

Evaluación del potencial forrajero de *Lachemilla Orbiculata*, para alimentación en rumiantes, en diferentes edades de corte.

Omar Leonardo Triana García, Camilo Andrés Flórez Fajardo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Zootecnista

Directora

Ms(c). MVZ. Laura Vanessa Álvarez Palomino

Codirector

Ing. Agrónomo. Rubén Carvajal Caballero

Universidad Industrial de Santander
Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED
Zootecnia
Bucaramanga
2023

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	11
1. Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos	14
2. Marco Referencial.....	15
2.1 Marco Teórico	15
2.1.1 Ecosistemas Altoandino	15
2.1.2 Paramo.....	15
2.1.3 Ganadería Sostenible.....	15
2.1.4 Taxonomía de la Especie Forrajera	16
2.1.5 Especie Nativa.....	16
2.1.6 Diseño Experimental	17
2.1.7 Bromatológico	17
2.1.8 Potencial Forrajero	17
2.1.9 Cenizas	17
2.1.10 Materia Seca (MS).....	17
2.1.11 Proteína Cruda.....	18
2.1.12 Energía Bruta.....	18

2.1.13 Fibra Cruda.....	18
2.1.14 Fibra de Detergente Acida.....	18
2.1.15 Fibra de Detergente Neutra.....	19
2.1.16 Rapid Soil and Terrain Assessment.....	19
2.1.17 Terreno	19
2.1.18 Pendiente	19
2.1.19 Perfil	20
2.1.20 Textura.....	20
2.1.21 pH	20
2.1.22 Horizontes.....	20
2.1.23 Color	21
2.1.24 Conductividad Eléctrica	21
2.1.25 Pedregosidad.....	21
2.1.26 Profundidad Efectiva.....	22
2.1.27 Clima	22
2.1.28 Precipitación	22
2.1.29 Humedad Relativa	22
2.1.30 Brillo Solar	23
3. Metodología.....	23
3.1 Ubicación del Proyecto.....	23

3.2 Caracterización del Suelo y del Terreno.....	24
3.3 La Investigación se Materializo en Tres Fases:	25
3.3.1 Fase 1: Selección de Area de Estudio.....	25
3.3.2 Fase 2: Preparación de Muestras	27
3.3.3 Fase 3: Análisis de Laboratorio	27
3.4 Análisis Estadístico	28
3 Resultados y discusión	28
4.1 Características Edafoclimáticas	28
4.1.1 Terreno.....	28
4.1.2 Horizontes	28
4.1.3 Textura.....	31
4.1.4 pH.....	33
4.1.5 Conductividad Eléctrica	34
4.1.6 Pendiente.....	35
4.1.7 Pedregosidad	36
4.1.8 Precipitación.....	37
4.1.9 Clima	38
4.1.10 Humedad Relativa	38
4.1.11 Brillo Solar	39
4.2 Riqueza Taxonómica de las Praderas	40

4.3 Producción de Biomasa	41
4.4 Características Nutricionales	44
5. Conclusiones	53
6. Recomendaciones	54
Referencias Bibliográficas.....	55

Lista de Tablas

Tabla 1 Taxonomía de cada una de las especies identificadas	40
Tabla 2 Composición de biomasa por edades de corte	41
Tabla 3 Producción de biomasa de la especie Ha/ año.	42
Tabla 4 Análisis de varianza de Materia seca(%) en los tratamientos estudiados.	44
Tabla 5 Potencial forrajero de la especie estudiaba	50

Lista de figuras

Figura 1 Ubicación del Predio el Bolsillo y las parcelas de diseño experimental ...	23
Figura 2 Modelo de diseño parcelas.	26
Figura 3 Horizontes de la parcela 1	29
Figura 4 Horizontes de la parcela 2	30
Figura 5 Horizonte de la parcela 3.....	30
Figura 6 Textura parcela 1	31
Figura 7 Textura parcela 2.....	32
Figura 8 Textura parcela 3.....	32
Figura 9 PH de las parcelas de la especie forrajera	33
Figura 10 Conductividad eléctrica de las parcelas de la especie forrajera	35
Figura 11 Pendiente del terreno de las parcelas de la especie	35
Figura 12 Precipitación multianual (1981- 2010) por estaciones meteorológicas (Volcán. Cerrito; Tinaga, Cerrito; Tabeta, Concepción).	37
Figura 13 Humedad relativa multianual (1981- 2010), estación meteorológica tinaga municipio del Cerrito.	38
Figura 14 Brillo solar multianual por estaciones meteorológicas de los años de 1981- 2010.	39
Figura 15 Humedad de la especie forrajera	44
Figura 16 Proteína de la especie forrajera	45

Figura 17 Fibra cruda de la especie forrajera	46
Figura 18 Grasas de la especie forrajera.....	47
Figura 19 Cenizas de la especie forrajera	48
Figura 20 Carbohidratos totales de la especie forrajera.....	49
Figura 21 Aporte calórico	50

Resumen

Título: Evaluación del potencial forrajero de *Lachemilla Orbiculata*, para alimentación en rumiantes, en diferentes edades de corte. *

Autor: Omar Leonardo Triana García, Camilo Andrés Flórez fajardo. **

Palabra clave: Especies vegetales nativa, potencial forrajero, *Lachemilla Orbiculata*, edades de corte, ecosistema alto andino.

Descripción:

Los ecosistemas de paramo alto andino se han venido degradando en los últimos años por actividades como agricultura y ganadería, generando alteración en suelos, flora y fauna. Teniendo en cuenta las afectaciones y ampliación de la franja antrópica en la zona, se llevó a cabo el presente estudio. El proyecto de investigación se ubicada en el páramo del Almorzadero en zona alta de la Vereda Bárbula del municipio de Concepción, departamento de Santander, Colombia, el rango altimétrico oscila de 2900 a 3338 m s. n. m y precipitación de 1300 m.m; con presencia de lluvias en la mayoría de los meses del año. El objetivo principal de esta investigación es la identificación del potencial forrajero de la especie *Lachemilla Orbiculata* abundante en zonas de paramo, a través de un estudio en tres edades de corte (60, 75,90 días), en un modelo de parcelas divididas, se recolecto la planta y se clasificó ante las demás especies de la zona, se realizó la caracterización edafoclimática de la misma, se evaluó la composición de biomasa y la composición bromatológica. Se encontró características de suelo, (Limosos L, Arenosos) de igual manera PH del suelo (Fuertemente ácidos, moderadamente ácidos, ligeramente ácidos) además conductividad eléctrica de los rangos de (41,1 Us/cm-33,8 Us/cm), pendiente del 23%, bromatológicos idóneos gracias a su producción de biomasa, contenidos de materia seca y cenizas aceptables, niveles proteicos superiores a 7%, un contenido de aporte calórico de 4073,9 kcal/kg; Demostrando que existe un alto potencial forrajero de la especie que puede contribuir a la alimentación en sistemas de explotación ganadera, logrando a su vez un equilibrio ecosistémico y recuperación de la franja de paramo, minimizando el impacto de la ganadería frente al cambio climático.

* Trabajo de Grado

**Instituto de Proyección Regional y a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Directora Ms(c). MVZ. Laura Vanessa Álvarez Palomino. Codirector Ing. Agrónomo. Rubén Carvajal

Abstract

Title: Evaluation of the forage potential of *Lachemilla Orbiculata*, for ruminant feeding, at different cutting ages. *

Author: Omar Leonardo Triana García, Camilo Andrés Flórez Fajardo. **

Key word: Native plant species, forage potential, *Lachemilla Orbiculata*, cutting ages, high alpine ecosystem.

Description:

The high Andean paramo ecosystems have been degraded in recent years by activities such as agriculture and cattle ranching, generating alterations in soils, flora and fauna. Taking into account the affectations and expansion of the anthropic fringe in the area, the present study was carried out. The research project is located in the Almorzadero moor in the high zone of the Vereda Bárbula of the municipality of Concepción, department of Santander, Colombia, the altimetric range ranges from 2900 to 3338 m a.s.l. and precipitation of 1300 m.s.n.m, with rainfall in most months of the year. The main objective of this research is the identification of the forage potential of the species *Lachemilla Orbiculata* abundant in paramo zones, through a study in three ages of cut (60, 75, 90 days), in a model of divided plots, the plant was collected and classified before the other species of the zone, the edaphoclimatic characterization of the same was made, the composition of biomass and the bromatological composition was evaluated. Soil characteristics were found (loamy, sandy) as well as soil PH (strongly acidic, moderately acidic, slightly acidic), electrical conductivity in the range of (41.1 Us/cm-33.8 Us/cm), slope of 23%, suitable bromatological characteristics due to its biomass production, acceptable dry matter and ash content, protein levels above 7%, and a caloric content of 4073.9 kcal/kg; Demonstrating that there is a high forage potential of the species that can contribute to feed in livestock farming systems, achieving in turn an ecosystemic balance and recovery of the paramo strip, minimizing the impact of livestock farming in the face of climate change.

*Degree Work

**Instituto de Proyección Regional y a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Directora Ms(c). MVZ. Laura Vanessa Álvarez Palomino. Codirector Ing. Agrónomo. Rubén Carvajal

Introducción

Dado que la alimentación es uno de los factores más relevantes en la producción ganadera, los forrajes son la fuentes y base principal en la nutrición de rumiantes (Ceva, 2022). Por lo tanto, se requiere al uso de mayores áreas de tierra para obtención de forraje, con monocultivos de pastizales, a mediano y largo plazo, lo que implica cambios en el uso de la tierra e impactos en los agroecosistemas y el medio ambiente, esto conduce a la escasez de agua y la deforestación (Martínez et al., 2016). La deforestación es una de las dificultades más grandes en el mundo (Lu et al., 2010). El incremento de la frontera agrícola en ambientes naturales con lleva a la degradación de los recursos, ampliando en gran proporción la problemática ambiental, debido al cambio de uso de suelo, degradación del suelo por implementación de mono cultivos, cambio al paisaje y principalmente afectando fuentes hídricas por procesos de lixiviación de fertilizantes aplicados para mejorar los cultivos.

Los páramos son ecosistemas con alto nivel de especiación y gran número de especies endémicas (Buytaer et al., 2014), en los ecosistemas de paramo, las especies nativas se han ido presentado como forrajes, donde los productores han sido durante mucho tiempo testigos de las bondades que ofrecen en las actividades pecuarias y a través de su experiencia, identificaron especies de los pastizales naturales nativos que son muy consumidos por los animales de producción. Las respuestas ecológicas de los páramos al cambio climático actual revelan cambios en la fisiología de la especie y su capacidad para sobrellevar situaciones climáticas extremas (Ignacio Barrera et al., 2010).

Basados en los factores anteriores se hace preciso crear una ponderación entre las necesidades de las personas y el ecosistema, lo que implica empezar a implementar estrategias para lograr ese equilibrio y satisfacer las necesidades alimentarias de los animales para que mejoren su rendimiento (Piza et al., 2011). Teniendo en cuenta que muchos sistemas productivos no generan el potencial nutricional para un buen desarrollo del ganado, sumado al constante aumento de los costos de producción tecnificada y el incremento de la solicitud de productos, se hace necesario la implementación de proyectos que conlleven a una producción óptima a nivel nutricional para los bovinos a bajo costo. El presente estudio tiene como objeto identificar el potencial forrajero de la especie vegetal *Lachemilla orbiculata*, cuyo estudio como forraje es inexplorado y puede ser considerada como especie de gran aptitud nutricional para uso en la alimentación animal principalmente bovina y ovina. La especie forrajera es abundante en los ecosistemas de páramos, y en la región se localiza en el páramo del Almorzadero, esta especie se conoce comúnmente como “Oreja de ratón”.

En los sistemas productivos, el campesino le atribuyen que incrementa considerablemente la obtención de ganancia de peso, en los sistemas ganaderos produce mejores resultados, como ganancia de peso, según el ganadero, y a su vez resulta ser una buena planta de producción sostenible de biomasa, asociativa con otras pasturas, no se afecta al sobrepastoreo y cambios climáticos, así como las heladas; “independientemente de la intención para promover el uso de especies nativas, existen restricciones a su uso debido y a la disponibilidad de material vegetal ya que la información de la especie de propagación y desarrollo es muy deficiente” (Pinzon, s.f).

La implementación de especies nativas en pasturas beneficia significativamente generando un impacto positivo para el ecosistema, como la disminución de la erosión del suelo, la eliminación

de la necesidad de fertilizantes químicos y pesticidas, así evitando el aumento de la emisión de gases de efecto invernadero. Logrando al final un beneficio ordenado de los recursos naturales, mejorando la calidad de vida del ganado y mejorando la alimentación producida.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar el potencial forrajero de la especie *lachemilla orbiculata*, para alimentación en rumiantes, con tres diferentes edades de corte.

1.2 Objetivos Específicos

Caracterizar las condiciones edafoclimáticas de la especie.

Evaluar la producción de biomasa de la especie vegetal forrajera.

Estimar la composición bromatológica de la especie forrajera.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Ecosistemas Altoandino

La región de la alta montaña contiene ecosistemas como el bosque altoandino y el páramo y sus transiciones, que se distribuyen en las tres cordilleras, generalmente sobre los 3000 m s. n. Según el Inventario de Plantas de Colombia, a esta altura se registraron especies de plantas vasculares, de las cuales en parte se han reconocido como endémicas (Castellanos et al., 2019).

2.1.2 Paramo

Páramo es una región montañosa única con un estilo de vida diverso y una población con tradiciones culturales que contribuyen al desarrollo de la biodiversidad mundial (Morales & Estevez, 2005).

2.1.3 Ganadería Sostenible

La ganadería regenerativa es una práctica agrícola que se enfoca en el uso de técnicas sostenibles y holísticas para la transformación de alimentos. La finalidad de la ganadería regenerativa es restaurar la salud del suelo, aumentar la biodiversidad y mejorar la eficacia del agua y del aire en las fincas ganaderas (Traslaviña, 2023).

En lugar de enfocarse en maximizar la producción a corto plazo, la ganadería regenerativa busca crear un sistema sostenible a largo plazo que beneficie tanto a los animales como al medio

ambiente. Entre las técnicas utilizadas se incluyen la rotación de pastoreo y la restauración de la vegetación nativa (Zeberio, 2018).

2.1.4 Taxonomía de la Especie Forrajera

Lachemilla orbiculata se identifica por mostrar hábito estolonífero: hojas basales en rosetas, lámina palmatilobada orbicular-reniforme, cartáceas o subcoriáceas, lóbulos obtusos o redondos, margen crenado-aserrado; peciolo vellosos, seríceos o glabros; escasean de hojas y estípulas distales. Inflorescencias en cimas terminales con brácteas connadas que rodean parcialmente a las flores; cada flor posee cuatro sépalos y cuatro episépalos, un hipantio campanulado-elongado, dos a cuatro carpelos, estigma subclavado (Romoleroux, 2004).

Muchas de las especies forrajeras estudiadas hoy en día fueron elegidas porque se utilizan como alimento para animales silvestres o domésticos, por su uso tradicional por parte de comunidades indígenas y campesinas, o porque han sido estudiadas en otros países tropicales. Este conocimiento se caracterizó por la relación directa de coexistencia en ecosistemas y regiones determinadas (Suárez, 2010).

Lachemilla orbiculata es una especie muy extendida en la zona andina. En los Páramos se suele encontrar como especie colonizadora en áreas normales de pajonal. Dentro de los bosques, forma parte de la vegetación del suelo. El tamaño de las hojas es diferente en el bosque y fuera del bosque (Romoleroux, 2004).

2.1.5 Especie Nativa

Una especie nativa, también llamada autóctona, se define como una especie que vive de forma oriunda en una zona determinada, es decir su presencia en la zona, ya sea intervención directa o indirecta (FAO, 2010).

2.1.6 Diseño Experimental

El diseño experimental es un enfoque metodológico utilizado en la investigación científica para establecer relaciones causales entre variables, el investigador maneja una o más variables independientes y observa el efecto que tienen sobre una variable dependiente. La manipulación de las variables independientes se realiza mediante la distribución aleatoria de los participantes a diferentes escenarios experimentales (Peña, 2011).

2.1.7 Bromatológico

Con el análisis bromatológico de las especies forrajeras se llega a conocer la calidad alimentaria y el potencial de entrega de cada especie en función de sus características y eficiencia nutricional (Choque, 2017).

2.1.8 Potencial Forrajero

Alta obtención, constancia, aceptabilidad por el ganado, incremento del valor nutritivo (Camero-Rey & Villarreal-Castro, 2014).

2.1.9 Cenizas

La ceniza en los alimentos consiste en residuos inorgánicos que quedan después de quemar la materia orgánica. La ceniza resultante no tiene precisamente la misma composición de minerales que el alimento original, ya que pueden producirse pérdidas por volatilización o interacciones entre los componentes (QuimiNet, 2009).

2.1.10 Materia Seca (MS)

El contenido de materia seca del forraje es la consecuencia de la extracción del agua que contienen las plantas al estado fresco o verde. Esta labor se realiza normalmente en laboratorios especializados, en el cual utilizan hornos de ventilación forzada a temperaturas de 60 a 105 grados

por 24 a 48 horas o por el tiempo preciso para que la muestra obtenga un peso constante (Canseco et al., 2007).

2.1.11 Proteína Cruda

El contenido de materia seca del forraje es el resultado de remover el agua contenida en las plantas cuando están frescas o verdes. Este trabajo generalmente se ejecuta en laboratorios especializados, utilizando un horno de aire forzado a temperaturas que van desde los 60 grados hasta los 105 grados durante 24 a 48 horas, o el tiempo que tarda la muestra en alcanzar un peso constante (Wattiaux, 1998).

2.1.12 Energía Bruta

La energía bruta generalmente se calcula con una bomba calorimétrica. El conjunto de energía química en la alimentación se determina convirtiéndola en energía térmica y midiendo el calor generado. La transformación se realiza oxidando y quemando los alimentos. La cantidad de calor producido por la combustión completa de una unidad de peso de alimento, se nombra energía total o calor de combustión del alimento (Cruz, 2005).

2.1.13 Fibra Cruda

La fibra cruda es la parte de los alimentos que es insoluble en álcalis y ácidos diluidos. Este valor se utiliza como indicador del contenido de celulosa, ya que el residuo insoluble está compuesto principalmente por 97% de celulosa y lignina. Este estudio es importante, especialmente porque el contenido de fibra de la dieta se utiliza para determinar su valor nutricional (Vanegas, 2010).

2.1.14 Fibra de Detergente Acida

Las muestras de alimentos se tratan con una solución de detergente ácido, solubilizando así la hemicelulosa. El resto es celulosa más lignina y sílice, por lo que la hemicelulosa se calcula a partir de la diferencia entre FDN y FDA. La FDA se correlaciona inversamente con la digestibilidad (Guaita, 2014).

2.1.15 Fibra de Detergente Neutra

La FND están compuestos por estructuras de pared celular de celulosa, hemicelulosa, lignina y cutina. Su digestibilidad depende de la edad de la planta y del grado de lignificación (Subcomité de Nutrición del Ganado Lechero, 2001).

2.1.16 Rapid Soil and Terrain Assessment

Rapid soil and terrain assessment (RSTA) es un método de evaluación de suelos y terrenos que se utiliza para determinar rápidamente la calidad del suelo y la aptitud del terreno para diversos usos, como la agricultura, la construcción de infraestructuras o la conservación de la biodiversidad (Florinsky, 2016)

2.1.17 Terreno

El terreno se considera una de las características geográficas naturales más esenciales y es un factor clave en los procesos físicos. La topografía del terreno es importante porque afecta a la forma en que se desarrolla la vegetación y cómo fluye el agua en la superficie (Xiong et al., 2022),

2.1.18 Pendiente

La pendiente de un terreno es importante para la planificación y gestión del uso del suelo y los recursos naturales, ya que puede afectar a la forma en que se desarrollan diversas actividades humanas y cómo se gestionan los recursos hídricos, también es importante para la gestión del agua en el terreno, ya que las pendientes pronunciadas pueden ser propensas a la erosión y la escorrentía,

lo que puede ser problemático para la agricultura y la conservación de los recursos naturales (Ramírez, 2021).

2.1.19 Perfil

El perfil del suelo es la descripción de las diferentes capas o horizontes que componen el suelo, desde la superficie hasta la roca madre. En agricultura, es importante conocer el perfil del suelo para determinar su fertilidad y capacidad de retención de agua, lo que afecta directamente la calidad y el rendimiento de los cultivos (Baraza et al., 2019).

2.1.20 Textura

La textura del suelo se refiere al tamaño de las partículas que lo componen, que puede ser arena, limo o arcilla. La textura del suelo afecta su capacidad de retener agua y nutrientes, así como su estructura. La estructura del suelo se refiere a la forma en que las partículas del suelo se unen entre sí para formar agregados, lo que influye en la porosidad y la permeabilidad del suelo (Prates & Zaccaro, 2020)

2.1.21 pH

El pH es uno de los parámetros más importantes que afectan la calidad del suelo, esta muestra si tiene niveles tóxicos de aluminio y manganeso, si es bajo en elementos esenciales como el calcio y el magnesio, y si se puede controlar mediante la adición de elementos como el óxido de calcio. La disponibilidad de otros nutrientes importantes para las plantas depende del valor del pH, conocer el valor de pH del suelo puede ayudar a diagnosticar correctamente los problemas de nutrición de las plantas (Rivera et al., 2019).

2.1.22 Horizontes

Los horizontes del suelo son las capas o estratos que componen el suelo. Cada horizonte tiene diferentes características físicas, químicas y biológicas que lo diferencian de los demás horizontes. Los horizontes se identifican por letras mayúsculas: O, A, E, B, C y R (Ugalde et al., 2018).

2.1.23 Color

El color del suelo depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales presentes. Se puede evaluar como una medida indirecta ciertas propiedades del suelo. Se usa para distinguir las secuencias en un perfil del suelo, determinar el origen de materia parental, presencia de materia orgánica, estado de drenaje y la presencia de sales y carbonato (Aragón et al., 2020).

2.1.24 Conductividad Eléctrica

Los indicadores químicos (e.g., pH y conductividad eléctrica) hacen referencia a las condiciones que afectan la relación suelo-planta, y a la calidad y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y los microorganismos. En el caso de la conductividad eléctrica (Ce), valores entre 0-0,8 dS/m (0-800 μ S/cm) son aceptables para el crecimiento de los cultivos (Romero et al., 2008).

2.1.25 Pedregosidad

La presencia de piedras en el perfil del suelo afecta importantes características edáficas y por ende el rendimiento de cultivos, lo cual destaca la importancia de una adecuada caracterización de los suelos pedregosos. Sin embargo, la cuantificación de la pedregosidad del suelo es, por lo general, un proceso largo y tedioso, y no existe un método estándar totalmente aceptado para su estimación (Andrades et al., 2007).

2.1.26 Profundidad Efectiva

La profundidad efectiva de un suelo se refiere a la capa superior del suelo donde las raíces de las plantas pueden crecer, obtener nutrientes y agua, esta capa puede variar dependiendo de varios factores, como el tipo de suelo, el clima y la vegetación (Carpeta & Reyes, 2021).

2.1.27 Clima

En países tropicales o templados, donde la ganadería tiene un fuerte componente pastoril, el principal factor que atenta contra la producción de forraje y por ende de carne o leche, es sin dudas el clima, el cual afecta no solo la cantidad sino también la calidad de recursos disponibles para la alimentación de rumiantes (Abdelhad, s.f).

2.1.28 Precipitación

La precipitación en páramos es un fenómeno importante en estos ecosistemas de alta montaña, que se caracterizan por ser fríos, húmedos y con una vegetación especializada en soportar estas condiciones extremas, la precipitación en páramos se produce principalmente por la acción de las nubes orográficas, que se forman cuando el aire húmedo asciende por la pendiente de las montañas y se enfría, lo que provoca la condensación del vapor de agua y la formación de nubes (Morocho & Chuncho, 2019).

2.1.29 Humedad Relativa

La humedad relativa es una variable importante para considerar en la producción de forrajes, ya que puede afectar el crecimiento y la calidad de los cultivos. En general, un nivel de humedad relativa entre el 50% y el 70% es óptimo para la producción de forrajes, pero esto puede variar dependiendo del tipo de cultivo y de otros factores ambientales como la temperatura y la cantidad de luz solar (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002).

2.1.30 Brillo Solar

El brillo solar es un factor importante en la producción de forraje, la radiación solar es un factor ambiental crítico para los cultivos y los hatos de ganado, y puede influir en los procesos biológicos que afectan la producción de forraje. Además, la cantidad de horas de brillo solar al día puede tener un impacto significativo en la cantidad y la calidad del forraje producido por las especies forrajeras (Leon et al., 2018).

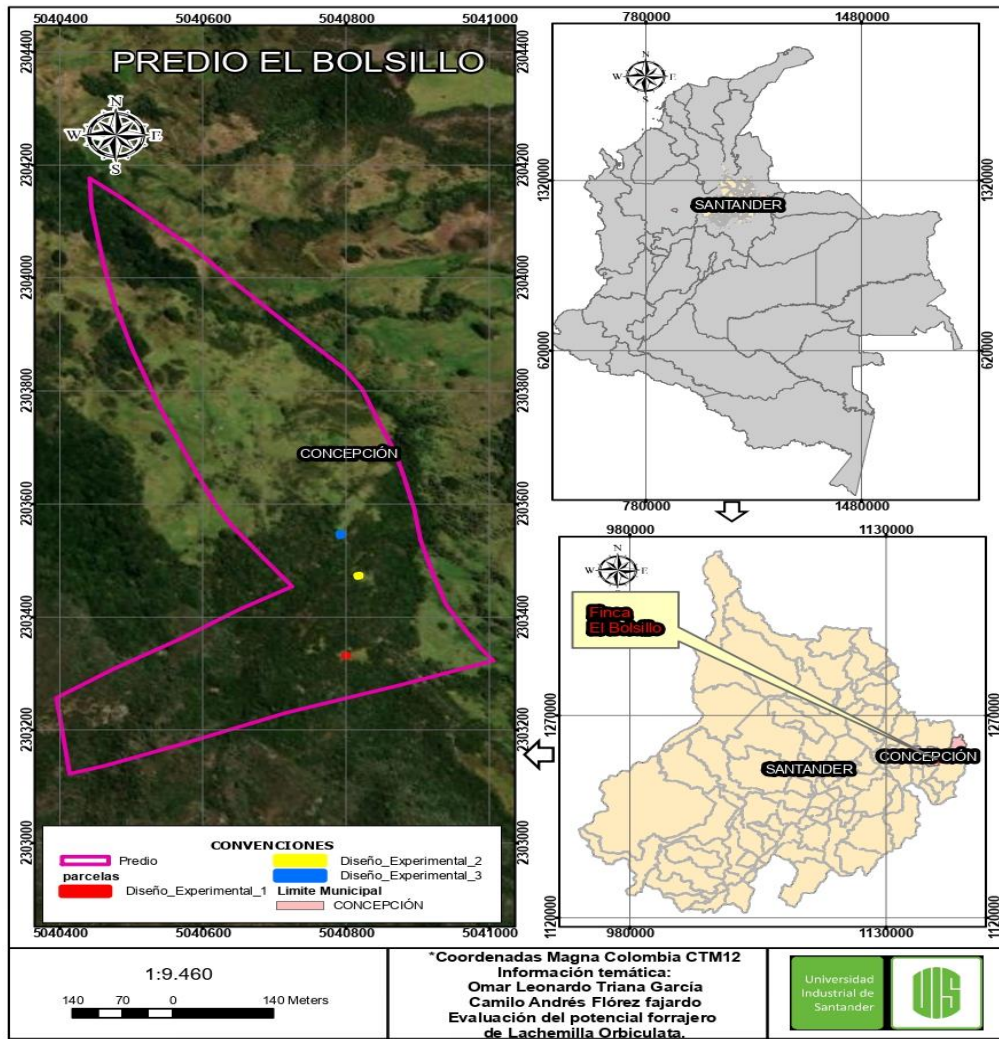
3. Metodología

3.1 Ubicación del Proyecto

Finca el Bolsillo, sector Juradito, Vereda Bárbula del municipio de Concepción Santander, localizada en, 6°44'25.78"N 72°37'35.68"O, presenta gradiente altitudinal de 2900 a 3338 m.s.n.m y precipitación de 1300 m.m presentando lluvias en la mayoría de los meses del año, cuenta con clima frío de temperatura que oscilan en máximo 14°C y mínimo 5 °C en horas nocturnas, el predio cuenta aproximadamente con 74 hectáreas ,con pasturas para ganadería bovina extensiva, donde se observa un suelo de tipo Limoso L, Arenoso A, es una zona humedad con suficientes fuentes hídricas.

Figura 1

Ubicación del Predio el Bolsillo y las parcelas de diseño experimental



Nota: Esta ilustración muestra la ubicación del predio en donde se realizó el estudio.

3.2 Caracterización del Suelo y del Terreno

Existen variedad de clasificaciones y métodos donde podremos caracterizar y evaluar el recursopreciado como es el suelo, sin embargo, existen numerosos estudios donde requieren extensos conocimientos en la ciencia y análisis de suelos que suelen resultar costosos, teniendo en cuenta que la mayoría de los agricultores no cuentan con el conocimiento ni los recursos para evaluar dichas metodológicas, se busca aplicar métodos eficaces y alternativos según la guía

RASTA Rapid Soil and Terrain Assessment, (Cock et al., 2010), en la cual se determinó variables como: Terreno, horizontes, Textura, pH, Conductividad Eléctrica, Pendiente, Pedregosidad, precipitación y Clima.

3.3 La Investigación se Materializo en Tres Fases:

3.3.1 Fase 1: Selección de Area de Estudio

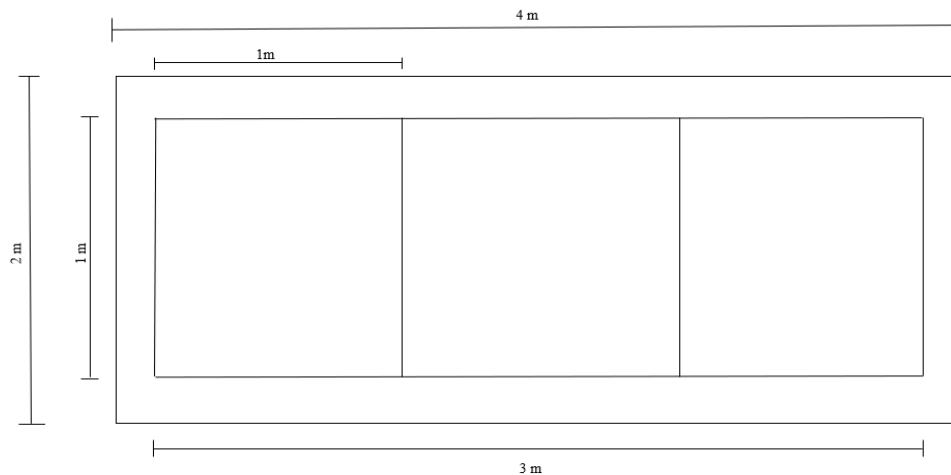
Se realizó en la Finca el Bolsillo, donde se realizó observación y determinación del área de estudio, además establecimiento de praderas, subpraderas (tratamientos; 60,75,90 días) seguidamente cortes de homogenización y luego las respectivas tomas de muestras.

3.3.1.1 Selección de Especie Vegetal. La especie estudiada se identificó por sus características morfológicas, se encontró de forma nativa en las pasturas y que son dietas de ganado bovino; ovino, manejado de forma tradicional extensivo en los ecosistemas de paramo altoandino. Así mismo, la especie se eligió por presentar un potencial de producción de forraje en condiciones de suelo como lo son: acidez, horizontes poco profundos, abundancia de humedad, además por abundancia de dicho forraje en la zona.

3.3.1.2 Diseño Experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 parcelas para evaluar 3 tratamientos de corte en las siguientes fechas: 60, 75, 90 días. El estudio se realizó en un terreno previamente establecido de la especie nativa *lachimilla orbiculata*; (Oreja de Ratón), en el predio el Bolsillo. El tamaño de las parcelas fue de $2m^2 * 4m^2$, se dividió en subparcelas de $1m^2 * 3m^2$, por ende, cada repetición se delimitó de $1m^2$, cabe resaltar que las parcelas se seleccionaron en diferentes ubicaciones geográficas, que correspondieron a los tres tratamientos con sus respectivas repeticiones. El área de estudio se aisló del resto del potrero por medio de una cerca eléctrica y una vez demarcadas las parcelas se realizó un corte de homogenización a 1 cm del suelo 15 días previos a establecer el tiempo que se tuvo en cuenta las edades de corte, la altura al corte se determinó teniendo en cuenta el hábito de crecimiento que presenta la especie.

Figura 2

Modelo de diseño parcelas.



Nota: Esta figura muestra el diseño de parcelas que se utilizó en el estudio.

3.3.1.3 Recolección de Muestras y Estimación de Biomasa. En las plantas rastreras y de bajo porte se realizó el corte de las especies presentes en las repeticiones previamente ya elaboradas. Donde, se determinó la biomasa total en gramos de materia fresca (MF), así mismo, procede a la separación de la especie forrajera para evitar tomar partes de otra especie que puede alterar los resultados, ya que son plantas que se encuentran mezcladas con otras especies de manera natural, se estimó su peso fresco, se depositó en bolsas de papel manila y se disponen a ser trasladadas al laboratorio.

3.3.2 Fase 2: Preparación de Muestras

Secado y molienda de muestras obtenidas fue desarrollada en el Laboratorio de Reconversión Ganadera y Agroforestal de la Universidad Industrial de Santander sede Málaga.

3.3.2.1 Secado. Posteriormente de tomar las muestras en campo se trasladó la especie estudiada al invernadero del Laboratorio de Reconversión Ganadera y Agroforestal para ser deshidratadas naturalmente.

3.3.2.2 Molienda. El forraje en estado físico seco de la especie se trituró hasta obtener una muestra homogénea. Para ello, se utilizó un molino de martillos. Es importante asegurarse de que el tamaño de partícula del forraje sea lo suficientemente pequeño para garantizar una extracción completa de los nutrientes durante el análisis.

3.3.2.3 Almacenamiento de las Muestras. El forraje triturado se empaco en un contenedor hermético y protegido de la luz para evitar la oxidación y la pérdida de nutrientes.

3.3.3 Fase 3: Análisis de Laboratorio

Las muestras seleccionadas fueron enviadas Enzipan Laboratorios SA, Bogotá DC, para realizar análisis químico de las siguientes variables: Humedad, proteína, Fibra cruda, Grasa, Cenizas, Carbohidratos Totales y Aporte Calórico.

3.4 Análisis Estadístico

Los datos se analizaron por un Anova ($p < 0,05$) y se aplicó la prueba de Duncan, donde se hizo uso de los programas estadísticos Rstudio; InfoStat.

4. Resultados y discusión

4.1 Características Edafoclimáticas

4.1.1 Terreno

La cordillera de los Andes neotropicales propicia la formación de diversos hábitats aislados gracias a la altura, la irregularidad de las cadenas de montañas, las variaciones en la topografía y las pendientes, los cambios del clima y en los suelos y el rico sistema hidrográfico (Hernán Ruiz et al., 2010). De acuerdo con Ruiz los diversos ecosistemas existentes originan una gran formación de flora y fauna, además, diferentes cadenas montañosas siendo este el tipo de terreno de nuestro estudio y su ladera cóncava como posición de los tratamientos.

4.1.2 Horizontes

Según Villegas (2004), se han obtenido resultados muy exitosos con el establecimiento de especies tanto nativas como exóticas, en este caso *lachemilla orbiculata* la cual que tienen la capacidad de aportar gran cantidad de materia orgánica que ayuda a conformar nuevamente el

horizonte orgánico del suelo y se adaptan fácilmente a condiciones adversas de fertilidad y disponibilidad de agua, en estudios realizados la mejor condición para la vegetación en el horizonte superior del suelo, es la humedad la cual fortalece la formación de la especie vegetal.

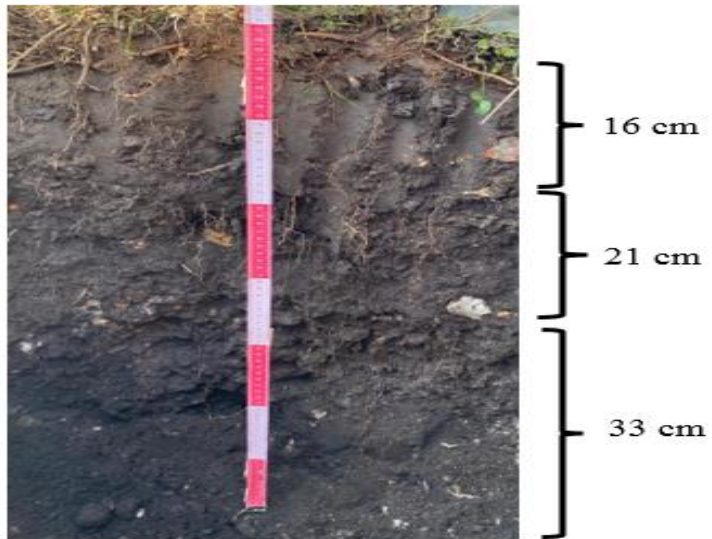
No obstante, como menciona (Rossi, 2013), la edad de los suelos es demasiado corta para que se formen horizontes completamente como se evidenció en el tratamiento tres, de igual manera se encuentran en planicies aluviales que reciben aportes de nuevos depósitos a intervalos frecuentes. La progresiva incorporación de materia orgánica al material mineral, que tiene lugar en la parte superior del suelo por las raíces y restos vegetales, da lugar al oscurecimiento de los horizontes.

Figura 3

Horizontes de la parcela 1



Nota: En la figura se observan tres tipos de horizontes en la parcela uno para lo cual se determina tres capas, sus valores métricos y color de la siguiente manera: Capa A: 20 cm, color tipo 6, Capa B: 15 cm, color tipo 4 y Capa C: 35 cm, color tipo 26. Para la distinción de colores y horizontes nos basamos en la guía RASTA; (pag.16-18).

Figura 4*Horizontes de la parcela 2*

Nota: En la figura se observan tres tipos de horizontes en la parcela dos para lo cual se determina tres capas, sus valores métricos y color de la siguiente manera: Capa A: 16 cm, color tipo 9, Capa B: 21 cm, color tipo 6 y Capa C: 33 cm, color tipo 4. Para la distinción de colores y horizontes nos basamos en la guía RASTA; (pag.16-18).

Figura 5*Horizonte de la parcela 3*



Nota: En la figura se observan tres tipos de horizontes en la parcela tres para lo cual se determina tres capas, sus valores métricos y color de la siguiente manera: Capa A: 23 cm, color tipo 6 y Capa B: 47 cm, color tipo 4. Para la distinción de colores y horizontes nos basamos en la guía RASTA; (pag.16-18).

4.1.3 Textura

La textura es el porcentaje de arena, arcilla y limo que contiene el suelo (Vargas Rojas, 2009). De acuerdo con lo anterior es importante mencionar que esta se relaciona con las propiedades como lo son: la transpirabilidad, el drenaje, la retención de humedad, la fertilidad, la susceptibilidad a la erosión, la permeabilidad, la plasticidad y la facilidad de trabajar la tierra.

Figura 6

Textura parcela 1



Nota: Una vez realizado el muestreo de la parcela uno, se determinó que el índice de textura de este suelo es de tipo Limoso L. Para la distinción de este tipo de suelo nos basamos en la guía RASTA; (pag.18-24).

Figura 7

Textura parcela 2



Nota: Una vez realizado el muestreo de la parcela dos, se determinó que el índice de textura de este suelo es de tipo Arenoso A. Para la distinción de este tipo de suelo nos basamos en la guía RASTA; (pag.18-24).

Figura 8

Textura parcela 3

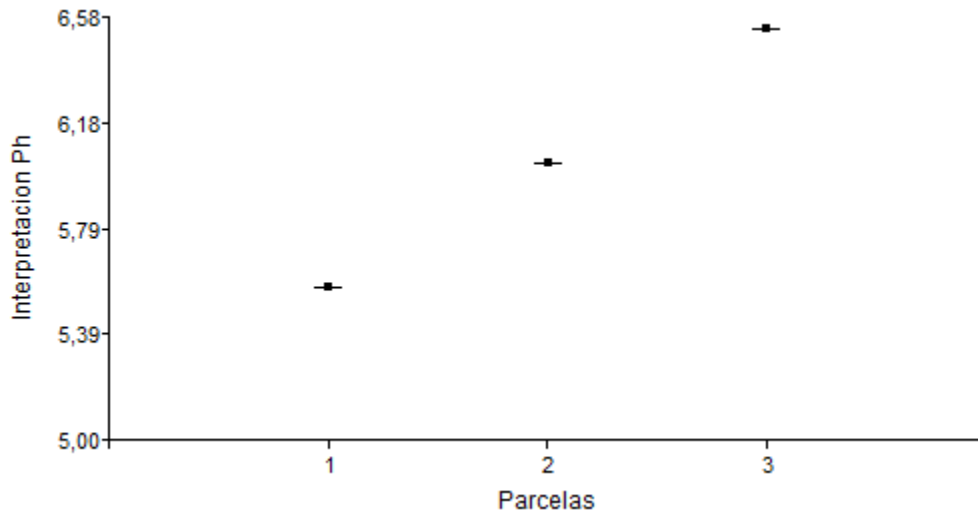
Nota: Una vez realizado el muestreo de la parcela tres, se determinó que el índice de textura de este suelo es de tipo Limoso L. Para la distinción de este tipo de suelo nos basamos en la guía RASTA; (pag.18-24).

4.1.4 pH

Cabe mencionar, que los suelos no intervenidos tienen un rango de pH de 4-6 (Rodríguez & Micaela, 2020) mismo que fue identificado en nuestra investigación y el cual confirma lo dicho, pues se evidencian valores ácidos en este rango como: fuerte, moderada y ligeramente. Así mismo el pH afecta la disponibilidad de algunos nutrientes, como el fósforo, situación que se resuelve en parte con el encalado que elimina la toxicidad de aluminio, manganeso y promueve la actividad microbiana, lo que facilita la fijación simbiótica de nitrógeno por las leguminosas. Es importante tomar en cuenta el aporte de nutrientes que los animales reciclan al suelo a través de la orina y las heces, durante el pastoreo (Cerdas, 2010b).

Figura 9

pH de las parcelas de la especie forrajera



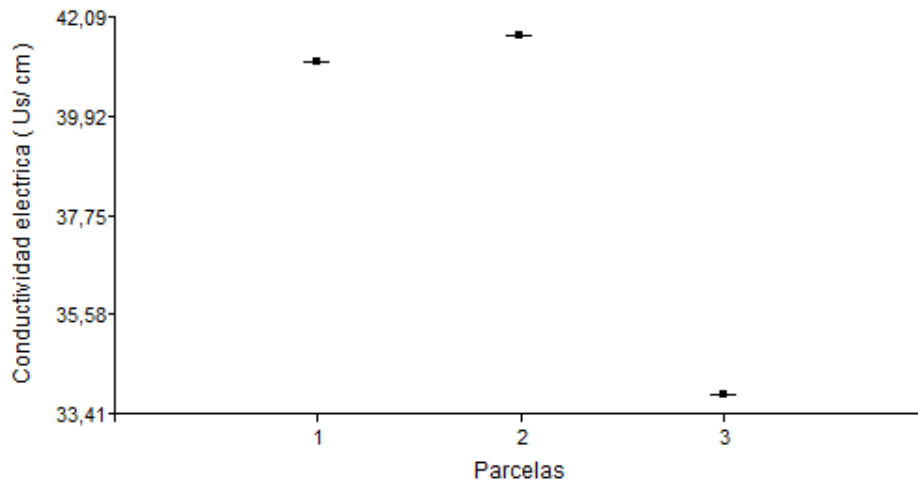
Nota: Con la ayuda del Multi-parameter analyser se determinó el porcentaje de acidez de los tratamientos (T), arrojando los siguientes valores: P1: 5, 57 fuertemente ácido, P2: 6,03 moderadamente ácido, P3:6,53 ligeramente ácido, así mismo cabe resaltar que los valores se realizaron de la tabla de interpretación de pH del Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

4.1.5 Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica del suelo es una medida indirecta de la concentración de sales. El suelo naturalmente tiene disueltas sales, por lo que la conductividad eléctrica puede ser muy baja pero nunca nula. Las sales son buenas para los organismos que las consumen disueltas en el agua, sin embargo, el exceso puede afectar tanto al crecimiento de las plantas como a la actividad de los microorganismos del suelo (Victoria Cremona & Soledad Enriquez, 2020), por lo tanto, en el caso de la conductividad eléctrica los valores 0- 800Us/ cm son aceptables para el crecimiento de los cultivos es así, como se denota que los valores hallados en los tratamientos son tolerantes para un buen desarrollo.

Figura 10

Conductividad eléctrica de las parcelas de la especie forrajera



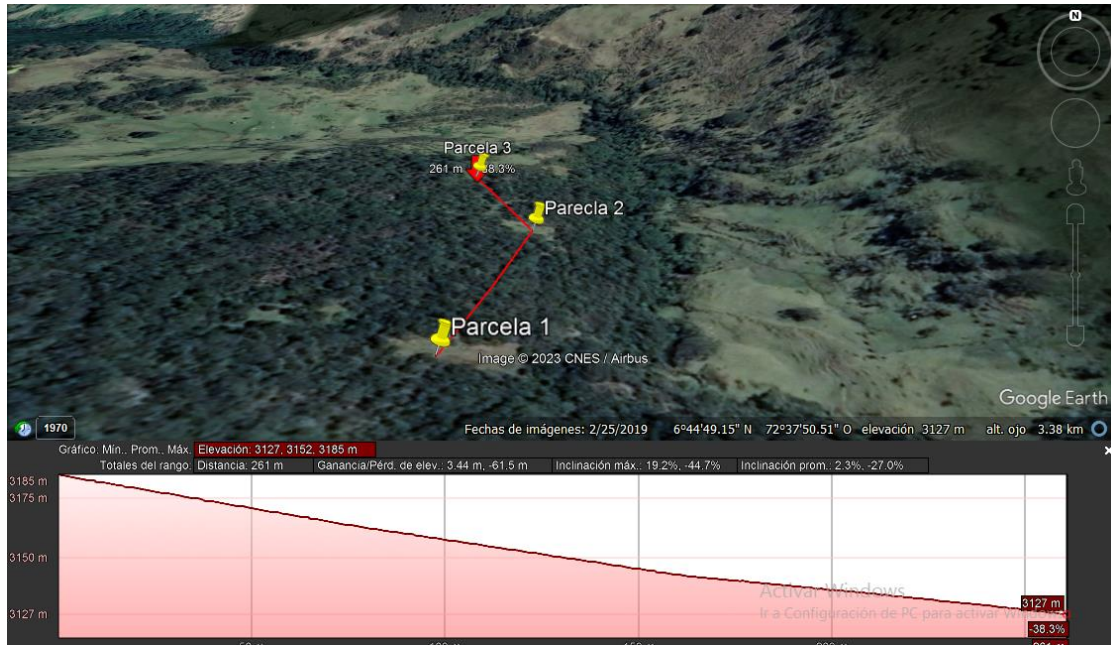
Nota: El gráfico determina la conductividad eléctrica, en cada uno de los tratamientos en los cuales se utilizó el equipo Multi-parameter analyser arrojando los siguientes valores: P1: 41,1 Us/ cm, P2: 41,7 Us/ cm y P3: 33,8 Us/cm, siendo valores similares.

4.1.6 Pendiente

Los gradientes de pendiente en terrenos casi planos son a menudo sobrestimados; mientras que, en planicies abiertas, los gradientes de 0,2 por ciento son claramente visibles. Es importante realizar un registro apropiado de las variaciones mínimas del grado de pendiente, especialmente para erosión, riego y drenaje. El grado de pendiente se determina de dos maneras: la primera y la más importante, es por medio de mediciones actuales en campo, y la segunda a través de la entrada en una de las siguientes clases; estas pueden requerir una de modificaciones para adecuarse a condiciones topográficas locales suelo (Vargas Rojas, 2009).

Figura 11

Pendiente del terreno de las parcelas de la especie



Nota: Para determinar la pendiente se utilizaron el programa de Google earth pro, en el cual se evidenciaron datos topográficos de la ubicación del estudio hallando de manera precisas y concisa la pendiente dada de la siguiente manera: inicialmente se sustrae los m.s.n.m del lugar de la parcela uno con el lugar de la parcela tres, seguidamente con el valor dado se multiplico con una variable 100 y su resultado se dividió con la distancia métrica de la P1 a la P3, así acertando la pendiente que es de 23%.

4.1.7 Pedregosidad

La presencia de fragmentos rocosos influye en el estado de los nutrientes del suelo, el movimiento del agua, uso y manejo del suelo. También refleja el origen y estado de desarrollo del suelo (Vargas Rojas, 2009). De acuerdo con lo anterior la disposición de pedregosidad influye de manera significativa en el momento de labores de cultivo, es así como en la ubicación de los tratamientos se logró evidenciar la apariencia de esta, por ende, concluimos su influencia clave en el progreso de la especie forrajera.

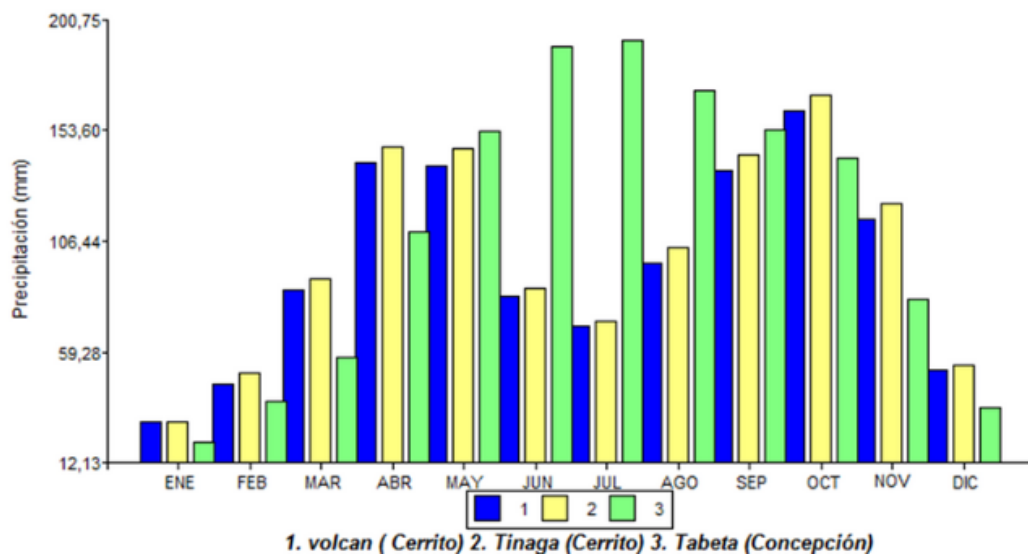
Según la guía de RASTA Rapid Soil and Terrain Assessment, (Cock et al., 2010), se logra determinar la diferencia entre rocas y piedras, que si tienen menos de 8 cm de ancho, se trata de piedras o grava, pero si su ancho es mayor de 8 cm, se habla de rocas, por lo tanto en la parcela uno se examinó la presencia de rocas pero no interferían en las labores de cultivo, en la parcela dos se evidencio gran cantidad de piedras, interfiriendo en labores de cultivo pero se lograban remover con herramientas manuales y finalmente en la parcela tres, se reflejó de igual forma apariencia rocosa que no interferían en labores de cultivo.

4.1.8 Precipitación

En el ecosistema del bosque altoandino se evidencio picos importantes de abundancia y riqueza que tienden a coincidir con los meses de junio y julio (pico de precipitación anual); la respuesta al clima es similar a la reportada por Wiwatwitaya & Takeda (2005), quienes argumentan que las especies dominantes tienen sus picos de abundancia en las temporadas húmedas.

Figura 12

Precipitación multianual (1981- 2010) por estaciones meteorológicas (Volcán. Cerrito; Tinaga, Cerrito; Tabeta, Concepción)



Nota: Este grafico representa el nivel de precipitación de temporada lluviosa anual en las estaciones meteorológicas aledañas a la ubicación de la investigación.

4.1.9 Clima

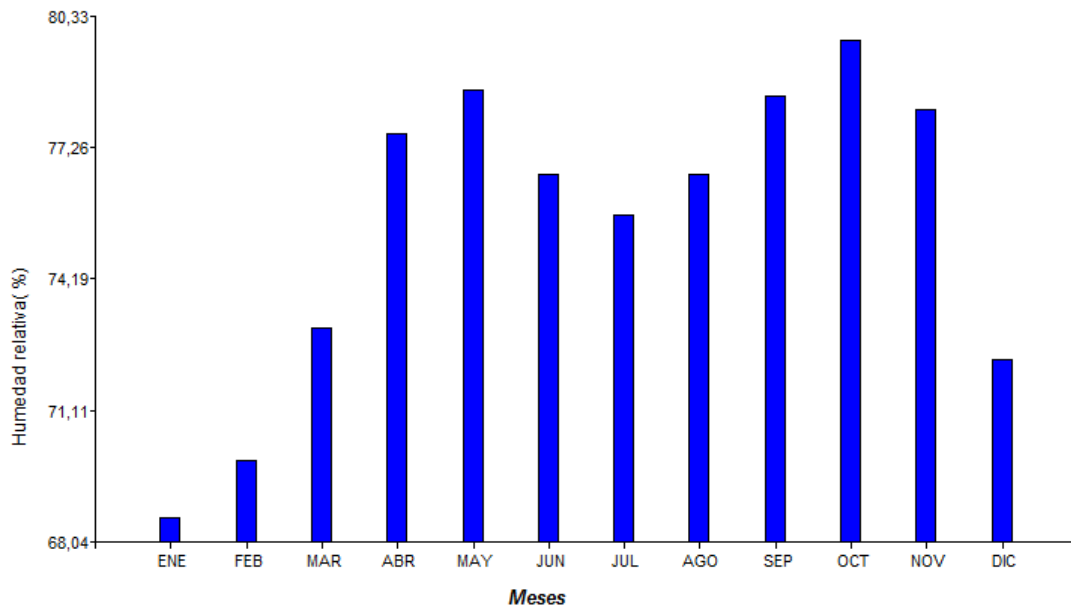
Para determinar el clima promedio se utilizaron variables bases como: 100 m.s.n.m donde su constante es de 0,65 °C, de este modo la altura de la parcela es de 2183 m.s.n.m, así se realizó por medio de regla de tres la ecuación hallando la temperatura promedio de 14°C del predio el Bolsillo, cabe resaltar que el estudio se llevó a cabo parte de la época de lluvia de los meses de agosto – octubre y parte de temporada seca de los meses de noviembre - diciembre (Ubicación de la investigación). Es necesario mencionar que el clima se refiere a la temperatura, la evapotranspiración, la radiación solar, las lluvias y a la distribución de estas últimas, las cuales pueden incrementar las necesidades de fertilizantes o disminuir la fotosíntesis en pastos tropicales (Cerdas, 2010b).

4.1.10 Humedad Relativa

En el ecosistema altoandino se evidencio picos importantes de humedad relativa en abundancia y riqueza que tienden a coincidir con los meses de mayo hasta octubre (pico de precipitación anual); la respuesta es similar a la reportada (Universidad de Pamplona & Instituto Humboldt, 2014), concuerda que el comportamiento temporal anual de los picos de humedad relativa.

Figura13

Humedad relativa multianual (1981- 2010), estación meteorológica tinaga municipio del Cerrito



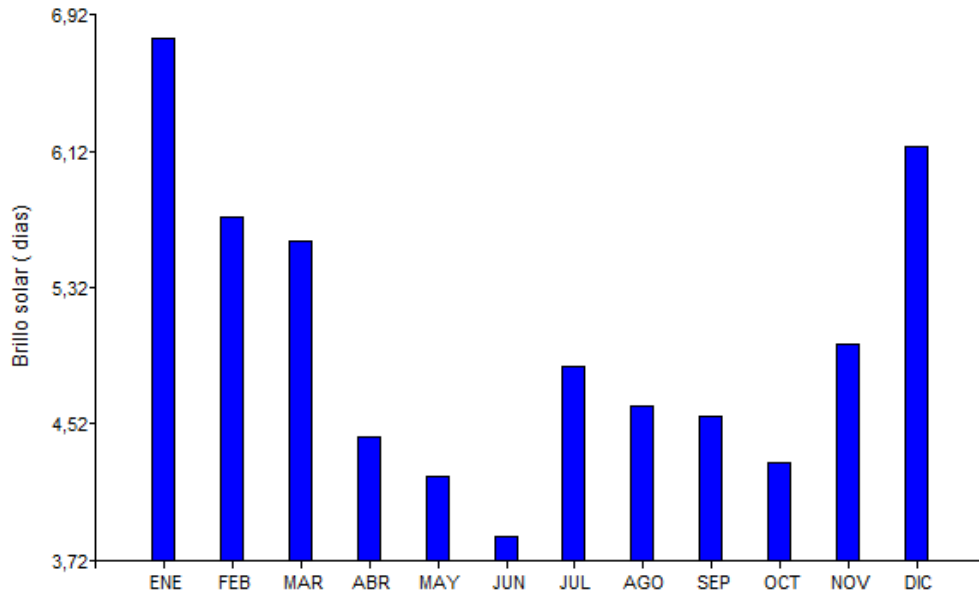
Nota: El grafico evidencia los picos de abundancia de la humedad relativa anual en la estación meteorológica de la granja Tinaga del municipio del cerrito, aledaña a la ubicación del estudio.

4.1.11 Brillo Solar

En ecosistemas de paramo se observó picos inferidos, la menor cantidad de horas sol/mes, en orden ascendente, se registran en los meses de junio, mayo y abril, mientras que entre diciembre y enero se presenta la mayor cantidad de brillo solar coincidiendo con la temporada seca, estos resultados son similares con, (Corporación Autónoma Regional de Santander – Cas & Instituto Alexander von Humboldt (Iavh), 2015), concuerda con el comportamiento anual de los picos del brillo solar.

Figura 14

Brillo solar multianual por estaciones meteorológicas de los años de 1981- 2010



Nota: El grafico evidencia los picos de abundancia de brillo solar anual en la estación meteorológica de la granja Tinaga del municipio del cerrito.

4.2 Riqueza Taxonómica de las Praderas

Se identificaron cinco especies pertenecientes a tres familias botánicas, siendo la más representativa la familia Poaceae con tres especies, seguida de la Fabaceae con una especie, y respectivamente la familia Rosáceas, esta última es la especie nativa investigada.

Tabla 1

Taxonomía de cada una de las especies identificadas

Familia	Nombre	Nombre común
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco
	<i>Holcus lanatus</i>	Falsa poa
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo
	<i>Dactylis glomerata</i>	Pasto Azul Orchoro
Rosáceas	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Oreja de ratón

Nota: En la tabla se observa las especies encontradas junto a la especie forrajera estudiada con su respectivo nombre común y su familia.

La riqueza taxonómica de las praderas de páramos es muy alta y *Lachemilla orbiculata* es una de las especies más comunes y relevantes en estos ecosistemas, según Vargas (2022) la vegetación del páramo se muestra mayormente abierta, compuesta por pastos, arbustos, hierbas. Es claro que *Lachemilla orbiculata* crece con especies típicas del ecosistema de páramo como el kikuyo y el trébol blanco, concuerda con Ulloa y Natalia (2015), identificar una especie forrajera nativa o introducida puede ser un proceso complicado y requiere una combinación de conocimientos botánicos, históricos y geográficos para llegar a una conclusión sólida corroboran (Jimenez y Fernandez, 2014).

4.3 Producción de Biomasa

La producción de la especie la cual se encuentra en combinación con las pasturas. A diferencia de las especies la biomasa que presentan como rasgo individual el hecho de ser especie nativa que habita zonas húmedas, a excepción de las otras especies que solo se presentan en combinación con las pasturas.

Tabla 2

Composición de biomasa por edades de corte

Repetición	Tratamiento					
	60d		75d		90d	
	Peso total (gr)	Peso individual (gr)	Peso total (gr)	Peso individual (gr)	Peso total (gr)	Peso individual (gr)
1	1560	479	1462	823	2340	821

2	2454	599	3495	823	2425	583
3	907	217	1344	332	1153	235

Nota: Peso total de especies, peso individual lachemilla orbiculata

La biomasa de la especie *Lachemilla orbiculata* fue analizada respecto a las demás especies y el peso individual, el tratamiento 75d reporto mayor contenido de biomasa, con un total (6301 g) y (1970 g), el tratamiento 90d obtuvo (5918 g) y (1639 g), el tratamiento 60d de menor cantidad (4921 g) y (1295 g).

El grafico anterior evidencia el porcentaje de peso en gramos de la especie forrajera total e individual, en las edades de corte de: 60d, 75d y 90d.

Tabla 3

Producción de biomasa de la especie Ha/ año.

Edad de corte	Producción de biomasa (gr/m ²)	Producción biomasa en base seca (gr/m ²)	Producción de biomasa ha año (Ton/ha/año)	Producción de biomasa en base seca ha año (Ton/ha/año)
60 días (R1)	479	104,412	29139,1667	6351,73
60 días(R2)	599	75,768	36439,167	4609,22
60 días(R3)	217	40,656	13200,833	2473,24
75 días(R1)	823	96,46	40052,6667	6351,73
75 días(R2)	823	163,24	40052,6667	7944,34667
75 días (R3)	332	49,1575	16157,333	239,233167
90 días (R1)	821	146,832	33296,111	5954,8533
90 días(R2)	583	113,7948	236438,89	46150,113
90 días (R3)	235	40,3788	9530,5556	1637,58467

Nota: La tabla se muestra los días de corte con su respectivo número de repetición.

La biomasa forrajera se refiere a la cantidad de materia seca que se obtiene de las plantas utilizadas como alimento para el ganado, como pastos, forrajes. La medición de la biomasa disponible en las pasturas es de gran importancia para las fincas ganaderas debido a la relación directa que existe entre la cantidad de biomasa forrajera disponible y la cantidad de animales que se pueden alimentar en determinado momento (Elizondo, 2017). La biomasa forrajera de especies nativas es fundamental para la sostenibilidad de los sistemas productivos. La importancia de la biomasa forrajera de especies nativas radica en que estas plantas están adaptadas a las condiciones climáticas y de suelo de la región Carvalho et al. (2000), lo que las hace más resistentes y resilientes a las condiciones ambientales extremas. Además, la biomasa forrajera de especies nativas puede ser una fuente importante de alimento y nutrientes, lo que puede mejorar la calidad de la carne y la leche producida. Al mismo tiempo, la utilización de especies nativas en la alimentación del ganado puede evitar la deforestación y pérdida de hábitats naturales de la fauna silvestre (Pérez et al., 2021).

Las producciones de biomasa de la especie estudiada presento valores similares Velasco et al. (2008) quienes caracterizaron el desempeño sobre el crecimiento en la especie, *Lachemilla orbiculata* obedecen a las características morfológicas de las plantas y a su forma de crecimiento estolonífero. Ambas especies producen grandes cantidades de necromasa que no se descompone con facilidad, se acumula y sobre ella crece la biomasa, con un resultado máximo de 823 gr/m², un mínimo de 217 gr/m² y reportando promedio de 431,66 gr/ m².

M Torres et al. (2012) indican que la producción de biomasa en los pastizales de páramo puede variar entre 0,5 y 2 toneladas por hectárea por año. Sin embargo, estos valores pueden ser más altos en zonas con mayor precipitación y menor altitud, por ende, los resultados obtenidos con

valor máximo 9,50 Ton/ha/año, un valor mínimo 1,32 Ton/ha/año y un promedio de 5,04 Ton/ha/año.

Tabla 4

Análisis de varianza de Materia seca (%) en los tratamientos estudiados.

Tratamientos	Contenido de MS (%)
T 90 d	98,07991 ^a
T 75 d	92,66953 ^a
T 60 d	92,24638 ^a

Nota: En la presente tabla se puede analizar que los valores de MS no tienen valores diferenciales significativos.

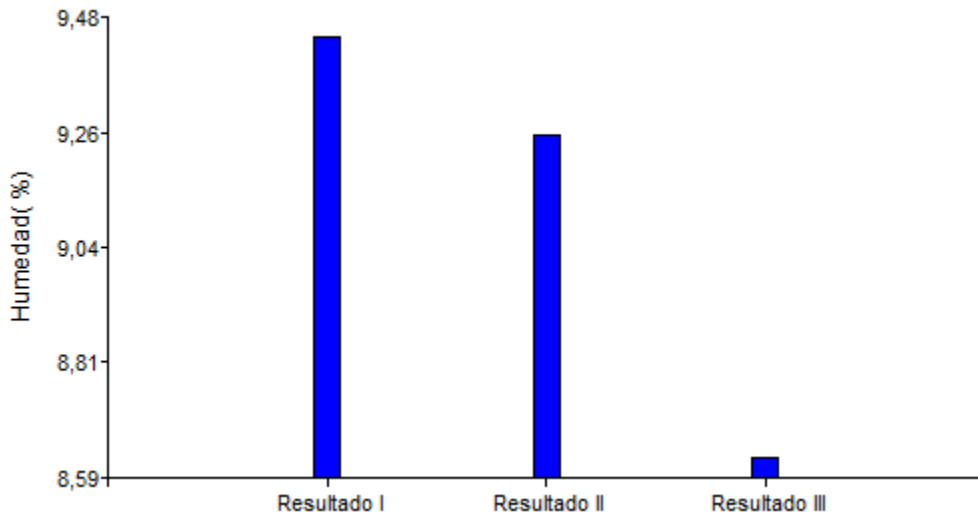
Los pastizales de páramo tienen una biomasa de materia seca relativamente baja debido a las condiciones ambientales, la humedad relativa alta, hacen que la evaporación del agua sea muy baja y que la materia vegetal tenga un alto contenido de agua (Tovilla Morales, 2015), Las producciones de biomasa (Ton/MS/ha/año) de la especie presento valores de biomasa que oscilan entre los 0,16 a 0,79 Ton/MS/ha/año.

4.4 Características Nutricionales

La especie se valoró presentando una composición química (Porcentaje de humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra cruda, aporte calórico y carbohidratos totales), en la tabla 3 el Resultado (I) son los valores del tratamiento de 60 días, Resultado (II) tratamiento de 75 días, Resultado (III) tratamiento 90 días.

Figura 15

Humedad de la especie forrajera

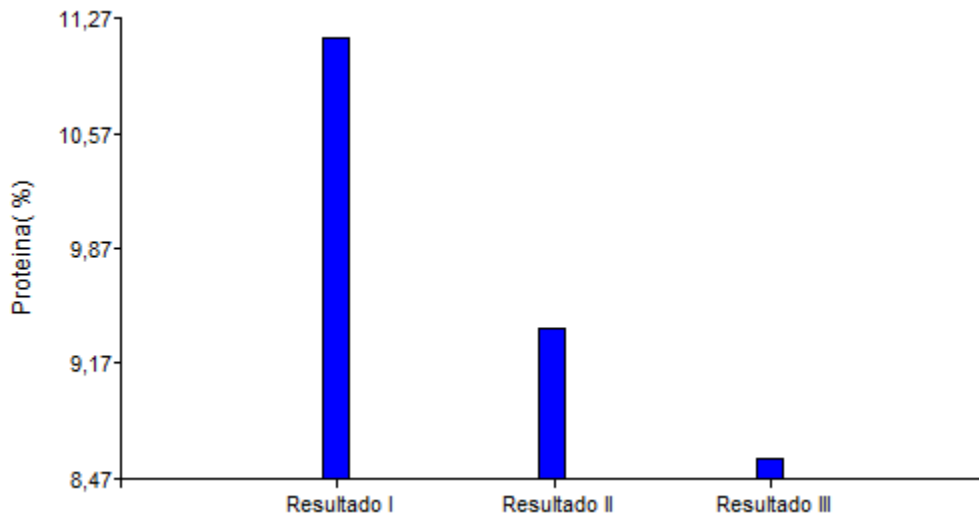


Nota: En el presente grafico se puede observar que la humedad relativa es mayor a menos días corte, a diferencia de mayores días de corte donde la humedad relativa es menor.

Dentro del análisis de la variable humedad, donde el porcentaje más representativo fue el Resultado (I) con 9,44%, seguido del Resultado (II) 9,25% y Resultado (III) 8,63% con promedio de 9,10%. La humedad puede deberse a las condiciones ambientales propias de los ecosistemas, como en el ecosistema húmedo nivel del páramo la cantidad de la humedad tanto en el suelo como en el ambiente se mantiene de forma constante con la ayuda de las precipitaciones a pesar de presentar suelos limosos y arenosos (Flores Flores et al., 2017).

Figura 16

Proteína de la especie forrajera

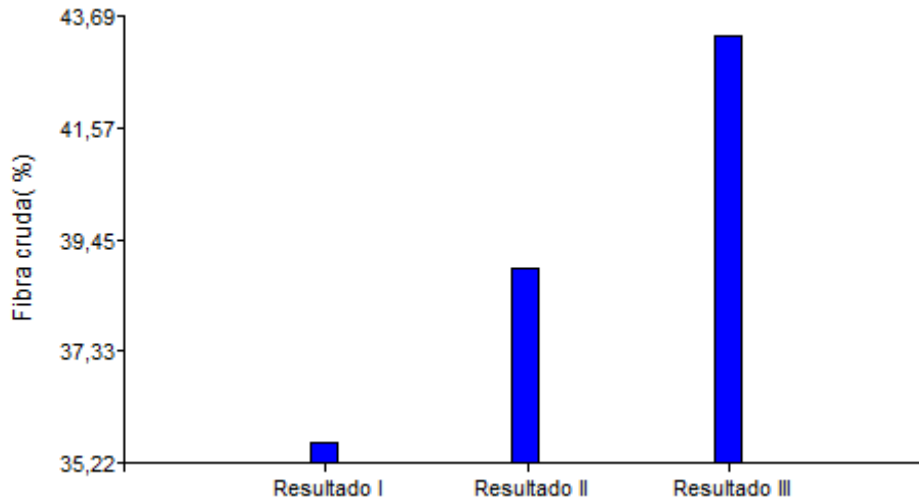


Nota: Se puede observar que la calidad de proteína es media y en el resultado I incrementa a buena.

El porcentaje, de la cual el Resultado (I) fue significativamente superior con contenidos promedio de proteína de 11,14%, continuado de Resultado (II) 9,38% y Resultado (III) 8,6%, con un promedio 9,70%. La calidad del forraje se evalúa principalmente por su contenido de proteínas, la edad de cosecha se reduce a la cantidad de proteína y la digestibilidad del forraje, además se da un incremento de los componentes de la fibra, los cuales son menos aprovechables por el animal (A Nava et al., 2017), En general, un forraje con un contenido de proteína inferior al 7% se considera pobre, entre 7-11% es medio y por encima del 11% es bueno (Alvarez et al., 2016).

Figura 17

Fibra cruda de la especie forrajera

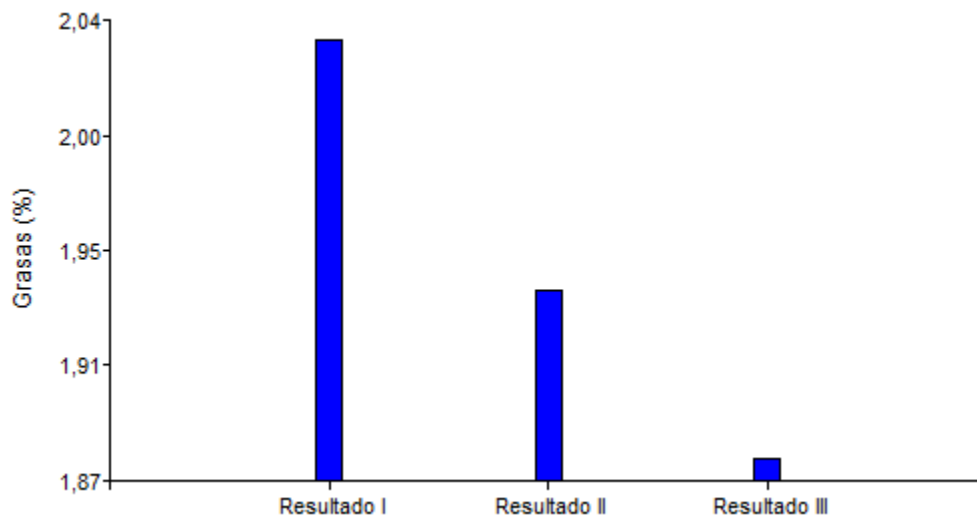


Nota: En el grafico se observa que a mayor edad de corte mayor contenido de fibra cruda, se supone que las paredes celulares vegetales se vuelven mas gruesas y lignificadas.

El contenido de fibra cruda, por ende, el Resultado (III) 43,3% fue mayor, Resultado (II) 38,9%, Resultado (I) 35,6% y 39,27% en promedio. López (2017), la fibra cruda es importante en la nutrición bovina ya que ayuda a mejorar el desarrollo del sistema digestivo-

Figura 18

Grasas de la especie forrajera

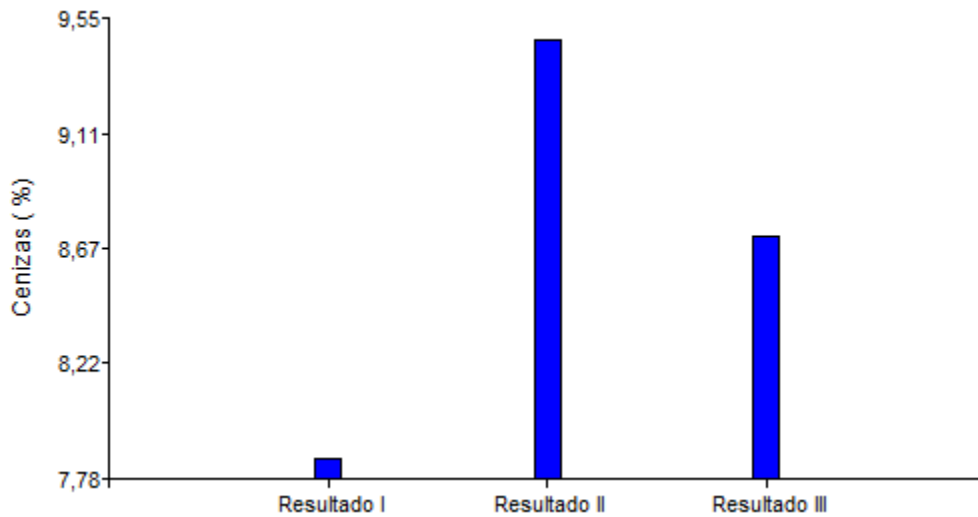


Nota: En el grafico podemos evidenciar bajo contenido de grasa, se pretende que es por naturaleza de la especie.

El contenido de grasas está en un rasgo similar a los reportados por León et al. (2018). Donde los forrajes de páramo contienen menos grasa que los forrajes de tierras bajas, ya que las condiciones del páramo no son ideales para el crecimiento de plantas con altos niveles de grasa, las temperaturas frías del páramo hacen que las plantas crezcan más lentamente y acumulen menos grasas, es una zona donde la radiación solar es muy alta debido a la mayor altitud, los vientos fuertes del páramo pueden provocar la pérdida de humedad en las plantas y hacer que crezcan lentamente, dando como Resultado (I) 2,03% seguidamente del Resultado (II) 1,94%, Resultado (III) 1,88% y promedio 1,95%.

Figura 19

Cenizas de la especie forrajera

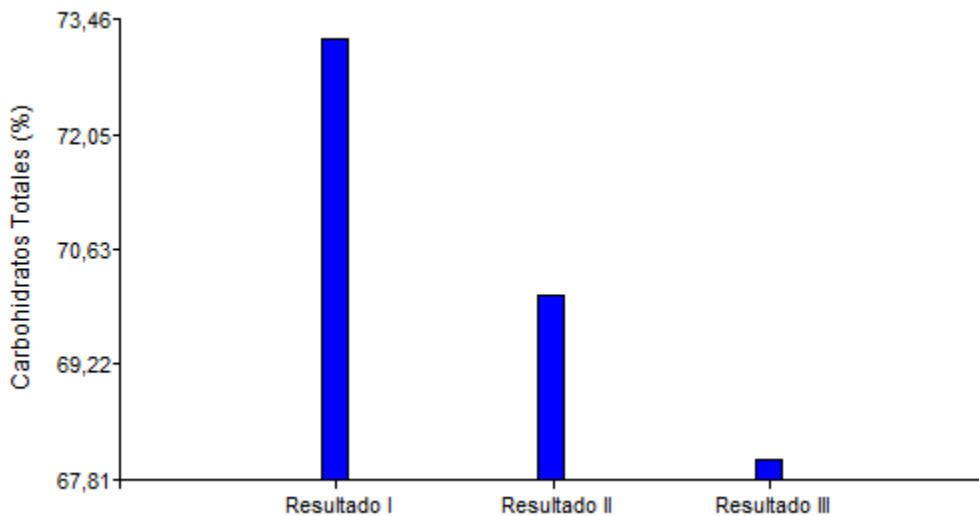


Nota: En el grafico podemos apreciar que el resultado II es significativo ante los demas resultados esto depenede el contenido de minerales presentes en cada parcela.

El porcentaje de cenizas Resultado (II), presento el mayor valor con 9,47%, seguido del Resultado (III) 8,71% y Resultado (I) 7,86% promedio 8,68%. La ceniza juega un papel importante como alimento, sin embargo, muchos factores afectan el contenido de minerales, como la composición química del suelo o el clima en el que se formó. Para las especies autóctonas analizadas representó importantes condiciones de cenizas debido a su variabilidad natural que hace un uso intensivo de los recursos terrestres disponibles y al cambio climático en el altiplano andino.

Figura 20

Carbohidratos totales de la especie forrajera



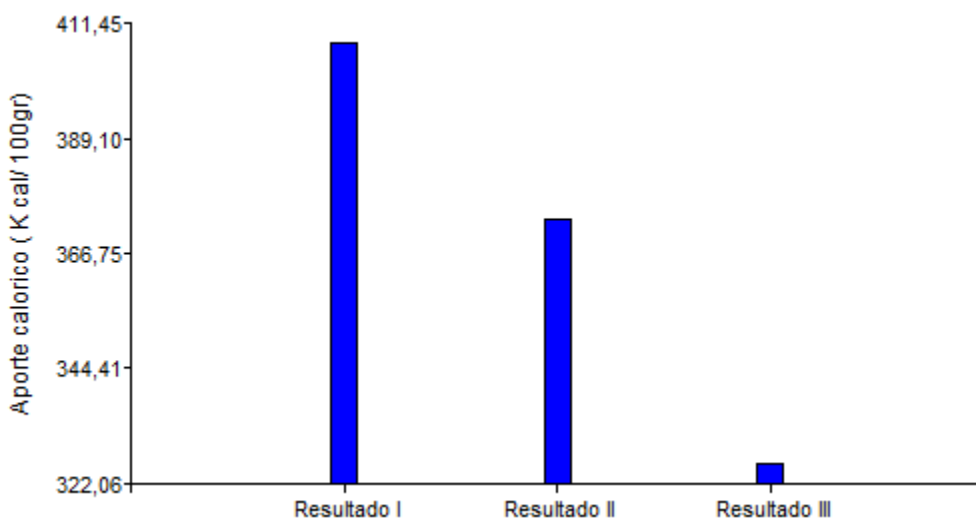
Nota: En este grafico se observa que a mayor edad disminuyen, los carbohidratos totales y a menor aumenta.

Los carbohidratos totales de variable evaluada encontrándose valores que oscilaron entre Resultado (I) 73,2%, Resultado (II) 70,6%, Resultado (III) 68,7% y un promedio 70,83% respectivamente. Concuera Enrique Fernández (2020), Carbohidratos totales en forrajes nativos pueden variar dependiendo del tipo de forraje y las condiciones de producción. En general, los

forrajes nativos tienen un contenido moderado a alto de carbohidratos totales en comparación con otros nutrientes como proteínas y grasas.

Figura 21

Aporte calórico



Nota: El grafico se observa el aporte calórico de la especie forrajera en Kcal / 100 gramos.

El aporte calórico demostró que en el Resultado (I) 4073,9 kcal/kg el Resultado (II) 3734,5 kcal/kg y el resultado (III) 3261,2 kcal/kg, fueron mayores a los reportados por Castro-Rincón et al. (2019) El trébol blanco (1,59 Mcal/kg) y el trébol rojo (1,57 Mcal/kg) presentaron un mayor valor de ENL.

Tabla 5

Potencial forrajero de la especie estudiada

Ensayo	Resultado (I)	Resultado (II)	Resultado (III)	Unidad	Método
Humedad	9,44	9,25	8,63	(g/100)	ISO 6496
Proteína	11,14	9,38	8,6	(g/100)	ISO 5983-2
Fibra Cruda	3,56	3,89	4,33	(g/100)	ISO 6865

Grasa	2,03	1,94	1,88	(g/100)	ISO 6492
Cenizas	7,86	9,47	8,71	(g/100)	ISO 5984
Carbohidratos					NTC 512 -
Totales	73,2	70,6	68,7	(g/100)	2
Aporte Calórico	407,39	373,45	326,12	(Kcal/100g)	NTC 512 2

Nota: En el presente grafico se plasma los resultados de la especie forrajera de los tres tratamientos de la investigación.

De acuerdo con Ivanova Gonzales (2011), *Lachemilla orbiculata* es una planta de la familia Rosaceae, se sabe que esta planta reporta una variedad de metabolitos secundarios, la presencia de triterpenos y esteroides donde la muestra de Fierro Urco presentó mayor intensidad como producto de la prueba de Liebermann-Burchard. Se observó la presencia de flavonoides con el ensayo de Shinoda en el que los tres extractos revelaron una reacción positiva, las dos muestras de Papallacta tuvieron coloraciones más intensas.

Por ende, Juliana Peña (2020) flavonoides de *Lachemilla orbiculata*, incluyendo quercetina, kaempferol y sus derivados glicósidos, estos compuestos tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, y se ha demostrado que tienen actividad anticancerígena.

A Sandoval et al. (2020) se ha demostrado que las sustancias químicas secundarias presentes en las plantas (taninos condensados, saponinas y flavonoides) reducen la producción enteral de CH₄ al inhibir los metanógenos. Por lo tanto, son aditivos alimentarios importantes para los rumiantes, ya que forman una estrategia sostenible para reducir el CH₄ debido a su origen natural, a diferencia de los aditivos químicos. Se ha demostrado que los compuestos vegetales secundarios (taninos concentrados, saponinas y flavonoides) reducen las emisiones intestinales de CH₄ al inhibir la metanogénesis. De este modo, son aditivos alimentarios importantes para los

rumiantes, ya que forman una estrategia sostenible para reducir el CH₄ debido a su origen natural, a diferencia de los aditivos químicos.

Las plantas que tienen un alto contenido de flavonoides disminuyen la producción de metano e inducen a una estimulación extensa del metabolismo microbiano, que aumenta tanto la degradabilidad de la proteína cruda como los constituyentes de la pared celular, al mejorar la fermentación hasta de un 50%. Estos MSP promueven la defaunación afectando la función de la membrana citoplásmica, mediante la inhibición de la síntesis de la pared celular bacteriana y de los ácidos nucleicos (Vélez-Terranova et al., 2013).

Según Galicia-Jiménez et al. (2011) se ha reportado que algunos metabolitos secundarios de las plantas, como los flavonoides, tienen una función importante en el proceso de degradación del alimento por microorganismos ruminales. Se ha alcanzado que, al interactuar los microorganismos ruminales con las plantas, los metabolitos secundarios actúan como moléculas señal repelente de bacterias patógenas, o atrayente de bacterias benéficas; ello sugiere que son potencialmente útiles para la elaboración de suplementos alimenticios prebióticos para ser usados en nutrición animal.

Dado lo anterior se supone que la planta, tiene propiedades forrajeras aceptables y metabolitos secundarios, el desconocimiento de la cantidad requerida en la dieta alimenticia de un bovino, hace pensar que, al estar en contacto con las especies encontradas en las praderas. De acuerdo Reshi (2023) el kikuyo y la falsa poa se destacaron como las mejores especies naturalizadas por su rendimiento y calidad pueden suplir teniendo un consumo óptimo, abundancia y así la *Lachemilla Orbiculata* sea un estimulante en la digestión, beneficiando los procesos fisiológicos y tener una óptima producción.

5. Conclusiones

La *Lachemilla orbiculata* es una especie nativa, con potencial forrajero sobresaliente y siendo el mejor tratamiento de edad de corte a los 60 días, ya que presentó el porcentaje de proteína más alto respecto a los otros dos tratamientos, sin embargo, la producción de biomasa es mayor a los 75 días, esta especie por ser nativa es una especie que tolera condiciones climáticas, sobrepastoreo, erosión, que la convierte en una especie importante para la conservación de los ecosistemas.

La especie *Lachemilla orbiculata*, se adapta satisfactoriamente en pH 5,57 a 6,03 y conductividades eléctricas 33,8 us/cm a 41,7 us/cm, igualmente se adaptan a alturas 2900 a 3184 m.s.n.m y suelos pocos profundos con texturas limosas L, arenosas A.

Se concluyó que los niveles proteicos de tratamiento 60d es de 11,27%, tratamiento 75d 9,38%, tratamiento 90 d es de 8,06 % y un contenido de aporte calórico entre 3261,2 kcal/kg a 4073.9kcal/kg.

6. Recomendaciones

Realizar estudios referentes a la especie, para poder identificar la asociación de potencial forrajero y la presencia de metabolitos secundarios en la *Lachemilla orbiculata* que también puede tener beneficios potenciales.

Ejecutar estudios de digestibilidad ruminal con la especie estudiada para determinar qué cantidad de los valores nutricionales de los forrajes son asimilados por el bovino.

Referencias Bibliográficas

A Nava, C., Berumen, Rosales, R., Serna, O Carrete, F., Carreón, Jiménez, R., Ocamp, A

Domínguez, P., Martínez, & Reyes, O., Estrada. (2017). forage productivity and quality of grasses grown during the dry season in durango, mexico.

Agrociencia. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n6/2521-9766-agro-52-06-803.pdf>

A Sandoval, A., Pelcastre, Ramírez, M., Mella, L Rodríguez, N., Ávila, & Candelaria, B.,

Martínez. (2020). [Tropical trees and shrubs with potential to reduce the production of methane in ruminants]. Tropical and Subtropical

Agroecosystems. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-)

[libre.pdf?1649825344=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD8](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[8Bz43yZ89~E-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7Ic](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[bsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzd](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[j~](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84035996/3061-13870-2-PB-libre.pdf?1649825344=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTropical_Trees_and_Shrubs_with_Potential.pdf&Expires=1680492402&Signature=QHWvOD9aR6y3fnZ-eZg8llyFSc9873zjY3EQ-0ejH9DCWx-523BrBx1HS~wNP51FD-uc14H4Pd0RSO~FkBlSOCQK33Avecx5O03v4WiSkxf0xJhUVKKZiRWs~jrm3w91sD88Bz43yZ89~E-z0OEdMMgeJN9puU9teZph9iHiwDnLgeAHJ7qdor7S~sVTvsqW3QTPJNWVe3Et3i7IcbsDodF3KteX7VUtmc~2jOWO3N1Hkg82aFQDj3ohiWJiduy3Fzy6Y9c0vSI4NjUebHzdj~hO~VOhdEijmyv3n~vvsBDNNzQI0Y01NzD892Jg2yfl8QoDpQRDgtGoDcf39Jkzw&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

- Abaş, İ., Özpınar, H., Kutay, H. C., Kahraman, R., & Eseceli, H. (2005). Determination of the Metabolizable Energy (ME) and Net Energy Lactation (NEL) Contents of Some Feeds in the Marmara Region by In vitro Gas Technique. *DergiPark (Istanbul University)*.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/132729>
- Abdelhadi, L. (s. f.). Los silajes en la producción animal: importancia de la calidad. *XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes En Sistemas de Producción Animal*, 18 .
http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/ Conferencias/Articulo-12.pdf
- Alberto Elizondo, J., Salazar. (2017). *Biomass yield and nutritional quality of three forages harvested at two cutting height*. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23418>
- Alvarez, M., Gonzalez, F., Estrada-Flores, J. G., Vara, I. A. D., Nava, D. H., & Contreras, A. M. (2016). evaluación nutricional in vitro de forrajes de cereales de grano pequeño para sistemas de producción de leche en pequeña escala. *Tropical and Subtropical Agroecosystems (México) Num.3 Vol.20*.
<https://www.redalyc.org/pdf/939/93953814012.pdf>
- Andrades, J., Delgado, F., & López, R. (2007). Estimation of soil volumetric stoniness, based on the exposed area of rock fragments, in an inceptisol of the Venezuelan Andes. *Revista forestal venezolana 51(2) 2007, Pp. 219-229*, 11.
https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Andrades-Grassi/publication/264311613_Estimacion_de_la_pedregosidad_volumetrica_del_suelo_con_base_en_el_area_de_fragmentos_de_roca_expuestos_en_un_inceptisol_de_los_Andes_venezolanos/links/56f31be908ae38d7109a5599/Estimacion-de-la-pedregosidad-volumetrica-del-suelo-con-base-en-el-area-de-fragmentos-de-roca-expuestos-en-un-inceptisol-de-los-Andes-venezolanos.pdf

- Ángel López, M. (2017). Uso de fibra en nutrición de animales de compañía. *Linkedin*. <https://www.linkedin.com/pulse/uso-de-fibra-en-nutrici%C3%B3n-animales-compa%C3%B1%C3%ADa-miguel-lopez/?originalSubdomain=es>
- Antonio Durán, J., Vanegas. (2010). Análisis químico aplicado: teoría y práctica. *Repositorio Institucional Universidad de San Buenaventura*, 1(978-958-8436-44-9).
<https://www.usbcali.edu.co>
- Aragón, H. A. G., Martínez, J. J. S., & Amador, C. (2020). Manejo y características de los suelos agrícolas de colonia Providencia, Nueva Guinea, 2017. *Revista universitaria del Caribe*. <https://doi.org/10.5377/ruc.v24i01.9913>
- Baraza, E., Bota, J., Romero, A., Munar, & Nogales, B. (2019). Aplicación de la técnica BiologTM ECO-plate para el estudio del perfil fisiológico de las comunidades microbianas del suelo agrícola. *Ecosistemas revista científica de ecología y medio ambiente*, 8. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1687>
- Barraclough, S., & Ghimire, K. (2000). *Expansión agrícola y deforestación tropical: pobreza, comercio internacional y uso de la tierra: Vol. 150 Pag* (1.a ed.) [Routledge].
<https://doi.org/10.4324/9781315870533>
- Brandt, J. S., & Townsend, P. A. (2006). Land Use – Land Cover Conversion, Regeneration and Degradation in the High Elevation Bolivian Andes. *Landscape Ecology*, 21(4), 607-623.
<https://doi.org/10.1007/s10980-005-4120-z>
- Buytaer, W., Sevink, J., & Cuesta, F. (2014). *Cambio Climático: la nueva amenaza para los páramo*. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos, Condesan. https://pure.uva.nl/ws/files/2291788/152958_Cambio_clim_tico.pdf

- Camero-Rey, A., & Villarreal-Castro, M. F. (2014). Potencial forrajero de nuevas opciones para alimentación animal. *Instituto Tecnológico de Costa Rica Vicerrectoría de Investigación y Extensión*, 1(1), VIE 5402-2151-9401.
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6840/potencial_forrajero_nuevas_opciones_alimentacion.pdf
- Canseco, C., Demanet, R., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa, A., ... & Lopetegui, J. (2007). Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. Manejo del pastoreo. Imprenta América, Osorno, Chile, 23-50.
http://esearchgate.net/profile/OscarBalocchi/publication/281041644_Determinacion_de_la_disponibilidad_de_materia_seca_de_praderas_en_pastoreo/links/577d01e608aef26c3b8097c5/Determinacion-de-la-disponibilidad-de-materia-seca-de-praderas-en-pastoreo.pdf
- Carvalho, M. M., Xavier, D. F., & Alvim, M. J. (2000). Uso de leguminosas arboreas en la recuperacion y sustentabilidad de pasturas cultivadas. *EMBRAPA, Ganado de leche*.
- Castro-Rincón, E., López, P. A. P., Meneses-Buitrago, D. H., Morales-Montero, S. P., & Cadena-Guerrero, M. M. (2019b). Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 93-103. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v42n2/en_2078-8452-pyf-42-02-93.pdf
- Cerdas, R. (2010b). Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de Las Sedes Regionales*, 12(24), 109-128. <https://doi.org/10.15517/isucr.v12i24.967>
- Ceva, E. (2022, 23 mayo). *El forraje para ganado bovino, un alimento básico*.
<https://ruminants.ceva.pro/es/forraje-para-ganado>

- Choque, G. C. (2017). Caracterización bromatológica de especies forrajeras nativas (pastos y arbustos) de la ecoregión del altiplano, esencial en la alimentación de los camélidos. *Revista de Investigación Agropecuaria y Forestal Boliviana*, 1(4), 68-80.
- Chuncho, C., Morocho, & Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importance and affectation: A review. *REVISTA INDEXADA*, 2, 13. https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Chuncho-2/publication/344180955_Paramos_del_Ecuador_importancia_y_afectaciones_Una_revision/links/5f599caaa6fdcc11640482c4/Paramos-del-Ecuador-importancia-y-afectaciones-Una-revision.pdf
- Colombatto, D. (s. f.). Análisis de alimentos: Aplicaciones prácticas. *Agro.Uba.Ar*, 10, c1417dsq. <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/resumencolombatto.pdf>
Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela Para Graduados.
- Corporación Autónoma Regional de Santander – Cas & Instituto Alexander von Humboldt (Iavh). (2015). *entorno regional*. <https://almorzadero.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/Entorno-Regional.pdf>
sistemas de Páramo, Nariño, Sur de Colombia. Terra Latinoamericana.
- Determinación de cenizas en alimentos*. (2009, 28 diciembre). QuimiNet. Recuperado 21 de marzo de 2023, de <https://www.quiminet.com/articulos/determinacion-de-cenizas-en-alimentos-41328.htm>
df?sequence=1&isAllowed=y
- Enrique Carpetá, C., Ramírez, & Sebastián Reyes, j., Lopez. (2021). *Determinación y evaluación de los impactos generados en el balance hídrico del páramo de cruz verde por dinámicas*

de cambio de cobertura y uso del

suelo. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/172003ca-332d-4a72-bf04-f4d49c594d39/content>

Enrique Fernández, A., Mayer. (2020). *Producción de carne con forrajes naturales*. Ediciones INTA. ISBN 978-987-8333-38-0 (digital)

Enrique Fernández, A., Mayer. (2020). *Producción de carne con forrajes naturales*. Ediciones INTA. ISBN 978-987-8333-38-0 (digital)

Esteban Escobar, D., Del Hierro. (2022). *Utilización de 2 niveles de inclusión de harina de larva de mosca soldado negro (hermetia illucens) en sustitución de la soya como fuente proteica en dieta de pollos parrilleros en fase de crecimiento y engorde*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9704/1/PC-002495.pdf>

Flores Flores, L., Mancheno, Moreno, H., Avilés, Rafael Pérez, J., Pupo, Navarro, M., Ojeda, & Naula, B., E. (2017). *libro de memorias*. direccion de publicaciones. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-18-204513-49%20Libro%20de%20memorias%20SCTEI%202017.pdf>

Flórez, Z., Traslaviña. (2023). Ganadería regenerativa como una alternativa productiva sostenible a través del pastoreo ultra alta densidad. *Unilasallista.Edu.Co*. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3461/1/40342847.pdf>

Florinsky, I. (2016). *Digital terrain analysis in soil science and geology* (2.^a ed.). <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=DZ5FCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=rapid+soil+and+terrain+assessment&ots=O09q4jg5no&sig=Z1ma90PFvNgOYutjK96vW20OB9Q#v=onepage&q&f=false>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2002). *El Cultivo Protegido En Clima Mediterraneo*. Fao. <https://www.fao.org/3/S8630S/s8630s00.htm#Contents>
forrajeras en el sistema silvopastoril del Delta del Paraná. Universidad Nacional de

Galicia-Jiménez, M. M., Sandoval-Castro, C. A., Rojas-Herrera, R., & Magaña-Sevilla, H.

(2011). Quimiotaxis bacteriana y flavonoides: perspectivas para el uso de

probióticos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3), 891-

900. <https://biblat.unam.mx/es/revista/tropical-and-subtropical->

[agroecosystems/articulo/quimiotaxis-bacteriana-y-flavonoides-perspectivas-para-el-uso-](https://biblat.unam.mx/es/revista/tropical-and-subtropical-agroecosystems/articulo/quimiotaxis-bacteriana-y-flavonoides-perspectivas-para-el-uso-)

[de-probioticos](https://biblat.unam.mx/es/revista/tropical-and-subtropical-agroecosystems/articulo/quimiotaxis-bacteriana-y-flavonoides-perspectivas-para-el-uso-de-probioticos)

Garcia, A., Cruz. (2005). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y la calidad del forraje verde hidropónico. Universidad Autónoma Agraria « Antonio Navarro», 79.

[http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1345/EFEC](http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1345/EFECTO%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20EN%20EL%20RENDIMIENTO%20)

[TO%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20EN%20EL%20RENDIMIENTO%20](http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1345/EFECTO%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20EN%20EL%20RENDIMIENTO%20)

[Y%20LA%20CALIDAD%20DEL%20FORRAJE%20VERDE%20HIDROPONICO.pdf](http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1345/EFECTO%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20EN%20EL%20RENDIMIENTO%20)

[f?sequence=1](http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1345/EFECTO%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20EN%20EL%20RENDIMIENTO%20)

Gonzalez, A., Prates, & Zaccaro, M. (2020). *“Estudio fractal de la distribución de tamaños de*

partículas y pseudopartículas en suelos de la Estación Experimental Julio A.

Hirschhörn”. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/114457/Documento_comp

[leto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/114457/Documento_comp)

Guaita, M. (2014). Nutrición animal aplicada. *Inta.Gob.Ar*,

160. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp->

[inta curso nutricin animal aplicada 2014.pdf#page=31](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-)

Guayara, Á., Suárez. (2010). *Evaluación del potencial forrajero para rumiantes de *Acalypha macrostachya* Jacq. y *Urera caracasana* (Jacq.) Griseb., EN LA AMAZONIA COLOMBIANA*[Repositorio.unal.edu.co].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9606/alvaroguayarasuarez.2010.pdf?sequence=1>

Hernán Ruiz, D., Cobo, Feijoo, A., & Rodríguez, C. (2010). Comunidades de macroinvertebrados edáficos en diferentes sistemas de uso del terreno en la cuenca del río Otún, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número Especial 2: 165-178 (2010)*, 14. <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v26nspe2/v26nspe2a12.pdf>

<https://doi.org/10.28940/terra.v36i2.363>

<https://E:/Soft/Downloads/Rossi,%20Carlos%20A.%20->

<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/23046/Tesis%20Alina%20RT.p>

<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1829>

Ignacio Barrera, J., Cataño, Milena Contreras, S., Rodríguez, Valentina Garzón, N., Yepes, & Carolina Moreno, A., Cárdenas. (2010). *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del distrito capital* (primera edición). Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3849

Inicio / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010).

FAOHome. Recuperado 21 de marzo de 2023, de <https://www.fao.org/home/es>

Isabel Costa Gómez, Teresa Castro Corbalán, Ramón García Cárdenas, Carmen Romojaro Casado, Luisa Mesa del Castillo Navarro y Francisco Victoria Jumilla. (2014). La

iniciativa de ecorresponsabilidad agricultura murciana como sumidero de co2. marca lessco2. *Lessco2*, 1(1), lessco2.es.

http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_rm_espanol.pdf

Ivanova Gonzales, T., Rivadeneira. (2011). *Análisis de metabolitos secundarios de Lachemilla orbiculata (Ruiz & Pavón) Rydb. (Rosaceae) en dos localidades de los Andes del Ecuador*. Pontificia universidad católica del ecuador facultad de ciencias exactas y naturales escuela de ciencias

biológicas. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4937/tesis%20tania%20gonzalez.pdf?sequence=3&isAllowed=y>Juliana Peña, L., Lemus.

(2020). *Etnofarmacología de la flora nativa medicinal del complejo de Páramos de Guerrero, Cundinamarca*. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/52478>

Lasanta, T. (2010). Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impactos en el territorio. *Estudios Geográficos*, 71(268), 203-233. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.0459>

Leon, R., Bonifaz, N., & Gutierrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador Siembra y producción de pasturas* (1 Edicion). Editorial Universitaria Abya-Yala.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf>

León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador* (1.^a ed.). Editorial Universitaria Abya-Yala

Lu, F., Gray, C., Bilsborrow, R. E., Mena, C., Erlie, C. M., Bremner, J., Barbieri, A. F., & Walsh, S. J. (2010). Contrasting Colonist and Indigenous Impacts on Amazonian Forests. *Conservation Biology*, 24(3), 881-885. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01463.x>

M Torres, A., G., J Peña, E., S., Zúñiga, O., E., & A Peña, J., O. (2012). impact assessment of antropic activities on carbon in vegetal biomass storage in colombian high sierra andean ECOSYSTEMS. *Scielo*, v16. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682012000100011*Manejo y características de los suelos agrícolas de colonia Providencia, Nueva Guinea.* (2015). FAO.Org. Recuperado 27 de febrero de 2023, de <http://www.fao.org>.

Manuel Zeberio, J. (2018, 18 marzo). Estado de conservación y posibilidades de rehabilitación en ecosistemas semiáridos: el caso del Monte en el Noreste de Río Negro. Recuperado 24 de marzo de 2023, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66061/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marcela Pinzón, I., Gaitán. (s. f.). Evaluación de la propagación vegetativa de las especies nativas de páramo. *Academia.Edu*, 12.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57610620/articulo_final_laura_pinzon-libre.pdf?1540207776=&response-content-disposition=inline%3b+filename%3devaluacion_de_la_propagacion_vegetativa.pdf&expires=1679624047&signature=clyg8x9p2a6yzqmpqpbuiktfl87fl3k3st84gmhhrngf9h5tjemgsw28mz7njfxymujxibyc8r-pmutfsr6z3jpk8ibyccfwqom2ujfzo44pad6qzjfiogjoqptzb7uok0zq-iu~pmlprdfp8kux2f~stxyxabtrcb0rx41lovj76lv791oqafez~4xfermj49vnss~lgjx2979nvwtdjwlrsxiqylgqbbq5ly4g7ljbwxih0lunwf8lzlz2~wkalv~bcgjm7vqtxuir9ygyxrpzru9xf-tmpae55ladwe-i~snkfs0lfbfhfj0v7vwwbrmplvg40kqg94za6hqnsww__&key-pair-id=apkajlohf5ggsrbv4za

- Martínez, A., López, Marin, C., Rodrigo, D., S, P., Escámez, F., & M, C., Rosell. (2016). Los insectos alimentan al mundo. *la asociación del cuerpo nacional veterinario*. <https://www.acnv.es/news/los-insectos-alimentan-al-mundo/veterinario>.
- Morales, T., & Soledad, A. (2015). Transporte de masa y calor durante el secado convectivo de tubérculos (*Solanum tuberosum*) considerando su deformación. *Ciidiroaxaca*. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/handle/LITER_CII_DIROAX/257
- Morales-Betancourt, J. A., & Estévez-Varón, J. V. (2005). El páramo: ¿ecosistema en vía de extinción? *Revista luna azul*, 22, 39-51.
<https://www.redalyc.org/pdf/3217/3217272224004.pdf>
- Natalia Garavito, L., Rincón [Laura Natalia Garavito Rincón]. (2015). *Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo* (1.a ed., Vol. 1) [Web]. Ingeniare, Universidad Libre-Barranquilla. [https://file:///C:/Users/cflor/Downloads/Dialnet-LosParamosEnColombiaUnEcosistemaEnRiesgo-5662382%20\(4\).pdf](https://file:///C:/Users/cflor/Downloads/Dialnet-LosParamosEnColombiaUnEcosistemaEnRiesgo-5662382%20(4).pdf)
- Núñez, I., Peña. (2011, 19 octubre). *Diseños de investigación en psicología*. diposit.ub.edu. Recuperado 21 de marzo de 2023, de http://www.ub.edu/disin/sites/default/files/D._Experimentales_Tema_1_2021-2022.
- Orjuela, H. B. (2018). Propiedades morfológicas de los suelos asociadas a los e
- Pacheco, P. (2006). Agricultural expansion and deforestation in lowland Bolivia: the import substitution versus the structural adjustment model. *Land Use Policy*, 23(3), 205-225.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2004.09.004>
- Pérez, N., Almario, Eduardo Orjuela, Ó., Thomas Carvajal, C., & Criollo Cruz, D. (2021). Metodologías para la evaluación de biomasa forrajera de especies leñosas en zonas

cálidas. Agrosavia.co. Recuperado 10 de febrero de 2023, de

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/37632/Ver_Documento_37632.pdf?sequence=1

Perfil mineral de los rumiantes (Spanish Edition).

Piza, P., Jiménez, A. M. G., & Prieto, J. A. (2011). Estado del arte de algunos sistemas de producción ganadera de clima frío en Colombia y el mundo. *Inventum ingenieria, tecnologia e investigacion*, 6(11), 48-53.

<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.6.11.2011.48-53>

Plantas endémicas de alta montaña | Biodiversidad 2019. (s. f.).

<http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2019/cap2/202/>

plantas. Revista de iniciación científica. Recuperado 10 de febrero de 2023, de

Ramírez, A., Torre. (2021). Priorización de áreas y lineamientos de manejo para la rehabilitación de la subcuenca del río reventado.

Reshi, P. (2023). Perfil mineral sanguíneo de suelos, piensos y forrajes de rumiantes:

Rivera, E., Sánchez, M., & Domínguez, H. (2019). pH como factor de crecimiento en

Rodríguez, P., & Micaela, G. (2020). Influencia de la intervención en los suelos del páramo de Navag- Chimborazo en el contenido de materia orgánica. *Escuela superior politécnica de chimborazo facultad de ciencias*, 14.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14067/1/236T0480.pdf>

Romero, M. L., Santamaría, D. M., & Zafra, C. A. (2008). Bioengineering and soil:

microbiological abundance, ph and electrical conductivity under three strates of erosion.

Grupo de Investigación GIIAUD, Ingeniería Ambiental, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital F.J.C., Bogotá D.C., Colombia, 9.

<https://www.redalyc.org/pdf/304/30415144008.pdf>.

Romoleroux, K. (2004). The genus *Lachemilla* (Rosaceae) in the northern Andes of South America. *Lyona*, lyonia.org.

https://www.lyonia.org/articles/rbusmann/article_233/pdf/article.pdf

Rossi, (2013). Composición florística y caracterización nutricional de las especies

Subcomité de Nutrición del Ganado Lechero, Comité de Nutrición Animal , Junta de Agricultura y Recursos Naturales , División de Estudios de la Tierra y la Vida , Consejo Nacional de Investigación. (2001). *amazon.com LibreriadelaU.com Muchoslibros.com Buscar en una biblioteca Todos los vendedores » Comprar libros en Google Play Explora la mayor tienda de eBooks del mundo y empieza a leer hoy mismo en la Web, en tu tablet, en tu teléfono o en tu dispositivo electrónico de lectura. Ir a Google Play ahora » Libros en Google Play Requerimientos de Nutrientes del Ganado Lechero* (7.a, revisado ed.). Prensa de las Academias Nacionales.

TRICIONAL. . .%20(1).pdf

Ugalde, F. H., Delgado, J. E. G., Obando, G., Fernández, J. M. G., Bravo, J. S., &

Universidad de Pamplona & Instituto Humboldt. (2014). *Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales complejo de páramos almorzadero*. humboldt.org.

<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9479>

Vargas Rojas, R. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. epoch.edu. Recuperado 6 de abril de 2023, de <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>

Velasco-Linares, P., Díaz-Martín, R., & Vargas, O. (2008). Los parches de plantas herbáceas colonizadoras de potreros y el crecimiento y supervivencia de especies heliófilas leñosas. *Estrategias para la restauración ecológica del bosque Altoandino: el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 372p.*

Vélez-Terranova, M., Gaona, R. C., & Sánchez-Guerrero, H. (2013). Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis ruminal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 489-499.
<https://www.redalyc.org/pdf/939/93935728004.pdf>

Victoria Cremona, M., & Soledad Enriquez, A. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *EEA Bariloche*, 6.
https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7709/INTA_CRPatagoniaNorte_EEABariloche_Cremona_MV_Algunas_Propiedades_Del_Suelo_Que_Condicionan_Su_Comportamiento.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Villegas, J. C. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el departamento de antioquia. *Revista EIA*, 1(1), 73-79.
<https://doi.org/10.24050/reia.v1i1.125>

Wattiaux, M. A., Homan, J., del Carmen Moreno, M., & de Rodríguez, A. M. (1998). Nutrición y alimentación. Intituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera, Programa Internacional de Agricultura.
http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/2momento_alimentacionanimal_mariabelalcazar/Composicion_y_Analisis_de_los_Alimentos.pdf

- Wiwatwitaya, D., & Takeda, H. (2004). Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities. *Ecological Research*, 20(1), 59-70. <https://doi.org/10.1007/s11284-004-0013-x>
- Xiong, L., Li, S., Tang, G., & Strobl, J. (2022). Geomorphometry and terrain analysis: data, methods, platforms and applications. *Earth-Science Reviews*, 16. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0012825222002756?token=4FA2672E20BC865A14A4E820646B184A8E78F49D2A2EF0AAC183C3A1B0DB143D70E1CD5C06638C7384B39BE3B84553CE&originRegion=us-east-1&originCreation=20230401015931>