, variable que determina el alza de los costos de producción. Esta problemática es el resultado de la estrecha relación entre la estacionalidad, la disposición de alimento para los rumiantes y la productividad del mismo, siendo necesario buscar alternativas alimenticias que permitan suplementar los requerimientos nutricionales de los animales.

A partir de las características agronómicas, fenológicas, ecológicas y productivas de este árbol y teniendo en cuenta su difusión en las regiones frías de Colombia, la *Acacia decurrens* se perfila como una opción viable en la suplementación de herbívoros -en particular rumiantes-, dadas sus características bromatológicas de 48,75% MS, proteína cruda $15,8 \pm 1,53$, FDN $47,26\% \pm 2,38$, FDA $31,43\% \pm 0,05$, DIVMS 47,06 % (técnica de celulasa). Degradabilidad ruminal *in situ* (48 horas), de $48,27\% \pm 3,05$. Degradabilidad ruminal en la M.S. inicial de 22,69%; máxima de 50,48, tasa de degradación de 0,033 por ciento/h y tiempo medio de 21,45 h (Londoño y Velázquez, 1999; Fernández y Zapata, 1999 y Giraldo, 1999) citados (Giraldo, Fernández, Zapata, Londoño, & Velázquez, 2001).

En el análisis realizado se midió la cantidad de biomasa y las características nutricionales de la *Acacia Decurrens* en cortes de 60, 90 y 120 cm en un sistema silvopastoril intensivo instalado en el Sena de Mosquera.

7. Planteamiento Del Problema

A partir de la problemática ambiental, productiva y económica involucrada con la producción ganadera, urge la búsqueda de alternativas que permitan producciones sostenibles, que ofrezcan al ganado alimento de calidad, optimizando las condiciones de vida de los animales, de su bienestar, generando un incremento en la productividad, manifiesto por la eficiencia alimenticia de los forrajes ofrecidos, y el índice de conversión nutricional.

Teniendo en cuenta la proporción directa entre el follaje producido por una especie arbórea y su eficiencia en la captura de carbono, la cantidad de biomasa que la *Acacia decurrens* genera, constituye un indicador que permite la cuantificación de los beneficios nutricionales y ambientales que esta especie brinda.

Dentro del planteamiento del problema, surgen las siguientes preguntas:

¿Qué relación existe entre la altura del corte del forraje y la biomasa obtenida?

¿Qué relación existe entre la altura del corte del forraje y la materia seca obtenida?

¿Qué relación existe entre la altura del corte del forraje y las características bromatológicas del material obtenido?

8. Hipótesis

Los cortes de *Acacia Decurrens* realizados a 60 cm, 90 cm y 120 cm presentan diferencias cualitativas y cuantitativas ante su análisis para la inclusión en dietas para rumiantes.

9. Hipótesis nula

La altura de corte de la *Acacia decurrens* no presenta diferencias cuantitativas y cualitativas en su análisis como forraje a suministrar en la dieta de rumiantes.

10. Justificación

Las dificultades que implica el desarrollo de la actividad ganadera en Colombia, son consecuencia de varios factores -tales como la relación entre el clima y la disponibilidad de alimento para los animales- incidiendo directamente en la productividad de los mismos, incrementando los costos y la rentabilidad de las explotaciones, ante la necesidad de suplementación de los animales, o ante la merma en la productividad del ganado ocasionadas por la escasez de forrajes.

A partir de esta problemática, urge la implementación de estrategias que permitan la oferta de alternativas que permitan desvincular la estacionalidad de la disposición de alimentos para los animales, en busca del incremento de la productividad de las fincas ganaderas.

A partir de esta premisa, la modificación de la producción ganadera basada en monocultivos, se está replanteando; como consecuencia de esta reformulación están surgiendo alternativas diferentes que permitirán el incremento de alimentos de calidad a disposición de los animales de producción, enfocándose en su bienestar y en los beneficios productivos que el mismo conlleva, sin desatender la problemática ambiental que este tipo de producción implica.

Los estudios realizados a esta especie, indican su composición nutricional: materia seca (48,75 por ciento), proteína cruda (promedio $15,8 \pm 1,53$), FDN de $47,26 \pm 2,38$, FDA de $31,43 \pm 0,05$, DIVMS 47,06 por ciento (técnica de la celulasa). Degradabilidad ruminal *in situ* (48 horas), de $48,27 \pm 3,05$. Degradabilidad ruminal en la M.S. inicial de 22,69 por ciento; máxima de 50,48, tasa de degradación de 0,033 por ciento/h y tiempo medio de 21,45 h (Fernández, Zapata, & Giraldo), a partir de lo cual es factible su utilización en suplementación de ganado.

Para la medición de las emisiones GEI se maneja una escala en la cual se reportan emisiones positivas (carbono positivo se captura más del emitido), las emisiones neutras (se emite tanto carbono como el que se logra capturar) y las emisiones GEI negativas (no se logra capturar todo el carbono que se emite) constituyendo este último resultado un riesgo para el sector ganadero, ya

que las emisiones GEI negativas podrían representar el impedimento del ingreso de productos del sector agropecuario en mercados internacionales (Ayarza & al, 2009).

Una de las características de la *Acacia decurrens* es su importancia en la captura de carbono, teniendo en cuenta que las leñosas en general y los árboles en particular retienen el carbono por mayor cantidad de tiempo, siendo fundamentales en las explotaciones que trabajan en la reducción de la huella de carbono (Bugmann 2006) citado por (CAR, 2018).

De acuerdo a estudios realizados, la *Acacia decurrens* tiene la capacidad de capturar 23.73 ton/ha⁻¹ de carbono, siendo directamente proporcional la eficiencia en la captura de carbono con la cantidad de biomasa producida por la especie. (Rosas y Salazar, 2010) citado por (CAR, 2018).

La *Acacia decurrens*, es una especie cuyos requerimientos edáficos son amplios, ya que su crecimiento se da en suelos áridos, en sitios secos, tiene la posibilidad de adaptarse a suelos erosionados y arenosos y tolera suelos pesados. Esta especie tiene la capacidad de colonizar potreros sobrepastoreados y apisonados. La participación de la *Acacia decurrens* en el reciclaje de nutrientes es activa, con la posibilidad de lograr el incremento de P, Ca, K, Mg, además de fijar nitrógeno (CAR, 2018).

Por las características anteriormente mencionadas, la *Acacia decurrens* es una especie utilizada para la recuperación de suelos, el control de su erosión, la recuperación del nitrógeno, aprovechándose su madera para la utilización como leña. En Colombia esta especie es utilizada en diferentes arreglos en sistemas agrosilvopastoriles, ya sea como barreras rompevientos, cercas vivas, bancos de proteínas, fundamentalmente en regiones montañosas y como suplemento del ganado lechero (CAR, 2018).

Por su eficiencia en la captura de carbono, la tolerancia en distinto tipo de suelos, la *Acacia decurrens* se considera una opción viable para la implementación de proyectos de ganadería ecológica y sostenible, ante los servicios ecosistémicos que brinda, sin desestimar su potencial como especie adecuada para la suplementación de ganado, debido a la cantidad y calidad de forraje que produce.

11. Objetivos

Objetivo Principal

Determinar la cantidad de biomasa y la composición nutricional de *Acacia decurrens* en cortes de 60 cm, 90 cm y 120 cm.

Objetivos específicos

- Determinar la producción de follaje consumible en base fresca y seca de la especie *Acacia decurrens* a tres alturas de corte.
- Comparar la composición química del follaje a tres alturas de corte en follaje de *Acacia decurrens*
- Determinar el corte más adecuado cuantitativa y cualitativamente para suministro como forraje en la dieta de rumiantes

12. Metodología De Trabajo

La metodología implementada para determinar la producción de biomasa consumible en base fresca y materia seca y la composición nutricional en distintas medidas de la *A. decurrens*

Se trabajó en un sistema agrosilvopastoril intensivo en el cual la *A. decurrens* está asociada a pasto kikuyo y se encuentra establecido en el SENA que se ubica en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, ubicado 4° 41' 44" N y 74° 12' 59" W (www.google.com, s.f.) a una altura de 2516 mts sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre los 12 y 14°C (www.micolombiadigital.gov.co, s.f.).

La metodología de trabajo es en base a diseño de bloques completos al azar, desarrollado a partir de la realización de 4 instancias de cortes realizados en el lote 18 de 4200 mts² en 3 parcelas de 360 m² c/u con características homogéneas. Los momentos de corte fueron en

marzo de 2019 la primera instancia, -y luego de un receso cuyas razones fueron administrativas- se realizó el segundo corte en agosto de 2019, en septiembre de 2019 y en octubre de 2019. En cada parcela, en cada momento se seleccionaron al azar 6 árboles, de los cuales 2 árboles fueron cortados a 60 cm, 2 árboles a 90 cm y 2 árboles a 120 cm de *Acacia decurrens*, sumando 18 árboles en cada una de las 4 instancias de corte, midiéndose sobre un total de 72 árboles. A partir de los cortes se realizó el pesaje de la biomasa húmeda y la deshidratada. Los datos obtenidos fueron tabulados.

Se realizó un estudio bromatológico de un pool de cada una de las medidas y cada una de las repeticiones con el material obtenido en el segundo, tercero y cuarto momento -no se agregó material obtenido en el primer momento de corte-. Las pooles correspondieron a las 3 medidas de corte (60, 90 y 120) y a las 2 repeticiones (árbol 1 y árbol 2) obteniéndose el contenido nutricional del forraje.

Los datos se analizaron utilizando la aplicación Infostat, utilizando la prueba de comparación múltiple de Duncan para realizar el análisis de las variables altura de corte, peso fresco y peso seco y para el contenido nutricional se analizaron las variables PT, NT, FDN, FDA, Cc, Hem,C, EB. Luego del análisis estadístico realizado con el Infostat se realizó el análisis de rendimiento cuantitativo, gráficas ilustrativas y el análisis del contenido nutricional del forraje.

13. Marco Teórico

Tabla 1

Taxonomía Acacia decurrens

Nombre científico	<i>Acacia decurrens</i>
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta

Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	Acacia
Epíteto específico	Acacia Decurrens

Descripción Botánica *Acacia decurrens*

La *Acacia decurrens* es una especie botánica perteneciente al subgénero *Acacia* Phyllodineae, sección Botrycephalae, que es oriunda de regiones frías-templadas del sureste australiano, introducida en los continentes de Asia, África, Norte América, Centro América y Caribe, Sur América, Europa y Oceanía, con lo cual se encuentra en todo el mundo. En Colombia se considera una especie arbórea invasiva en Colombia por el Instituto Alexander-Von-Humboldt (Calderón, 2003), de la misma manera que en otros lugares del mundo.

Esta sección de Acacias comprende más de 50 taxones cuyas características son el follaje bipinnado (que no desarrollan filoides típicos de la mayoría de acacias australianas) y pecíolos de 0,7 a 2,8 cm de largo (Harden, 2001) citado en (Pineda Hernández, 2017).

La *Acacia decurrens* es un arbusto de entre 5-7 m de altura, (aunque puede llegar a alturas de 22 mts). De copa cónica o redondeada, de color verde oscuro, ramillas angulosas, con costillas casi aladas, glabras. Sus hojas son bipinnadas, decurrentes, con pecíolo y raquis anguloso, con 5-15 pares de pinnas, cada una de ellas con 15-35 pares de folíolos lineares, de 5-14 x 0,5-0,7 mm, bien separados unos de otros, glabros. En el pecíolo posee glándulas, por encima del pulvínulo y en el raquis, justo por debajo del punto de inserción de cada pinna (Pineda Hernández, 2017)..

Se trata de una especie cuya floración es temprana. Las flores son racimos o panículas de glomérulos de color amarillo brillante, sobre pedúnculos casi glabros de 3-6 mm de largo, de

flores pentámeras. Legumbre es linear, de 4-10 cm x 5-6 mm, recta o ligeramente curvada, subcoriácea, de color castaño oscuro, glabra, con los márgenes levemente constreñidos entre las semillas, que se disponen de forma longitudinal y funículo corto.

La *Acacia decurrens* es un árbol perenne, erecto, de alturas que oscilan entre 5 a 15 mts de altura, que en condiciones favorables, logra alcanzar alturas de hasta 22 mts. Su tronco principal, de corteza lisa es de color gris a negro y tiende a formar ramillas laterales, cuya corona de extensión puede alcanzar 8 mts en especímenes de gran tamaño. Las hojas son bipinnadas de color verde oscuro y la inflorescencia consiste en racimos de cabezas de flores globulares, compuesta cada una por 15 a 30 flores por racimos. Las vainas, lineales, son de color marrón o rojo oscuro, planos; las semillas, se encuentran ubicadas longitudinalmente en la vaina (Pineda Hernández, 2017).

Se trata de un árbol de follaje medio, de sistema radicular superficial y que se reproduce por semilla multiplicada mediante esquejes y brotes de la raíz (Sánchez, 2014), citado en (CAR, 2018). La *Acacia decurrens* posee un gran potencial reproductivo, teniendo en cuenta que la larga viabilidad de los propágulos y las variadas condiciones fenológicas en que las plántulas se desarrollan. La *Acacia Decurrens* crece en suelos áridos en regiones secas, pudiendo adaptarse a suelos erosionados y arenosos, tolerando suelos pesados y colonizando áreas pisoteadas, consecuencia del impacto provocado por la actividad ganadera

(www.corpoboyaca.org.co), citado en (CAR, 2018).

Esta especie, originaria de Australia, ha sido introducida en diferentes países a nivel mundial, considerándose invasiva en ciertas regiones, siendo esta especie incluida en esta definición por el instituto Alexander Von Humboldt en Colombia (Pineda Hernández, 2017). En este país, la *Acacia Decurrens* se ubica en pisos térmicos fríos, a alturas que oscilan entre 2000 y 3000 mts sobre el nivel del mar, con temperaturas promedio de 12°C (Moreno y Holguín 2012), citado en (CAR, 2018).

Por la gran capacidad de propagación de esta especie -mediante la distribución de sus semillas y frutos a partir de la acción del viento-, y su gran capacidad de rebrote, logra gran crecimiento en condiciones agroclimatológicas favorables (CAR, 2018).

La *Acacia decurrens* como especie invasora

Teniendo en cuenta que la *A. decurrens* es una especie no autóctona, considerada invasora, establecida en el Trópico Alto en Colombia. El establecimiento de *A. decurrens* requiere de acciones de control y de prevención para evitar que la propagación de sus poblaciones afecte las especies autóctonas. (CAR, 2018).

Productividad de la *Acacia decurrens*

La producción de semillas de *A. decurrens*, oscila entre los 60.000 y 90.000 semillas/Kg (Quiroz, I. et al. 2009). Son semillas resistentes y viables durante largos períodos de tiempo, que pueden ser activadas en diferentes condiciones térmicas y lumínicas (Funes et al. 2009; Bañalres et al. s.f.). citados en (Solórzano Bejarano, 2012).

La hojarasca que se forma en el suelo a partir de la defoliación permanente y la dispersión de semillas, limita la disponibilidad de espacios de implantación y acceso a la luz solar, limitando a su vez la implantación de otras especies y favoreciendo la regeneración de la acacia García et al. 2010; Gómez, 2008) citado en (Solórzano Bejarano, 2012).

Componente Agronómico De La *Acacia decurrens*

Se trata de una especie presente en regiones que oscilan entre el clima cálido subhúmedo al cálido húmedo. Las precipitaciones en estos tipos de climas oscilan entre una media anual de 900 a 1500 mm, siendo la *A. decurrens* tolerante a heladas moderadas (Boland 1987) citado en (Pineda Hernández, 2017).

Sin embargo por su distribución a nivel mundial, la *A. decurrens* presenta una amplitud climática que comprende precipitaciones anuales de 900-2000 mm, con estación seca de 2 a 3 meses, con régimen de verano-lluvia uniforme; promedio de temperatura de 12 a 18°C y temperaturas máximas de 16 a 24°C, con temperaturas mínimas 2 a 10°C, (Webb 1984) citado en (Pineda Hernández, 2017).

La *Acacia decurrens* se amolda a suelos profundos, ligeros a medios, de drenaje libre, ubicándose en forma natural en tierra amarillas, ácidas y neutras, rojas ácidas, marrones y podsoles, considerados suelos de fertilidad moderada (Ruskin 1983) citado en (Pineda Hernández, 2017).

Los pisos térmicos donde crece la *A. decurrens* se ubican entre 2000 y 3000 mts sobre el nivel del mar (Moreno y Holguín 2012) citado en (CAR, 2018). La propagación es vegetativa por retoños y a través de su semilla, cuya producción es alta (15000/m²/ año) Las semillas poseen testa muy delgada lo cual es permite una alta tasa de germinación (Richardson & Kluge 2008), citado en (Pineda Hernández, 2017).

Micorrizas y Acacias

Se denominan micorrizas a las asociaciones conformadas por grupos de hifas fúngicas (micelio) que pueden envolver las raíces de las plantas y lograr su penetración intercelular mediante el cortex, como las micorrizas sin manto fúngico: como la Micorriza arbuscular, la Micorriza ericoide, y la Micorriza orquideoide. En algunos casos envuelven las raíces con un manto como las endomicorrizas, las micorrizas arbutroide y las micorrizas monotropoides.

Las hifas se ramifican en el suelo, y la red que conforman tiene la capacidad de interconectar en forma subterránea a las raíces de las plantas. Bajo determinadas condiciones esta red de micelio permite el libre intercambio de nutrientes hacia las plantas huéspedes y hasta todas aquellas que estén conectadas a esa red, generando una unión subterránea entre diferentes plantas, siendo la micorriza beneficiosa para las plantas y el ecosistema en cuanto a su

funcionalidad y supervivencia. Los hongos micorrícicos pueden clasificarse en micromicetos o macromicetos. Las plantas huéspedes pueden ser gimnospermas, angiospermas, briofitas, equisetofitas y helechos. Las micorrizas de diferentes tipos se presentan diferentes ecosistemas y en distintas familias de plantas. (Camargo Ricalde, Montaña, De la Rosa Mera, & Montaña Arias, 2012).

Las micorrizas asociadas a las raíces de *Acacia decurrens* endomicorrizas (Camargo Ricalde, Montaña, De la Rosa Mera, & Montaña Arias, 2012).

Acacia decurrens* y *Rhizobium

El nitrógeno es uno de los gases que forman parte de la atmósfera, que las plantas requieren pero que no pueden utilizarlo en estado gaseoso y necesitan obtenerlo del suelo en forma de nitratos o amonio.

Para que el proceso de fijación pueda realizarse, es necesaria la presencia de microorganismos que porten una enzima (nitrogenasa) que permita convertir el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado (Wang, Martínez Romero, & López Lara, 2001).

Estos microorganismos, se conocen como Rizobiosson un grupo de bacterias que en las raíces o tallos de leguminosas inducen la formación de nódulos (estructuras especiales en las que el nitrógeno gaseoso se reduce a amonio).

La efectividad de la simbiosis entre las leguminosas y los Rizobios, está determinada por diversos factores, y muchas leguminosas requieren cepas específicas para realizar una eficiente fijación de nitrógeno (Tang, 1986).

Las condiciones ambientales de luz, temperatura, humedad y los factores químicos y nutricionales del suelo (la acidez o alcalinidad regulada con Ca), influyen en la toxicidad por Al y Mn que en pH menores a 4,5 afectan el rendimiento y la nodulación de las plantas, de la misma forma que la presencia de macroelementos como N (influye en los procesos de

nodulación), P (se vincula a la energía, siendo fundamental en leguminosas) y K (se relaciona a procesos de fotosíntesis). Las enzimas y coenzimas que participan en diferentes reacciones vinculadas al proceso de fijación simbiótica están conformadas por ciertos micronutrientes, tales como Mo y Co. También influye en la fijación la presencia de Fe, Zn, Bo (Tang, 1986). Las plantas requieren de macroelementos (N, P, K) para la realización de diversas funciones, influyendo en los procesos de nodulación.

La Acacia es una especie que crece en suelos áridos, logrando la estabilidad de suelos erosionados y arenosos (Alarcón, Lozano de Yunda, & Chaparro, 1997).

La nodulación en acacias, puede darse a partir de la contaminación por bacterias de crecimiento rápido (*Rhizobium*) o por bacterias de crecimiento lento (*bradyrhizobium*).

Usos *Acacia decurrens*

Al tratarse de un arbusto cuya altura oscila entre los 5 mts y los 22 mts, se utiliza en barreras rompeviento, en cortinas protectoras y en el suministro de sombra para los animales, leña y abono (Midgley y Vivekanandan, 1987) citados en (Pineda Hernández, 2017).

En algunos países, la madera de la *A. decurrens* se aprovecha en postes, cercas y tableros, también se utiliza como pulpa para papel kraf. Esta madera, aún verde resulta un combustible de alta calidad, por constituir una fuente de producción de biomasa leñosa (Ruskin, 1983) (Clark et al 1994) (Allen et al., 1988); Allen, 1990) citados en (Pineda Hernández, 2017).

En Australia la madera se utiliza en la industria del cuero, ya que su corteza posee un rendimiento de 35/40% de taninos de calidad, sin embargo la presencia de un extracto rojo en los taninos reducen el valor del cuero o requiere la utilización de aditivos (Ruskin, 1983) citado en (Pineda Hernández, 2017). Otro uso de la acacia es la utilización de su goma en meses de verano para la fabricación de confituras y goma de acacia (sustituye la goma arábica) (Macmillan et al., 1991) citado en (Pineda Hernández, 2017).

Durante la floración, la *Acacia decurrens* produce grandes cantidades de polen, lo cual es una fuente de alimento para las abejas (Clemson, 1985) citado en (Pineda Hernández, 2017).

En Colombia se utiliza la madera de *Acacia decurrens* también se utiliza el árbol como cerca viva (barrera rompevientos), como bancos proteicos para alimentación de rumiantes. Suele utilizarse en diferentes arreglos en sistemas silvopastoriles, fundamentalmente en producciones lecheras, sirviendo como fuente de alimentación para bovinos en trópico alto (Fernández et al., 1999; Carvajal et al., 2012; Giraldo y Bolívar, 1999; Medrano, 1999) citado en (Pineda Hernández, 2017). Este proceso contribuye aproximadamente en el 60 y el 80% de la fijación biológica del nitrógeno, a partir de la simbiosis que sucede en los nódulos y en la cual el huésped obtiene de la bacteria nutrientes nitrogenados y ésta obtiene carbono y un ambiente favorable para la fijación de nitrógeno (Wang, Martínez Romero, & López Lara, 2001).

Las *Acacia decurrens* y el género *Acacia* en general) son especies arbóreas fijadoras de nitrógeno, que generan asociaciones simbióticas con microorganismos del suelo de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* (Quiceno & Medina, 2006). Esto propicia su adaptación y su crecimiento en suelos degradados (Medina et al. 2008; Santana 2007; Leython & Ruiz 2006) citado en (Solórzano Bejarano, 2012).

Sistemas Silvopastoriles

El desarrollo de la ganadería en sistemas extensivos en base a monocultivos de gramíneas carentes de cobertura arbóreas, son producto de tecnologías que surgieron durante la revolución verde y que son puestas en práctica hasta el día de hoy. Sin embargo este tipo de manejos impactaron en el ambiente, a partir de la contaminación de cuencas hídricas, emisiones de gases GEI y degradación de los sustratos (Navas, 2007) citado en (Pineda Hernández, 2017). Esta problemática genera consecuencias en la merma de la disponibilidad de forrajes para los animales, que afecta a la producción ganadera.

El establecimiento de sistemas silvopastoriles constituye una opción en la que se está comenzando a investigar con el objeto de mitigar la problemática ambiental de los usos inapropiados de los suelos.

Este tipo de sistemas son una alternativa de sistemas Agroforestales, en los cuales se siembran en los mismos terrenos plantas forrajeras (leguminosas y gramíneas) con árboles y arbustos que permiten el control de la degradación de suelos, el aumento de la biomasa y con eso la capacidad de carga de los potreros), proporcionan sombra y resguardo (generando bienestar animal); generando un impacto positivo en la productividad de los predios y de los animales.

Para el establecimiento de sistemas silvopastoriles se pueden implementar diferentes arreglos: barreras rompevientos, árboles dispersos en potreros, pasturas en callejones, bancos forrajeros, forrajes de corte y acarreo (Murgueitio, 2004) citado en (Pineda Hernández, 2017).

***Acacia decurrens* En Sistemas Agrosilvopastoriles**

La *Acacia decurrens*, es una especie que por su eficiencia en la captación del nitrógeno ante su asociación con los microorganismos *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, ha demostrado gran efectividad en la recuperación de suelos degradados y de su consecuente restauración ecológica (Solórzano Bejarano, 2012).

La *Acacia decurrens* constituye una alternativa para la obtención de forraje para alimentar rumiantes en trópico de altura.

El establecimiento de *A. decurrens* en sistemas silvopastoriles multipropósito, las prácticas establecidas son la altura de poda (incentivando la ramificación de la parte inferior del tallo) y la defoliación periódica (permite la obtención de biomasa apta para alimentación). La presencia de la acacia en terrenos sembrados con gramíneas, influye sobre su habilidad competitiva y la persistencia de especies deseables (Clavero 1996) citado en (M, 2006).

En regiones montañosas (mayores a 2000 msnm) funciona correctamente la asociación de Alisos (*Alnus acuminata*) y *A. decurrens* (Murgueitio e Ibrahim 2001) citado en (M, 2006).

En el municipio de Sopó, Cundinamarca en una altura de 2850 msnm se realizó un estudio basado en el establecimiento de arreglos realizados con *Acacia decurrens*, combinados con *Acacia melanoxylon* o con *Alnus acuminata*. Se trabajó mediante la siembra de los árboles a distancias de 2 mts entre sí. Se trabajó con siete tratamientos de diseño de bloques al azar, que contemplaban T1 sin árboles, T2 (alisos), T3 (*Acacia decurrens*) T4 (*Acacia melanoxylon*) T5 (Aliso + *Acacia decurrens*), T6 (Aliso + *Acacia melanoxylon*), T7 (*Acacia decurrens* + *Acacia melanoxylon*). A seis meses del establecimiento de dichos arreglos se realizó la evaluación del suelo y de la pradera. Estas evaluaciones incluyeron el crecimiento y desarrollo de los árboles, la presencia de plagas, modificaciones físico-químicas del suelo, cantidad y calidad de forraje de la pradera. Como resultado a dichas evaluaciones, la *Acacia decurrens* resultó la especie de mayor crecimiento (1,77 mts altura); no se encontraron plagas ni enfermedades considerables; se detectó una mejora en los suelos (incremento de pH de 5,6 a 6,0, materia orgánica 2,5 a 5,1 y fósforo 10 a 35 mg/kg). Estos resultados implican la mejora de la composición química del suelo y pasturas, así como la resistencia de la *Acacia decurrens* a plagas, condiciones adversas (Florez & Umaña, 2006).

***Acacia decurrens* En Nutrición y Alimentación De Rumiantes**

Ante las características nutricionales de la *Acacia decurrens* esta puede ser suministrada a rumiantes como forraje fresco o como forraje conservado, presentándose como una opción en épocas de escasez de alimento.

La *Acacia decurrens* puede ser conservarse como heno asociada a gramíneas o como silo conservándolo junto a tubérculos, suplementando a los animales y obteniendo excelentes resultados (Pineda Hernández, 2017).

Existen estudios que evalúan la implementación de sistemas agrosilvopastoriles con *Acacia decurrens* y su potencial como alimento para el ganado, como el realizado en Caldas en el año 2006.

En el trabajo mencionado se evaluaron la producción de biomasa y la proteína cruda de *Acacia decurrens* en un sistema agrosilvopastoril multipropósito, ante la realización de ciertas prácticas culturales. Se trabajó con dos densidades de siembra (1664 y 832 árboles por ha), dos edades de inicio de defoliación luego del trasplante (10 y 15 meses), dos alturas de corte (1 y 1,8 mt), dos frecuencias de defoliación (60 y 90 días). Se trabajó en un lote de 3300 m², con árboles sembrados en surcos paralelos a través de la pendiente. El ramoneo de los árboles se simuló mediante la defoliación manual. Cada tratamiento se trabajó con 10 árboles seleccionados al azar; se evaluó la producción de forraje en base verde y seca y la cantidad de PC. Se observa en que la alta densidad de plantación genera 43% más de biomasa, materia seca y PC, los árboles podados a 1,8 mts generan 42% más de follaje respecto que los podados a 1 mt. Se concluye en que el factor de mayor influencia respecto a la cantidad de biomasa generado es la densidad de siembra al producir mayor cantidad de forraje en base húmeda, seca y mayor cantidad de PC, mayor diámetro de tallo, mayor cantidad de ramas y mayor tasa de crecimiento que en densidades bajas. Todos estos indicadores permiten determinar que la *Acacia decurrens* es una especie capaz de producir gran cantidad de follaje de calidad (M, 2006).

Composición Nutricional De La *Acacia decurrens*

En Nariño, Medrano (1999) indicó para *Acacia decurrens* siguientes valores: materia seca 35 %, proteína cruda 17.8%, fibra detergente neutra 39.2%, fibra detergente ácida 30.6%, celulosa 22%, hemicelulosa 8.6%, lignina 8.6%, calcio 0.74%, fósforo 0.24%, magnesio 0.13% y energía bruta 5.12 Mcal/kg (M, 2006).

De acuerdo a estudios preliminares, nutricionalmente, la *Acacia decurrens* contiene materia seca (48,75 por ciento), proteína cruda (promedio 15,8 ± 1,53), FDN de 47,26 ± 2,38, FDA de

31,43 $\pm$ 0,05), DIVMS 47,06 por ciento (técnica de la celulasa). Degradabilidad ruminal in situ (48 horas), de 48,27 $\pm$ 3,05. Degradabilidad ruminal en la M.S. inicial de 22,69 por ciento; máxima de 50,48, tasa de degradación de 0,033 por ciento/h y tiempo medio de 21,45 h (Londoño y Velázquez, 1999; Fernández y Zapata, 1999 y Giraldo, 1999).

Factores Antinutricionales En *Acacia decurrens*

La *Acacia decurrens*, por ser una arbustiva leguminosa presenta un alto nivel de nitrógeno, como consecuencia sus factores antinutricionales se presentan en niveles más altos que en las gramíneas.

Los taninos se vinculan a la fibra, -la cual puede resistir la degradación en rumen inhibiendo el proceso de fermentación-; los taninos que contiene son limitantes de su suministro a rumiantes a pesar de la buena calidad de la *Acacia decurrens* como forraje (Martínez 2000) citado en (Jaramillo, 2019). Algunos autores han reportado presencia de saponinas, fenoles y esteroides. Otros autores han reportado además de taninos, esteroides triterpenos, (compuestos que ocasionan trastornos nutricionales asociados a reducción de consumo voluntario y problemas digestivos) (García 2004) citado en (Pineda Hernández, 2017).

***Acacia decurrens* En La Nutrición De Bovinos**

De acuerdo a estudios realizados por (Carvajal, Lamela, & Cuesta, 2012), la *Acacia decurrens* posee un adecuado potencial nitrogenado que permite ser utilizada en la alimentación de rumiantes, siendo sus contenidos de proteína bruta de calidad nutricional comparable a un concentrado comercial.

La *Acacia decurrens* evidenció un alto valor nutricional en cortes a 45 días, alcanzando producciones adecuadas para su inclusión a la dieta, con mayor producción de forraje a 6 cortes (4,5 t M/S por año).

Este trabajo se realizó en la Sabana de Bogotá a alturas de 2600 msnm, temperaturas de 12°C y régimen de lluvias bimodal. Los animales pastorearon en una pradera de kikuyo dividida con franjas y cerca eléctrica, con una capacidad de carga de 1 bovino/Ha, con tiempos de pastoreo de 18 hs día, 7 días por franja, con tiempo de recuperación de potreros de 45 días.

Se trabajó con tres tratamientos para la suplementación de bovinos raza Holstein y Jersey en producción: mediante la sustitución parcial de la proteína del concentrado comercial en porcentajes de 10, 20 y 40, por *Acacia decurrens* y *Sambucus nigra* en el experimento uno, y dos respectivamente. En el experimento tres se sustituyó el concentrado comercial por 10% *Acacia decurrens*, 20% Sauco y se incluyó un tratamiento solo a base de concentrado comercial.

El análisis bromatológico realizado a la *Acacia decurrens* en este estudio, arrojó las siguientes cifras: MS 37,5%, 14,1 PC, Fracción de proteína (B2+B3+C) de 78,2%, taninos 8,1%, negativo a saponinas.

Ante la suplementación con *Acacia decurrens*, los resultados obtenidos fueron mejores ante la sustitución del 10% del concentrado comercial (11,1 kg/vaca/día), presentando diferencias significativas entre los distintos niveles de sustitución. El estudio concluye en que la *Acacia decurrens* tiene un valor nutricional para su utilización en la alimentación de bovinos de leche (Carvajal, Lamela, & Cuesta, 2012).

El estudio realizado por Betancourt et al (2012) en Pasto, Nariño a 2720 msnm., se enfocó en evaluar cualitativa y cuantitativamente la producción lechera a partir de una dieta en base a pastoreo en praderas de kikuyo suplementado con papa y forraje de *Acacia decurrens*. El experimento se llevó a cabo sobre 15 bovinos Holstein de segundo tercio de producción durante 50 días, utilizándose 5 tratamientos que se manejaron con niveles de inclusión de 2 a 5 kg de *Acacia decurrens*, con un grupo control manejado con pastoreo con kikuyo y concentrado.

Cualitativamente se observó que no se hallaron diferencias significativas en la densidad de la leche, sin embargo, se reportaron diferencias en la proteína y grasa de la leche.

El estudio bromatológico de la *Acacia decurrens* demostró en este caso el alto nivel de proteína cruda de este follaje, los bajos niveles de FDN y FDA (Considerando que esto se vincula a cortes realizados en el área menos lignificada de la planta (tercio superior). La energía bruta reportada en el análisis fue de 3200 kcal/kg) considerándose este como un valor energético óptimo. Se concluyó que la *Acacia decurrens* es un suplemento adecuado para alimentación de bovinos (Betancourt et al) citado en (Pineda Hernández, 2017).

Tabla 2

Composición de follaje Acacia decurrens, Pasto, Nariño

Nutriente	Unidad	Valor
Materia seca	%	40,25
Proteína cruda	%	20,33
Fibra cruda	%	23,23
Extracto etéreo	%	3,72
Cenizas	%	4,67
FDN	%	39,25

Nutriente	Unidad	Valor
FDA	%	34,56
Celulosa	%	19,37
Hemicelulosa	%	4,69
Lignina	%	4,69
Calcio	%	1,10
Fósforo	%	0,14
Energía bruta	Mcal/kg	3,29

Betancourt et al (2012)

En Ubaque, Cundinamarca Ayala et al (2013) establecieron la comparación de niveles de aceptabilidad de tres especies: *Acacia decurrens*, *Sambucus nigra* y *Dahlia imperialis*. Se trabajó con 4 novillas de raza Holstein a las cuales se suministró 2 kg de forraje proveniente de cada árbol en comederos separados, evaluando a partir de su conducta la selección del de su preferencia, determinando el consumo voluntario, el tiempo de consumo y cantidad de visitas por forraje ofrecido.

Tabla 3

Evaluación comparativa de consumo en bovino de tres arbustos forrajeros

Especie	N. Visitas totales	Tiempo de consumo (min)	Visitas con consumo	Consumo g/ animal/ día
<i>Dahlia imperialis</i>	382	5,37 a	75,9	1406,5 ab
<i>Sambucus nigra</i>	362	6,44 a	86,5	1658,5 b
<i>Acacia decurrens</i>	372	6,54 a	86	1272,6 a

Ayala et al (2013)

De acuerdo a este trabajo, la *A. decurrens* tuvo un nivel de aceptabilidad adecuado en los animales, a partir de la observación de alto porcentaje de consumo. Si bien otras especies fueron consumidas en mayores porcentajes, el estudio concluyó en que la *A. decurrens* tiene un nivel de palatabilidad aceptable, considerándose una alternativa de forraje para suministro a bovinos en el trópico alto colombiano (Ayala et al, 2013).

***Acacia decurrens* En La Nutrición De Caprinos**

La literatura no reporta estudios realizados en cabras (*Capra aegagrus hircus*), siendo este es un rumiante selectivo, cuyo proceso digestivo se caracteriza por la masticación completa con

abundante saliva en la cavidad bucal, la alta velocidad en el pasaje de alimentos, debido a su rumen relativamente pequeño, y baja digestibilidad de la dieta, por ende requiere mayor cantidad de nutrientes en comparación de ovinos o bovinos (Deza, Mahy, Ganchegui, & Romero).

Los hábitos alimenticios de la cabras se vinculan al ambiente y al alimento disponible en él, migrando de generalista a especialista en base a la disponibilidad. Las cabras aceptan todo tipo de alimentos, sin embargo no lo hacen siempre de la misma manera; ante la monotonía en la dieta y el suministro se presenta disminución de consumo y aumento del desperdicio.

Las cabras tienen la capacidad de adoptar la posición bípeda, trepar y también son capaces de desplazarse por grandes distancias. Estas características les proporcionan mayor adaptabilidad y selectividad respecto de ovinos y bovinos, hábito pastoreo regular (no intensivo) y gran capacidad y preferencia por el ramoneo. El hábito de pastoreo en caprinos se compone en 20 a 30% de gramíneas y de 70 a 80% de arbustivas y herbáceas. Los caprinos requieren el 2,8% de materia seca respecto de su peso (Deza, Mahy, Ganchegui, & Romero).

14. Resultados y Discusión

Se obtuvieron los pesos en base seca y húmeda de forraje de *Acacia decurrens* en los cuales se cortaron forraje verde, desechando tallos lignificados. El estudio se realizó en 4 momentos, de los 2 árboles seleccionados de las 3 parcelas seleccionadas, cortados a las 3 medidas (60, 90, 120 cm)

Tabulación De Resultados Peso Fresco y Peso Seco

Tabla 4

Resultados de la medición del forraje en la primera fecha de corte (marzo 2019)

MUESTRA 1											
PARCELA 1											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
15,65	19,25	10,95	6,85	4,7	5,1	6,35	7,78	3,25	1,85	1,85	2,35
PARCELA 2											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
4,05	4,3	3,5	2,6	2,85	2,5	5,8	1,85	1,4	1	1,5	1
PARCELA 3											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
7,85	3,55	4,35	3,65	1,75	3,45	7,25	8,45	2,45	2,7	2,5	1,85

Nota: En la primera instancia de corte, se pesó el forraje en fresco y luego se lo sometió a un proceso de deshidratación al clima durante un mes, resguardado de las precipitaciones, pasado ese mes el forraje se pesó en base seca.

Tabla 5

Resultados de la medición del forraje en la segunda fecha de corte (agosto 2019)

MUESTRA 2											
PARCELA 1											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
16,4	1,9	13,55	7,5	1,4	6,4	11,4	2,75	7,85	5,6	1	3,5

PARCELA 2											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
3	0,9	3,1	1,85	0,65	1,85	2,45	3,4	2,8	1,25	1,85	1

PARCELA 3											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
1,35	1,8	3,9	0,95	1,1	2,3	3,05	0,3	1,75	1,8	0,35	1,75

Nota: En la segunda instancia de corte, se pesó el forraje en fresco y luego se lo sometió a un proceso de deshidratación al clima durante un mes, resguardado de las precipitaciones, pasado ese mes el forraje se pesó en base seca.

Tabla 6

Resultados de la medición del forraje en la tercera fecha de corte (septiembre 2019)

MUESTRA 3 PARCELA 1											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
1,55	2,9	2,15	0,8	1,4	1,2	1,5	1,4	1,65	0,8	0,65	0,8
PARCELA 2											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0,85	3,05	1,6	0,55	1,65	nd	1	0,45	3,2	0,65	0,3	1,7
PARCELA 3											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0,9	3,75	2,2	0,55	1,95	1,1	0,85	2,8	1,75	0,45	1,25	1,6

En la tercera instancia de corte, se pesó el forraje en fresco y luego se lo sometió a un proceso de deshidratación al clima durante un mes, resguardado de las precipitaciones, pasado ese mes el forraje se pesó en base seca.

Tabla 7

Resultados de la medición del forraje en la cuarta fecha de corte (Octubre 2019)

MUESTRA 4											
PARCELA 1											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
1,6	1,25	1,35	0,85	0,65	0,5	1,2	2,25	1,4	0,65	0,75	0,65
PARCELA 2											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0,75	1,8	1,35	0,45	0,9	0,55	1,05	0,7	3,15	0,5	0,35	1,2
PARCELA 3											
ARBOL 1						ARBOL 2					
Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg			Peso Fresco Kg			Peso Seco Kg		
60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm	60 cm	90 cm	120 cm
2,65	2,5	0,85	1,05	1,25	0,6	1	1,45	1,2	0,45	0,9	0,55

En la cuarta instancia de corte realizada a fin de octubre de 2019, se pesó el forraje en fresco y luego se lo sometió a un proceso de deshidratación al clima durante un mes, resguardado de las precipitaciones, pasado ese mes el forraje se pesó en base seca.

Análisis estadístico

Se realizó un diseño de bloques completos al azar en 3 parcelas homogéneas (en cuanto a medidas y condiciones climatológicas y edáficas). Se escogieron aleatoriamente y al azar 2 árboles de cada medida por cada parcela.

Los resultados de peso en base fresca y seca de los resultados de los cortes en los 4 momentos fueron tabulados. A partir de dichos resultados tabulados, se realiza el análisis de la varianza utilizando la aplicación Infostat, aplicando el test de Duncan (test de múltiples comparaciones utilizado habitualmente en trabajos de investigación agropecuarios).

Cuantitativamente se analizaron las variables Altura de corte, peso fresco y peso seco, sin hallazgos significativos. Cualitativamente se analizaron las variables PT, NT, FDN, FDA, Cc, C, Hem, E Bruta.

Tabla 8

Análisis de la varianza de altura

Altura

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
Altura	54	0,00		0,00	28,87

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	5	0,00	0,00	>0,9999
Muestreo	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ARBOL	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Error	32400,00	48	675,00		
TOTAL	32400,00	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 675,0000 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
3,00	90,00	18	6,12	A
2,00	90,00	18	6,12	A
1,00	90,00	18	6,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 675,0000 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	90,00	18	6,12	A
2,00	90,00	18	6,12	A
1,00	90,00	18	6,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Duncan Alfa=0,05**

Error: 675,0000 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
1,00	90,00	27	5,00	A
2,00	90,00	27	5,00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Teniendo en cuenta que los resultados que el análisis de varianza son mayores a 0,05, los resultados para la variable altura no son significativos entre los diferentes muestreos, las diferentes parcelas y entre las dos repeticiones.

Tabla 9*Análisis de la varianza de peso fresco***Peso Fresco**

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
Peso fresco	54	0,25		0,18	103,73

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	122,90	5	24,58	3,27	>0,0127
Muestreo	97,82	2	48,91	6,51	>0,0032
PARCELA	20,96	2	10,48	1,39	>0,2577
ARBOL	4,11	1	4,11	0,55	>0,4631
Error	360,69	48	7,51		
TOTAL	483,59	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 7,5144 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
1,00	4,54	18	0,65	A
2,00	1,86	18	0,65	A
3,00	1,53	18	0,65	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 7,5144 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
1,00	3,28	18	0,65	A
2,00	2,85	18	0,65	A
3,00	1,80	18	0,65	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 7,5144 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
1,00	2,92	27	0,53	A
2,00	2,37	27	0,53	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Teniendo en cuenta que los resultados que el análisis de varianza son mayores a 0,05, los resultados para la variable peso fresco no son significativos entre los diferentes muestreos, las diferentes parcelas y entre las dos repeticiones.

Tabla 10*Análisis de la varianza de peso seco***Peso Seco**

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
Peso seco	53	0,30		0,22	91,40

Cuadro de**análisis de la varianza (SC Tipo III)**

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,24	5	6,25	4,02	0,0041
Muestreo	26,56	2	13,28	8,54	0,0007
PARCELA	4,31	2	2,16	1,39	0,2599
ARBOL	0,14	1	0,14	0,09	0,7651
Error	73,07	47	1,55		
TOTAL	104,31	52			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 1,5547 gl:47

Muestreo	Medias	n	E.E.	
1,00	2,34	18	0,29	A
2,00	1,04	17	0,30	B
3,00	0,71	18	0,29	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Duncan Alfa=0,05**

Error: 1,5547 gl:47

Parcela	Medias	n	E.E.	
1,00	1,69	18	0,30	A
2,00	1,40	18	0,29	A
3,00	0,99	18	0,29	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Duncan Alfa=0,05**

Error: 1,5547 gl:47

Árbol	Medias	n	E.E.	
1,00	2,34	18	0,29	A
2,00	1,04	17	0,30	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

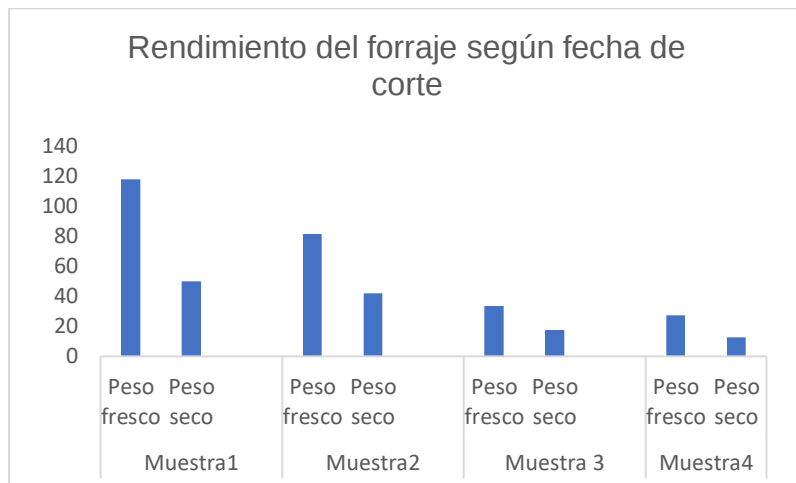
Ante los resultados del análisis de varianza mayores a 0,05, los resultados para la variable peso seco no son significativos entre los diferentes muestreos, las diferentes parcelas pero si existe variabilidad en los resultados entre las repeticiones.

Luego de realizar el análisis de varianza, se realizaron análisis porcentuales de los rendimientos de la *Acacia decurrens*.

El análisis de rendimiento permite la medición rigurosa de las variables aplicadas al estudio. Se observa una marcada incidencia respecto de las fechas en las que se realizaron los cortes. Las *gráfica 1 y 2* indica que en la primera fecha de corte (marzo 2019) hubo una diferencia cualitativa sustancial respecto de las siguientes toma de muestra.

Grafica 1

Rendimiento del forraje de acuerdo a la fecha de corte

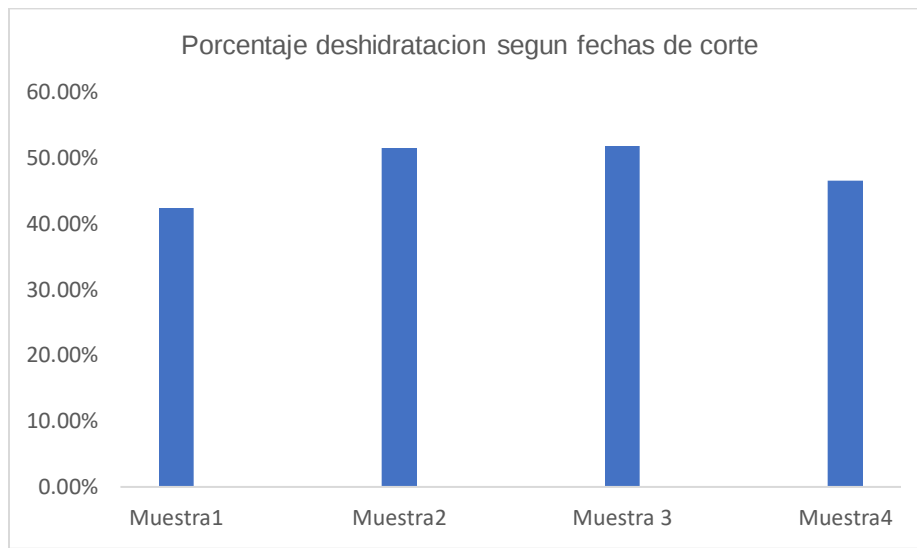


A pesar de la diferencia cuantitativa del forraje, el porcentaje de deshidratación es notoriamente inferior en la primera fecha de corte respecto de los otros momentos del experimentos. Existen diversos factores que influyen en la deshidratación de los sustratos, existiendo un efecto significativo entre la temperatura, la velocidad y la humedad del aire en el tiempo de secado del forraje (Pineda Castro, Chacón-Villalobos, & Cordero Gamboa, 2009).

La conservación del forraje para la alimentación de rumiantes es una actividad estrechamente vinculada con el clima; para el secado es necesario tener en cuenta diferentes factores tales como la temperatura, la densidad del forraje, la velocidad del viento, la humedad ambiente y la radiación (Rotz y Sprott 1984; Cooper y Mc Gechan 1996) citados en (Jahn B., Avilés R., & Barrales V., 2004). Es adecuada la deshidratación de los forrajes en galpones a la sombra, teniendo en cuenta el clima y la posibilidad de precipitaciones que podrían dañar los sustratos (Ramos- Trejo et al, 2013), citado en (Montejo Sierra, Lamela López, & López Vigoa, 2018).

Grafica 2

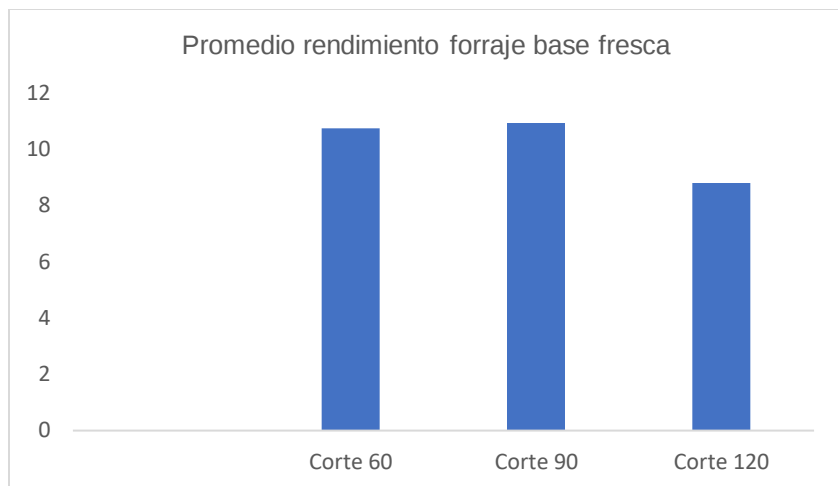
Porcentaje de deshidratación de acuerdo a las fechas de corte



La gráfica 2 describe la deshidratación del forraje de *A. decurrens* de acuerdo a las fechas de corte evidenciando menor porcentaje de deshidratación en el primer corte respecto de los otros. En este caso, la temperatura en el área del estudio es estable en las diferentes épocas del año, y los picos con mayor precipitación son en abril y octubre (<https://es.weatherspark.com/y>, s.f.), por ende no existe una razón climática significativa que justifique la diferencia en la tasa de deshidratación. Sin embargo, otros factores son el estado fenológico de las plantas, la densidad de las hileras de forraje sometido al proceso de deshidratación y el tiempo transcurrido desde el corte del forraje (www.agro-alimentarias.coop, 2010).

Grafica 3

Promedio de los rendimientos del forraje en base fresca a diferentes alturas de corte

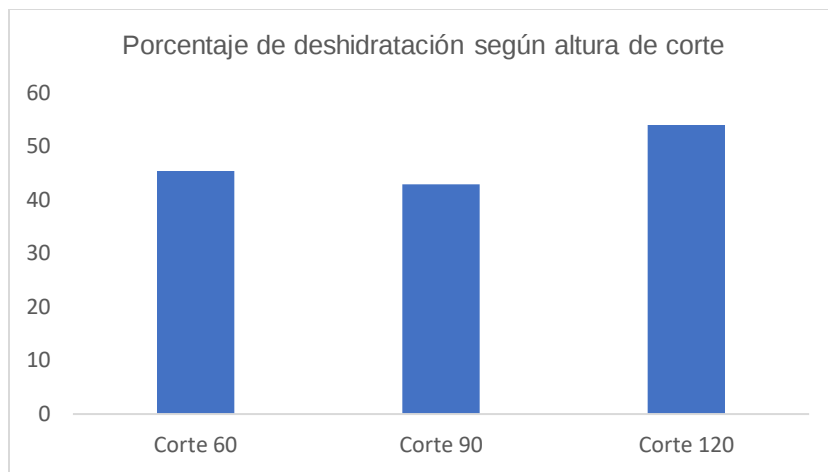


La *gráfica 3* describe el promedio del rendimiento de los forrajes en base fresca y en base seca de acuerdo a la altura de corte, observándose una leve superioridad cuantitativa el corte de forraje verde de 90 cm respecto de los cortes a 60 y 120 cm.

En referencia a la altura de corte, la literatura reporta que en el caso de la *leucaena leucocephala* (Geraldine et al, 1998) realizó un tratamiento con tres alturas de poda (50, 100 y 150 cm) que presentó mayor altura de tallos en cortes mas altos durante la época de escasez de precipitaciones, en tanto no se observaron diferencias en la época de lluvias. De la misma manera, (Espinoza et al 1996) evaluaron dos alturas de corte (30 y 50 cm) cuyos resultados fueron sin diferencias significativas en período de lluvias y con incremento altura de tallos para corte de 50 cm en épocas sin precipitaciones. En el diseño experimental de bloques al azar desarrollado en Santa Cruz, México en época de marzo a mayo de 2010 (época sin precipitaciones) el incremento de la altura de corte fue directamente proporcional al rendimiento del follaje, e inversamente proporcional al rendimiento de la gramínea establecida en el predio (Bacab, Solorio, & Solorio, 2012).

Grafica 4

Porcentaje de deshidratación del follaje según diferentes alturas de corte



La gráfica 4 describe el porcentaje de deshidratación entre las diferentes alturas de corte en el cual se observa que diferencia entre el material deshidratado entre tratamientos no es tan marcada, presentando mayor porcentaje de deshidratación el forraje cortado a 120 cm respecto de los demás cortes.

El porcentaje de deshidratación no presenta gran variabilidad entre las diferentes alturas de corte (46,22% para cortes a 60 cm, 41,59% para cortes a 90 cm y 53,9%), observándose en cortes a 120 cm un porcentaje de deshidratación levemente mas alto que en los otros cortes.

Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico de los resultados, se realizó a partir del análisis del forraje deshidratado, realizado en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA, arrojó los resultados.

Tabla 11

Rendimiento nutricional del forraje en base seca tal como recibido: MS (Materia Seca), PT (proteína total) NT (nitrógeno total), FDN (Fibra detergente neutro), FDA (Fibra detergente ácida), CC (contenido celular), HEM (Hemicelulosa), C (ceniza), MO (materia orgánica), EB (Energía Bruta, cal/kg)

% Base seca tal como recibido

Descripción Acacia Decurrens Rama: Hoja+Pecíolo	No. Lab	MS	PT	NT	FDN	FDA	CC	HEM	C	MO	EB cal/g
Agosto 2019 60 cm, A1	6566	94,24	15,98	2,56	48,68	34,74	45,56	13,94	4,58	89,66	4079
Agosto 2019 60 cm, A2	6567	93,99	18,42	2,95	45,04	28,11	48,95	16,93	4,44	89,55	4846
Agosto 2019 90 cm, A1	6568	92,98	19,1	3,06	45,8	28,89	47,18	16,91	5,6	87,38	4642
Agosto 2019 90 cm, A2	6569	92,74	18,79	3,01	47,73	30,1	45,01	17,63	5,15	87,59	4705
Agosto 2019 120 cm, A1	6570	93,19	17,39	2,78	49,3	32,62	43,89	16,68	4,43	88,76	4777
Agosto 2019 120 cm, A2	6571	93,56	18,21	2,91	45,54	29,66	48,02	15,88	4,63	88,93	4713
Septiembre 2019 60 cm, A1	6572	95,55	17,56	2,81	45,00	28,67	50,55	16,33	4,08	91,47	4652
Septiembre 2019 60 cm, A2	6573	94,95	19,61	3,14	44,23	28,08	50,72	16,15	5,33	89,62	4696
Septiembre 2019 90 cm, A1	6574	94,65	17,11	2,74	41,59	25,55	53,06	16,04	4,64	90,01	4900
Septiembre 2019 90 cm, A2	6575	94,31	19,22	3,08	44,73	26,47	49,58	18,26	5,4	88,91	4724
Septiembre 2019 120 cm, A1	6576	94,7	18,13	2,90	47,63	29,41	47,07	18,22	4,37	90,33	4834
Septiembre 2019 120 cm, A2	6577	94,81	17,79	2,85	46,84	29,75	47,97	17,09	5,17	89,64	4792
Septiembre 2019 60 cm, A1	6578	94,07	18,57	2,97	44,8	27,4	49,27	17,4	5,51	88,56	4849
Septiembre 2019 60 cm, A2	6579	94,66	19,66	3,15	47,97	29,53	46,69	18,44	4,7	89,96	4820
Octubre 2019 90 cm, A1	6580	94,92	20,54	3,29	44,37	27,99	50,55	16,38	4,78	90,14	4804
Octubre 2019 90 cm, A2	6581	94,36	19,65	3,14	44,78	28,64	49,58	16,14	6,1	88,26	4702

Octubre 2019 120 cm, A1	6582	94,99	19,9	3,18	48,46	31,72	46,53	16,74	5,88	89,11	4720
Octubre 2019 120 cm, A2	6583	95,17	17,55	2,81	44,64	28,97	50,53	15,67	5,97	89,2	4743

El material obtenido en las tomas de muestra 2, 3 y 4 entregado en pooles que los agrupaban por tamaño de corte y número de repetición (árbol 1 y árbol 2) presentaron los siguientes rendimientos promedio para base seca tal como recibido:

En cortes a 60 cm: MS 49,6%; PT 18,3%; NT 2,93%; FDN 45,95%; FDA 29,42%; Cc 48,62%; Hem 16,05%; C 4,77%; Mo 89,80%, EB/ccal 4,657cal/g.

En cortes a a 90 cm se halló: MS 52,6%; PT 19,06%; NT 3,05%; FDN 44,83%; FDA 27,94%; Cc 48,62%; Hem 16,89%; C 5,27%; Mo 88,71%, EB/ccal 4,746cal/g.

En cortes a 120 cm se halló: MS 48,3%; PT 18,16%; NT 2,905%; FDN 47,06%; FDA 30,355%; Cc 47,355%; Hem 16,71%; C 5,075%; Mo 89,32%, EB/ccal 4,763cal/g.

Tabla 12*Rendimiento nutricional del forraje en base seca***% Base seca**

Descripción <i>Acacia decurrens</i>	PT	NT	FDN	FDA	CC	HEM	C	MO	EB cal/g
Agosto 2019 60 cm, A1	16,96	2,71	51,66	36,86	48,34	14,79	4,86	95,14	4328
Agosto 2019 60 cm, A2	19,60	3,14	47,92	29,91	52,08	18,01	4,72	95,28	5156
Agosto 2019 90 cm, A1	20,54	3,29	49,26	31,07	50,74	18,19	6,02	93,98	4992
Agosto 2019 90 cm, A2	20,26	3,24	51,47	32,46	48,53	19,01	5,55	94,45	5073
Agosto 2019 120 cm, A1	18,66	2,99	52,90	35,00	47,10	17,90	4,75	95,25	5126
Agosto 2019 120 cm, A2	19,46	3,11	48,67	31,70	51,33	16,97	4,95	95,05	5037
Septiembre 2019 60 cm, A1	18,38	2,94	47,10	30,01	52,90	17,09	4,27	95,73	4869
Septiembre 2019 60 cm, A2	20,65	3,30	46,58	29,57	53,42	17,01	5,61	94,39	4946
Septiembre 2019 90 cm, A1	18,08	2,89	43,94	26,99	56,06	16,95	4,90	95,10	5177
Septiembre 2019 90 cm, A2	20,38	3,26	47,43	28,07	52,57	19,36	5,73	94,27	5009
Septiembre 2019 120 cm, A1	19,14	3,06	50,30	31,06	49,70	19,24	4,61	95,39	5105
Septiembre 2019 120 cm, A2	18,76	3,00	49,40	31,38	50,60	18,03	5,45	94,55	5054
Octubre 2019 60 cm, A1	19,74	3,16	47,62	29,13	52,38	18,50	5,86	94,14	5155
Octubre 2019 60 cm, A2	20,77	3,32	50,68	31,20	49,32	19,48	4,97	95,03	5092
Octubre 2019 90 cm, A1	21,64	3,46	46,74	29,49	53,26	17,26	5,04	94,96	5061
Octubre 2019 90 cm, A2	20,82	3,33	47,46	30,35	52,54	17,10	6,46	93,54	4983

Octubre 2019 120 cm, A1	20,95	3,35	51,02	33,39	48,98	17,62	6,19	93,81	4969
Octubre 2019 120 cm, A2	18,44	2,95	46,91	30,44	53,09	16,47	6,27	93,73	4984

Los resultados en porcentaje de base seca entregados por el laboratorio de nutrición de la Universidad de Ciencias Aplicadas UDCA fueron procesados utilizando la herramienta Infostat.

Tabla 13

Análisis de varianza de la Proteína Total en follaje de Acacia decurrens en base seca

PT

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
PT	54	0,26		0,18	5,56

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,24	5	4,05	3,40	0,0105
Muestreo	1,599	2	7,99	6,71	0,0027
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	0,9999
ARBOL	4,25	1	4,25	3,57	0,0650
Error	57,21	48	1,99		
TOTAL	77,45	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 1,1918 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
3,00	20,39	18	0,26	A
1,00	19,25	18	0,26	B
2,00	19,23	18	0,26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 1,1918 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	19,62	18	0,26	A
1,00	19,62	18	0,26	A
2,00	19,62	18	0,26	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 1,1918 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
2,00	19,90	27	0,21	A
1,00	19,34	27	0,21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de la proteína total evidencia resultados estadísticamente significativos para los distintos momentos de toma de muestra, ya que el tercer muestreo se nombra con la letra A, en tanto el primer y segundo muestreo se nombran con la letra B. Sin embargo para las parcelas y las repeticiones no se evidencian diferencias estadísticas significativas estando todas nombradas con la letra A.

Tabla 14

Análisis de varianza de Nitrógeno Total en follaje de Acacia decurrens en base seca

NT

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
NT	54	0,26		0,18	5,57

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,24	5	4,05	3,36	0,0111
Muestreo	1,599	2	7,99	6,66	0,0028
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	0,9999
ARBOL	4,25	1	4,25	3,49	0,0680
Error	57,21	48	1,99		
TOTAL	77,45	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0306 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
3,00	3,26	18	0,04	A
1,00	3,08	18	0,04	B
2,00	3,08	18	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0306 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	3,14	18	0,04	A
1,00	3,14	18	0,04	A
2,00	3,14	18	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0306 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
2,00	3,16	27	0,03	A
1,00	3,09	27	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza del Nitrógeno Total evidencia resultados estadísticamente significativos para los diferentes momento de toma de muestra, ya que el tercer muestreo se nombra con la letra A, en tanto el primero y segundo muestreo se nombran con la letra B. Sin embargo para las parcelas y las repeticiones no se evidencian diferencias estadísticas significativas estando todas nombradas con la letra A.

Tabla 15

Análisis de varianza de Fibra Detergente Neutro en follaje de Acacia decurrens en base seca

FDN

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
FDN	54	0,30		0,22	4,04

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	78,83	5	15,77	4,06	0,0037
Muestreo	76,13	2	38,07	9,80	0,0003
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	0,9999
ARBOL	2,69	1	2,69	0,69	0,4091
Error	106,41	48	3,88		
TOTAL	265,24	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,8836 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
1,00	50,31	18	0,46	A
3,00	48,41	18	0,46	B
2,00	47,46	18	0,46	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,8836 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	48,73	18	0,46	A
2,00	48,73	18	0,46	A
1,00	48,73	18	0,46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,8836 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
1,00	48,95	27	0,38	A
2,00	48,50	27	0,38	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de la Fibra Detergente Neutra evidencia resultados estadísticamente significativos para los diferentes muestreos, ya que el primer muestreo se nombra con la letra A, en tanto el segundo y tercer muestreo se nombran con la letra B. Sin embargo para las parcelas y las repeticiones no se evidencian diferencias estadísticas significativas estando todas nombradas con la letra A.

Tabla 16

Análisis de varianza de Fibra Detergente Ácida en follaje de Acacia decurrens en base seca

FDA

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
FDA	54	0,40		0,34	6,07

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112,74	5	22,55	6,37	0,0001
Muestreo	102,28	2	51,14	14,44	<0,0001
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ARBOL	10,45	1	10,45	2,95	0,0923
Error	170,03	48	3,54		
TOTAL	282,77	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,5424 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
1,00	32,83	18	0,44	A
3,00	30,67	18	0,44	B
2,00	29,51	18	0,44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,5424 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	31,00	18	0,44	A
2,00	31,00	18	0,44	A
1,00	31,00	18	0,44	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,5424 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
1,00	31,44	27	0,36	A
2,00	30,56	27	0,36	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de la Fibra Detergente Ácida evidencia resultados estadísticamente significativos para los diferentes momentos de muestra, ya que el primer muestreo se nombra con la letra A, en tanto el segundo y tercer muestreo se nombran con la letra B. Sin embargo para las parcelas y las repeticiones no se evidencian diferencias estadísticas significativas estando todas nombradas con la letra A.

Tabla 17

Análisis de varianza de Contenido celular en follaje de Acacia decurrens en base seca

CC

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
CC	54	0,30		0,22	3,84

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	78,83	5	15,77	4,06	0,0037
Muestreo	76,10	2	38,07	9,80	0,0003
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ARBOL	2,69	1	2,69	0,69	0,40091
Error	186,41	48	3,88		
TOTAL	265,24	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,8836 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
2,00	52,54	18	0,46	A
3,00	51,60	18	0,46	A
1,00	49,69	18	0,46	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,8836 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	5,27	18	0,46	A
2,00	5,27	18	0,46	A
1,00	5,27	18	0,46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 3,8836 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
2,00	51,50	27	0,38	A
1,00	51,05	27	0,38	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de Contenido Celular evidencia diferencias estadísticamente significativas para los diferentes momentos de muestra, ya que el primer muestreo se nombra con la letra B, en tanto el segundo y tercer muestreo se nombran con la letra A. Sin embargo para las parcelas y las repeticiones no se evidencian diferencias estadísticas significativas estando todas nombradas con la letra A.

Tabla 18

Análisis de varianza de Hemicelulosa en follaje de Acacia decurrens en base seca

HEM

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
HEM	54	0,06		0,00	6,63

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,52	5	0,90	0,65	0,6600
Muestreo	1,98	2	0,99	0,72	0,4933
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ARBOL	2,54	1	2,54	1,83	0,1819
Error	66,32	48	1,38		
TOTAL	70,84	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 1,3817 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
2,00	17,95	18	0,28	A
3,00	17,74	18	0,28	A
1,00	17,48	18	0,28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Duncan Alfa=0,05**

Error: 1,3817 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	17,72	18	0,28	A
2,00	17,72	18	0,28	A
1,00	17,72	18	0,28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Duncan Alfa=0,05**

Error: 1,3817 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
2,00	17,94	27	0,23	A
1,00	17,50	27	0,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de la Contenido Celular no evidencia diferencias estadísticamente significativas para los diferentes muestreos, para las parcelas y las repeticiones. En todos los casos se nombra con la letra A.

Tabla 19

Análisis de varianza de Cenizas en follaje de Acacia decurrens en base seca

C

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
C	54	0,34		0,28	10,08

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,29	5	1,46	5,02	0,0009
Muestreo	5,57	2	2,78	9,60	0,0003
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ARBOL	1,72	1	1,72	5,92	0,0187
Error	13,92	48	0,29		
TOTAL	21,21	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 2,900 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
3,00	5,80	18	0,13	A
1,00	5,14	18	0,13	B
2,00	5,10	18	0,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 2,900 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	5,35	18	0,13	A
2,00	5,35	18	0,13	A
1,00	5,35	18	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 2,900 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
2,00	5,52	27	0,10	A
1,00	5,17	27	0,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de las cenizas Cenizas evidencia diferencias estadísticamente significativas para los diferentes muestreos, ya que el tercer muestreo se nombra con la letra A, en tanto el primero y segundo muestreo se nombran con la letra B. Para las parcelas no se evidencian diferencias estadísticas significativas, estando todas nombradas con la letra A. En el caso de las repeticiones se presentan diferencias estadísticas ya que el Árbol 2 se nombra con la letra A y el árbol 1 se nombra con la letra B.

Tabla 20

Análisis de varianza de Materia orgánica en follaje de Acacia decurrens en base seca

MO

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
MO	54	0,34		0,28	0,57

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,29	5	1,46	5,02	0,0009
Muestreo	5,57	2	2,78	9,60	0,0003
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ARBOL	1,72	1	1,72	5,92	0,0187
Error	13,92	48	0,29		
TOTAL	21,21	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 2,900 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
2,00	94,92	18	0,13	A
1,00	94,86	18	0,13	A
3,00	94,20	18	0,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Duncan Alfa=0,05**

Error: 2,900 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	94,66	18	0,13	A
2,00	94,66	18	0,13	A
1,00	94,66	18	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Duncan Alfa=0,05**

Error: 2,900 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
2,00	94,83	27	0,10	A
1,00	94,48	27	0,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de la Materia Orgánica evidencia diferencias estadísticas significativas para los diferentes muestreos, ya que el tercer muestreo se nombra con la letra B, en tanto el primero y segundo muestreo se nombran con la letra BA. Para las parcelas no se evidencian diferencias estadísticas significativas, estando todas nombradas con la letra A. En el caso de las repeticiones se presentan diferencias estadísticas ya que la varianza del Arbol 2 se nombra con la letra A y la del árbol 1 se nombra con la letra B.

Tabla 21

Análisis de varianza de Energía bruta (cal/Kg) en follaje de Acacia decurrens en base seca

EB Cal/ Kg

Variable	N	R2	R2	AJ	CV
EB cal/kg	54	0,07		0,00	3,73

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	132581,33	5	26516,27	0,76	0,5817
Muestreo	81797,33	2	40898,67	1,18	0,3174
PARCELA	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
ARBOL	50784,00	1	50784,00	1,46	0,2329
Error	1670282,00	48	34797,54		
TOTAL	1802863,33	53			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 34797,5417 gl:48

Muestreo	Medias	n	E.E.	
3,00	5040,67	18	43,97	A
2,00	5026,67	18	43,97	A
1,00	4952,00	18	43,97	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 34797,5417 gl:48

Parcela	Medias	n	E.E.	
3,00	5006,44	18	43,97	A
2,00	5006,44	18	43,97	A
1,00	5006,44	18	43,97	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 34797,5417 gl:48

Árbol	Medias	n	E.E.	
2,00	5037,11	27	35,90	A
1,00	4975,78	27	35,90	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de varianza de las Energía Bruta (Cal/Kg) no evidencia diferencias estadísticas significativas para los diferentes muestreos, para las parcelas no se evidencian diferencias ni las repeticiones, el análisis de varianza se promedia con la letra A.

El análisis bromatológico del material analizado por el laboratorio de la UDCA, arrojaron: en base seca los cortes a 60 cm presentaron: MS 49,6%; PT 19,29%; NT 3,095%; FDN 48,06%; FDA 31,11%; Cc 51,4%; Hem 17,48%; C 5,04%; Mo 94,95%, EB/ccal 4924 cal/g.

Los cortes a 90 cm presentaron: MS 52,6%; PT 20,28%; NT 3,24%; FDN 47,7%; FDA 29,73%; Cc 52,28%; Hem 17,97%; C 5,61%; Mo 94,38%, EB/ccal 5049 cal/g.

Los cortes a 120 cm presentaron: MS 48,3%; PT 19,235%; NT 3,075%; FDN 49,86%; FDA 32,16%; Cc 50,13%; Hem 17,7%; C 5,37%; Mo 94,63%, EB/ccal 5045 cal/g.

Los valores hallados en el estudio se condicen con valores hallados en estudios preliminares que mencionan el contenido nutricional de la *Acacia decurrens* cuyo contenido de materia seca (48,75 por ciento), proteína cruda (promedio $15,8 \pm 1,53$), FDN de $47,26 \pm 2,38$, FDA de $31,43 \pm 0,05$, DIVMS 47,06 por ciento (técnica de la celulasa) (Londoño y Velázquez, 1999; Fernández y Zapata, 1999 y Giraldo, 1999).

Si se establece la comparación de dichos estudios con los realizados en este trabajo, la MS es en el mismo rango para cortes a 120 cm y en rango superior para cortes a 60 cm y a 90 cm. Analizando los factores que determinan la producción de biomasa, se pueden enumerar la fertilidad del suelo, la densidad de la siembra, la edad de la planta al primer corte, la frecuencia del corte y la época del año. Si se considera el efecto de la altura de corte en la producción de MS, a mayor altura de corte menores son los valores obtenidos tanto en un trabajo de evaluación de rebrote y altura de corte de *Cratilia Argentea* (Lobo y Acuña 2001) o en un trabajo realizado en 2007 por Noda et al analizar efectos de AC en producción de biomasa en morera (*Morus alba linn*) y el estudio realizado por Gómez y Murgueta (1991) evaluando diferentes alturas de corte para producción de biomasa de Nacadero. En (Lugo-Soto, Vibert, Betancourt, & González, 2009). Los análisis preliminares citados coinciden con los resultados del estudio realizado en *Acacia decurrens* en el que se reporta una producción de MS de 48,3% en corte de 120 cm, en tanto en cortes de 90 cm reporta MS 52,6% y en cortes de 60 cm reporta MS de 49,6%.

Algunos autores entienden como calidad del forraje a su capacidad de producción de respuesta esperada en el animal o al grado de capacidad de satisfacción de las necesidades nutricionales del animal de acuerdo a su etapa productiva (Díaz Barcos & Callejo Ramos). Otros autores reportan que la calidad del forraje está determinada por la digestibilidad de la materia seca, y si bien no existe un método de referencia para la medición de dicho parámetro ni una norma que determine los factores a tener en cuenta respecto de la calidad del forraje. La técnica Van Soest cuantifica FDN, FDA y lignina. Existen laboratorios que determinan la

digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) o esta puede determinarse mediante una fórmula que parte de la FDA: $\% \text{ DIVMS} = 88.9 - (\% \text{ FDA} \times 0.779)$ (Di MARco, 2011).

Un forraje se considera de alta calidad cuando presenta aproximados 70% de DIVMS, menos del 50% de FDN. La FDN es indicador de los componentes de la pared celular de los vegetales: Hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. Un alto valor de FND no necesariamente se refiere a un alimento fibroso ya que esto está vinculado a su composición química (nivel de lignificación) y al tamaño de las partículas. La FDA se refiere a una porción de la pared celular que se compone por celulosa vinculada a lignina, constituyéndose esta fracción como un indicador indirecto del nivel de digestibilidad de un forraje, siendo su valor inversamente proporcional a la digestibilidad del mismo (www.rafaela.inta.gov.ar, 2007).

La calidad del forraje depende de diferentes factores; estudios indican que en regiones de escasa precipitación, la hora del corte es determinante en la calidad del forraje (ya que las plantas acumulan durante el día carbohidratos solubles, por ende en horas de la mañana el nivel de azúcares solubles es mas bajo que al finalizar el día). En áreas cuya precipitación es abundante, no existen mayores diferencias (Díaz Barcos & Callejo Ramos).

12. Conclusiones

Conclusión general

Se determinó la cantidad de biomasa y la composición nutricional de *A. decurrens* en cortes de 60, 90 y 120 cm en un SSI de trópico alto, concluyendo en que *A decurrens* es un forraje de excelente calidad para todas las alturas de corte.

Conclusiones particulares

- Se determinó la producción de follaje consumible en base fresca y seca entre cortes a 60, 90. 120 cm, obteniendo una leve superioridad para cortes a 90 cm.
- Se realizó el análisis de varianza de Alturas, peso fresco y peso seco sin hallar diferencias estadísticas significativas cuantitativas entre cortes a 60, 90 y 120 cms.
- Se halló mejor rendimiento cuantitativo tanto para peso fresco y peso seco de *A. decurrens* cortada a 90 cm a partir de la realización de cálculos de rendimiento.
- Se comparó la composición química de *A. decurrens* a las 3 alturas de corte, concluyendo que el corte a 90 cm presenta mejor oferta de nutrientes que los cortes a 60 y 120 cm.
- Se comprobó que ante la leve superioridad cuantitativa y la gran superioridad cualitativa (oferta de nutrientes) de los cortes de *A. decurrens* a 90 cm esta es la medida de cortes mas adecuada para inclusión como suplemento en la dieta de rumiantes.

13. Aportes

- De acuerdo a lo concluído:
- El análisis de la varianza no arrojó diferencias estadísticas significativas para altura de corte, peso fresco y peso seco, sin embargo los análisis de rendimientos fueron fundamentales para determinar la cantidad de biomasa a diferentes alturas de corte.
- El estudio bromatológico de *A. Decurrens* en las 3 alturas de corte fue determinante para analizar su contenido nutricional
- La *A. decurrens* es un buen suplemento para incluir en la alimentación de rumiantes hasta en un 30% o 2% /kg peso vivo, teniendo en cuenta los factores antinutricionales que el forraje presenta y las consecuencias negativas de los excesos en su inclusión.
- Si se trabaja en trópico alto y en la región no se presenta época de baja precipitación, las diferencias cuantitativas entre cortes no serán estadísticamente significativas.
- En bancos forrajeros en Trópico Alto establecidos con *A. decurrens* se recomiendan los cortes a 90 cm por su mejor oferta de nutrientes respecto de los otros cortes analizados y también por la leve superioridad en su rendimiento cuantitativo.
- Al ser la *A. decurrens* una especie invasora en los sistemas prouctivos de Trópico Alto, su siembra y su cultivo deben ser controlados para evitar que su propagación perjudique los ecosistemas nativos.

14. Bibliografía

- CAR, C. A. (2018). *PLAN DE PREVENCIÓN, MANEJO Y CONTROL DE LAS POBLACIONES DE Acacia decurrens WILLD EN LA JURISDICCIÓN CAR.*
- Pineda Hernández, J. G. (2017). *LA ACACIA NEGRA (Acacia decurrens) COMO ALTERNATIVA FORRAJERA EN EL TRÓPICO ALTO ANDINO COLOMBIANO.* Chiquinquirá: UNAD.
- Fernández, J., Zapata, A., & Giraldo, L. (s.f.). *Uso de la acacia decurrens como suplemento alimenticio para vacas lecheras en clima frío de Colombia .*
- Ayarza, M., & al, e. (2009). *Conclusiones del Seminario Internacional sobre Cambio Climático y los Sistemas Ganaderos en Colombia.* Bogotá: CORPOICA.
- Giraldo L.A.: Fernández, J., A.F., Z., & Londoño, M. V. (s.f.). *Potencial de A. decurrens como suplemento para la proucción de leche en clima frío de Colombia.*
- Giraldo, & Fernández, Z. (s.f.).
- Giraldo, Fernández, Zapata, Londoño, & Velázquez. (2001). *Potencial de la A. decurrens en suplemento para la producción de leche en clima frío de Colombia.* Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Solórzano Bejarano, J. H. (2012). *Evaluación de la regeneración de Acacia decurrens, Acacia melanoxylon Y Ulex europaeus en áreas enn proceso de restauración ecológica. Luna azul.*
- En Tao Wang¹, J. M. (2001). *Rhizobium y su destacada simbiosis con plantas.*
- Wang, T., Martínez Romero, J., & López Lara, I. (2001). *Rhizobium y su destacada simbiosis con plantas.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Camargo Ricalde, S. L., Montaña, N. M., De la Rosa Mera, C. J., & Montaña Arias, S. (2012). *MICORRIZAS: UNA GRAN UNIÓN DEBAJO DEL SUELO . Revista Digital Universitaria.*

- Tang, M. (1986). Factores que afectan la simbiosis leguminosa-rhizobium. *Pastos y forrajes*, 196-209.
- Alarcón, E., Lozano de Yunda, A., & Chaparro, H. (1997). Caracterización fenotípica de aislamientos rizobianos de acacia (*Acacia* sp) y Retamo (*Teline pompilioides*). *Revista Colombiana de química*, 26(2), 21-33.
- www.micolombiadigital.gov.co. (s.f.). Obtenido de <https://mosqueracondinamarca.micolombiadigital.gov.co/municipio/geografia--y-economia-de-mosquera>
- Carvajal, T., Lamela, L., & Cuesta, A. (2012). Evaluación de las arbóreas *Sambucus nigra* y *Acacia decurrens* como suplemento para vacas lecheras en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Pastos y forrajes*, 35(4), 417-430.
- M, Q. A. (2006). La *Acacia decurrens* Will fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura. *Livestock Research for Rural Development*, 18(12).
- Florez, L., & Umaña, J. (2006). Evaluación de la adaptación, comportamiento y efecto en la pradera de la acacia negra (*Acacia decurrens*) de la acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), y el aliso (*Alnus acuminata*), com.
- García, D. E., Medina, m. G., Clavero, T., Humbría, J., Baldizán, A., & Domínguez, C. (2008). Preferencia de árboles forrajeros por cabras en la zona baja de los andes venezolanos. *Revista científica*.
- Deza, C., Mahy, A., Ganchegui, M., & Romero, G. (s.f.). *Nutrición en caprinos*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Pineda Castro, M. L., Chacón-Villalobos, A., & Cordero Gamboa, G. (2009). Efecto de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 275-283.
- Jahn B., E., Avilés R., R., & Barrales V., L. (. (2004). Velocidad de secado de alfalfa bajo diferentes condiciones de secado artificial. *Agricultura Técnica*, 64(2), 163-171.

Montejo Sierra, I., Lamela López, L., & López Vigoa, O. (Enero-Marzo de 2018). Deshidratación del follaje, al sol y a la sombra, de tres plantas forrajeras proteicas. *Pastos y forrajes*, 41(1), 20-28.

<https://es.weatherspark.com/y>. (s.f.). Obtenido de www.wheatherspark.com:

<https://es.weatherspark.com/y/23358/Clima-promedio-en-Mosquera-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

www.agro-alimentarias.coop. (1 de Enero de 2010). Obtenido de www.agro-alimentarias.coop:

<https://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/01162.pdf>

Bacab, H., Solorio, F., & Solorio, S. B. (2012). Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum*. *Avances en investigación agropecuaria*, 16(1), 65-77.

Díaz Barcos, V., & Callejo Ramos, A. (s.f.). Calidad del forraje y del heno. *Conservación de forrajes*, 55-64.

Di MARco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. *Producir XXI*, 2(240), 24-30.

www.rafaela.inta.gov.ar. (Marzo de 2007). Obtenido de

http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutricion/nutricion_valordealimentos.htm

www.google.com. (s.f.). Obtenido de google: <https://www.google.com> › intl › earth

Jaramillo, A. H. (2019). *Evaluación de dos especies arbóreas: Sauco (Sambucus nigra) y Acacia Negra (Acacia decurrens)*. Mosquera: SENA.

Lugo-Soto, M., Vibert, E., Betancourt, M., & González, I. (2009). Efecto de la altura y edad de corte en la producción de materia seca y proteína bruta de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze bajo condiciones del piedemonte barinés, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 7(4).

(s.f.). Obtenido de <https://mosqueracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/municipio/geografia-y-economia-de-mosquera>

Autor:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'IPB', written over a light blue grid background.

María Isabel Paula Bonini

Ce 367781

Código estudiante 2215694

Documento entregado: a los 6 (seis) días del mes de junio de 2022 en la ciudad de Bogotá,
Colombia.