



Estudio Integral de la Producción y calidad nutricional de Ensilajes de Plantas Forrajeras cultivadas en la Finca Villa María del Municipio de Fusagasugá Cundinamarca.

Yesenia Beltrán Martínez

Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Fusagasugá, Cundinamarca
2018

**Estudio Integral de la Producción y calidad nutricional de Ensilajes de Plantas Forrajeras
cultivadas en la Finca Villa María del Municipio de Fusagasugá Cundinamarca.**

Yesenia Beltrán Martínez

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Zootecnista

Director:

MSc, Jairo Enrique Granados Moreno, PhD(c)
L. Química

Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Fusagasugá, Cundinamarca

2018

(Dedicatoria o lema)

Con todo cariño y amor, a las personas que me dieron la vida y me han conducido por el camino del bien; gracias queridos padres.

“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado”.

Albert Szent-Györgyi

Agradecimientos

A la Doctora Vilma Moreno Decana de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por involucrarme en el Proyecto.

Al Docente Jairo Enrique Granados del área de investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por su tutoría, consejos, apoyo y enseñanza durante todo el desarrollo del proyecto.

Al Docente Alberto Mila de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por su apoyo y acompañamiento en el proceso.

Al Ing. Javier Garzón, por brindarme la oportunidad de realizar el trabajo de Grado en su finca Villa María.

Al Técnico de laboratorio Jeisson Montoya Cruz, por su colaboración en el desarrollo de los Análisis de Laboratorio.

A mis familiares y amigos y a todas las personas que de uno u otro modo y hasta sin saberlo fueron de gran ayuda.

Resumen

Se desarrolló un proyecto de investigación que tuvo como objetivo estudiar integralmente la producción y calidad nutricional de ensilajes de plantas forrajeras cultivadas en la finca Villa María del Municipio de Fusagasugá, se inició con un análisis físico-químico del suelo el cual nos permitió observar un suelo con un pH ligeramente ácido a Neutro, con bajo contenido de Carbono orgánico, materia Orgánica, fósforo, magnesio, y altos niveles de calcio, estableciéndose un plan de fertilización a base de materia orgánica a fin de mejorar la composición química del suelo. De igual forma se realizó un análisis bromatológico a los Forrajes: King Grass (*Híbrido entre Pennisetum Purpureum y Pennisetum typhoides*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), hallándose contenidos de materia seca (32,45%, 14,83%, 22,86%, 26,12%), proteína cruda 2,31%, 4,34%, 7,48%, 4,00%), cenizas (16,83%, 19,42%, 19,71%,10,54%), Extracto Etéreo (4,40%,1,63%,2,78%,3,29%),calcio (2,05%, 1,31%, 1,92%,1,22%), fósforo (1,55%, 1,48%, 1,02%,1,70%), fibra detergente neutro (35,20%, 34,91%, 20,75%,34,72%), carbohidratos no estructurales (10,14%, 10,22%, 10,18%,9,70%), resultados que permiten determinar que los forrajes sembrados tienen bajos contenidos de proteína cruda y CNE, por ello se tomó la decisión de aplicar aditivos que mejoran estos aspectos fisicoquímicos a la hora de ensilar; Para tal fin, se empleó arveja molida, aditivo biológico (Silol) y melaza; al final se incrementaron contenidos de PC y CNE en silo de Cuba 22 en 0,45%, 3,3% y en ensilaje Rodas 0,82%, 2,12% respectivamente. El diseño utilizado fue de un muestreo completamente al azar con tres repeticiones, los datos se sometieron al análisis de varianza simple (ANAVA) simple, comparándose las medias a través de la prueba de tukey. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre las especies forrajeras estudiadas.

Palabras clave: Especie forrajera, Aditivos, Fermentación, Materia Seca, Proteína.

Abstract

A research project was developed that aimed to comprehensively study the production and nutritional quality of silages from forage plants cultivated in the Villa María farm in the municipality of Fusagasugá. It started with a physical-chemical analysis of the soil which allowed us to observe a pH slightly acid to Neutral, with low content of organic matter, phosphorus and magnesium and high levels of calcium, establishing a fertilization plan based of organic matter in order to improve the chemical composition of the soil. In the same way, a bromatological analysis was carried out on forages: King Grass (*Hybrid between Pennisetum Purpureum and Pennisetum typhoides*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rhodes (*Pennisetum sp*) and Golden Button (*Tithonia diversifolia*), being dry matter contents (32.45%, 14.83%, 22.86%, 26.12%), crude protein 2.31%, 4.34%, 7.48%, 4.00%), ash (16.83%, 19.42%, 19.71%, 10.54%), Ethereal Extract (4.40%, 1.63%, 2.78%, 3.29%), calcium (2%) , 05%, 1.31%, 1.92%, 1.22%), phosphorus (1.55%, 1.48%, 1.02%, 1.70%), neutral detergent fiber (35.20 %, 34.91%, 20.75%, 34.72%), non-structural carbohydrates (10.14%, 10.22%, 10.18%, 9.70%), results that allow to determine that the forages sown have low contents of crude protein and CNE, therefore the decision was made to apply additives that improve these physicochemical aspects at the time of ensiling; For this purpose, ground peas, biological additive (Silol) and molasses were used; at the end, PC and CNE contents in silo of Cuba 22 were increased by 0.45%, 3.3% and in silage by Rodas 0.82%, 2.12% respectively. The design used was of random blocks with three repetitions and the analyzes were made through the simple ANAVA, comparing the means through the tukey test. The results showed highly significant differences ($p < 0.01$) between the forage species studied.

Keywords: Forage species, additives, fermentation, dry matter, protein.

Resumo

Foi desenvolvido um projeto de pesquisa que objetivou estudar de forma abrangente a produção e a qualidade nutricional de silagens de plantas forrageiras cultivadas na fazenda Villa María, no município de Fusagasugá. Começou com uma análise físico-química do solo que nos permitiu observar um solo siltoso-argiloso, pH levemente ácido ao Neutro, com baixo teor de matéria orgânica, fósforo, magnésio e altos níveis de cálcio, estabelecendo um plano de fertilização baseado de matéria orgânica para melhorar a composição química do solo. Da mesma forma, foi realizada uma análise bromatológica das forrageiras: King Grass (*Híbrido entre Pennisetum Purpureum e Pennisetum typhoides*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rhodes (*Pennisetum sp*) e Golden Button (*Tithonia diversifolia*), sendo matéria seca (32,45%, 14,83%, 22,86%, 26,12%), proteína bruta 2,31%, 4,34%, 7,48%, 4,00%), cinza (16,83%, 19,42%, 19,71%, 10,54%), Extrato etéreo (4,40%, 1,63%, 2,78%, 3,29%), cálcio (2%) , 1,5%, 1,31%, 1,92%, 1,22%), fósforo (1,55%, 1,48%, 1,02%, 1,70%), fibra em detergente neutro (35,20 %, 34,91%, 20,75%, 34,72%), carboidratos não estruturais (10,14%, 10,22%, 10,18%, 9,70%), resultados que permitiram determinar que as silagens plantadas possuem baixos teores de proteína bruta e CNE, por isso optou-se por aplicar aditivos que melhoram esses aspectos físico-químicos no momento da ensilagem; Para tanto, foram utilizadas ervilhas, aditivo biológico (Silol) e melão; no final, os teores de PC e CNE no silo de Cuba 22 foram aumentados em 0,45%, 3,3% e na silagem por Rodas 0,82%, 2,12% respectivamente, O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com três repetições e as análises foram feitas através do ANAVA simples, comparando as médias por meio do teste tukey. Os resultados mostraram diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) entre as espécies forrageiras estudadas.

Palavras Chaves: Espécies forrageiras, aditivos, fermentação, matéria seca, proteína.

Contenido

	Pág.
Lista de Figuras.....	X
Lista de Imágenes.....	X
Lista de Gráficas.....	XI
Lista de tablas.....	XII
Lista de Cuadros.....	XII
Lista de abreviaturas.....	XIII
Introducción.....	1
Revisión de Literatura.....	3
1. Marco Conceptual.....	3
1.1. Especies Forrajeras.....	3
1.1.2 Suelo.....	4
1.1.3 Fertilización.....	5
1.2 Ensilaje.....	6
1.2.2 Etapas en el proceso de Ensilaje.....	6
1.2.3 Aditivos.....	10
1.2.4 Tipos de silo.....	12
1.3 Análisis proximal o de Weende.....	14
1.4 Análisis de Van Soest.....	15
1.5 Marco Referencial.....	16
Materiales y Métodos.....	20
2.1 Localización del experimento.....	20
2.2 Instalaciones Agropecuarias.....	20
2.3 Unidades Experimentales.....	21
2.3.1 King Grass (<i>Pennisetum Purpureum</i>).....	23
2.3.2 Cuba 22 (<i>Pennisetum sp</i>).....	24
2.3.3 Rodas (<i>Pennisetum sp</i>).....	25
2.3.4 Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	26
2.4 Muestras utilizadas.....	27
2.5 Variables Evaluadas.....	28
2.6 Diseño Experimental.....	309

2.7	Análisis Estadístico utilizado.....	31
2.8	Procedimientos.....	31
2.8.1	Muestreo en campo.....	31
2.8.2	Análisis en Laboratorio.....	35
Resultados y Discusión.....		36
3.1	Resumen estadístico de las variables evaluadas.....	37
3.2	Variables Físico químicas del suelo.....	40
3.3	Variables Bromatológicas del Forraje.....	45
3.4	Variables Bromatológicas de Ensilajes.....	50
Discusión de resultados.....		54
Conclusiones y Recomendaciones.....		59
Anexos		61
A.	Tabla: Resumen general, valores de elementos disponibles en el suelo para interpretar análisis químico del suelo.....	61
B.	Tabla Instituto Geográfico Agustín Codazzi para la interpretación de análisis de suelos.....	62
C.	Análisis Bromatológico de arveja molida realizado en el laboratorio de Nutrición de la Universidad de Cundinamarca Facultad de Ciencias Agropecuarias sede Fusagasugá.....	63
D.	Material utilizado en el proceso de ensilaje del forraje cuba 22 y Rodas en las instalaciones de la Finca Bacatá.....	63
E.	Ilustración de ensilajes de Forraje, Cuba 22, Rodas y Maíz, debidamente, procesado, empacado y Almacenado.....	64
Referencias.....		65

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Esquema que resume el proceso técnico de ensilaje	9
Figura 2: Diagrama del Método Weende.	14
Figura 3: Diagrama del Método Van Soest.	15
Figura 4. Descripción de la Finca Villa María	20
Figura 5. Descripción del Muestreo de suelo, para el análisis físico químico del mismo	31
Figura 6. Instructivo para muestrear forrajes.	32
Figura 7. Proceso de Ensilaje en campo.	33
Figura 8. Diagrama de flujo, Análisis de laboratorio realizados en la Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, sede Fusagasugá.	34

Lista de Imágenes

	Pág.
Imagen 1: Ubicación satelital de la finca Villa María del municipio de Fusagasugá	19
Imagen 2. Cultivo pasto King Grass, Fotografía tomada en la finca Villa María, lote 2.	22
Imagen 3. Cultivo Cuba 22, Fotografía tomada en Villa María, lote 2.	24
Imagen 4. Cultivo Rodas, Fotografía tomada en la finca Bacatá.	25
Imagen 5. Cultivo Botón de Oro, Fotografía tomada en la finca Bacatá	25

Lista de Gráficas

	Pág.
Gráfica 1. Promedios de Humedad, pH y Fósforo del Suelo de los cuatro lotes de la Finca Villa María	40
Gráfica 2. Promedio Conductividad Eléctrica Del Suelo de la Finca Villa María	40
Gráfica 3. Promedios de variables fisicoquímicas del suelo de la granja Villa María	41
Gráfica 4. Promedios De Calcio y Magnesio del Suelo de Villa María	42
Gráfica 5. Variables Químico Proximal de Los Forrajes de la Finca Villa María	43
Gráfica 6. Análisis De Proteína cruda de Forrajes Cultivados en Villa María	44
Gráfica 7. Promedios De FDN, CNE de las plantas forrajeras cosechadas en Villa María	45
Gráfica 8. Fibra cruda y Extracto etéreo de los Forrajes de Villa María	46
Gráfica 9. Promedio De Dig PC de los forrajes sembrados en la granja Villa María	47
Gráfica 10. Promedio de Variables Bromatológicas de los cultivos de Villa María	47
Gráfica 11. Análisis Proximal De Los Ensilajes	49
Gráfica 12. Análisis de CNE/FDN de Ensilajes	50
Gráfica 13. Análisis de Ácido Láctico y Acético de los ensilajes	50
Gráfica 14. Comparación del Forraje/Ensilaje del pasto Cuba 22 y Rodas	51
Gráfica 15. Comparación de CNE, FDN de Forraje/Ensilaje de cuba 22 y Rodas	52

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Valores promedios del Análisis de suelo, límite de confianza y significancia estadística por ANAVA simple	37
Tabla 2: Valores promedios del Bromatológico de los Forrajes, límite de confianza y significancia estadística por ANAVA simple	37
Tabla 3: Valores promedios del Ensilaje, con su límite de confianza, significancia estadística por ANAVA simple	39

Lista de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Términos Manejados en el desarrollo de la investigación con su respectivo subíndice	XIII
Cuadro 2. Clasificación de aditivos utilizados en el ensilaje.	11
Cuadro 3: Análisis Bromatológico en base seca <i>Pennisetum sp</i> Cuba OM	22.
17	
Cuadro 4: Análisis Bromatológico en base seca <i>Pennisetum sp</i> Cuba 22. Seg Corte.	17
Cuadro 5. Descripción de suelo de cada uno de los lotes muestreados de la Finca Villa María	21
Cuadro 6: Taxonomía taxonómica del King Grass	23
Cuadro 7: Clasificación Taxonómica Cuba 22	24
Cuadro 8: Clasificación taxonómica del botón de oro	26
Cuadro 9: Descripción de Muestras de suelo.	26
Cuadro 10: Descripción de Muestras de Forrajes.	26
Cuadro 11: Descripción de Muestras de Ensilaje.	26
Cuadro 12. Descripción de variables evaluadas al Suelo, con su respectivo método analítico.	27

Cuadro 13. Descripción de variables evaluadas al Forraje, con su respectivo método analítico.
28

Cuadro 14. Descripción de variables evaluadas al Ensilaje, con su respectivo método analítico.
29

Cuadro 15. Análisis de suelos de los cuatro lotes de la finca Villa María 35

Cuadro 16: Contenido de minerales en los suelos de la finca Villa María del Municipio Fusagasugá, Cundinamarca.
36

Lista de abreviaturas

Cuadro 1. Términos Manejados en el desarrollo de la investigación con su respectivo subíndice

Subíndice	Término
AA	Ácido Acético
Ai	Acidez Intercambiable
AL	Ácido Láctico
CE	Conductividad Eléctrica
CO	Carbono Orgánico
CNE	Carbohidrato No Estructural
CZ	Ceniza
EE	Extracto Etéreo
FDN	Fibra Detergente Neutro
MO	Materia Orgánica
MS	Materia Seca
NNP	Nitrógeno No Proteico
NT	Nitrógeno Total
PC	Proteína Cruda
pH	Potencial de Hidrógenos
Pw	Porcentaje de Humedad

Introducción

Los sistemas de producción bovina en Colombia emplean el pastoreo de especies forrajeras para la alimentación porque es considerado la fuente de menor costo para suplir nutrientes a los animales, por lo que el éxito de dichas producciones depende en una gran proporción del adecuado uso y manejo del forraje. Sin contar que las praderas de forraje dependen de las variaciones climáticas y de las condiciones químicas y físicas del suelo, en temporada seca se reduce la disponibilidad y calidad nutricional del forraje; impactando negativamente las tasas de crecimiento animal y carga animal (Sánchez, 2005). Por otra parte, durante las épocas de lluvias hay abundante forraje, que se puede conservar antes de su madurez, evitando que disminuya su calidad nutricional y productividad. La utilización de forrajes conservados es una opción económica y ecológica para mejorar la disponibilidad de alimento en épocas críticas de producción; como es el cultivo de maíz, gramíneo y leguminoso (Villa, Meléndez, Carulla, Pabón y Cárdenas, 2010). En muchos países los forrajes ensilados son muy apreciados como alimento animal. En Europa, países como Holanda, Alemania y Dinamarca, almacenan más de 90% de sus forrajes como ensilaje. De igual forma en Francia e Italia, cerca de la mitad del forraje es ensilado (Garcés, Berrio, Ruiz, Serna y Builes, 2004). Para producir un ensilaje de buena calidad es esencial asegurar que se produzca una buena fermentación microbiana en el ensilado. El proceso de fermentación no depende sólo del tipo y la calidad del forraje, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para el ensilaje. Lo que conlleva a desarrollar otras alternativas o estrategias disponibles para optimizar los procesos fermentativos que aseguren la calidad del producto ensilado, altos niveles de consumo y una alta productividad animal. Teniéndose en cuenta que la calidad del ensilaje depende principalmente del grado de compactación y la cantidad de oxígeno que ha quedado en el material ensilado. Sin embargo, los niveles de materia seca y carbohidratos solubles son determinantes en la fermentación de un ensilaje, por lo que la inclusión de un mayor contenido de carbohidratos solubles facilita la capacidad de fermentación y degradación de otros sustratos, por estimular el crecimiento de bacterias ácido-lácticas (Maza, Vergara y Paternina, 2011).

Por otra parte se debe tener en cuenta que la productividad Ganadera depende de tres factores: las características físicas y químicas del suelo (textura, estructura, densidad real, profundidad, pH, % materia orgánica y nutrientes) las condiciones del clima (precipitación, humedad relativa y temperatura), tipo de forraje o alimento con que cuenta el productor en cantidades suficientes por unidad animal la cual debe ser de buena calidad, que supla los requerimientos nutricionales del animal (INT. Dirección General de formación profesional, 2016). De acuerdo a lo anterior, se realizó un Análisis físico químico del suelo y un estudio bromatológico a cada uno de los forrajes cultivados en la granja Villa María, observándose en los suelos tienen un bajo nivel de fósforo, calcio y magnesio, al igual de materia orgánica, por ello se le sugiere al productor realizar un plan de fertilización que a su vez ayude a mejorar la calidad nutricional de los forrajes ya que el análisis bromatológico arrojó bajos niveles de proteína, de CNE y minerales como consecuencia se procedió a realizar mejoras desde la parte técnica a la hora de la elaboración de ensilaje, mejorando y/o sosteniendo su calidad nutricional, por medio de la adición de melaza, silol y arveja molida aditivos que permitieron obtener un forraje ensilado con mayor calidad nutricional, lo cual se observa en los resultados bromatológicos del ensilaje, realizados y analizados en el laboratorio de la Universidad de Cundinamarca.(ver tabla 3). El objetivo de este proyecto es Estudiar integralmente la producción y calidad nutricional de ensilajes de plantas forrajeras cultivadas en la finca Villa María del municipio de Fusagasugá, Cundinamarca.

Revisión de Literatura

1. Marco Conceptual

A continuación, se desarrollarán temas que permitirán entender la importancia de la implementación técnica y profesional a la hora de cultivar y procesar alimento en este caso forraje ensilado para la alimentación bovina, el cual debe cumplir con algunos parámetros nutricionales que suplan las necesidades del animal.

1.1. Especies Forrajeras

Especies forrajeras son las gramíneas o leguminosas cosechadas para ser suministradas como alimento a los animales, en verde, seco o procesado (heno, ensilaje, amonificación) (Cariola, 2012) . Entre ellas tenemos el King Grass (*Pennisetum purpureum x P.Typhoides*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*). Las leguminosas o Fabáceas son un grupo de plantas dicotiledóneas, leñosas o herbáceas, capaces de producir frutos en forma de vainas dentro de los cuales se encuentran las semillas. Tienen la propiedad de fijar nitrógeno al suelo, mediante la simbiosis de sus raíces con bacterias del género *Rhizobium*. Pueden ser de grano como la soja, el garbanzo, el frijol y forrajeras como la alfalfa y los tréboles (Uribe, 2011), los cuales producen poca cantidad de materia seca por hectárea pero tienen mayor contenido en proteína bruta, por lo que su inclusión en la dieta es para cubrir esta fracción de los animales pero posee menor contenido energético (Jewsbury, 2016) en cambio las gramíneas o Poáceas, pertenecen a la familia de las monocotiledóneas, son plantas que tienen semillas "grano" rico en carbohidratos pero también suele contener algo de aceite y proteínas. Su función primordial para el organismo es proporcionar energía. Entre ellas tenemos maíz, trigo, arroz, mijo, centeno, cebada, avena (Valverde, 2011). Las gramíneas forrajeras constituyen la principal fuente de alimentación de los herbívoros ya que crecen en la mayoría de los potreros, como la especie de corte *Pennisetum sp*. La cual se adapta muy fácilmente a las variedades del clima y aportan la mayor parte de la materia seca y los carbohidratos consumidos por el animal. Las gramíneas se caracterizan por tener raíces poco profundas en la mayoría de las especies, tallos cilíndricos que presentan nudos, hojas alternadas con nervaduras paralelas, la base de la hoja por lo general envuelve al tallo y terminan en punta y las flores por lo general son espiguillas

(Demagnet y Cantero, 2012). Tanto las leguminosas como las gramíneas son utilizadas con frecuencia en procesos de conservación para suplir alimento a los animales en épocas de escases. La calidad nutricional del material ensilado depende de algunos factores como es la conformación física química del suelo el cual aporta nutrientes a la planta.

1.1.2 Suelo

El suelo es un cuerpo natural, está sujeto a la acción de los factores formadores (clima, organismos, tiempo y relieve); es también un recurso no renovable (Loaiza, 2011). Su aporte de nutrientes es significativo y permiten, de esta forma, a los grupos de especies vegetales; desarrollarse y adaptarse a condiciones edáficas. (Londoño y Torres, 2015). La composición y las características físicas y químicas de los suelos diseñan un patrón vegetal que predominará sobre otras especies, observándose cómo la sustentabilidad de un cultivo, de plantas forrajeras o especies forestales, es inherente al estado de fertilidad del suelo que suministra los requerimientos nutricionales de la planta. Por ello antes de cultivar una planta se debe realizar un análisis físico químico al suelo por medio del cual se puede diagnosticar los problemas nutricionales de los suelos, ventajas y limitaciones. Se aconseja no sembrar ningún producto agrícola llámese gramínea o leguminosa sin una adecuada fertilización. Esto implica un uso racional de los fertilizantes para no causar daños al medio ambiente y proveer a las plantas de los nutrientes necesarios para su buen desarrollo. El crecimiento de las plantas y su producción depende en parte de la capacidad del suelo de suplir y mantener una cantidad adecuada de nutrientes (Múnera, 2012). Muchos de los nutrientes que la planta requiere para su desarrollo, se encuentran en el suelo en cantidades variables y a veces insuficientes para su adecuada nutrición. Para saber qué tipo de fertilizante aplicar, cuánto y cuando, se dispone de un recurso que es el análisis químico del suelo (acidez del suelo, nivel de nutrientes disponibles para la planta, salinidad, etc.) el cual, debidamente interpretado, permitirá hacer ajustes oportunos en la fertilización. Sin embargo, se debe entender que una buena fertilización depende de factores como el clima, tipo de fertilizante, dosis, época, método de aplicación y frecuencia de aplicación (Mila, 2012).

El suelo fertilizado aporta los nutrientes necesarios a la planta y esto a su vez tiene efecto directo sobre el crecimiento y rendimiento de la misma. Además, un desequilibrio nutricional del suelo puede ocasionar susceptibilidad a las enfermedades o madurez tardía de los cultivos. El manejo de nutrientes debe entonces encaminarse no solamente a lograr rendimientos altos sino también a mantener o elevar la fertilidad del suelo (Pérez, 2013).

1.1.3 Fertilización

La fertilización consiste en agregar al suelo materiales externos para aumentar el contenido de nutrientes. Debido a que las plantas extraen minerales del suelo para su nutrición, el suelo se va agotando y necesita reponer los minerales que son extraídos. Hay tres tipos de fertilizantes: orgánicos, minerales y abonos verdes (Rodríguez, 2018).

Los abonos minerales o inorgánicos son aquellos que son elaborados por la industria, podemos encontrar abonos nitrogenados estos tienen lugar a través de un proceso industrial denominado síntesis del amoníaco, fertilizantes fosfatados los cuales proceden de la roca fosfórica, fertilizantes potásicos son sales presentes en la naturaleza se extraen, muelen y purifican con el objetivo de facilitar la asimilación por los cultivos (Irañeta, Sánchez, Malumbres, Torrecilla y Díaz, 2011).

Véliz (2014), en su tesis de Grado considero que un abono orgánico es todo material de origen animal o vegetal que se utilice para mejorar las características físicas y químicas del suelo, como fuente de vida y nutrientes al suelo. Los abonos orgánicos, más conocidos son el estiércol (Bovinos, porcinos), compost, el bocashi y el lombricompost o vermicompost, pero también suele utilizarse la gallinaza y otros desechos vegetales frescos, como la pulpa del café y desechos de fruta. Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

Abonos verdes son plantas cultivadas con el objetivo de mejorar el contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo, las cuales se recomienda incorporarlas antes de su floración. Estas plantas son preferiblemente leguminosas (familia de los frijoles). Cuando las plantas han alcanzado su mayor desarrollo (máxima producción de biomasa) son incorporadas en la superficie del suelo. Una vez que el material fresco de la planta se ha incorporado en el suelo, éste libera nutrientes rápidamente y estará descompuesto en un período corto de tiempo. El material viejo o grueso (ramas o tallos) se descompondrá más lento que el material fino y por

consiguiente contribuirá más a la formación de materia orgánica que a la fertilización del cultivo (Arévalo y Castellano, 2009). Cuando el abono verde es una leguminosa existe un aporte de N, producto de la fijación simbiótica (Douxchamps, 2014).

1.2 Ensilaje

El ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos (Filippi, 2011). El oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO₂ y H₂O (Sena Regional Caldas, 2010) este proceso sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo (Garcés et al., 2004). Cuando se inicia el período de recolección y picado del forraje, hasta finalizar el proceso de ensilaje, se presentan dos etapas descritas a continuación:

1.2.2 Etapas en el proceso de Ensilaje

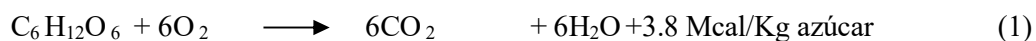
En la técnica de almacenamiento y aprovechamiento de forraje como ensilaje, es necesario conocer los cambios por los que una especie vegetal al ser ensilada debe pasar, dados los procesos bioquímicos y físicos que se llevan a cabo en estas fases con el fin de brindar las herramientas necesarias que nos permitan controlar y obtener un ensilaje de excelente calidad.

Etapas 1: Aeróbica.

En el proceso de compactación del ensilaje quedan espacios de aire, la respiración continúa y determina una oxidación de los azúcares con formación de anhídrido carbónico y agua, la temperatura prosigue elevándose y la desintegración de los carbohidratos solubles continúa, disminuyendo las proteínas (Silveira y Franco, 2006). Cuando la T° aumenta a más de 35°C es posible que se comiencen a presentar algunas reacciones en las cuales los azúcares y los aminoácidos son polimerizados formando compuestos que tienen muchas de las características de la lignina, insolubilizando la proteína involucrada en la reacción, aumentando el contenido de Nitrógeno insoluble e incrementando aún más la temperatura interna del silo. El ensilaje comienza a presentar un oscurecimiento y caramelizarían de los azúcares solubles produciendo pérdidas en la calidad del producto final ya que disminuye el valor nutricional (Villa, 2010).

Fermentación Enterobacteriana:

Cuando la fermentación comienza, las bacterias que resisten el medio pueden vivir tanto en presencia como en ausencia de aire. Este grupo incluye las enterobacterias que convierten los azúcares en ácidos orgánicos, como se observa en la ecuación 1. Estos ácidos son responsables de la disminución del pH del silo. Las Enterobacterias son sensibles a la disminución del pH, por lo que su supervivencia se va reduciendo a medida que este desciende. El crecimiento bacteriano se inhibe cuando el pH cae por debajo de 4,5 (Martínez, Argamentería y Roza,2014).



Azúcar + oxígeno \longrightarrow dióxido de Carbono + agua + calor

Etapa 2. Anaeróbica.

Cuando el oxígeno ha sido consumido, inicia el desarrollo de bacterias lácticas, responsables de la acidificación del material, comenzando a reducir aún más el pH llegando a un valor de 4.2 en siete días después de ensilar, lo que influye a que se dé o no una adecuada conservación del material procesado (Meléndez, 2016). En esta fase la temperatura del material ensilado se mantiene entre 15 a 25 °C. Temperaturas superiores a 25 °C indican presencia de oxígeno (Valencia, 2016).

Algunas especies de bacterias lácticas fermentan los azúcares a ácido láctico como se observa en la ecuación 2 (homofermentativas). Otras, además de láctico dan lugar a otros productos, principalmente CO₂ junto con etanol, manitol y ácido acético (heterofermentativas), que no siempre contribuyen a una bajada del pH. (Ferrero, 2017)



Azúcar \longrightarrow ácido láctico

Los ensilajes bien preservados inician la acidificación tanto en el forraje fresco como en el pre marchitado, por medio de bacterias lácticas de tipo homofermentativo. Los organismos sobresalientes son: *Lactobacillus curvatus* y *Lactobacillus plantarum*. Cuatro días después del ensilado el 85% de los lactobacilos presentes en el ensilaje son de tipo heterofermentativo, siendo de carácter dominante *Lactobacillus buchneri* y *Lactobacillus brevis* (Poma, 2011).

Los microorganismos que se desarrollan durante el ensilaje juegan un papel clave para el éxito del proceso de conservación. Estos pueden ser divididos en dos grupos: Los microorganismos benéficos y los microorganismos indeseables (Suárez, 2016).

Las bacterias benéficas son aquellas productoras de ácido láctico (BAL) ayudan a optimizar el proceso fermentativo ya que estas bacterias funcionan como estimulantes de la fermentación e inhibidores del deterioro aeróbico. Los ensilajes de mala calidad producen mayores cantidades de desechos: efluentes, gases (CO_2 , H_2), malos olores, microorganismos indeseables (*Clostridium*, *Listeria*, *Aspergillus*) toxinas (aminas) y material sólido descompuesto. Alimentos ensilados que sufren deterioro aeróbico presentan un reducido valor nutricional y, además, representan un riesgo ambiental (Tobía y Vargas , 2000).

Estudios realizados indican que los aditivos que contienen bacterias ácido láctico mejoran las características de fermentación, la estabilidad aeróbica de los ensilajes y rendimiento animal, ya que estas bacterias ayudan a la disminución más rápida del pH y reducción de proteólisis (Rodríguez, Acosta, Rivera, y Randel, 2016).

A contaminación se presenta un esquema que resume todo el proceso de ensilaje (Figura 1), teniendo en cuenta que hay factores que influyen en la calidad del mismo como es la composición química del material, estado de madurez del forraje, tipo de fermentación, método de cosecha, clima, tipo de silo, clase de aditivo y condición de almacenamiento.

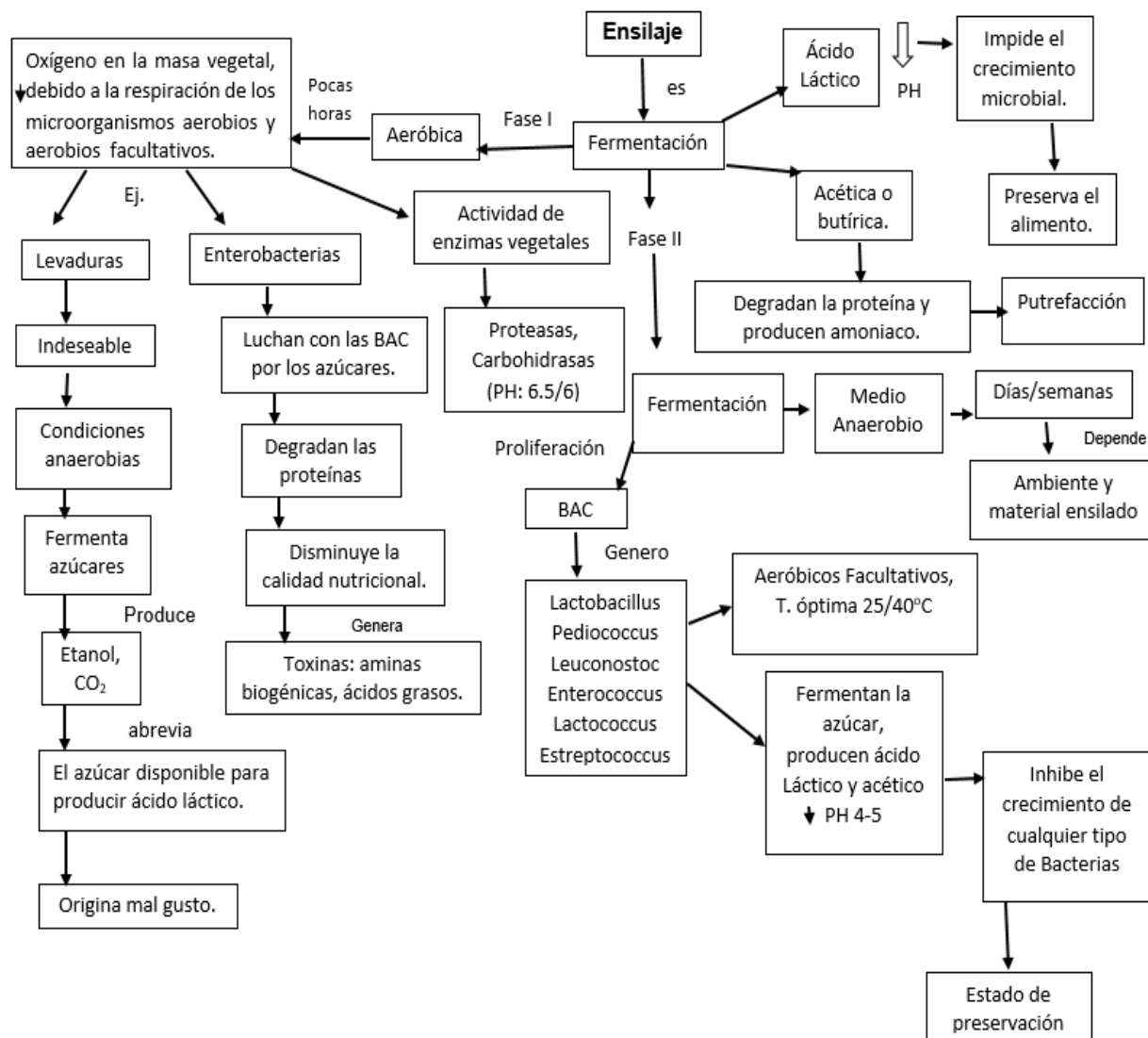


Figura 1: Esquema que resume el proceso de ensilaje.

Tomado de (Garcés *et.al.*, 2004) y adaptado por (Beltrán, 2018)

Continúa en la siguiente página.

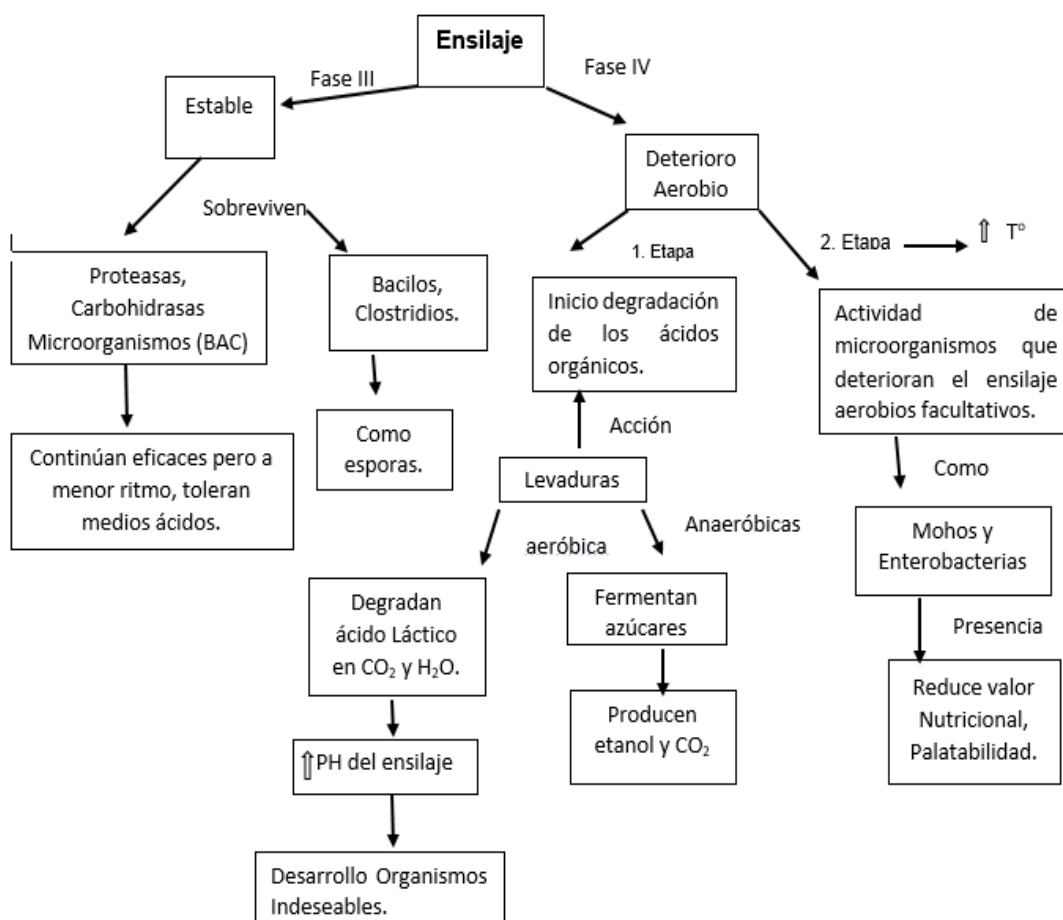


Figura 1: Esquema que resume el proceso de ensilaje.

Tomado de por (Garcés *et.al.*, 2004) y adaptado (Beltrán, 2018).

1.2.3 Aditivos

Se denomina aditivo a cualquier sustancia que al ser incluida en el material forrajero facilita la fermentación láctica mejorando la calidad del producto obtenido. De esta manera, los aditivos disponibles pueden ser estimulantes de la fermentación, inhibidores de la fermentación y modificadores nutricionales (Sanchez, 2005).Contemplados en el cuadro 2.

CLASE	EJEMPLOS
ESTIMULANTES DE LA FERMENTACION	
1. Substrato	CHO
2. Enzimas	E. celulolíticas
3. Cultivos microbianos	L. plantarum
INHIBIDORES DE LA FERMENTACION	
1. Esterilizantes directos	Formaldehido
2. Esterilizantes indirectos	Metabisulfito de Na
3. Acidificantes directos	Ac. sulfúrico
ABSORBENTES	
1. Naturales	Heno picado
2. Sintéticos	Poliacrilam. de NH ₄
INHIB. DE LA DESCOM. AEROBICA	Ac. propiónico

Cuadro 2. Clasificación de aditivos utilizados en el proceso de ensilaje (Cárdenas, 2011).

Estimulantes de la fermentación

Estos aditivos podrían usarse para materiales que contienen baja cantidad de carbohidratos solubles o una baja relación de carbohidratos/compuestos nitrogenados, y cantidades insuficientes de sustrato para la fermentación láctica (Oude y Frank, 2001).

Aditivos Inhibidores

Se incluyen todas las sustancias químicas capaces de disminuir artificialmente el pH de la masa ensilada estos aditivos se agrupan en ácidos inorgánicos o minerales, como el ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico etc. Y en ácidos orgánicos, como son el ácido láctico, fórmico, acético etc. El uso de estos ácidos orgánicos se ha visto limitado por la disponibilidad y costos de los mismos (Michelena, Senra, y Fraga, 2002).

Aditivos más utilizados

Melaza: Esta contribuye a reducir el pH, la producción de NH₃ y el nitrógeno volátil. Mejora la producción de ácido láctico, favorece la producción de ensilaje más estable, con mejor color,

olor y sabor. Mejora la digestibilidad y el valor nutritivo, coadyuva en el aprovechamiento de la urea, promueve la rápida fermentación del ácido láctico, conserva un poco el caroteno que contiene la planta verde, mejora el patrón general de fermentación (Valencia, Hernández, y López, 2011).

Urea: Fórmula molecular $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$, compuesto que ayuda a mejorar la estabilidad aeróbica de los ensilajes, el contenido de nitrógeno del producto final, el consumo, y la digestibilidad de la materia seca, de la energía y los aumentos de peso de bovinos (Pietrosemoli, Ventura y Gutiérrez, 1997).

Granos Molidos, pulpas secas, bagazo de caña, tamo picado de cereales:

Son una fuente de azúcar fermentable como sustrato para las bacterias. Adsorben el exceso de humedad, reducen la percolación o pérdida de jugos, mejoran la palatabilidad (Bernal, Chaverra, Arciniegas, Acevedo y Angel, 2002).

Biológicos: Constituidos por bacterias homofermentativas y heterofermentativas, donde las principales son *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus buchneri*, que en general poseen actuaciones diferidas en el proceso de ensilado. Estos aditivos permiten en los ensilajes acelerar el proceso de fermentación ácido láctico, accediendo en forma rápida a la estabilización de la masa y reduciendo las pérdidas por proteólisis e hidrólisis habituales que se desarrollan en los ensilajes de lenta y mala fermentación (Demanet, 2017).

1.2.4 Tipos de silo



Silo de Bolsa

Llamados también como micro silos, presentan pérdidas reducidas y facilitan las labores de alimentación, almacenamiento y transporte; pueden utilizarse bolsas con capacidad para 50 o 60 kg., el calibre del plástico de estas bolsas debe ser de 7 u 8. Es una práctica muy utilizada por el pequeño productor (Mora y Ulate, 2015).

Fuente: autora, 2018.

Silo de Trinchera, zanja o pozo

Este tipo de silo se construye bajo el nivel del suelo, utilizando como paredes la tierra o la roca. Se hace una excavación (usualmente rectangular) en el suelo, casi siempre en un terreno de pendiente, con un plano inclinado en la entrada del silo para facilitar el acceso durante el ensilado y su posterior utilización. Las paredes deben ser excavadas ligeramente inclinadas y lisas para poder compactar bien (Reyes *et al.*, 2009). Este tipo de silo tiene la desventaja de que la excavación es costosa y requiere de un mecanismo de drenaje para evitar el encharcamiento (Urrutia y Meraz, 2004).

Silo de montón

Es uno de los más sencillos de elaborar, la cual consiste en colocar un plástico como base y sobre este se empieza apilar el material que se va a ensilar. Después se compacta y se cubre con otro plástico para evitar la entrada de aire. (Cuadrado *et al.*, 2003).

Silo Bunker

Los silos bunker se construyen a nivel del suelo y consisten en dos paredes inclinadas y un piso, que se construye de concreto o de otro material de recubrimiento adecuado. El bunker se llena y se recubre con hules gruesos para sellarlos herméticamente una vez terminado su llenado, evitando la entrada de agua y aire que son perjudiciales para la preservación del forraje. En este tipo de silos se construyen por general muy cercanos al rebaño ganadero y para su buen funcionamiento pueden ser abiertos por ambos lados para servir el ensilaje (Flores, Sánchez, Luna, y Echavarría, 2014).

Características de los forrajes ensilados

- ✓ Olor aromático, agradable, como el del vino.
- ✓ El color debe ser verdoso a café claro (verde oliva), nunca de color oscuro o negro.
- ✓ La textura del ensilaje debe ser firme.
- ✓ pH de 4.2 o menos.

- ✓ La temperatura: al momento de abrir el silo, este debe tener la misma temperatura del ambiente 30 a 40 °C, lo que es indicativo de estar bien estabilizado (Urduaneta y Borges, 2013).

1.3 Análisis proximal o de Weende

Un forraje o alimento debe ser analizado para conocer cuál es su valor nutritivo y cómo aporta en la salud del animal que lo ingiere. El método fue ideado por Henneberg y Stohmann en el año 1867 en la estación experimental de Weende (Alemania) y consiste en separar a partir de la materia seca de la muestra, una serie de fracciones que presentan unas ciertas características comunes de solubilidad o insolubilidad en diferentes reactivos. Los cuales determinan humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, Extracto etéreo o lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno (Vega, 2012). cómo se observa en la figura 2.

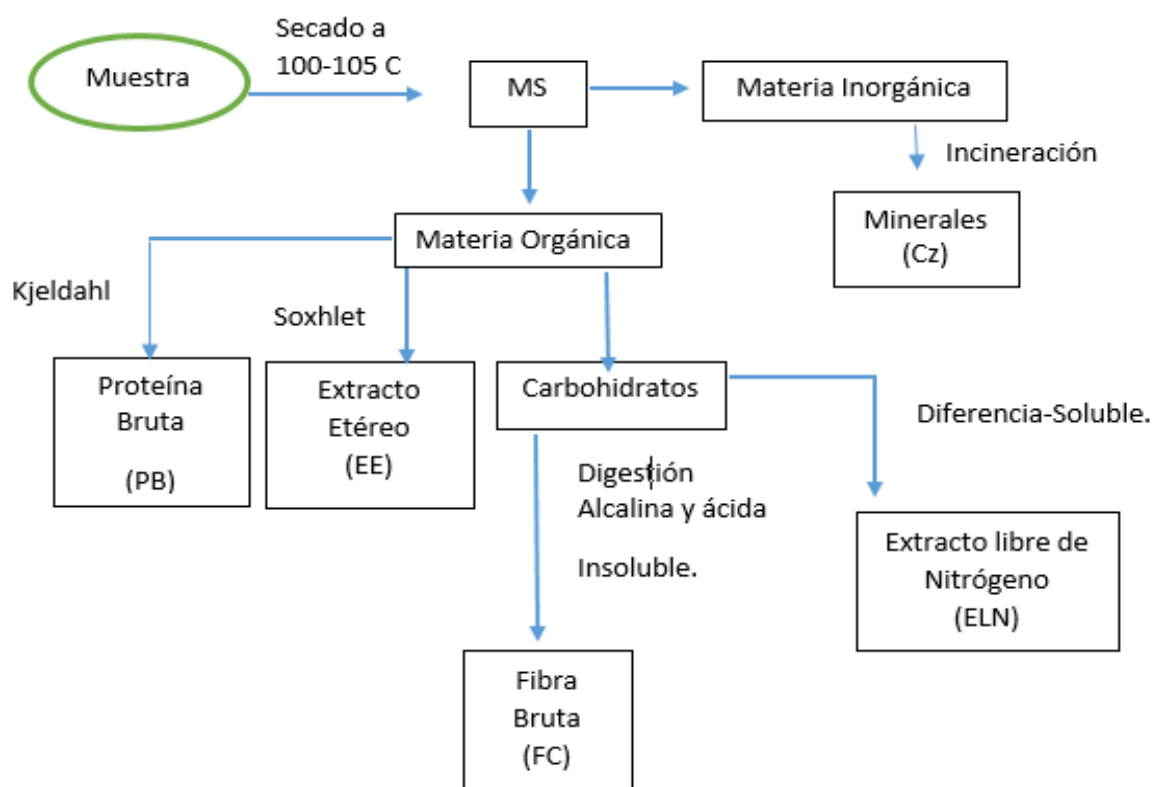


Figura 2: Diagrama del Método Weende.

Tomado de (Vega,2012) y adaptado por (Beltran ,2018).

1.4 Análisis de Van Soest

Según Dardon y Duran (2011). En los años sesenta el Ph.D. Peter Van Soest desarrolló una metodología de análisis para forrajes la cual permite la separación de los carbohidratos en fracciones relacionadas con su disponibilidad nutricional (muy disponibles, poco disponibles y nada disponibles). Estos análisis son: - Fibra Neutra Detergente (FND) - Fibra Acido Detergente (FDA) como se muestra en la figura 3.

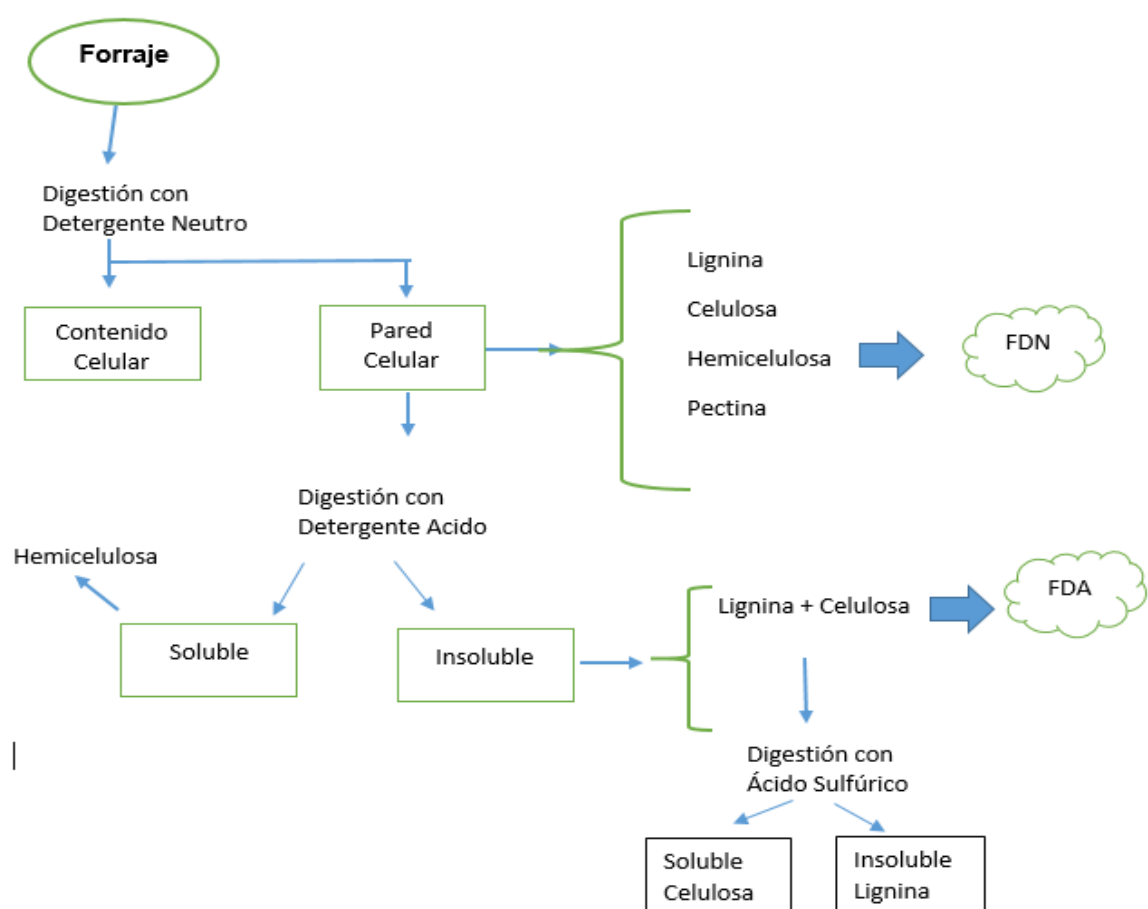


Figura 3: Diagrama del Método Van Soest.

Tomado de (Dardon y Duran ,2011) y adaptado por (Beltrán, 2018).

1.5 Marco Referencial

Los pastos de la familia *Pennisetum purpureum* son de uso generalizado en los sistemas de producción Bovina en nuestra Región, es por ello que se requiere conocer la Composición Nutricional de estas especies forrajeras. Araya y Boschini (2005) realizaron una investigación sobre la Producción de Forraje y Calidad Nutricional de variedades de *Pennisetum Purpureum* en la meseta Central de Costa Rica, estudio en el cual reportan el contenido de materia seca, proteína cruda y cenizas del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*) a diferentes edades de corte. Observándose que entre más se madure el pasto disminuye la calidad nutricional, la mejor edad para cosechar este forraje es a los 70 días con una MS (%) 10,63, PC (%) 12,43 y CZ (%) 18,67 y la edad menos aconsejable es a los 140 días porque disminuye el contenido de proteína y minerales PC (%) 5,37 y Cz (%) 12,26.

De igual forma, Chacón y Vargas (2009) determinaron el efecto de la edad de rebrote con relación al valor nutricional del *Pennisetum purpureum* cv. king grass. Reportando a los 60 días de rebrote MS (%) 13,03 PC (%) 9,56 EE (%) 1,41 CZ (%) 14,47 FDN (%) 73,78. A los 75 días de rebrote MS (%) 13,79, PC (%) 8,70, EE (%) 1,37, CZ (%) 13,86, FDN (%) 75,48. y a los 90 días de rebrote MS (%) 14,43, PC (%) 8,42, EE (%) 1,29, CZ (%) 13,61, FDN (%) 76,91. Concluyeron que la mejor edad para cosechar este forraje es a los 60 días ya que presenta mejor calidad, en cambio cosechar el material a los 90 días de edad disminuye la calidad del Forraje, lo cual indica que la época de cosecha y la proporción de hojas en el material cosechado afectan la composición nutricional del King grass.

Roncillo, Sierra y Castro (2012) afirman que el rendimiento de forraje es afectado tanto por la fertilización, como por la pastura, siendo mayor el rendimiento con la aplicación de urea y en asociación con *Leucaena* sp. Aunque la fertilización no tuvo efecto sobre la composición química del King Grass obteniéndose MS (%) 15,2 PC (%) 6,70 EE (%) 1,08 CZ (%) 13,85 FDN (%) 69,76.

Por otra parte, Lezcano *et al.* (2012). En su investigación realizaron un análisis bromatológico de algunos componentes del valor nutritivo del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en dos etapas del ciclo fisiológico en un periodo poco lluvioso observándose que a los 30 días se encontraron los valores de proteína y cenizas más altos 20,10% y 13,77%, a la edad de 60 días reportan una proteína de 19,03 y Cz de 12,51. Por lo tanto la planta presenta características deseables para su

uso en la alimentación de los bovinos y a medida que aumenta la edad disminuye los porcentajes de proteína. Se puede considerar que el contenido de proteína de esta especie se encuentra en un rango superior, con relación a los forrajes utilizados para la alimentación de los rumiantes, La calidad nutritiva del follaje de *T. diversifolia* varía en dependencia del estado vegetativo de la planta, pero puede ser utilizado en ambas épocas, ya que cuenta con valores apreciables de proteína bruta en la fracción comestible hoja-tallo.

En otro estudio, Gallego *et al.*, (2014), afirman que la *Tithonia diversifolia* ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno y por el nivel de Proteína bruta, siendo esta de 28,95% a los sesenta días de edad en periodos de lluvia y 27,49% en periodos poco lluviosos, se destaca también su digestibilidad in vitro MS% de 75,28-78,59% características que dejan al botón de oro en condiciones nutricionales similares a las de otras plantas arbustivas destinadas a la producción forrajera como es la morera (*Morus alba*), chachafruto (*Erythrina edulis*), aliso (*Alnus acuminata*).etc. La *Tithonia diversifolia* sigue teniendo un buen valor nutricional en periodos de lluvia como en periodos pocos lluviosos.

Clavijo (2016) en su manual de producción de forraje describe un análisis bromatológico del forraje Cuba 22 (*Pennisetum sp*) realizado por el doctor calderón en el cuadro 3 y 4. En el cual se observó que el cuba 22 mejoro su calidad nutricional en el segundo corte en cuanto a porcentajes de proteína y minerales. También se llegó a la conclusión que mejora el porcentaje de proteína al ser sembrado a una distancia de 1 m.

Cuadro 3: Análisis Bromatológico en base seca *Pennisetum sp* Cuba OM 22.

	L1-0,25m (A)	L2-0,60m(A)	L3-1m(A)	L4-0,25m(B)	L5-0,60m(B)	L6-1m(B)
MS (%)	16,28	14,59	14,83	16,98	13,74	16,44
FDN (%)	74,21	68,65	69,30	73,66	64,48	71,40
PC (%)	7,50	13,50	9,00	6,50	6,50	8,00
EE (%)	0,91	1,52	1,51	1,06	1,55	2,03
CZ (%)	11,28	13,14	13,24	12,27	14,96	13,30

Cuadro 4: Análisis Bromatológico en base seca *Pennisetum sp* Cuba OM 22. Segundo Corte.

	L1-0,25m (A)	L2-0,60m(A)	L3-1m(A)	L4-0,25m(B)	L5-0,60m(B)	L6-1m(B)
MS (%)	10,76	10,21	10,32	9,56	13,12	9,60

FDN (%)	69,88	72,25	69,85	67,65	72,13	74,60
PC (%)	19,50	19,00	20,00	18,00	18,50	21,00
EE (%)	2,31	1,93	2,31	1,71	2,18	1,17
CZ (%)	22,94	22,21	19,95	20,91	20,90	21,19

(Clavijo, 2016).

Rodríguez y Romero (2017) en su trabajo de tesis reportan análisis químico de King Grass, a una edad de 4 meses alcanzando valores de MS 14,23%, CZ 9,35%, PC 6,03%, EE 1,35 %, ELN 49,95%. Y a la edad de 6 meses valores de 23,19., 12,85., 6,40., 2,31., 42,1. Donde se observó que a mayor edad aumento materia seca y a su vez disminuyo la proteína cruda, esto se puede atribuir a una reducción de la actividad metabólica de la planta de manera que conforme se cosecha el forraje a una edad avanzada, la síntesis de compuestos proteicos en la planta es menor, haciendo que los valores de PC bajen. Las hojas contienen en promedio 27 % más materia seca que los tallos. A medida que envejece el material se reduce la relación hoja: tallo, la materia seca en ambos componentes sufre un incremento, pero el valor nutricional comienza a decrecer más drásticamente en las hojas que en los tallos, posiblemente porque el efecto de senescencia afecta más a las hojas debido a que su cubierta es más sensible y la pérdida de agua se acelera, mientras que los tallos sufren un endurecimiento (lignificado) en la cubierta exterior que les permite retener un poco más su humedad.

En la tesis “valores nutritivos del pasto cuba om-22 (*pennisetum purpureum x pennisetum glaucum*), sometido a cuatro intervalos de corte en el valle del río carrizal” los autores Barén y Centeno (2017) afirman que el corte de 45 días alcanzó el mayor porcentaje de proteína cruda con un valor de 20,31% y el menor 15,98% para el corte a los 90 días. En lo que respecta a fibra el mayor porcentaje se obtuvo a los 90 días con 37,92% y el de menor contenido fue de 32,19% a los 45 días. Los mayores resultados en producción de biomasa se dieron en el corte de 90 días, alcanzando rendimientos de 52.46 kg/m², lo que es igual a 524600 kg/Ha. El de menor rendimiento 27 Kg/m²., o 270000 kg/Ha fue para el corte a los 45 días.

Gallego, *et al.*, 2017, realizaron otro estudio, Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra estacas, manejo in vitro y semilleros, a los 56 días del corte de uniformización, se analizaron los contenidos de materia seca (12,74%, 12,90%, 12,45%), proteína cruda (14,1%, 12,76%, 13,31%), cenizas (16,19%, 15,50%, 16,00), calcio (2,86%, 3,05%, 2,93%), fósforo (0,27%, 0,25%, 0,27%), fibra detergente neutro (53,81%, 50,21%, 52,80%), carbohidratos totales no estructurales (8,50%, 8,35%, 7,82%). Concluyendo que el

método de establecimiento no incide sobre el contenido de nutrientes, además, se esperó que palatabilidad, consumo y digestibilidad de la materia seca no presentaran afectación.

Antecedentes de Estudios científicos de ensilajes.

Cuando los forrajes son ensilados con altos contenidos de humedad, se manifiesta una fermentación intensa que provoca altas pérdidas en compuestos volátiles (AGVt y NH₃) y pérdidas en los efluentes, en trabajos anteriores se estudiaron diferentes niveles de ácido fórmico, ácido propiónico, además del presecado, como métodos para disminuir las pérdidas antes señaladas se encontró que la adición de 0.3 % de ácido fórmico, 0.3 % de ácido propiónico y la exposición al sol del forraje King grass durante 4 h eran efectivos para lograr buena fermentación en el material ensilado (Michelena, Senra, y Fraga, 2002).

En una investigación al respecto, Gutiérrez, *et al.*, 2014, determinaron el efecto de diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* ensilada con *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169 e inoculada con el producto biológico VITAFERT, Los resultados obtenidos evidenciaron la posibilidad de aplicar la técnica del pre secado con los Forrajes *Tithonia diversifolia: Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169 para ensilar. La inclusión en la mezcla de los niveles 4.5 y 6.0 % de VITAFERT incrementó el contenido de PB y la concentración de ceniza, y reduce la FND. La combinación 20 % *Tithonia*: 80 % *Pennisetum*, con 4.5 % VITAFERT, resultó la de mayor degradabilidad efectiva y velocidad de degradación.

En la Universidad del Tolima, Jaramillo, (2018) realizó un estudio para determinar el valor nutricional de ensilaje *Pennisetum* Cuba OM22, bajo diferentes niveles de inclusión de urea. Al final, se concluyó que al aumentar los niveles de inclusión de urea se mejora la calidad proteica del ensilaje y se disminuye la cantidad de FDN.

Materiales y Métodos

2.1 Localización del experimento

El proyecto se desarrolló en la finca Villa María, Barrio Bethel, Municipio de Fusagasugá, Departamento de Cundinamarca, a una temperatura de 20-23 °C. 4°19'23.8"N 74°21'15.9"W.

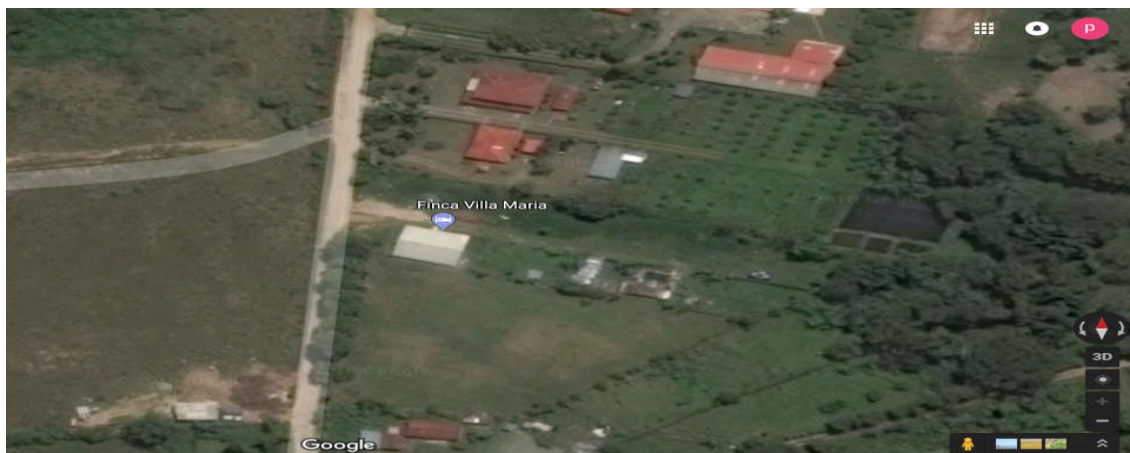


Imagen 1: Ubicación satelital de la finca Villa María del Municipio de Fusagasugá. (Google maps, 2018)

La Finca cuenta con un Área de siete fanegadas, de las cuales 2 fanegadas están sembradas con forraje King Grass, Cuba 22 y Botón de oro y hay disponible otras dos fanegadas para sembrar más plantas forrajeras. Así mismo, la granja presenta cuatro hidrantes del distrito de riego Albeza.

2.2 Instalaciones Agropecuarias

Como se mencionó en el párrafo anterior, el trabajo se realizó en las instalaciones de la Finca Villa María, conformada con un área aproximada de 44,800 m², dividiéndose en 4 lotes como se observa en la figura 4. Villa María tiene un lugar asignado para el proceso de ensilaje y a su vez almacenamiento del material, área que se reformará para un mejor funcionamiento de acuerdo a lo explicado por el propietario.

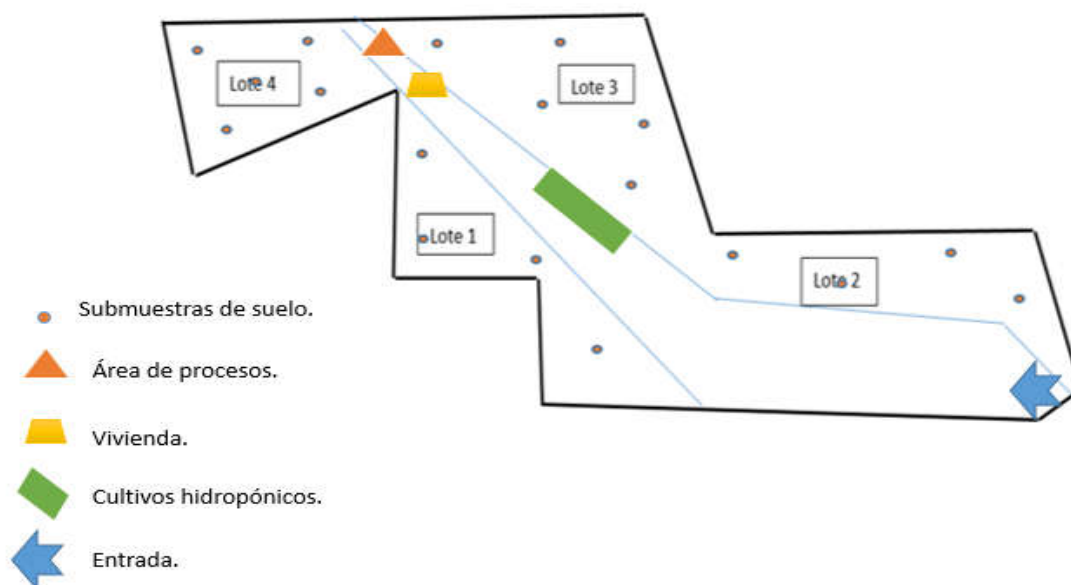


Figura 4. Descripción de la Finca Villa María, ilustrándose los puntos de cada lote que se muestreo para el análisis físico químico del suelo e instalaciones observadas.




Fuente:Elaboración propia, (2018).

2.3 Unidades Experimentales

Se realizó un estudio físico químico de suelos a los lotes descritos en el cuadro 5 y graficados en la figura 4.

Cuadro 5. Descripción del suelo de cada uno de los lotes muestreados en la Finca Villa María, (fotografías propias).

Lote	Imagen	Descripción
1		<p>Con un área aproximada de 6,400 m² el cual está disponible para sembrar.</p>

2		<p>Lote en el cual se encuentra sembrado pasto Cuba 22 (dos meses de sembrado) y King Grass (2 años de sembrado) Con un área aproximada de 10,000 m².</p>
3		<p>Lote con un área aproximada de 10,000 m². Donde se encuentra un cultivo de 1200 matas de limón, las cuales fueron sembradas hace dos años pero no tuvieron éxito causa desconocida, el productor cree que es consecuencia de la utilización indiscriminada de fungicidas, herbicidas entre otros. Dejando el suelo improductivo.</p>
4		<p>Con un área aproximada de 6,400 m², este lote hace 15 años no se cultiva, lo último que se sembró fue habichuela, lote que próximamente también se va a cultivar con plantas forrajeras.</p>

Fuente:Elaboración propia,2018.

Se tomaron las muestras de forraje para realizar un análisis bromatológico en el laboratorio de nutrición de la Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, sede Fusagasugá, describiéndose a continuación las unidades experimentales:

2.3.1 King Grass (*Pennisetum Purpureum*)

Es una especie perenne y de crecimiento erecto, puede lograr hasta 3 m de altura. El tallo puede alcanzar de 3 a 5 cm de diámetro. Las hojas son anchas y largas con vellosidades suaves y no muy largas, verdes claro cuando son jóvenes y verde oscuro cuando están maduras (González, 2016). Como se observa en la imagen 2.



Imagen 2. Cultivo pasto King Grass, Fotografía tomada en la Finca Villa María, lote 2.
Fuente: Autora, 2018.

Cuadro 6. Clasificación Taxonómica del King Grass

Nombre científico	<i>Pennisetum purpureum</i>
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Panicoideae</i>
Tribu	<i>Paniceae</i>
Género	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>P. purpureum</i>
Nombres comunes	King Grass

(Rodríguez y Romero, 2017)

King Grass (*Pennisetum purpureum x P. Typhoides*) es una gramínea de corte, nativa de África del sur, crece desde el nivel del mar hasta los 2,200 m.s.n.m, en zonas con temperaturas entre los 18 y 30°C, es tolerante a la sequía y muestra gran capacidad de rebrote cuando se inician las lluvias. El corte se realiza entre 60 y 70 días, pues a mayor edad aumentan sus limitaciones nutricionales debido a la acumulación de lignina, sílice y sustancias pépticas (Segura, Echeverri y Mejía, 2008). Este forraje responde bien a la fertilización mineral y orgánica, así como a labores agro técnicas (Suárez, 2007).

El King Grass, es capaz de alcanzar rendimientos de hasta 45 t/ms/año en condiciones de lluvias abundantes y en suelos de textura media (Alarcón, Herrera, Rey, Pérez, y Hernández, 2014).

Se reporta en este pasto valores de 9- 12% de proteína cruda y 62% de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) a los 60 días de rebrote. Fibra detergente neutro (FDN) de 72%. El contenido mineral adecuado de un pasto King Grass en el tejido vegetal es de 0.38% calcio, 0.30 fósforo y 0.28 %. Magnesio (Ramírez, Pascual, y Lopez, 2008).

2.3.2 Cuba 22 (*Pennisetum sp*)

Su nombre original es el “Cuba CT-115”. Esta es una variedad híbrida obtenido por cultivo in vitro a partir del pasto Elefante (*Pennisetum purpurem*) y del King Grass (*Pennisetum sp*). En la imagen 3 se nota la característica más sobresaliente, el acortamiento de los entrenudos que aparecen después de los 45 días de rebrote. Por ello, florece muy poco y alcanza una talla de 1,5 a 1,8 metros de altura (Zavaleta, Sosa, Pérez, y Góngora, 2013).



Imagen 3. Cultivo Cuba 22, Fotografía tomada en Villa María. Lote 2

Fuente: Autora, 2018.

Cuadro 7. Clasificación Taxonómica del Cuba 22

Nombre científico	<i>Pennisetum sp</i>
Género	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>sp (P. Purpureum x P. Thyphoides)</i>
Nombre común	Cuba 22, Cuba CT-115, Cuba CT-169.

(Rua, 2008)

El cuba 22, produce un abundante follaje desde su base y presenta tallos gruesos pero con muy buena digestibilidad. Su producción es similar al del King Grass, pero la calidad es superior, porque favorece la digestión y tiene mayor cantidad de proteína. Para su desarrollo requiere suelos entre ligeramente ácidos y neutros. Soporta períodos de sequía prolongados. Su crecimiento es erecto pero su follaje se dobla desde edades muy tempranas debido a su abundante biomasa. Su producción por unidad de área de cultivo o rendimiento de cosecha está en un rango que varía según la región y época del año entre 70 y 180 toneladas de pasto fresco por hectárea por cosecha. Su color predominante es el verde sólido, pero debido a que en su genética tiene el gen recesivo de color púrpura, no se descarta que pueda presentar vetas moradas o coloración púrpura (Clavijo, 2016).

2.3.3 Rodas (*Pennisetum sp*)

Acerca de este forraje no hay mucha información no se han realizado investigaciones y aun no se ha determinado su clasificación taxonómica solo se sabe que el pasto rodas pertenece a la familia *Pennisetun spp*. Según Agrosemilla del Norte (2018), este pasto requiere suelos con fertilidad media o alta y de pH bajos. Se desarrolla mejor en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. Es perenne, crece en matojos; los tallos pueden alcanzar de 2 a 3 centímetros de diámetro y alturas de dos a tres metros y hasta cuatro metros si se le deja envejecer.



Imagen 4. Cultivo Rodas, Fotografía tomada en la Finca Bacatá.

Fuente: Autora, 2018.

Las hojas tienen de dos a cuatro centímetros de ancho y de treinta a setenta centímetros de largo; la panícula es parecida a una espiga dura cilíndrica y densamente pubescente, comúnmente de 15 a 20 centímetros de largo, muy florecida, como se observa en la imagen 4. Las espiguillas crecen en racimos con un callo peludo en la base con cerdas escabrosas.

2.3.4 Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*)

Esta planta posee gran volumen radicular, amplio rango de adaptación se encuentra desde el nivel del mar hasta 2400 m de altitud, en sitios con precipitaciones entre 800 y 5000 mm/año. Tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo. Tiene rápido crecimiento, su



producción de biomasa varía entre 30 y 70 t/ha de forraje verde (Ruiz *et al.*, 2014).

Imagen 5. Cultivo Botón de Oro, Fotografía tomada en la finca Bacatá

Fuente: Autora, 2018.

Cuadro 8. Clasificación taxonómica del botón de oro

Nombre científico	<i>Tithonia diversifolia</i>
-------------------	------------------------------

División	<i>Spermatophyta</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Subclase	<i>Metaclamideas</i>
Orden	<i>Campanuladas</i>
Familia	<i>Compositae</i>
Género	<i>Tithonia</i>
Especie	<i>Tithonia diversifolia</i>
Nombre común	<i>Botón de Oro</i>

(Sanabria y Ávila, 2015).

Esta planta contiene un alto valor nutricional, generalmente superior a los pastos. Presenta entre 20,37 y 23,37% de PC y entre 9,65 y 12,92% de carbohidratos solubles totales lo que indica un impacto positivo en la alimentación de vacas de alta producción lechera (Gallego, Mahecha, y Angulo, 2014). El contenido de grasa comúnmente dobla el valor de los pastos y su contenido de fósforo es superior a la mayor parte de las plantas forrajeras comúnmente utilizadas. Rápido crecimiento y capacidad de rebrote después del corte o ramoneo (Zapata y Vargas, 2014).

2.4 Muestras utilizadas

Al laboratorio fueron llevadas las muestras de suelo descritas en el cuadro 9, muestras de forraje detalladas en el cuadro 10. De igual forma en el cuadro 11, se describen las muestras de ensilaje analizadas.

Cuadro 9: Descripción de Muestras de suelo

Muestra	Descripción
L ₁	Suelo de textura limosa, de color café oscuro/amarillo
L ₂	Suelo de textura arcillosa, de color gris, húmedo.
L ₃	Suelo limoso, color café/ladrillo
L ₄	Suelo limoso, color café/ ladrillo

L: Lote

Cuadro 10: Descripción de Muestras de forraje

Muestra	Descripción
m ₁	King Grass (<i>Pennisetum Purpureum</i>), segunda cosecha, 2 años.
m ₂	Cuba 22 (<i>Pennisetum sp</i>), segundo corte 4 meses.
m ₃	Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>),

	primer corte.
m₄	Rodas (<i>Pennisetum sp</i>), primer corte.

m: Muestra

Cuadro 11: Descripción de Muestras de ensilajes

Muestra	Descripción
m₁	Silo de Maíz, fermentado durante 3 meses.
m₂	Silo de Cuba 22, fermentado a 34 días.
m₃	Ensilaje de Rodas, fermentado a 34 días.

m: Muestra

Nota. Cada muestra fue analizada por triplicado.

Es importante aclarar que no se ensiló botón de oro ya que el cultivo fue atacado por un insecto (pulgón), por lo tanto, se aconsejó aplicar un insecticida.

El pasto King Grass tampoco fue ensilado ya que estaba muy lignificado, el productor decidió utilizarlo para semilla.

2.5 Variables Evaluadas

Para obtener la información y registro de los datos, se recolectaron las muestras de suelo, debidamente tomadas se llevaron al laboratorio para el análisis fisicoquímico, utilizando técnicas instrumentales descritas en la AOAC (2013); El cuadro 12, muestra los indicadores fisicoquímicos evaluados, junto con su respectivo método analítico.

Cuadro 12. Descripción de variables evaluadas al Suelo, junto con su respectivo método analítico.

Número	Variable evaluada	Símbolo/ Unidad	Método
1	Humedad	PW (%)	Secado en estufa a 105°C. en estufa marca Binder ED 115-UL (Suárez, Barrera, & Forero, 2016)
2	Acidez	PH	Medición multiparamétrica HandyLab 780
3	Conductividad Eléctrica	CE	Conductivimetria HandyLab 780
4	Carbono Orgánico	CO (%)	Método Walkey-Black
5	Materia Orgánica	MO (%)	Ecuación Matemática
6	Nitrógeno Total	NT (%)	Equipo Kjeldhal marca Velp Scientifica

7	Acidez Intercambiable	Ai (%)	Titulación Acido –Base.
8	Aluminio Intercambiable	Al ³⁺ Intercambiable	Ecuación Matemática
9	Minerales	P, Ca, Mg	Método Complexométrico

Para obtener la base de la información y registro de los datos, se recolectaron las muestras de King Grass (*Hibrido entre Pennisetum Purpureum y Pennisetum typhoides*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*). en edades comprendidas en 2 años de sembrado, 4 meses, 1 corte, 1 corte, las cuales debidamente aforadas se llevaron al laboratorio para el análisis químico proximal, utilizando técnicas instrumentales descritas en la AOAC (2013). El cuadro 13, muestra las variables evaluadas, junto con su respectivo método analítico.

Cuadro 13: Descripción de variables evaluadas al Forraje y sus métodos de análisis

Número	Variable evaluada	Símbolo/ Unidad	Método
1	Materia Seca	MS (%)	Secado en estufa a 105°C marca Binder ED 115-UL (Suárez, Barrera, & Forero, 2016)
2	Cenizas	CZ (%)	Calcinación en horno a 600°C marca Vulcan Tm 3-550 ney. (Pacheco,2007)
3	Acidez	pH	Medición multiparamétrica HandyLab 780
4	Materia Orgánica	MO (%)	Ecuación Matemática
5	Proteína Cruda	PC (%)	Equipo Kjeldahl marca Velp científica_ (Gerhardt, 2015)
6	Grasa Cruda	GC (%)	Extracto etéreo Labconco (Pacheco,2007)
7	Fibra Detergente Neutra	FDN (%)	Extractor de Fibra Marca Ankom 200 fiber Analyzer (Ankom,2005)
8	Carbohidratos No estructurales	CNE (%)	Espectrofotometría Nelson-Somogyi (González y Castellanos,2003)
9	Nitrógeno Total	NT (%)	Equipo Kjeldahl marca Velp científica (Gerhardt,2015)
10	Nitrógeno No Proteico	NNP (%)	Técnica ATA Van Soest (Van Soest,1985)
12	Ácido Láctico	IAL (%)	Titulación con NaOH 0,02 N
13	Digestibilidad	%Dig PC	Pepsina –pancreatina (Ramos,1995)
14	Calcio/Fosforo	Ca/P	Complexometría

--	--	--	--

Para la obtención de los datos de ensilajes, se recolectaron las muestras Maíz, Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*). en tiempo de fermentación: 3 meses, 34 días y 34 días, muestras que se llevaron al laboratorio para el análisis químico proximal, utilizando técnicas instrumentales descritas en la AOAC(2013). El cuadro 14, muestra los indicadores fisicoquímicos evaluados, junto con su respectivo método analítico.

Cuadro 14: Descripción de variables evaluadas a los ensilajes y sus métodos de análisis

Número	Variable evaluada	Símbolo/ Unidad	Método
1	Materia Seca	MS (%)	Secado en estufa a 105°C Con equipo marca Binder ED 115-UL (Suárez, Barrera, & Forero, 2016)
2	Cenizas	CZ (%)	Calcinación en horno a 600°C marca Vulcan Tm 3-550 ney. (Pacheco,2007)
3	Acidez	pH	Medición multiparamétrica HandyLab 780
4	Proteína Cruda	PC (%)	Equipo Kjeldahl marca Velp científica (Gerhardt,2015)
5	Fibra Detergente Neutra	FDN (%)	Extractor de Fibra Marca Ankom 200 fiber Analyzer (Ankom,2005)
6	Carbohidratos No estructurales	CNE (%)	Espectrofotometría Nelson-Somogyi (González y Castellanos,2003)
7	Nitrógeno No Proteico	NNP (%)	Técnica ATA Van Soest (Van Soest,1985)
8	Ácido Láctico	IAL (%)	Titulación con NaOH 0,02 N
9	Ácido Acético	AA (%)	Ecuación matemática.

Las pruebas descritas anteriormente se realizaron mediante las metodologías clásicas de análisis propuestas por la AOAC (2013).

2.6 Diseño Experimental

Se empleó un modelo estadístico completamente al azar, de cuatro muestras diferentes de forraje, tres muestras diferentes de ensilaje a cada una se le realizó tres repeticiones. El estudio de datos

para análisis bromatológico: Materia seca, cenizas, Extracto Etéreo, proteína cruda, fibra, carbohidratos no estructurales, fibra detergente neutro entre otros. Se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA), y una comparación múltiple de medias con Tukey $P < 0.05$.

2.7 Análisis Estadístico utilizado

Se hallaron estadígrafos de tendencia central y de dispersión para cada variable evaluada; Así mismo, los datos se sometieron al análisis de varianza simple (ANAVA) con el fin de determinar diferencias estadísticas entre Muestras; igualmente, se utilizó la comparación múltiple de Medias, mediante tukey. Los datos fueron evaluados mediante Excel (office 365) e Infostat.

2.8 Procedimientos

En un principio se realizó dos visitas a la Granja Villa María, donde el productor y a su vez propietario del predio, ha estado sembrando pastos forrajeros y elaborando ensilajes de manera empírica. Nos enseña y describe la trayectoria de cada uno de los lotes y forrajes cultivados, donde se observa que la Finca necesita mejorar su parte técnica para la siembra de forrajes y elaboración de ensilajes ya que a simple vista se ve algunos forrajes lignificados y cultivos improductivos en este caso de limón. Por ello se decidió iniciar con el estudio físico químico del suelo y nutricional de los pastos forrajeros cultivados en cada uno de los lotes, de acuerdo a los resultados arrojados se implementó un plan de fertilización, seguido del acompañamiento al proceso de elaboración de ensilaje con la utilización de aditivos que permitieran mejorar la calidad nutricional del forraje ensilado, así proponiendo alternativas de mejoramiento e implementación de buenas prácticas en la siembra y cosecha de Forrajes en la Finca Villa María.

2.8.1 Muestreo en campo

Las muestras de suelo fueron realizadas con base a la guía del docente Jairo Enrique Granados, como se explica en la figura 5. En el lote uno y dos se tomaron cuatro muestras en zig/zag, cada submuestra de 250 gramos para un total de 1000 gramos de muestra homogenizada por lote, en el lote 3 y 4 se tomaron cinco submuestras cada una de 200 gramos para un total de 1000 gramos de muestra por lote (puntos ilustrados en la figura 4).

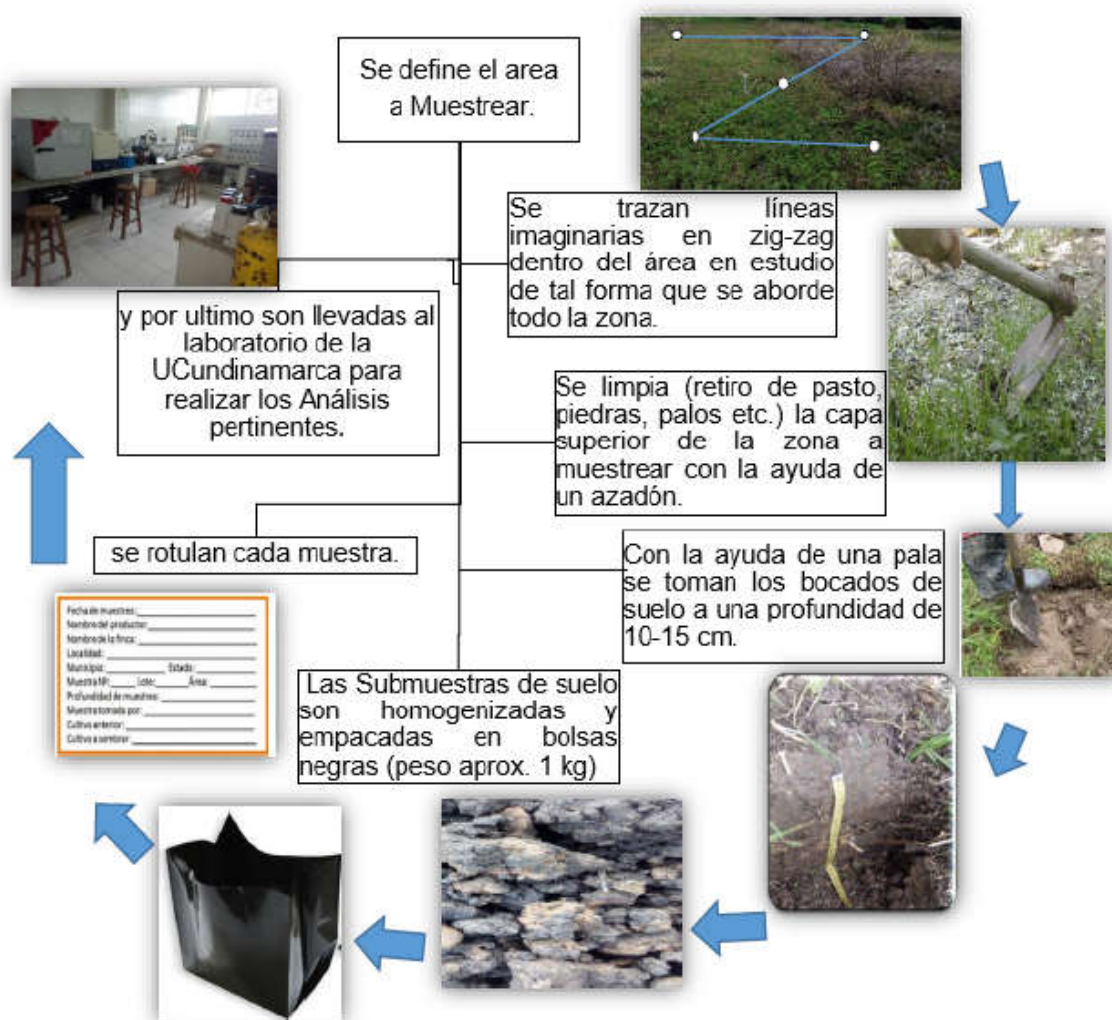


Figura 5. Descripción del Muestreo de suelo, para el análisis físico químico del mismo.
 Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como se mencionó anteriormente se realizó un muestreo a los forrajes cultivados en la parcela Villa María: King Grass (*Pennisetum purpureum*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), como se describe en la figura 6.

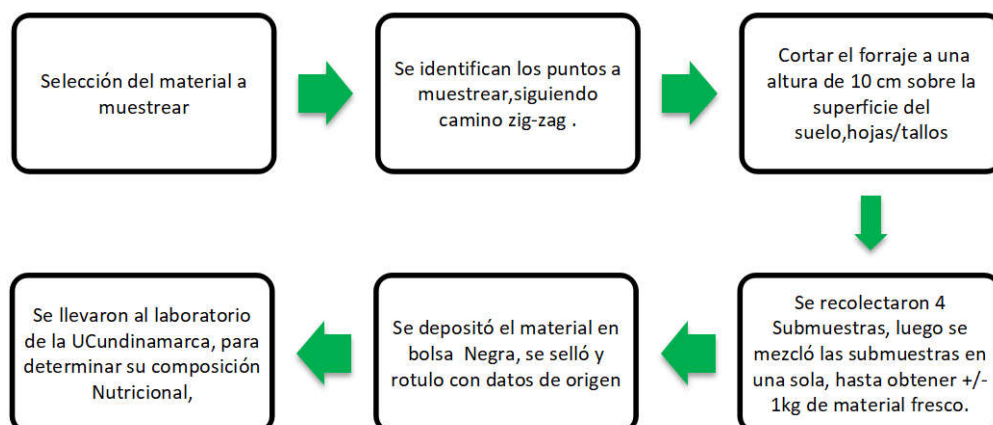


Figura 6. Instructivo para muestrear forrajes.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La elaboración de ensilajes (mostrado en la figura 7) se inició en el segundo semestre de 2018, con la recolección del material en este caso pasto rodas, el cual fue debidamente aforado con un valor estimado de 32 T/H. Recolectándose 186 Kg de biomasa. Se continuó recolectando el forraje cuba 22 cosechando 218Kg, con un rendimiento de 29 T/H de materia verde. Con base a los análisis bromatológicos se toma la decisión de utilizar diferentes aditivos para inducir y optimizar el proceso fermentativo y corregir el bajo contenido de proteína implementando Arveja verde molida aprovechando su alto valor nutricional ver (Bromatológico tabla de Anexos B). Dosificando 10 kilos de harina de arveja x tonelada de forraje verde. Se adiciono melaza, calculando 30 kg /t ya que proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria utiliza para producir ácido láctico, estabilizando así el medio. También se inoculo bacterias lácticas (250 gr./25 toneladas) que están disponibles comercialmente y que, al ser agregadas, incrementan la población bacteriana y mejoran el proceso de fermentación. Dosificación dada por (Mila, 2018).

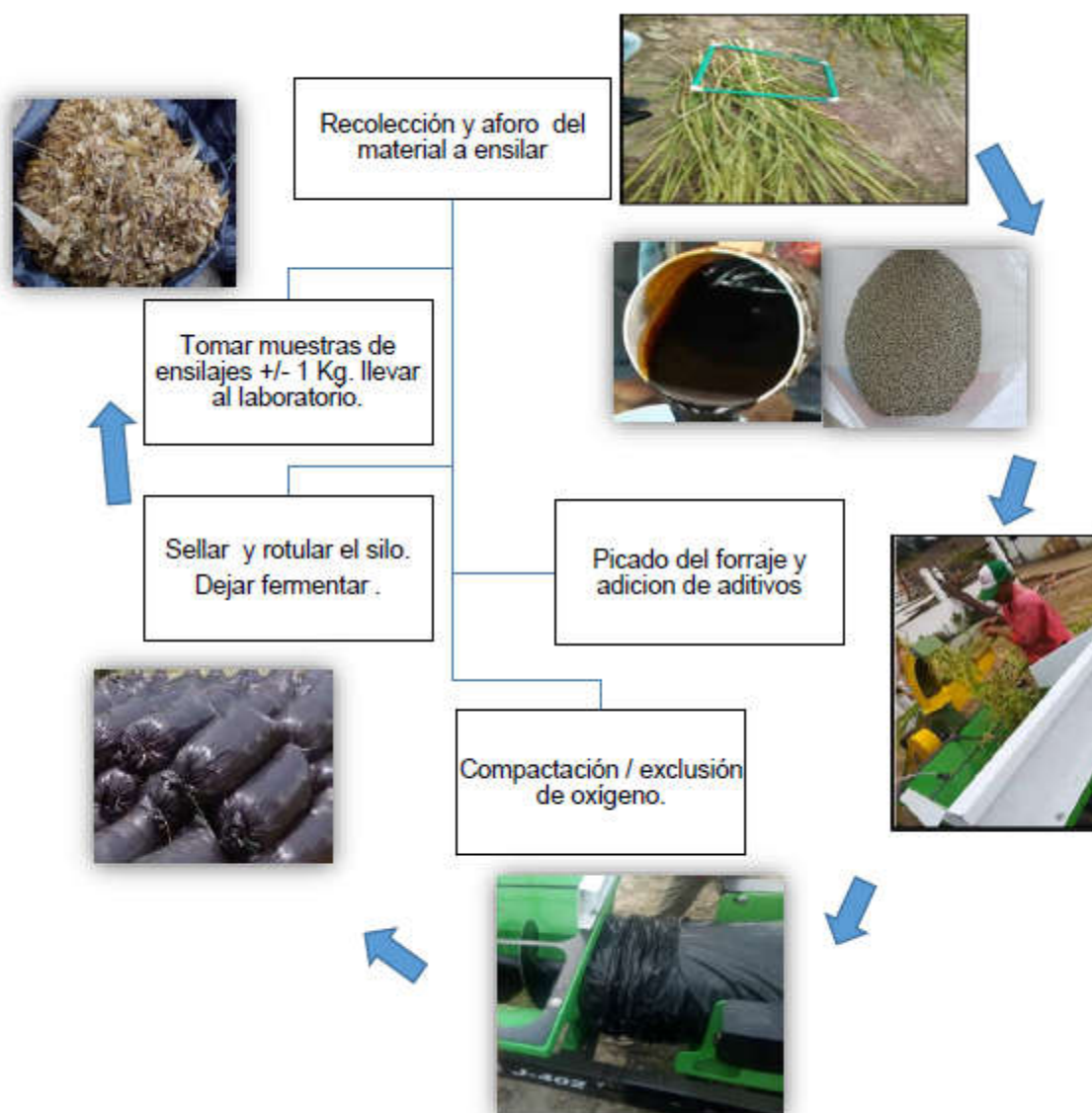


Figura 7. Proceso de Ensilaje en campo

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.8.2 Análisis en Laboratorio

Diagrama de flujo, Describe el proceso a seguir en el laboratorio para el análisis de muestras.
Figura 8.

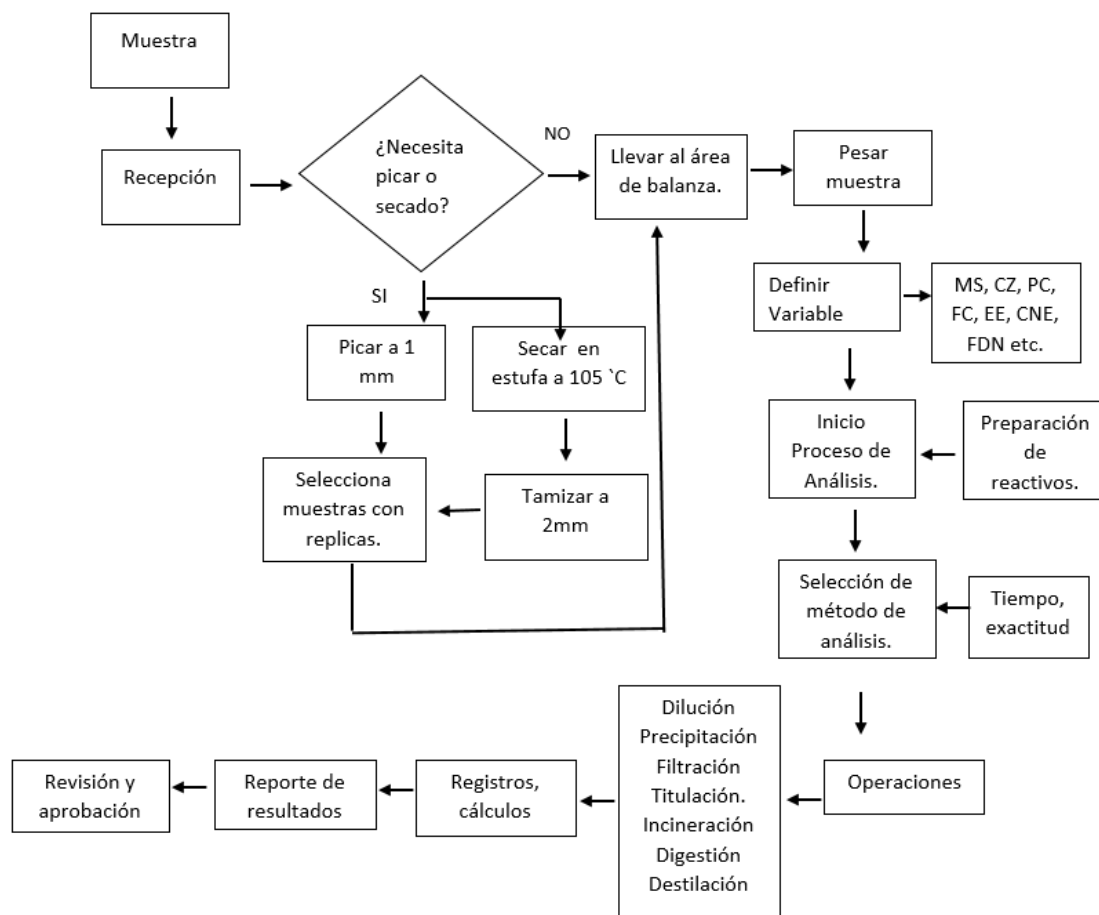


Figura 8. Diagrama de flujo, Análisis realizados en laboratorio de la Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, sede Fusagasugá.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Resultados y Discusión

A continuación se describe los resultados de los análisis realizados para el buen desarrollo del proyecto, iniciando con el análisis físico químico del suelo de los cuatro lotes de la finca Villa María , seguido del análisis Bromatológico de los forrajes: King Grass (*Híbrido entre Pennisetum Purpureum y Pennisetum typhoides*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y por último el análisis bromatológico a los ensilajes de: Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y maíz (*Zea mays*).

Cuadro 15. Resumen general, valores de elementos disponibles en el suelo de la Finca Villa María, para la interpretación del análisis de suelo.

Variables	Lote 1	Interp.	Lote 2	Interp.	Lote 3	Interp.	Lote 4	Interp.
pH	6,78	Neutro	6,08	Med .Ac.	7,16	Neutro.	6,21	Lig.Ac
CE(dS/m)	0,08	Normal	0,06	Normal	0,08	Normal	0,05	Normal
Ai(%meq)	0,62	Normal	0,79	Normal	0,94	Normal	0,42	Normal
Al ⁺³ (meq/100g)	0,45	Bajo	0,62	Bajo	0,77	Bajo	0,25	Bajo
CO(%)	0,86	Bajo	0,49	Bajo	0,33	Bajo	0,54	Bajo
MO (%)	1,48	Bajo	0,85	Bajo	0,57	Bajo	0,93	Bajo
NT (%)	0,33	Alto	0,63	Alto	0,44	Alto	0,54	Alto
Ca(meq/100g)	9,65	Alto	8,30	Alto	10,25	Alto	10,40	Alto
P (ppm)	9,91	Muy Bajo	9,22	Muy Bajo	8,63	Muy Bajo	6,13	Muy Bajo
Mg (meq/L)	21,82	Medio	20,66	Medio	23,82	Medio	17,58	Bajo

pH= Potencial de Hidrógenos, CE=Conductividad Eléctrica, Ai=Acidez Intercambiable, Al=Aluminio CO=Carbono Orgánico, MO=Materia Orgánica, NT=Nitrógeno Tota, Ca= Calcio P= Fosforo, Mg=Magnesio. Interp=Interpretación. Med. Ac. = Medianamente Ácido, Lig. Ac. =Ligeramente Ácido, dS/m =decisiemens por metro, meq= Miliequivalente, % = porcentaje, ppm=partes por millón. meq/L= Miliequivalente por litro. Datos interpretados con la tabla (I.G.A.C, 1994), (Muñoz, 1985).

En el cuadro anterior se observa que los cuatro lotes analizados presentaron niveles bajos de Carbono orgánico, materia orgánica, fósforo y magnesio. Además, se encuentran altos contenidos de calcio y nitrógeno total. No obstante, el Calcio afecta sensiblemente las relaciones catiónicas especialmente la relación Ca/Mg la cual se debe normalizar. Los valores de pH,

Conductividad eléctrica, (CE), acidez intercambiable (Ai) y aluminio (Al^{+3}) se encuentra entre los rangos normales que permiten el desarrollo adecuado de cultivos y de plantas forrajeras.

En vista de que no se pudo realizar algunos análisis, debido a la no disponibilidad de los equipos para el desarrollo de las pruebas de laboratorio como es el caso de los minerales tales como potasio, azufre y microelementos como el boro, cobre, hierro y zinc, indispensables a la hora de fertilizar. No obstante, se tomó como referencia Análisis de suelo realizado hace dos años al suelo en estudio. Descritos a continuación (Cuadro 16)

Cuadro 16: Contenido de minerales en los suelos de la finca Villa María del Municipio Fusagasugá, Cundinamarca.

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	REFERENCIA	COMPARATIVO		
				BAJO	MEDIO	ALTO
POTASIO	0,31	Meq/100 gr	Medio	<0,20	0,2-0,4	>0,4
CALCIO	10,20	Meq/100 gr	Muy Alto	<3,0	3,0-6,0	>6,0
MAGNESIO	2,55	Meq/100 gr	Medio	<1,5	1,5-2,7	>2,7
ALUMINIO	N.D.	Meq/100 gr	Bajo			>0,5
AZUFRE	1,48	ppm	Bajo	<5,0	5,0-15	>15
HIERRO	72,96	ppm	Alto	<25	25-50	>50
BORO	0,05	ppm	Bajo	<0,20	0,2-0,4	>0,4
ZINC	0,83	ppm	Bajo	<2,5	2,5-5,0	>5,0
COBRE	0,36	ppm	Bajo	<1,0	1,0-2,5	>2,5

(Antolínez, 2016)

Con respecto a la tabla anterior se observó, que el suelo de la finca Villa María tiene contenido medio de potasio y Magnesio, medio en Boro, azufre, zinc, cobre y exceso de Hierro y Calcio.

Con base a los resultados anteriores Mila (2018) formuló recomendaciones de fertilización para cada uno de los lotes de la finca villa maría.

3.1 Resumen estadístico de las variables evaluadas

A continuación, se muestra los resultados del análisis fisicoquímico del suelo obtenidos en el análisis estadístico de las variables estudiadas (tabla 1).

Tabla 1:

Valores promedios del Análisis de suelo, límite de confianza y significancia estadística por ANAVA simple.

Variables	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	P> Fc	Sign
Pw (%)	19,61 +/- 1,60	22,11 +/- 2,48	19,81 +/- 4,18	19,42 +/- 3,75	0,0823	NS
pH(%)	6,78 +/- 0,71	6,08 +/- 0,39	7,16 +/- 0,07	6,21 +/- 0,51	0,0003	**
CE(%)	0,08 +/- 0,02	0,06 +/- 0,003	0,08 +/- 0,03	0,05 +/- 0,05	0,0025	**
AI(%)	0,62 +/- 0,20	0,79 +/- 0,26	0,94 +/- 0,18	0,42 +/- 0,13	0,0002	**
CO(%)	0,86 +/- 0,16	0,49 +/- 0,02	0,33 +/- 0,04	0,54 +/- 0,09	<0,0001	**
MO (%)	1,48 +/- 0,28	0,85 +/- 0,04	0,57 +/- 0,07	0,93 +/- 0,15	<0,0001	**
NT (%)	0,33 +/- 0,10	0,63 +/- 0,15	0,44 +/- 0,12	0,54 +/- 0,09	0,0002	**
Ca (%meq)	963 +/- 0,27	829 +/- 0,30	1023 +/- 0,07	1039 +/- 0,55	0,0158	*
P (ppm)	9,91 +/- 2,53	9,22 +/- 0,95	8,63 +/- 0,99	6,13 +/- 1,78	0,0005	**
Mg (%)	2,62 +/- 0,73	2,48 +/- 0,21	2,86 +/- 0,50	2,11 +/- 0,05	0,0051	**

Pw=Humedad, pH= Potencial de Hidrógenos, CE=Conductividad Eléctrica, AI=Acidez Intercambiable, CO=Carbono Orgánico, MO=Materia Orgánica, NT=Nitrógeno Total, Ca= Calcio P= Fosforo, Mg=Magnesio. meq= % = porcentaje, Miliequivalente, ppm=partes por millón, Fc: Estadístico Fisher calculado; P: probabilidad, Sign: Significancia estadística; **P< 0,01; *P< 0,05; NS: P>0,05

La tabla anterior, muestra que pH, CE, AI, CO, MO, NT, P y Mg mostraron diferencias estadísticas altamente significativas (P<0,01), entre las muestras de suelo de los lotes estudiados, mientras que Ca mostró diferencia estadística significativa (P< 0,05) pero la Humedad, no presentó efectos estadísticos (P>0,05); Se destacó el bajo contenido de Carbono Orgánico, Materia Orgánica y de minerales, lo que hace que estos suelos requieran de un plan de fertilización.

La **tabla 2**, resume los resultados del análisis estadístico de las variables estudiadas en el Bromatológico realizado a los forrajes cultivados en la parcela Villa María

Tabla 2:

Valores promedios del Análisis Bromatológico de los Forrajes, límite de confianza y significancia estadística por ANAVA simple

Variables	King Grass (<i>Pennisetum Purpureum</i>)	Cuba 22 (<i>Pennisetum sp</i>)	Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>)	Rodas (<i>Pennisetum sp</i>)	P> Fc	Sign
MS (%)	32,45 +/- 10,82	14,83 +/- 0,35	22,86 +/- 1,83	26,12 +/- 5,89	0,0001	**

MO(%)	83,17 +/- 2,96	80,58 +/- 3,02	80,29 +/- 12,98	89,46 +/- 7,60	0,0059	**	MS = Mat eria Sec a, MO =M ateri a Org ánic a, CZ =Ce niza s, PC= Prot eína Cru da, NT =Ni tróg eno Tot
CZ(%)	16,83 +/- 2,96	19,42 +/- 3,02	19,71 +/-12,98	10,54 +/- 7,60	0,0059	**	
PC(%)	2,31 +/- 0,08	4,34 +/- 0,49	7,48 +/- 0,86	4,00 +/- 1,04	<0,0001	**	
NT (%)	0,37 +/- 0,01	0,69 +/- 0,08	1,20 +/- 0,14	0,64 +/- 0,17	<0,0001	**	
Ca	2,05 +/-0,30	1,31 +/-0,33	1,92 +/-0,20	1,22 +/-0,48	0,0014	**	
P (%)	1,55 +/- 0,79	1,48 +/- 0,38	1,02 +/-0,20	1,70 +/-0,73	0,0251	*	
FC (%)	28,22 +/- 7,68	35,00 +/- 16,10	29,26 +/- 20,28	31,91 +/- 12,08	0,6326	NS	
EE (%)	4,40 +/- 1,80	1,63 +/- 0,79	2,78 +/- 0,68	3,29 +/- 1,05	0,0005	**	
FDN (%)	35,20 +/- 12,67	34,91 +/- 13,18	20,75 +/- 3,72	34,72 +/- 3,01	0,0027	**	
CNE (%)	10,14 +/- 1,21	10,22 +/- 1,14	10,18 +/- 0,90	9,70 +/- 1,69	0,5568	NS	
NNP (%)	0,41 +/- 0,11	0,82 +/- 0,15	2,06 +/- 0,21	0,85 +/- 0,10	<0,0001	**	
IAL (%)	0,295 +/- 0,03	0,289 +/- 0,07	0,200 +/- 0,02	0,235 +/- 0,02	0,0003	**	
%Dig PC	28,09 +/- 13,90	14,63 +/- 7,44	51,82 +/-24,75	15,26 +/- 10,26	0,0001	**	

al, Ca=Calcio, P=Fosforo, FC=Fibra Cruda, EE= Extracto Etéreo, FND= Fibra Neutro Detergente, CNE=Carbohidratos No Estructurales, NNP=Nitrógeno No Proteico, IAL=Índice de Ácido Láctico, Dig.PC=Digestión de Proteína Cruda, % =porcentaje. Fc: Estadístico Fisher calculado; P: probabilidad, Sign: Significancia estadística; **P< 0,01; *P< 0,05; NS: P>0,05

En la tabla 2, se muestra que la MS, MO,CZ, PC,NT,EE, FDN,NNP,IAL, Dig Pc y Ca mostraron diferencias estadísticas altamente significativas (P<0,01), entre las plantas forrajeras King Grass (*Pennisetum sp*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), mientras que Fósforo mostró diferencia estadística significativa (P<0,05) pero Fibra y CNE, no presentaron efectos estadísticos (P>0,05); Se destaca el bajo contenido de proteína dato que se esperaba por la baja fertilización del suelo, de igual forma se observa un bajo contenido de Carbohidratos.

La tabla 3, resume los resultados del análisis Bromatológico de los ensilajes detallando el análisis estadístico de las variables estudiadas.

Tabla 3:

Valores promedios del Ensilaje, con su límite de confianza, significancia estadística por ANAVA simple

VARIABLES	Ensilaje. Maíz	Ensilaje. Cuba	Ensilaje. Rodas	P> Fc	Sign
pH	3,57 +/- 0,5	3,59 +/- 0,2	3,51 +/- 0,4	0,4470	NS
MS (%)	19,90 +/- 8,31	27,13 +/- 7,08	22,90 +/- 5,04	0,0062	**
CZ (%)	6,67 +/- 2,47	12,37 +/- 2,75	15,11 +/- 5,44	0,0001	**
PC (%)	5,43 +/- 3,87	4,79 +/- 0,14	4,82 +/- 0,27	0,2342	NS
AL (%)	0,369 +/- 0,21	0,351 +/- 0,05	0,22 +/- 0,04	0,0024	**
AA (%)	0,246 +/- 0,14	0,234 +/- 0,03	0,147 +/- 0,03	0,0026	**
NNP (%)	0,38 +/- 0,19	0,27 +/- 3,80	0,32 +/- 4,07	0,0369	*
CNE (%)	12,65 +/- 3,80	13,52 +/- 4,07	11,82 +/- 3,80	0,1810	NS
FND (%)	29,49 +/- 18,18	32,64 +/- 5,58	32,59 +/- 14,37	0,4798	NS

pH =Potencial de Hidrógenos, MS= Materia Seca, CZ=Cenizas, PC= Proteína Cruda, AL=Ácido Láctico, AA=Ácido Acético, NNP=Nitrógeno No Proteico, CNE=Carbohidratos No Estructurales, FND= Fibra Neutro Detergente. Fc: Estadístico Fisher calculado; P: probabilidad, Sign: Significancia estadística; **P< 0,01; *P< 0,05; NS: P>0,05.

La tabla anterior, muestra que MS, CZ, AL, AA, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas (P<0,01), entre los ensilajes de maíz, cuba 22 y Rodas, mientras que NNP mostró diferencia estadística significativa (P<0,05) pero pH, PC, CNE y FDN no exhibieron efectos estadísticos (P>0,05); Se destaca el bajo contenido de proteína, a pesar de que se utilizó aditivos que ayudaran a mejorar este aspecto.

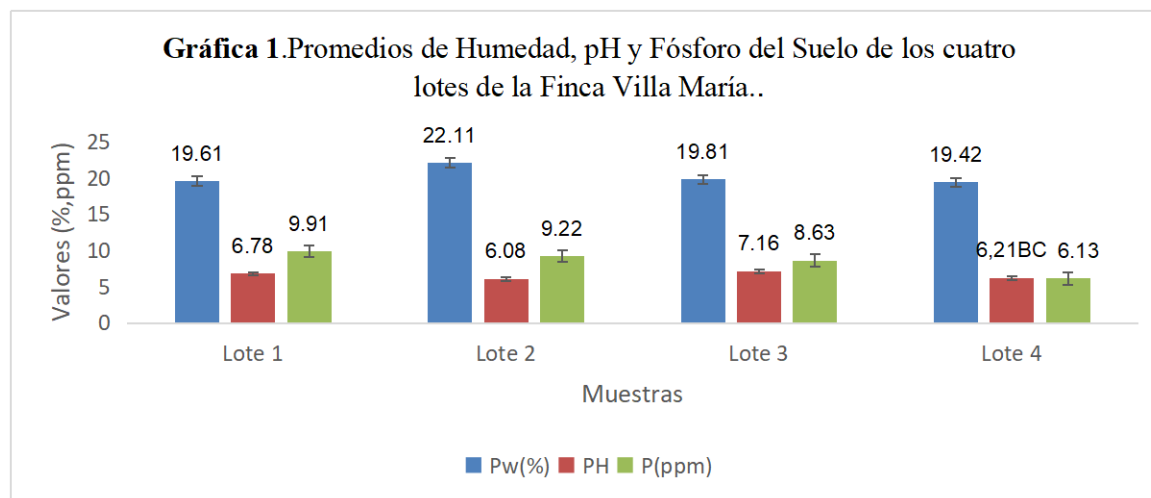
3.2 Variables Físicoquímicas del suelo

Variable Humedad, pH, Fósforo.

Acidez (pH)

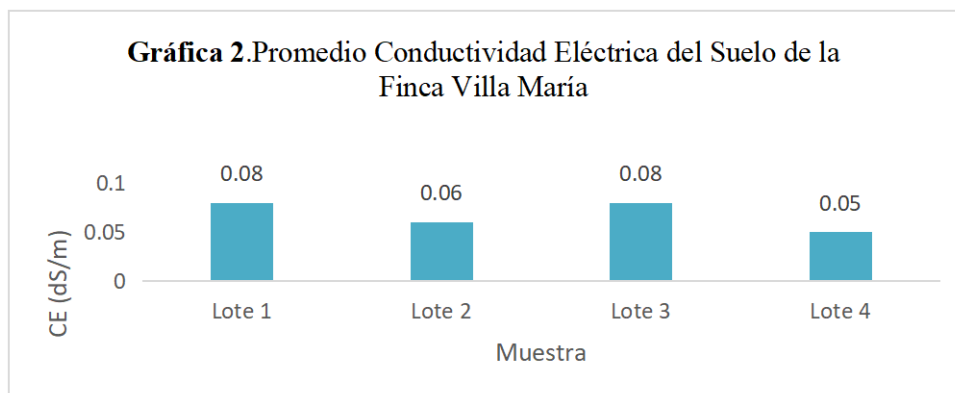
Acorde a la gráfica 1, el comportamiento de pH, el lote 2 y 4 se encuentra en un rango de 6,0-6,5. Según FAO (2013) son suelos ligeramente ácidos, condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos y los lotes 1 y 3 son suelos con un intervalo de pH 6.6 - 7.3 casi neutro o neutro tienen una buena disponibilidad de Calcio y Magnesio, moderada disponibilidad de

fósforo (P) y baja disponibilidad de micronutrientes. En las muestras de suelo hay diferencia significativa ($P < 0,01$) en la acidez de cada una de las muestras.

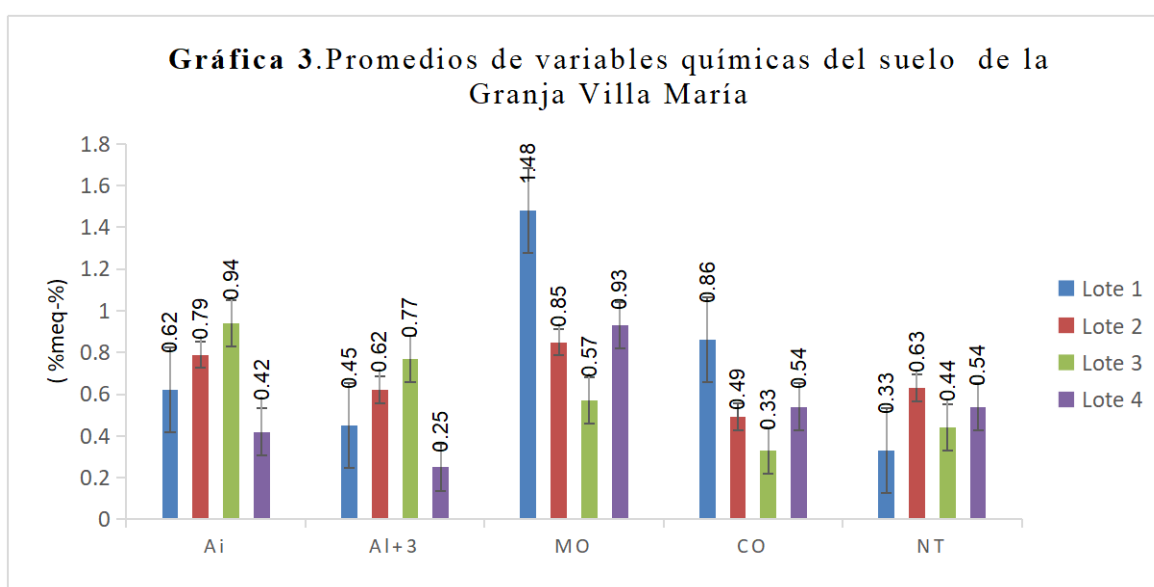


En la gráfica anterior se observa mayor contenido de humedad (Pw) en el lote 2 con un valor de 22,11%, seguido por el lote 3 con una diferencia de 2,3%, el lote 1 con 2,5 % y el lote 4 presento humedad 2,69% menos con relación al lote 2. Esta diferencia se debe probablemente según (Barrera, Muñoz, Colmenares y Donado, 2003) al número de poros, a la distribución de tamaño de poros y a la superficie específica de cada suelo ya que de ello depende la capacidad de retención de agua en el suelo. Entre las muestras de suelo no se presentó diferencia estadística ($P > 0,05$).

Así mismo, se observa en la gráfica la cantidad de fósforo de los lotes, los cuales presentaron diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,01$), el lote con menor contenido fue el 4 con un valor de 6,13 ppm, seguido por el lote 3 con 8,63 ppm, lote 2 con 9,22 ppm y el lote 1 con un valor 9,91 ppm. De acuerdo a la tabla del Instituto Geográfico Agustín Codazzi hay una deficiencia de este mineral en los cuatro lotes estudiados ya que el contenido ideal de fósforo en el suelo oscila entre 15/40 ppm.



En la gráfica 2. Se aprecia el comportamiento de la Conductividad Eléctrica (CE), observándose la misma concentración del lote 1 – 3 de 0,08 %, se apreció una relación de CE entre el lote 2 y 4. Según Gallart (2017) los suelos de la Finca Villa María son suelos No salinos ya que se encuentra entre el rango establecido (0 – 2 (dS/m)) con un efecto en el cultivo de la salinidad gradual. De acuerdo a la comparación múltiple de medias con Tukey, las muestras de suelo tienen diferencia altamente significativa ($P < 0,01$).



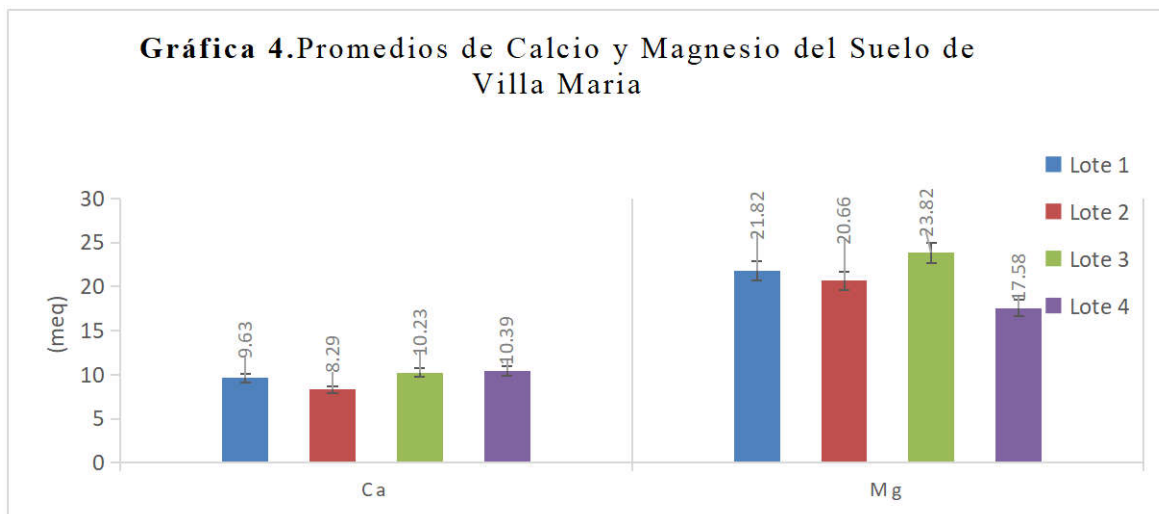
En la gráfica 3, Se ilustró el comportamiento de la Acides intercambiable (Ai), el Análisis arrojo valores normales dentro del rango establecido (0,0-1%meq) de acuerdo a la tabla de interpretación de datos reportada por Molina y Meléndez (2002) a esto se le atribuye baja concentración de Al³⁺.

En Cuanto a la variable de aluminio (Al³⁺) se observó que los datos están entre los rangos normales (0,25-0,77 meq/100). Salvador (2017), estableció niveles tóxicos del aluminio por encima de 1,24 meq de Al/L ya que ocasionan inhibición en el desarrollo radicular .de igual forma, Casierra y Aguilar (2007) afirman que el criterio para considerar al aluminio como un problema en el suelo es cuando se presentan valores superiores a 2 meq de aluminio intercambiable. De acuerdo a la prueba tukey hay diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre las muestras de suelo analizadas.

Con respecto a la Materia Orgánica (MO) y Carbono Orgánico (CO), se observó, el mayor valor en porcentaje de MO en el lote uno, con promedio 1,48, de igual forma tiene mayor cantidad de CO con un valor de 0,86%, lote que no ha sido cultivado hace más de 5 años. Los valores más bajos de materia Orgánica y carbono orgánico se presentaron en el lote 3 con promedios de 0,57-0,33%. Lote que está sembrado con 1200 matas de limón las cuales nunca fueron productivas, causa desconocida. De acuerdo a la tabla del instituto Geográfico Agustín Codazzi el contenido de materia orgánica en los cuatro lotes estudiados es bajo ya que los valores arrojados fueron menores a 3%. Las muestras de suelo arrojaron diferencia altamente significativa ($P < 0,01$).

Según Martínez *et al.*, (2018) el Carbono Orgánico está asociado a la materia orgánica del suelo las cuales proporcionan coloides de alta capacidad de intercambio catiónico. Tienen efecto en las propiedades físicas mediante la modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo. Interviene en las propiedades biológicas, básicamente actuando como fuente energética para los organismos heterótrofos del suelo. El C y la MO, a través de los efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo han resultado ser el principal determinante de productividad.

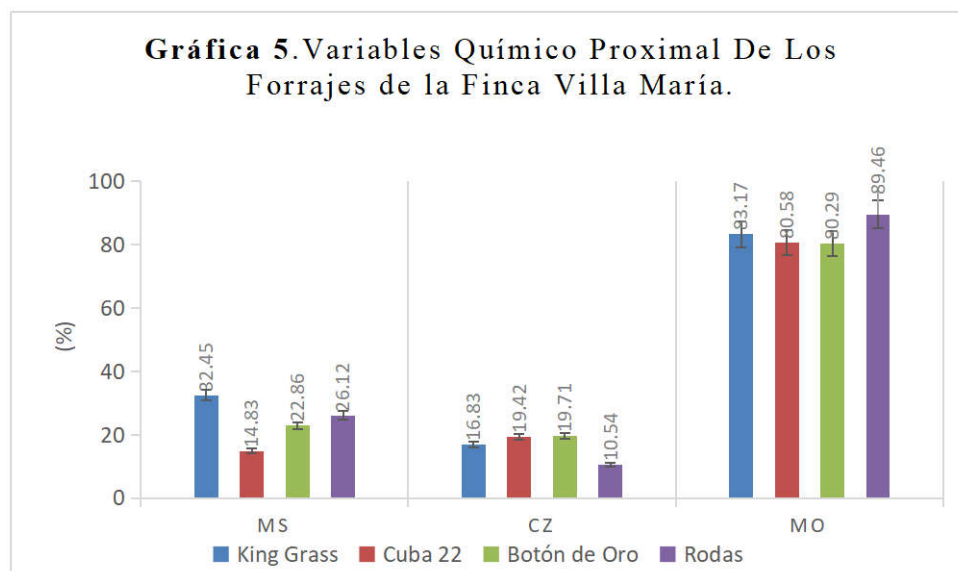
En cuanto al Nitrógeno, los suelos analizados arrojaron valores superiores a 0,3 % de acuerdo a la tabla del instituto Geográfico Agustín Codazzi. Se considera alto porcentaje de nitrógeno total. Se observó mayor contenido en el lote 2 con un valor de 0,63 % en el que hay sembrado Cuba 22 y King Grass. Seguido por el lote 4 con una diferencia 0,09%, el lote 3 con 0,1 % menos y el lote con menor concentración es el uno con 0,33% de nitrógeno total, área que no se ha sembrado hace más de 5 años. Como son suelos con alto nivel de nitrógeno, puede ocasionar que las plantas tengan un aspecto exuberante y verde, pero puede reducir su calidad nutricional. El nitrógeno total tuvo diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre las muestras de suelo estudiadas.



En la Gráfica 4, se observa que el porcentaje de Calcio se comportó así: lote 4 > lote 3 > lote 1 > lote 2, encontrándose un alto contenido de calcio en los cuatro lotes estudiados de acuerdo a la tabla de análisis reportada IGAC (1994) los valores superiores a 5 meq/100, indican alto nivel de este mineral en el suelo. El exceso de este mineral en el suelo origina inmovilización de algunos elementos (hierro, boro, cinc y manganeso), produciéndose un déficit nutricional para la planta al ser impedida su absorción por el sistema radicular. De acuerdo a la prueba comparativa tukey el Calcio tiene diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre las muestras de suelo analizadas.

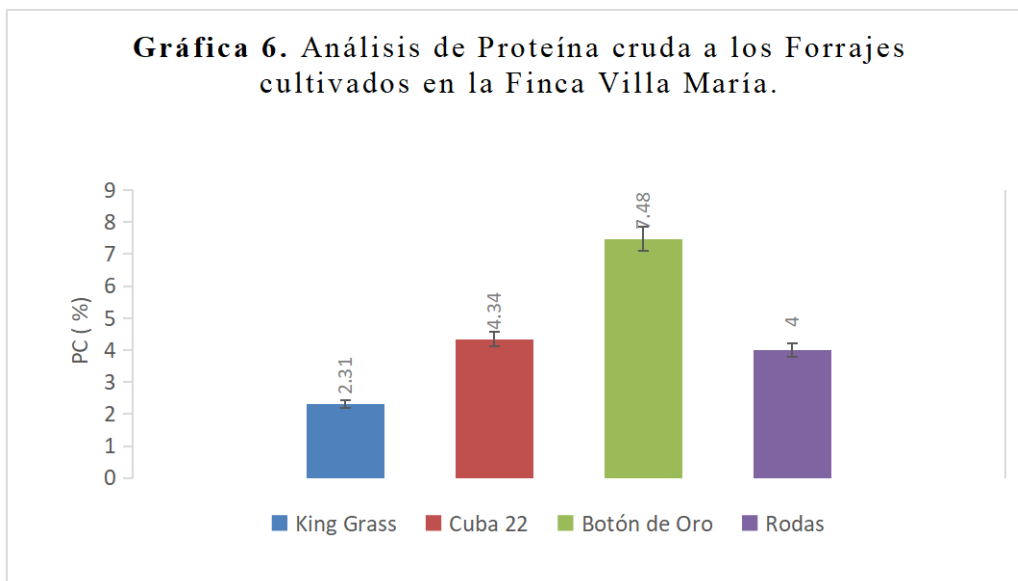
El Magnesio presentó mayor concentración en el lote 3 con 23,82 meq/L, Seguido del lote 1 con una diferencia de 2 meq/L, lote 2 menos 3,16 meq/L y lote 4 con la menor concentración 17,58 meq/L, según Molina y Meléndez (2002), el suelo del lote 1, 2 y 3 tienen una concentración media de este mineral en cambio el lote 4 tiene una baja concentración de magnesio. Posiblemente estos valores tan bajos se deben al exceso de Ca el cual inhibe la absorción del Mg. Por ello Pellegrini (2017) afirma que la fertilización con M.O. también aporta Ca y Mg a la solución del suelo. Los elementos así liberados entran en equilibrio con las formas intercambiables, pueden ser absorbidos por las plantas, ser usado por los microorganismos para el proceso de humificación, o perderse por lixiviación hacia capas más profundas. De acuerdo a la prueba tukey el Magnesio tiene diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,05$) entre las muestras de suelo analizadas.

3.3 Variables Bromatológicas del Forraje.

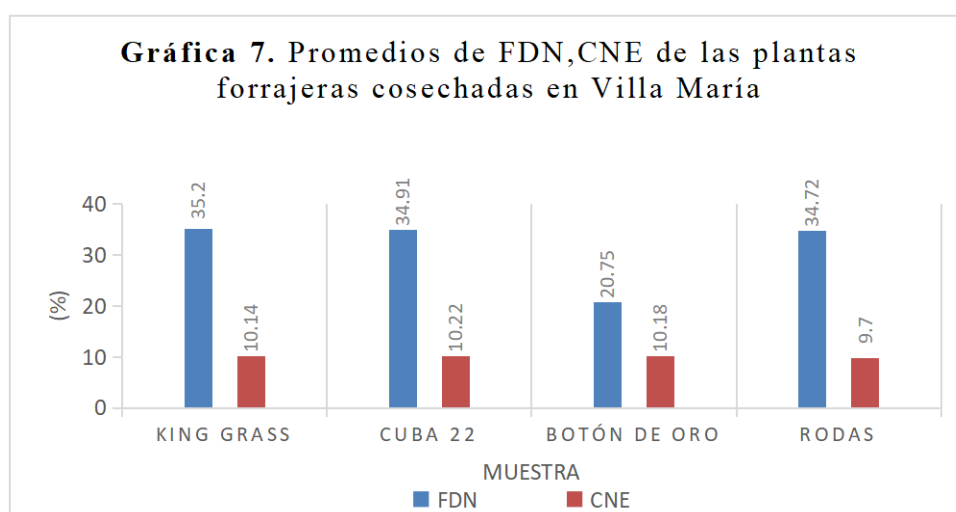


En la gráfica anterior se ilustró el porcentaje de Materia seca (Ms), cenizas (Cz) y Materia Orgánica (MO) de los pastos forrajeros: King Grass (*Pennisetum sp*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), se destaca mayor contenido de Materia seca en el King grass con un valor de 32,45% y el menor valor de MS se presentó en el forraje cuba 22. con una diferencia de 17,62 %, es importante considerar que la edad de corte de las plantas es un factor que influyen sobre el contenido de MS en razón de que las muestras estudiadas tenían edades diferentes encontrándose que el King Grass estaba en la fase de lignificación probablemente es la razón por la cual presento mayor contenido de Ms.

Además, se encontró al botón de oro con mayor contenido de minerales 19,71%, pero menor contenido de materia Orgánica 80,29% y el rodas presentó menor contenido de minerales 10,54% pero el de mayor materia orgánica 89,46%. No obstante, en el análisis bromatológico se ratifica la afirmación de Botero (2017) *Tithonia diversifolia* es una planta arbustiva robusta que ha demostrado un alto contenido en minerales, lo que la convierte en un grandioso material genético como alternativa para la alimentación animal. Las variables mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), entre las plantas forrajeras.

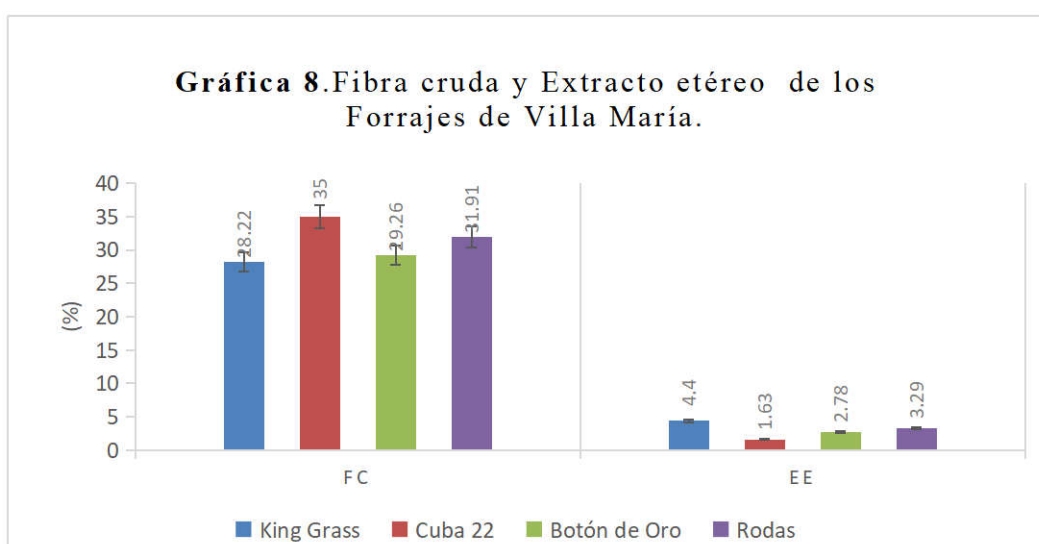


En la gráfica 6, se aprecia el contenido de proteína de los forrajes en estudio de la siguiente manera: Botón de oro > cuba 22 > Rodas > King Grass, es decir, *Tithonia Diversifolia* contiene mayor porcentaje de proteína con 7,48, evidenciándose de nuevo el potencial de *T. diversifolia* en la alimentación de Bovinos; por su contenido de proteína puede tener un impacto positivo sobre los sistemas de ganadería intensiva y puede incorporarse a suplementos alimenticios. El contenido de proteína cruda también disminuyó en el King Grass probablemente por la avanzada edad de corte ya que sus tallos y hojas estaban lignificadas. La proteína mostró diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,01$), entre las plantas forrajeras Analizadas.



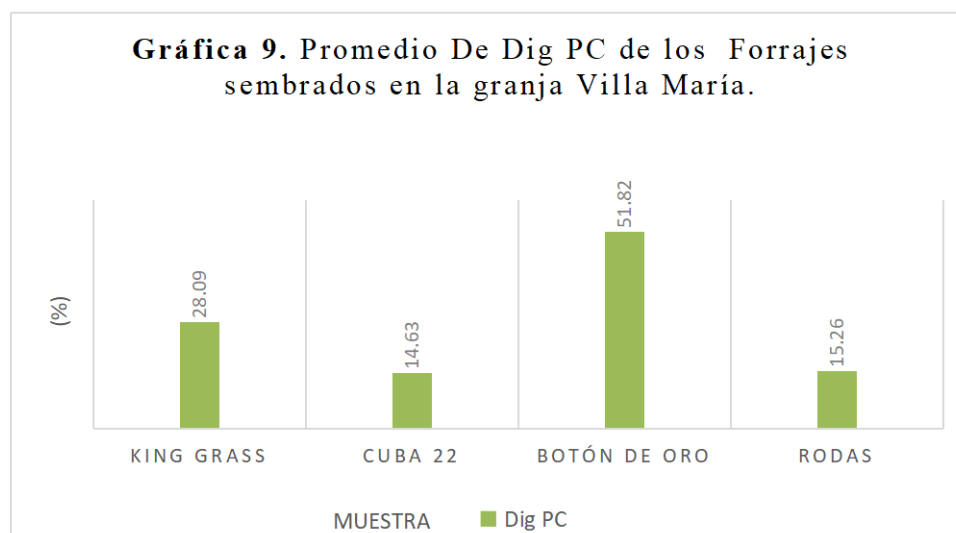
La Gráfica 7, ilustra el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) de las unidades experimentales analizadas, se observó bajo contenido en el Botón de oro con 20,75%, seguido del pasto rodas con un valor superior 13,97%, incrementándose 14,16% en el cuba 22, siendo superior en el pasto King grass con 14,45%. Esto se debe a que FDN en hojas de leguminosa es significativamente más digestible. El alto valor en el pasto King gras probablemente se debe a que el forraje estaba maduro debido a que la relación hoja: tallo disminuye es decir más tallos, menos hojas y como resultado aumenta el valor de FDN ya que esta se asocia con tejido del tallo. Cuando avanza en la planta su madurez aumenta la lignificación de las paredes celulares (FDN). Es por ello que Mejía, Mahecha y Angulo (2017) afirma que en los sistemas de producción bovina con animales en pastoreo, se busca estimular el consumo de materia seca proveniente del forraje, por lo que este no debe poseer altos contenidos de FDN, pues se tendrían limitaciones en el consumo por un efecto de llenado físico a nivel ruminal, se recomienda el consumo de los forrajes por parte de los animales antes de la prefloración, es decir, entre los cincuenta a sesenta días de rebrote. Con relación al análisis de varianza las muestras arrojaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), entre las plantas forrajeras.

De igual forma en la gráfica anterior, se observa el porcentaje de Carbohidratos no estructurales (CNE) de la siguiente manera: Cuba 22 > Botón de oro > King Grass > Rodas, de acuerdo a los datos arrojados se deduce que el forraje Cuba 22 contiene mayor proporción de CNE con un valor de 10,22% aunque las demás unidades experimentales arrojaron datos muy similares. No obstante, las etapas fisiológicas determinan la cantidad de carbohidratos no estructurales como reserva energética para el crecimiento y el área foliar, debido a esto se obtienen rendimientos mayores en materiales más jóvenes a los obtenidos en plantaciones establecidas hace ya varios años. Con relación al análisis de Varianza no hubo una diferencia significativa $P > 0,05$ entre las muestras de forraje estudiadas.



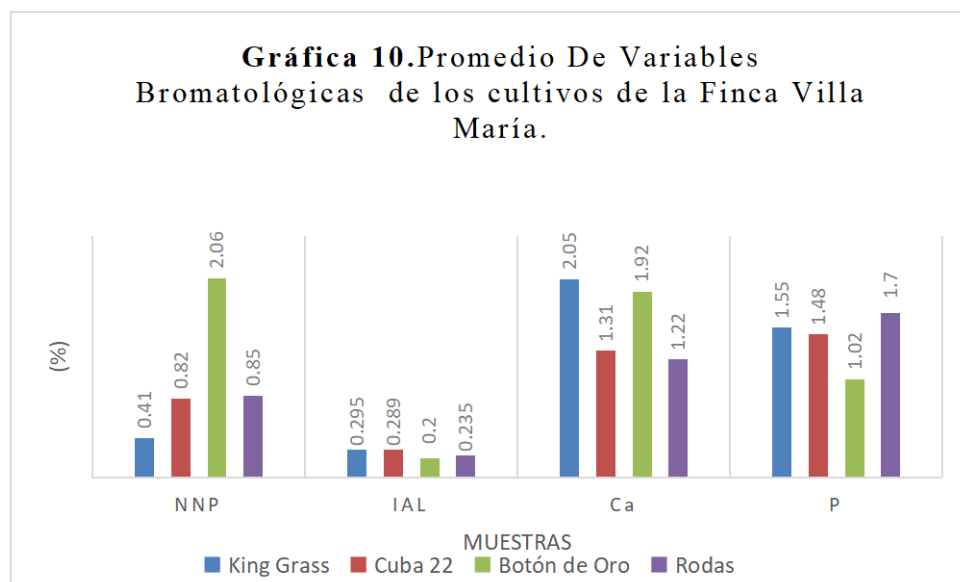
En la Gráfica 8, se puede apreciar el contenido de Fibra Cruda (FC) y Extracto Etéreo (EE) de cada una de las plantas forrajeras analizadas. Se resalta el mayor contenido de FC en el pasto Cuba 22, con un valor de 35%, pero menor contenido de Extracto Etéreo (1,63%). Seguido del pasto rodas con un valor inferior de 3,09% de FC y 3,29% de EE, el botón de oro arrojo 5,74% menos de FC y un valor de 2,78% de EE, todo lo contrario del pasto King Grass menor contenido de FC 6,78 % de diferencia, pero mayor contenido de EE 4,4%.

Con relación al análisis de Varianza la Fibra Cruda no tuvo una diferencia significativa $P > 0,05$ entre las muestras de forraje, pero en la variable de extracto etéreo si hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), entre las muestras estudiadas.



En la gráfica 9, se observó el comportamiento de la digestibilidad de proteína cruda en cada uno de los sujetos experimentales, notándose mayor digestibilidad en el Botón de Oro (51,82%), seguido por el pasto King Grass con una diferencia 23,73%, el rodas con un valor inferior de 36,56 % y el cuba 22 con 37,19% menos. Los resultados obtenidos pueden ser atribuidos a que, *Tithonia diversifolia* es una leguminosa la cual tiene mayor proteína y menos porcentaje de fibra en la pared celular, razón por la cual la digestibilidad es mayor con relación a los demás forrajes

estudiados. En el análisis de varianza hay una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre las muestras forrajeras.



La Gráfica 10, muestra las variables de Nitrógeno no proteico (NNP), índice de ácido láctico (IAL), calcio (Ca) y fósforo (P) de las cuatro plantas forrajeras analizadas. Se evidenció el valor más alto de NNP en la muestra *Tithonia diversifolia* con 2,06%, seguido del Rodas 1,21%, el Cuba 22 1,24% y King Grass 1,65% menos de NNP. Es decir, *Tithonia diversifolia*, contiene mayor proporción de Biomoléculas con NNP, en razón que esta leguminosa ha sido reconocida entre los productores por su capacidad para la acumulación de nitrógeno.

En cuanto al índice de Ácido Láctico el King Grass presentó mayor porcentaje con un valor de 0,29, seguido del pasto Cuba 22 el cual disminuyó 0,01%, rodas 0,06 % y e Botón de oro 0,09 % menos.

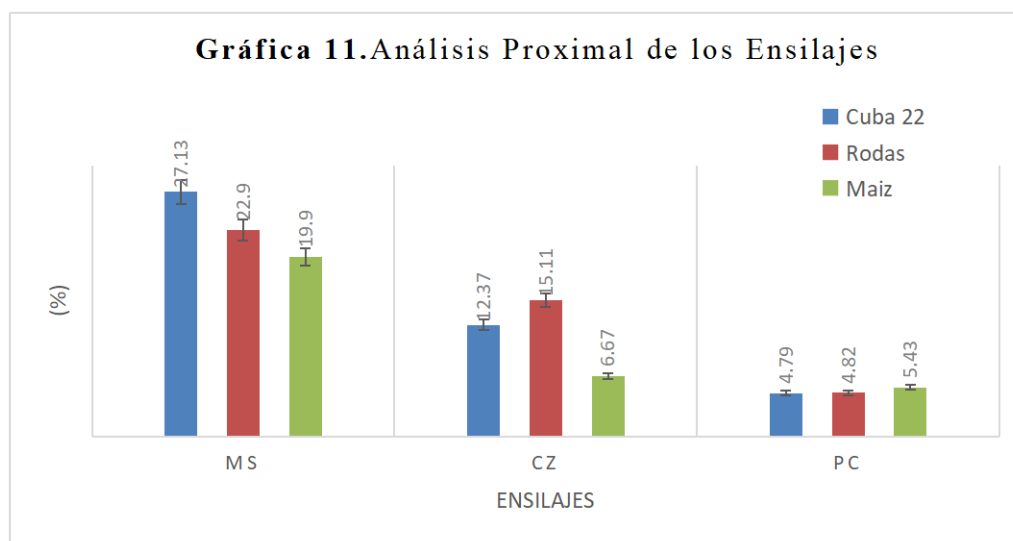
Se evidencia el contenido de Minerales en las plantas forrajeras analizadas observándose que el porcentaje de calcio se comportó así: mayor en el King Grass con 2,05%, seguido por el Botón de Oro, Cuba 22 y Rodas. Donde Botón de Oro está por debajo del King Grass en un 0,13%, Cuba 22 en un 0,74% y Rodas en un 0,83%, Se aprecia un buen porcentaje de calcio en las unidades experimentales analizadas probablemente por la alta concentración de este mineral en los suelos donde se cultivaron.

Respecto al fósforo el Rodas presenta mayor contenido de fósforo con 1,7%, el King Grass 0,15% menos, el Cuba 22 0,22% y el Botón de Oro disminuyó 0,68%. Se puede deducir que este

mineral presento altos niveles en las plantas forrajeras, no obstante, el abono ó fertilización del suelo tienen gran influencia en el valor nutritivo y mineral de las plantas. En el análisis estadístico las variables de NNP, IAL y Ca reportaron una diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,01$), entre las muestras de Forraje estudiadas. Con relación al análisis de Varianza del fósforo no hubo una diferencia significativa $P > 0,05$ entre las muestras de forraje.

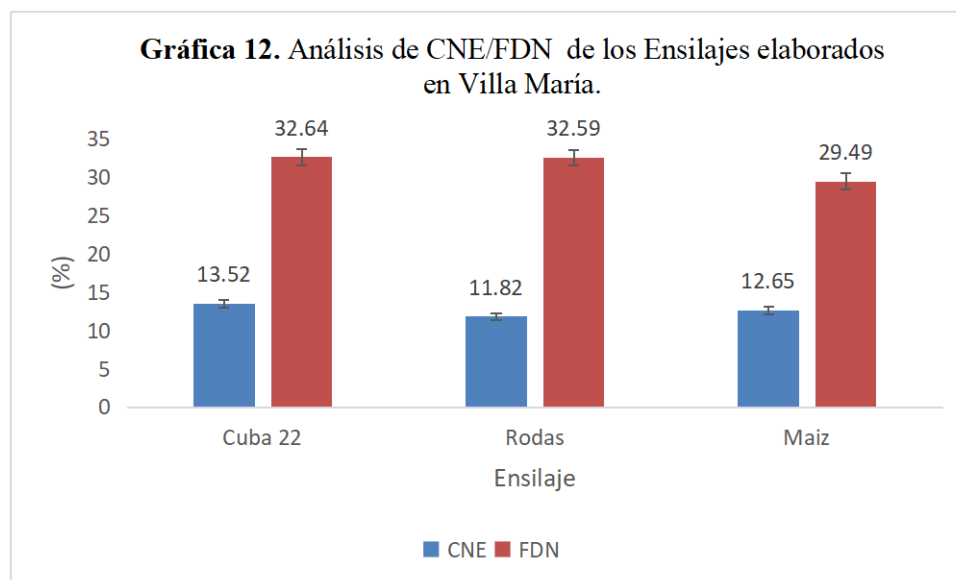
3.4 Variables Bromatológicas de Ensilajes.

La gráfica 11, nos ilustra la materia seca, cenizas y proteína cruda de tres ensilajes: cuba22, rodas se les inoculo melaza, harina de arveja seca y un producto biológico (silol) y al ensilaje de maíz no se le adiciono harina de arveja seca.



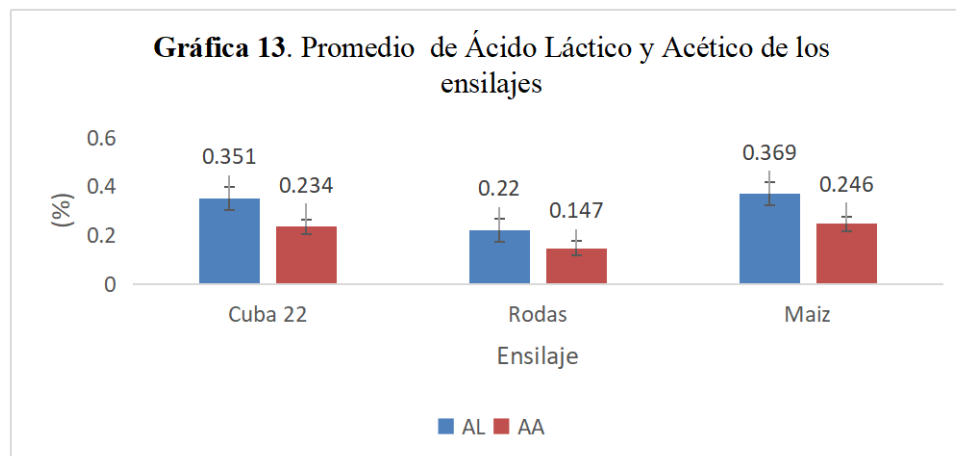
En la gráfica se observó mayor contenido de materia seca en el ensilaje Cuba 22 con un valor de 27,13%, seguido del ensilaje Rodas 22,9% menos y el ensilaje de Maíz con un valor inferior del 19,9% , notándose mayor contenido de humedad en el ensilaje de Maíz, el cual presento menor contenido de minerales, probablemente esto se debe a que al silo no se le aplico harina de arveja seca la cual ayuda a disminuir la humedad y a mejorar el contenido de minerales, o debido al tipo de silo que se utilizó en este caso silo de bolsa o microsilo, el cual, no permite la salida de efluentes, por lo que mantiene la humedad inicial. Por otro lado, el contenido de MS pudo haberse afectado por el nivel de inclusión de melaza. En el análisis de varianza las variables de Materia Seca y Cenizas arrojaron una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre las muestras de ensilajes.

El ensilaje Cuba 22 tuvo mayor contenido de proteína cruda 5,43 %, seguido del pasto Rodas <0,61% y el cuba 22 < 0,64% de PC, se observa un bajo contenido de proteína, se esperaba un mayor porcentaje con la inclusión de la leguminosa y la incorporación del inóculo bacterial tal vez no fue la dosificación adecuada. La variable de proteína cruda no tuvo una diferencia significativa $P>0,05$ entre las muestras de ensilajes estudiadas.



La gráfica 12, Muestra el contenido de carbohidratos y fibra detergente neutro de los tres ensilajes en estudio, Se observó un mayor contenido de Carbohidratos no estructurales en el ensilaje Cuba 22 con 13,52 %, seguido del ensilaje de Maíz con un valor menor de 0,87% y el ensilaje Rodas con 1,7 % menos. Los cuales no presentaron diferencia estadística $P>0,05$.

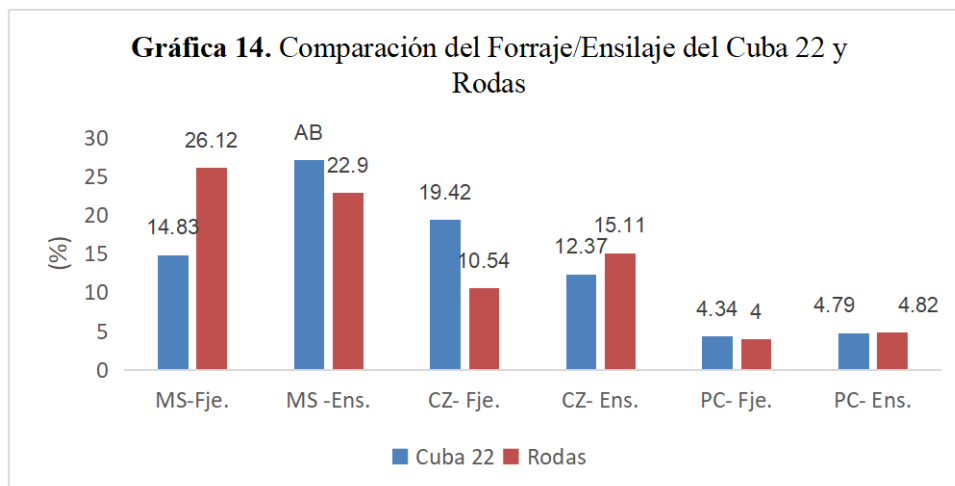
Con relación a la FDN el ensilaje Cuba 22 y rodas arrojaron valores muy similares con una diferencia de 0,05 %. No obstante, el ensilaje de maíz es el más digestible debido a su bajo contenido de fibra detergente neutro. En el análisis de varianza FDN de los ensilajes analizados no tuvieron una diferencia significativa $P>0,05$.



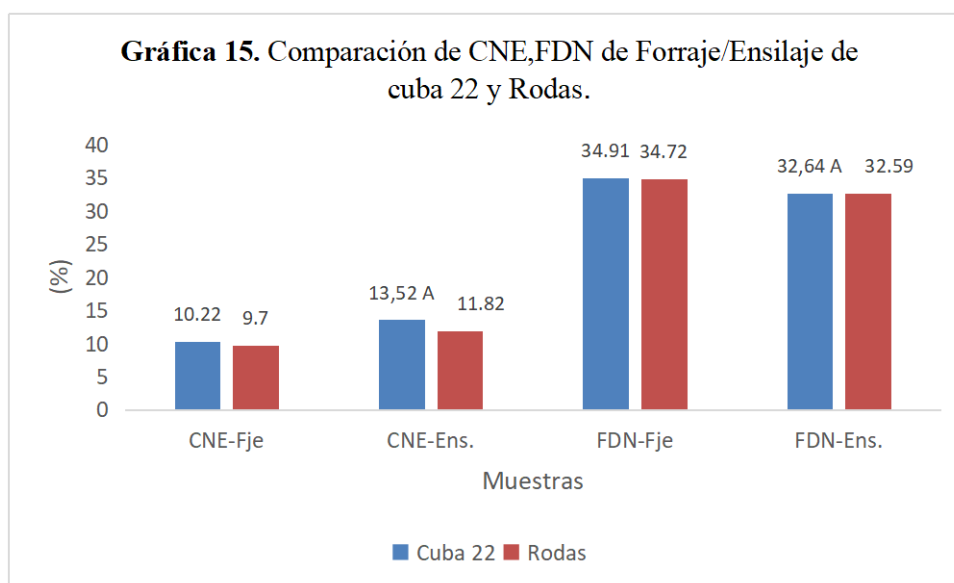
La gráfica 13, Muestra los valores de ácido Láctico y acético arrojados en el análisis bromatológico de las muestras ensiladas así: ensilaje de maíz >ensilaje de Cuba 22>ensilaje de Rodas, es decir, la producción de ácido láctico fue mayor en el ensilaje maíz y menor en el ensilaje Rodas. Estas diferencias son de acuerdo a la disponibilidad y velocidad con que las bacterias pueden convertir los carbohidratos en ácidos orgánicos y de esta manera, acidificar el medio para asegurar la conservación de la calidad del forraje. También influye la materia seca de los forrajes y el contenido de azúcares solubles en la mezcla, los cuales pueden aumentar o deprimir la producción del ácido láctico en el silo.

La producción de ácido acético aumenta cuando no se dan las condiciones favorables para la producción de ácido láctico. Al generarse estos ácidos el pH del material ensilado bajo en un rango de 3,51-3,59 niveles que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción.

No obstante, se determinó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre las muestras de ensilaje.



La gráfica anterior ilustra el contenido de materia seca, cenizas y proteína cruda de los forrajes cuba 22 y rodas antes y después de ensilar. En la cual se resalta un incremento del contenido de PC en los ensilados de 0,45% en el cuba 22 y 0,82% en el ensilaje de Rodas, se esperaba un mayor porcentaje de proteína ya que se empleó aditivos como inóculo bacteriano y harina de arveja seca que ayudan a mejorar esta variable probablemente no fue la dosificación necesaria o tal vez porque los ensilajes presentaron alta humedad lo que conlleva a desventajas: el pH de ensilajes muy húmedos tiende a ser más bajo para inhibir el crecimiento de *Clostridia spp.* Estas bacterias son indeseables porque producen ácido butírico y degradan la fracción proteica con la consecuente reducción del valor nutricional del ensilaje; ensilajes muy húmedos producen efluentes que llevan a una pérdida de nutrientes y minerales de alta digestibilidad.



En la gráfica anterior se observó que los carbohidratos no estructurales del forraje cuba 22 aumentaron 3.3% al realizarle el proceso de conservación, al igual el forraje Rodas aumento 2,12% CNE al ser ensilado. Respuesta que se debe al aporte adicional de carbohidratos solubles de la melaza, facilitando el aumento de la acidez del medio promoviendo fermentaciones lácticas conduciendo a una mejor calidad fermentativa.

Además, se puede apreciar que el forraje cuba 22 y rodas disminuyó su contenido de fibra detergente neutro en un 2,27% y 2,13% al ser ensilados. No obstante, la aplicación de melaza disminuye los contenidos de fibra en el ensilaje. Esto se debe al efecto aditivo y a los componentes solubles de la melaza en la masa ensilada y al mejoramiento del proceso fermentativo el cual la estabiliza rápidamente, disminuyendo la actividad de los microorganismos no deseados sobre la pared celular. Observándose reducciones en los componentes fibrosos en los ensilajes.

Discusión de resultados

De acuerdo a los Análisis Bromatológicos realizados en el presente estudio, la planta forrajera King Grass (*Pennisetum Purpureum*) cortada en edad avanzada, arrojó un alto contenido de materia seca 32,45% y de FDN 35,20 %, a su vez bajo contenido de proteína 2,31% datos que se esperaban por su alto estado de lignificación. Araya y Boschini (2005) reportan el contenido de materia seca, proteína cruda y cenizas del King Grass (*Pennisetum purpureum*) a diferentes edades de corte. Observándose que entre más se madure el pasto disminuye la calidad nutricional, la mejor edad para cosechar este forraje es a los 70 días con una MS (%) 10,63, PC (%) 12,43 y CZ (%) 18,67 y la edad menos aconsejable es a los 140 días ya que disminuye el contenido de proteína y de minerales PC (%) 5,37 y Cz (%) 12,26. De igual forma Chacón y Vargas (2009). Determinaron el efecto de la edad de rebrote con relación al valor nutricional del *Pennisetum purpureum* cv. king grass. Reportando a los 60 días de rebrote MS (%) 13,03 PC (%) 9,56 EE (%) 1,41 CZ (%) 14,47 FDN (%) 73,78. A los 75 días de rebrote MS (%) 13,79, PC (%) 8,70, EE (%) 1,37, CZ (%) 13,86, FDN (%) 75,48. y a los 90 días de rebrote MS (%) 14,43, PC (%) 8,42, EE (%) 1,29, CZ (%) 13,61, FDN (%) 76,91. Concluyendo que la mejor edad para cosechar este forraje es a los 60 días ya que presenta mejor calidad, en cambio cosechar el material a los 90 días de edad disminuye la calidad del Forraje, lo cual indica que la época de cosecha y la proporción de hojas en el material cosechado afectan la composición nutricional del

pasto king grass. En el presente estudio a pesar que el forraje fue cosechado a una edad más tardía la cual no se tiene con certeza, aproximadamente fue sembrado hace dos años y hace más o menos seis meses no se cosecha, presento un valor menor de fibra detergente neutro con relación a los estudios realizados además con un buen contenido de minerales 16,83% y de extracto etéreo 4,40% notándose que es mucho más inferior el porcentaje de proteína cruda lo cual nos lleva a confirmar lo dicho por Rodríguez y Romero (2017) a mayor edad del pasto la materia seca aumenta, la síntesis de compuestos proteicos en la planta es menor, haciendo que los valores de PC bajen. A medida que avanza la edad del material se reduce la relación hoja: tallo, la materia seca en ambos componentes sufre un incremento, pero el valor nutricional comienza a decrecer más drásticamente en las hojas que en los tallos, posiblemente porque el efecto de envejecimiento afecta más a las hojas debido a que su cubierta es más sensible y la pérdida de agua se acelera, mientras que los tallos sufren un endurecimiento (lignificado) en la cubierta exterior que les permite retener un poco más su humedad disminuyendo su calidad nutricional.

Por otra parte, el análisis bromatológico del forraje Cuba 22 (*Pennisetum sp*) arrojó porcentajes más altos de proteína 2,03 y un porcentaje mayor de minerales 2,59, además una menor cantidad de Fibra detergente neutra 0,29% menos con relación a los datos arrojados por la unidad experimental de pasto King grass. Clavijo (2016) reportó el mismo valor de materia seca 14,83% en el primer corte de Cuba 22 (*Pennisetum sp*) sembrado a 1 metro de distancia, pero reportó porcentajes superiores de proteína, minerales y FDN, 9%, 13,24% y 69,30% respectivamente, aunque el porcentaje de extracto etéreo fue menor en 0,12 con relación al presente estudio. Barén y Centeno (2017), afirman que el corte de 45 días alcanzó el mayor porcentaje de proteína cruda con un valor de 20,31% y el menor 15,98% para el corte a los 90 días. En lo que respecta a fibra el mayor porcentaje se obtuvo a los 90 días con 37,92% y el de menor contenido fue de 32,19% a los 45 días. Probablemente los bajos valores de cada una de las variables analizadas en este estudio se deben a los cambios medioambientales, al tipo de suelo y fertilización del mismo. Conociendo que el suelo donde se encuentra sembrado el sujeto experimental carece de materia Orgánica, carbono Orgánico y de minerales como fósforo y magnesio, pero con un alto contenido de Aluminio el cual inhibe el crecimiento radical, teniendo como consecuencia una reducción en la toma de agua y nutrientes, no obstante, afectará la calidad nutricional del forraje.

En el estudio también se analizó la calidad nutricional de la planta forrajera *Tithonia diversifolia* apreciándose que de las cuatro unidades experimentales analizadas fue la que arrojó mayor valor de proteína, minerales y menor contenido de FDN (7,48%, 19,71%, 20,75%) lo que conlleva a ser de las cuatro muestras en estudio la más digestible (51,82%) y la de mejor calidad nutricional. De acuerdo a estudios previos los autores Lezcano *et al.* (2012). Realizaron un análisis bromatológico de algunos componentes del valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* en dos etapas del ciclo fisiológico en un periodo poco lluvioso observándose que a los 30 días se encontraron los valores de proteína y cenizas más altos 20,10% y 13,77%, a la edad de 60 días reportan una proteína de 19,03 %y Cz de 12,51%. En otro estudio Gallego *et al.*, (2014), reporta un valor de proteína 27,49% a los sesenta días de edad en periodos poco lluviosos, se destaca también su digestibilidad in vitro MS% de 75,28-78,59% características que dejan al botón de oro en buenas condiciones nutricionales. Al igual este mismo autor Gallego *et al.*, 2017.realizaron otro estudio donde reporta valores de materia seca, proteína cruda, cenizas, calcio, fósforo, fibra detergente neutro, carbohidratos totales no estructurales (12,74%, 14,1%, 16,19%, 2,86%, 0,27%, 53,81%, 8,50%,) bajo el sistema de siembra de estaca como se realizó en este estudio hallándose los siguientes valores (22,86%, 7,48%, 19,71%, 1,92%, 1,02%, 20,75%, 10,18%) aunque son porcentajes diferentes, se puede concluir que independientemente de la edad, de la forma de siembra, del clima y la calidad del suelo el Botón de Oro tiene mayor contenido de proteína, cenizas, digestibilidad, reflejándose su calidad nutricional, aunque se obtuvieron valores inferiores con relación a estudios previos, lo cual se debe probablemente a la no fertilización del suelo, a pesar de ello queda demostrado en este estudio las características deseables de la planta *Tithonia diversifolia* para su uso en la alimentación de los bovinos. Se puede considerar que el contenido de proteína de esta especie se encuentra en un rango superior, en relación con los demás forrajes utilizados para la alimentación de los rumiantes.

En cuanto al pasto Rodas (*Pennisetum sp*) no se encontró estudios previos, de acuerdo al análisis bromatológico se puede decir, que esta planta forrajera no presento mejores características con relación al forraje cuba 22 (*pennisetum sp*) y el botón de oro (*Tithonia Diversifolia*) ya que arrojó valores inferiores en las variables de proteína cruda, minerales, Carbohidratos no estructurales, aunque tuvo mejor contenido de materia seca y de materia orgánica. Pero presento mayor

contenido de proteína con relación al pasto King grass (*Pennisetum Purpureum*) tal vez porque el pasto King grass estaba en estado de lignificación.

Los ensilajes de cuba 22 y pasto rodas se inocularon con un producto biológico (Silol), además se le agrego melaza y harina de arveja con el proposito de mejorar la calidad nutricional de los mismos. incrementando el contenido de proteína, de ceniza, Carbohidratos no Estructurales y la reducción de FDN. Al ensilaje de maíz no se le adiciono harina de arveja.

En la tabla 3, se presenta los resultados del análisis Bromatológico de los ensilajes Observándose la composición nutricional del silo de maíz, cuba 22 y el pasto rodas. De acuerdo a la monografía de Valencia (2016) un ensilaje que tenga el pH entre 3.8 - 4.2 es un ensilaje de excelentes condiciones fermentativas, los valores arrojados en la investigación estuvieron por debajo de 3,8 son pH que no tienen las condiciones aptas para poder generar un ensilaje de excelente calidad. Teniendo en cuenta que estos valores, podrían afectar el consumo por parte de los animales. Aunque Ríos y Tablada (2015) afirman que los tratamientos que presentan un pH entre 3.5-4.2, son considerados óptimos para un ensilaje. Siendo así los valores de pH arrojados en el presente estudio ideal para cada uno de los forrajes ensilados.

En cuanto a los valores de MS, el ensilaje de maíz presento mayor humedad con un porcentaje de 80,10. El ensilaje de cuba 22 una humedad de 72,87% y el ensilaje de rodas 77,10% Según Castillo, Rojas y WingChing (2009) el contenido óptimo de materia seca de un ensilaje es 25 a 35%. A mayor contenido de materia seca se reduce el nivel de pérdidas de efluentes y carbohidratos; además, afirma que contrae las pérdidas por respiración, permite un predominio de las bacterias ácido-lácticas y un pH conveniente.

Chaverra y Bernal (2000). recomiendan para incrementar el contenido de MS de un forraje, el marchitamiento o desecación del pasto al sol antes de ser ensilado. De acuerdo a lo anterior el silo de cuba 22 arrojó un 27,13% de MS valor óptimo de un ensilaje, notándose el alto contenido de humedad de los otros dos pastos ensilados tal vez por el nivel de inclusión de melaza, probablemente se deba al tipo de microsilo empleado, el cual, no permite la salida de efluentes, por lo que mantiene la humedad inicial. Se observo mayor humedad en el ensilaje de maíz tal vez por la falta de la harina de arveja la cual ayuda a disminuir el % de humedad. En el trabajo de grado de los autores Ríos y Tablada (2015) quienes realizaron ensilajes de maíz con diferentes niveles de melaza de 4, 6,8 % obteniendo valores de MS de 33,3 %, 32,6 % y 34,9 %

respectivamente, con valores de PH 3,54-3,71 similares al presente estudio. Pero superior los valores de Materia Seca.

También se observó un aumento en el contenido proteico del material, debido a la inclusión de melaza, harina de arveja y la incorporación de inóculo bacterial sobre el forraje a ensilar, 0,45% más de PC en el ensilaje de Cuba 22 y 0,82% en el ensilaje de Rodas, al igual aumento el porcentaje de carbohidratos no estructurales 3,3 en el ensilaje de cuba 22 y 2,12% en el ensilaje de rodas. Disminuyendo el porcentaje de FDN en 2,27 en el ensilaje de cuba 22 y 2,13 % en el ensilaje de Rodas. Según Gutiérrez y colaboradores, determinaron el efecto de diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* ensilada con *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169 e inoculada con el producto biológico VITAFERT, llegaron a la conclusión que de acuerdo a La inclusión de los niveles 4.5 y 6.0 % de VITAFERT incrementa el contenido de PB y reduce la FND. Donde la combinación 20 % *Tithonia*: 80 % *Pennisetum*, con 4.5 % VITAFERT, resultó la de mayor degradabilidad. Jaramillo (2018), concluye que a medida que se aumenta los niveles de inclusión de urea se mejora la calidad proteica del ensilaje y se disminuye la cantidad de FDN. De igual forma Castillo *et al* (2009). Afirman que el contenido de FDN es afectado significativamente por la adición del inóculo bacterial y el nivel de melaza. Encontraron que, a mayores contenidos de melaza, los contenidos de FDN disminuyen. Lo atribuyen al efecto aditivo de componentes solubles de la melaza al contenido total del material. Aunque fueron distintos los aditivos se llegó a la misma conclusión. La aplicación de melaza disminuye los contenidos de fibra en el ensilaje del forraje maíz, cuba 22 y pasto Rodas. Esto se debe al efecto aditivo de componentes solubles de la melaza a la masa ensilada y al mejoramiento del proceso fermentativo el cual la estabiliza rápidamente, disminuyendo la actividad de los microorganismos no deseados sobre la pared celular. Reduciendo los componentes fibrosos en ensilajes de pastos con la adición de melaza.

Los carbohidratos no estructurales se incrementaron con los mayores niveles de melaza. Respuesta que se debe al aporte adicional de carbohidratos solubles de la melaza, facilitando el aumento de la acidez del medio promoviendo fermentaciones lácticas conduciendo a una mejor calidad fermentativa.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo a los Análisis fisicoquímicos realizados al suelo de la finca Villa María, se concluye, los suelos analizados se encuentran con deficiencia de carbono orgánico, materia orgánica, fósforo y magnesio, pero con altos niveles de calcio. No obstante, el alto contenido de calcio es un factor limitante del crecimiento y desarrollo de las plantas. Para ello se recomendó prácticas que mejoren los niveles de fertilidad, crecimiento y productividad deseados, empleándose materiales orgánicos (humus, compost o ácidos orgánicos, material verde) que incrementen el efecto neutralizante y fertilizante de la cal. De la misma forma, los materiales orgánicos mejoran la capacidad de intercambio catiónico, disminuyen la capacidad de retención de fósforo, favorecen la actividad microbiológica, mejoran las condiciones físicas y biológicas del suelo y aumenta el nivel de fertilidad del suelo.

Los Forrajes King Grass (*Híbrido entre Pennisetum Purpureum y Pennisetum typhoides*), Cuba 22 (*Pennisetum sp*), Rodas (*Pennisetum sp*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) al realizarles el análisis bromatológico se demuestra que la leguminosa *Tithonia diversifolia* es la planta forrajera que tiene mayor valor nutricional con relación a las demás unidades experimentales ya que arrojó los porcentajes más altos de minerales y proteína, buen contenido de CNE y menor valor de FDN siendo la más digestible.

Se observa que el pasto King Grass presentó menor valor de proteína, pero mayor contenido de MS y de FDN disminuyendo la digestibilidad al ser cosechado en una edad avanzada disminuye la proteína, es decir que la edad de corte influye en la calidad nutricional del pasto.

Los aditivos en el proceso de ensilaje, cuba 22 y pasto Rodas, mejoraron las características nutritivas del mismo. aumentando la proteína en 0,45% en el ensilaje de Cuba 22 y 0,82% en el ensilaje de Rodas, al igual mejoró el porcentaje de carbohidratos no estructurales 3,3 en el ensilaje de cuba 22 y 2,12% en el ensilaje de rodas. Disminuyendo el porcentaje de FDN en 2,27 en el ensilaje de cuba 22 y 2,13 % en el ensilaje de Rodas. Se esperaba una mejor calidad

nutricional pero tal vez no se utilizó la cantidad necesaria o suficiente de aditivo en el material cosechado.

Recomendaciones

Realizar estudios más completos del análisis nutricional de pasto Rodas y Cuba OM-22, que permita conocer más de su Valor nutritivo, ya que no se encuentran estudios en la literatura.

Para investigaciones futuras se recomienda realizar más estudios de ensilajes con las cuatro unidades experimentales evaluadas anteriormente, variando los niveles de inclusión de melaza acompañada del inoculante biológico y la harina de arveja, para poder establecer la dosificación ideal para mejorar las características nutricionales de cada uno de los materiales ensilados así poder obtener múltiples beneficios de esta combinación.

Anexos

A. Tabla: Resumen general, valores de elementos disponibles en el suelo para interpretar análisis químico del suelo.

ELEMENTO	FUENTE	INTERPRETACION		
		B	M	A
Calcio (Ca) meq/100g	I.G.A.C, 1994	<2	2-5	>5
Magnesio (Mg) meq/100g	I.G.A.C, 1994	<1	1-2	>2
Potasio (K) meq/100g	I.G.A.C, 1994	<0.15	0.15-0.3	>0.3
Aluminio (Al) meq/100g	Muñoz, 1985	<1.5	1.5-3.0	>3.0
Materia Orgánica (M.O) %	I.G.A.C, 1994	<2	2-4	>4.0
Azufre (S) ppm	I.G.A.C, 1994	<8	8-15	>15
Fosforo (P) ppm	I.G.A.C, 1987	<15	15-30	>30
ELEMENTOS MENORES				
Cobre (Cu) ppm	Lora, R 1998	<1	1-3	>3
Hierro (Fe) ppm	Lora, R. 1998	<20	20-40	>40
Manganeso (Mn) ppm	Lora, R 1998	<5	5-10	>10
Zinc (Zn) ppm	Lora, R 1998	<3	3-6	>6
Boro (B) ppm	Lora, R 1998	<0.2	0.2-0.6	>0.6
PORCENTAJES DE SATURACION				
Saturación de Bases (SB) %	I.G.A.C, 1987	<20	20-40	>40
Saturación de Aluminio Intercambiable (STAl) %	Muñoz, 1985	<30	30-60	>60
Acidez en el Suelo (pH) %	Sánchez y Salinas, 1980	<4.5 muy Acido	4.5-5.5 Acido	>5.5-6.7 lig. Acido

La tabla anterior describe los rangos que permiten interpretar los análisis químicos de los suelos, tanto elementos menores como mayores.

B. Tabla Instituto Geográfico Agustín Codazzi para la interpretación de análisis de suelos

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA
CONSIDERACIONES GENERALES PARA INTERPRETAR ANÁLISIS DE SUELOS

pH (H ₂ O) 1:1	APRECIACIÓN	P ppm (BRAY II)	K mg/100g	%M.O.			%N Total			CIC mg/100g	SATURACIÓN DE BASES (%)
				CLIMA			CLIMA				
				FRÍO	MEDIO	CÁLIDO	FRÍO	MEDIO	CÁLIDO		
<4.5	BAJO	<15	<0.2	<5	<3	<2	<0.25	<0.15	<3.1	<10	<5
4.6 - 5.0	MEDIO	15 - 40	0.2 - 0.4	5 - 10	3 - 5	2 - 4	0.25 - 0.5	0.15 - 0.3	0.1 - 0.3	10 - 20	5 - 10
	ALTO	>40	>0.4	>10	>5	>4	>0.5	>0.3	>0.2	>20	>10
5.1 - 5.5	RELACIONES			CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON SALES Y BORO			S.A. (%) (SATURACIÓN DE ALUMINIO)		APRECIACIÓN		
	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	(Ca+Mg)/K	ppm mmol/l/cm (dS/m)	PSI	CLASE				
5.6 - 6.0	RELACIÓN IDEAL	2 - 4	3	6	10			EN PROBLEMAS EN GENERAL LÍMITE PARA: CULTIVOS SUSCEPTIBLES			
	K DEFICIENTE		>18	>30	>40	0 - 2	NORMAL	LÍMITE PARA: CULTIVOS MODERADAMENTE TOLERANTES			
6.1 - 6.5	Mg DEFICIENTE	>10	<1			2 - 4	INFERIOR				
6.6 - 7.3	CONTENIDO OPTIMO	ELEMENTOS MENORES* (ppm)				4 - 8	A	S1	15 A 30		
	Zn	Cu	Mn	Fe	0 - 4		S2				
7.4 - 7.8	SUELO	3 - 6	1.5 - 3	15 - 30	20 - 30	4 - 8	SUPERIOR	S3	30 A 60		
7.9 - 8.4	PLANTA	30 - 100	5 - 25	30 - 200	60 - 500	>10	A	NaS1	LÍMITE PARA CULTIVOS TOLERANTES		
8.5 - 9.0								NaS2	NIVELES TÓXICOS PARA LA MAYORÍA DE CULTIVOS		
>9.0								NaS3	>60		
*Extractables con DTPA en suelos; digestión húmeda en tejido vegetal. Boro en suelos (extractable en agua caliente): 0.5 - 1.0 ppm. Boro en tejido vegetal : 30-80 ppm.							INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI LABORATORIO DE SUELOS ÁREA DE QUÍMICA				

NC(Nivel Crítico): 25 ppm NO₃; 20 ppm NH₄; NC: 0.2 ppm B(Fosfato de Calcio); NC: 12 ppm P (Olsen modificado); NC: 20 ppm S disponible (Fosfato de calcio)

CONCENTRACION NORMAL EN TEJIDO VEGETAL (Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, 1998):

N (%): 2.5-4.5; P (%): 0.2-0.75; K (%): 1.5-5.5; Ca (%): 1.0-4.0; Mg (%): 0.25-1.0; S (%): 0.25-1.0

B (ppm): 10-200; Cu (ppm): 0-30; Fe (ppm): 100-500; Mn (ppm): 20-350; Zn (ppm): 27-100; Mo(ppm): 0.1-0.2; Cl (ppm): 100-500



La tabla anterior nos permite observar la apreciación de los valores arrojados clasificándose en: ideal, deficiente, bajo, medio y alto, variables: pH, Materia orgánica, Nitrógeno Total, minerales como calcio, Magnesio, fósforo potasio entre otros. Datos que nos permiten interpretar el estado del suelo analizado.

C. Análisis Bromatológico de arveja molida realizado en el laboratorio de Nutrición de la Universidad de Cundinamarca Facultad de Ciencias Agropecuarias sede Fusagasugá.

Tabla. Análisis Bromatológico de arveja molida.

Variable	Valor
MS (%)	86,46
CZ (%)	5,46
PC (%)	13,34
AL (%)	0,001
NNP (%)	1,81
CNE (%)	12,58
FDN (%)	25,16

En la tabla anterior se observa el alto contenido de materia seca, proteína y carbohidratos no estructurales de la arveja seca molida. Además, su bajo contenido de fibra detergente neutra. Características que al ser utilizado como aditivo ayuda a conservar y/o a mejorar la calidad nutricional del ensilaje.

D. Material utilizado en el proceso de ensilaje del forraje cuba 22 y Rodas en las instalaciones de la Finca Bacatá.



Maquina ensiladora



Arveja seca



silol



Melaza

En las imágenes anteriores se observa los tres aditivos utilizados en el proceso de ensilaje, arveja verde, silol y melaza, de acuerdo a sus propiedades mejoran: Materia seca, proteína y CNE del material cosechado aumentando calidad nutricional del mismo, Además, se ilustra la máquina que realiza el proceso de picado y empaçado del material ensilado.

E. Ilustración de ensilajes de Forraje, Cuba 22, Rodas y Maíz, debidamente, procesado, empaçado y Almacenado.



Silo de Maiz.

Silo de Cuba22.

Silo Rodas.

Fuente: Autora. 2018.

En las fotografías anteriores se observa el ensilaje de maíz, fermentado durante tres meses, a simple vista se detalló alto nivel de humedad, un color oscuro, y olor fuerte avinagrado, el ensilaje cuba 22 y rodas fermentados a 34 días, presentaron un color verde oscuro, olor fuerte, medianamente húmedo.

Referencias

- Agrosemilla del Norte. (2018). Semilla de pasto Rodas. Recuperado de <https://agrojdelnorte.com/>
- Alarcón, L. R., Herrera, P. J., Rey, G. Á., Pérez, P. J., y Hernández, C. G. (2014). Producción de King Grass como alimento para el ganado vacuno con riego por aspersion de baja intensidad. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23 (2),40-44.
- Andrades, M., y Martínez, E. (2014). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3 ed. Logroño: Universidad de la Rioja.
- Ankom. (2005). Methods for determining neutral detergent fiber. Automated fiber analysis. ANKOM technology.
- Antolines, G.J. (2016). Químico U.I.S, Especialista en fertilizantes y medio ambiente, Laboratorio de suelos y aguas: Asequimagro.
- Araya, M. M., y Boschini, F. C. (2005). Producción de Forraje y Calidad Nutricional de variedades de *Pennisetum Purpureum* en la meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 37-43.
- Arévalo, G., y Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Association of official Agricultural Chemistry (AOAC). (2013).Methods of Analysis. 8ed. Washington D.C, US. AOAC. p. 1008.
- Barén, P. J., y Centeno, V. L. (2017). Valores Nutritivos del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), Sometido a cuatro intervalos de corte en el valle del río carrizal (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador.
- Barrera, N. E., Muñoz, J. A., Colmenares, J. E., y Donado, L. D. (2003). Análisis de la Influencia de la distribución de tamaño de partículas en la conductividad hidráulica de arenas limpias.

- Bernal, E. J., Chaverra, G.H., Arciniega, V.A., Acevedo, R.G., y Ángel, A.M. (2002). Ensilaje, heno y henolaje. Tipos, métodos y nuevas tecnologías. Bogotá, Colombia: Angel Comunicaciones.
- Botero, J. (2017). Potencial de extracción y utilización de nutrientes de *Tithonia diversifolia* y su relación con el rendimiento y calidad nutricional (Trabajo de Doctorado) Universidad Nacional, Palmira, Colombia.
- Cárdenas, C. E. (2011). Uso de aditivos para ensilajes en la zona sur de Chile (Trabajo de grado). Universidad Austral De Chile, Valdivia, Chile.
- Cariola, A. (2012). Forrajes y Pasturas. 1-18.
- Casierra, P., y Aguilar, A. (2007). Estrés por aluminio en plantas: reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Revista colombiana de ciencias hortícolas, 1 (2), 246-257.
- Castillo, J.M., Rojas, B.A., y WingChing, R. (2009). Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*vigna radiata*). Agronomía Costarricense, 33 (1), 133-146.
- Chacón, H. P., y Vargas, R. C. (2009). Digestibilidad y Calidad del *Pennisetum purpureum* cv. *King grass* a tres edades de rebrote. Agronomía Mesoamericana, 20(2), 399-408.
- Chacón, H. P., y Vargas, R. C. (2010). Consumo de *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de cosecha en Caprinos. Agronomía mesoamericana, 267-273. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/>
- Chaverra G., y Bernal, E. (2000). Ensilaje en la alimentación de ganado vacuno. IICA. Tercer Mundo Editores. Bogotá, Colombia. p. 65-123.
- Clavijo, O. (2016). Manual del Forraje *Pennisetum* sp. Cuba OM-22(*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*). La plata-Huila: Sur colombiana.
- Cuadrado, C. H., Mejía, K. S., Contreras, A. A., Romero, D. A., y García, P. J. (2003). Manejo Agronómico de algunos Cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana. Córdoba, Colombia: Corpoica.
- Dardon, O. V., y Duran, C.M. (2011). Cuantificación espectrofotométrica de taninos y análisis bromatológico proximal de cuatro diferentes mezclas de forrajes a base de gramíneas y leguminosas (Trabajo de Grado). Universidad de el Salvador, San Salvador.
- Demagnet, F. R., y Cantero, M. E. (2012). Identificación de gramíneas y leguminosas forrajeras.

- Demagnet, F. R., (2017). Aditivos Biológicos para ensilajes. Plan Lechero Watt's, Universidad de La Frontera.
- Douxchamps, S. (2014). Integration of *Canavalia Brasiliensis* Into the Crop-Livestock System of the Nicaraguan Hillsides: Environmental Adaptation and Nitrogen Dynamics (Doctoral Thesis). Eth zurich, Suiza.
- FAO. (2013). El manejo del Suelo en la producción de Hortalizas con buenas prácticas agrícolas. Recuperado de <http://www.fao.org/>
- Ferrero, B. A. (2017). Evolución de las variables fisicoquímicas y nutricionales de subproductos de la industria agroalimentaria para alimentación animal a lo largo del proceso de ensilado (Trabajo de Grado). Universidad Miguel Hernández de elche, España.
- Filippi, R. (2011). Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Universidad de la Frontera.1-95.
- Flores, N. M., Sánchez, G. R., Luna, R., & Echavarría, C. F. (2014). Micro silos: Una Alternativa para pequeños productores. Zacatecas, México: Sagarpa.
- Gallart M., F. (2017). La conductividad eléctrica del suelo como indicador de la capacidad de uso de los suelos de la zona norte del Parque Natural de la Albufera de Valencia (Trabajo de Grado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Gallego, C. L. (2017). Calidad Nutricional de *Tithonia diversifolia Hemsl. a Gray* bajo tres sistemas de Siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoame.*, 28(1), 213-222. doi:10.15517/am.v28i1.21671
- Gallego, C. L., Mahecha, L. L., y Angulo, A. J. (2014). Potencial Forrajero de *Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray* en la producción de vacas lecheras. 25(2), 393-402.
- Garcés, M. A., Berrio, R. L., Ruiz, A. S., Serna, L. y Builes, A. A. (2004). Ensilaje como Fuente de Alimentación para el Ganado. *Lasallista de Investigación*, 1(1), 66-71.
- Gerhardt. (2015) Análisis de nitrógeno el método de johan kjeldahl, Alemania, 1-6.
- González, G. H., y Castellano, O.F. (2003). Alternativas de modificación del método de somogyi-Nel-son para la determinación de azúcares reductores1 a partir de sus posibilidades químicas. *Revista ingeniería e investigación*, (52) ,5-17.
- González, A. T. (2016). Rendimiento del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum L. x Pennisetum typhoides*) con cuatro fórmulas de abonamiento en Tingo María-Huánuco. Perú.

- Gutiérrez, D., Morales, A., Elías, A., García, L. R., y Sarduy, L. (2014). Composición química y degradabilidad ruminal in situ de la materia seca en ensilajes mixtos *Tithonia diversifolia*: *Pennisetum purpureum* vs. Cuba CT-169, inoculados con el producto biológico VITAFERT. *Cubana de Ciencia Agrícola*, 48 (4), 379-385.
- Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de formación profesional. (2016). Manual del protagonista Pastos y Forrajes.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (1994). Subdirección de Agrología. Consideraciones generales para interpretar análisis de suelos.
- Irañeta, J., Sánchez, L., Malumbres, A., Torrecilla, J., y Díaz, E. (2011). Abonos minerales: tipos y uso. *Agricultura, Fertilización y Medio Ambiente*. España: Navarra agraria.
- Jaramillo, O. D. (2018). Niveles de Urea en ensilajes de pasto *Pennisetum* Cuba OM22: Composición Bromatológica, PH, Temperatura, Cinética de degradación Ruminal y Digestibilidad in Vitro (Trabajo de Grado). Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima.
- Jewsbury, G. (2016). Cátedra Botánica Taxonómica Plantas Forrajeras. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Córdoba.
- Lezcano, Y., Soca, M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I., . . . Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 275-282.
- Loaiza, J. C. (2011). El recurso suelo. *Suelos ecuatoriales*, 41(1), 6-18.
- Londoño L, V. y Torres G, A.M. (2015). Estructura y composición vegetal de un bosque seco tropical en regeneración en Bataclán (Cali, Colombia). *Colombia Forestal*, 18(1), 71-85.
- Martínez, F. A., Argamentaría, G. A., y Roza, D. B. (2014). Manejo de forrajes para ensilar. Asturias, España: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentaria (SERIDA).
- Martínez, E., Fuentes, J.P., y Acevedo, E. (2018). Carbono Orgánico y propiedades del suelo. *R.C. Suelo Nutrición Vegetal*, 8 (1), 68-96.
- Maza, L., Vergara, O., y Paternina, E. (2011). Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *MVZ Córdoba*, 16(2), 2528-2537. doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1017>

- Mejía, E., Mahecha, L., y Angulo, J. (2017). *Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agron. Mesoamericana*, 28(1), 289-302.
- Meléndez, P. (2016). Un buen ensilaje requiere su tiempo. *El Mercurio Campo*.
- Michelena, J., Senra, A., y Fraga, C. (2002). Efecto de la aplicación de ácido fórmico, ácido propiónico y del presecado en el valor nutritivo del ensilaje de king grass (*Pennisetum purpureum*). *Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(3), 341-346.
- Mila, P. A. (2012). *Compendio Pastos y Forrajes*. Fusagasugá, Colombia: ALMI Ediciones.
- Mila, P. A. (2018). *Interpretación de Análisis de suelos y plan de fertilización*. Fusagasugá, Colombia.
- Mora, M. G., y Ulate, R. R. (2015). Enfrentando el cambio Climático Ensilaje Como Alternativa para la nutrición Animal. *Info Agro Costa Rica*.
- Moreno, T. J. (2014). Evolución de los suelos del piedemonte, altillanura y sus características físico químicas. *Universidad Unillanos*.
- Múnera, G. (2012). *Análisis de Suelos y Tejido Vegetal*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Muñoz, R. A. (1985). *Módulo de suelos. Fascículo 2*. Bogotá, Colombia: Editorial. Politécnico Colombiano. P,184.
- Oude, E., Frank, D. (2001). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. *Institute for Animal Science and Health Dept icrobiology, Groningen State University*.
- Pacheco, M.B. (2007). *Análisis de Alimentos*. Sonora, México, 5-63.
- Pérez, L. E. (2013). Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 14(29), 6-18.
- Pietrosemoli, S., Ventura, M., y Gutiérrez, G. (1997). Adición de urea y melaza en la preparación de silaje de *Brachiaria brizantha* para bovinos en crecimiento.5 (1) 205-207.
- Poma, M.C. (2011). Evaluación del efecto de diferentes aditivos en la composición química del ensilaje de cebada (*hordeum vulgare*) para la alimentación del ganado en el municipio de Viacha (Tesis de Grado). *Universidad mayor de San Andrés, la Paz, Bolivia*.

- Ramos, M.A. (1995). Aplicación de técnicas enzimáticas de digestión in vitro a la valoración nutritiva de piensos de conejos (Tesis Doctorado). Universidad Complutense de Madrid facultad de veterinaria departamento de nutrición y bromatología III, España.
- Reyes, N., Mendieta, B., Farinas, T., Mena, M., Cardona, J., y Pezo, D. (2009). Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación de Ganado Bovino. Nicaragua: CATIE.
- Ríos, M. M., y Tablada, A. H. (2015). Evaluación de ensilaje de Maíz (*Zea mays*) de 120 días a diferentes tamaños de partícula de corte con tres niveles de melaza (Trabajo de grado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Rodríguez, A., Acosta, Y., Rivera, V., y Randel, P. (2016). Effect of a microbial inoculant on fermentation characteristics, aerobic stability, intake, and digestibility of corn silage by rams. *Rev Colom Cienc Pecua* [online].29 (2), 108-118.
- Rodríguez, M. B., y Romero, P. J. (2017). Evaluación del potencial energético del zacate “KING GRASS” (*Pennisetum purpureum*), en el Salvador (Tesis de grado). Universidad De El Salvador, Salvador.
- Rodríguez, R. (17 de octubre de 2018). Fertilización de suelos un 'AS' bajo la tierra. El día Bolivia.
- Roncallo, B., Sierra, A., y Castro, E. (2012). Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. *Corpoica*, 13(1), 71-78.
- Rúa, F. M. (2008). Pastos de Corte para el trópico: Colombia. *Agro 2.0*. Recuperado de <http://www.agro20.com>.
- Ruíz, T.E.; Febles, G. J.; Galindo, Juana L.; Savón, Lourdes L.; Chongo, Bertha B.; Torres, Verena; Cino, Delia M.; Alonso, J.; Martínez, Y.; Gutiérrez, D. (2014) *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. *Cubana de Ciencia Agrícola*, 48 (1), 79-82.
- Salvador, A. J. (2017). Recuperación de la cobertura vegetal y propiedades ecológicas mediante la utilización de la especie herbácea *centrosema macrocarpum* en los suelos de bosque seco tropical degradados en la universidad francisco de paula Santander seccional Ocaña. Colombia (Trabajo de grado). Universidad santo Tomás, seccional Bucaramanga, Colombia.

- Sanabria, C. E., & Ávila, C. Y. (2015). Producción de follaje de la especie botón de oro (*tithonia diversifolia*) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal (Trabajo de grado). Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD.
- Sánchez. (2005). Estrategias Modernas para la conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical. Corpoica, 69-80.
- Segura, F., Echeverri, R., & Mejía, A. (2008). De lignificación Selectiva del pasto *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides* usando Basidiomicetos *Ligninolíticos*. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica, 15(1), 41-50.
- Sena Regional Caldas. (2010). Ensilaje como elección para la Nutrición Bovina. Desarrollos Tecnológicos e innovadores Biotecnología Industrial. Recuperado de <http://biotecnologia1tecnoparque.blogspot.com>
- Silveira, P. E., y Franco, F. R. (2006). Conservación de forrajes, segunda parte. Electrónica de Veterinaria REDVET, 7(11), 1-37.
- Suárez, H. L., Barrera, Z. R., y Forero, S. A. (2016). Evaluación de alternativas de secado en el proceso de elaboración de harina de lombriz. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 17 (1) ,55-71.
- Suárez, M. A. (2016). Evaluación de la Producción de Metabolitos en el proceso de Ensilaje a partir de Bagazo de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (Trabajo de Posgrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Suárez, X. (2007). Caracterización botánica de clones de king grass (*Pennisetum purpureum*). Empleo de descriptores morfológicos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 41(4), 385-390.
- Tobía, C., y Vargas, E. (2000). Inóculos Bacterianos: una alternativa para mejorar el proceso fermentativo en los ensilajes tropicales. Nutrición Animal Tropical, 6(1), 29-142.
- Urdaneta, J., y Borges, J. (2013). Características organolépticas, fermentativas y nutricionales de ensilajes Mixtos de *Pennisetum spp. Hybridum*.
- Uribe, L. M. (2011). Sistema de Conservación de Pastos y Forrajes mediante técnicas de ensilaje y henificación para alimentación de ganado vacuno en el rancho 7 up, south dakota, usa (tesis de grado). Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia.
- Urrutia, M. J., & Meraz, E. O. (2004). Elaboración de ensilaje de buena calidad: San Luis Potosí. C.

- Valencia, C. A., Hernández, B. A., y López, L. (2011). El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? Revista de divulgación Científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana, 24(2).
- Valencia, R. A. (2016). Los Ensilajes: Una Mirada A Esta Estrategia De Conservación De Forraje Para La Alimentación Animal En El Contexto Colombiano (Trabajo de grado: Monografía). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Valverde, B. H. (2011). Cultivando Pastos Asociados. Perú: Antamina.
- Van Soest, P.J. and J.B. Robertson. (1985). Analysis of forrage and fibrous foods. A laboratory manual for animal science. Cornell University, 503
- Véliz, P. H. (2014). Efecto de tres Abonos Orgánicos sobre el Rendimiento y precocidad de la Cosecha en el Cultivo de Sábila. Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar, Zacapa, Guatemala.
- Villa, A., Meléndez, A., Carulla, J., Pabón, M., y Cárdenas, E. (2010). Estudio Microbiológico y Calidad Nutricional del ensilaje de Maíz en dos eco regiones de Colombia. Colombiana de Ciencias Pecuarias, 23(1), 65-77.
- Vega, M. J. (2012). Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola (Trabajo de licenciatura). Pontificia universidad católica del ecuador, facultad de ciencias exactas y naturales, escuela de ciencias químicas. Quito- Ecuador.
- Verdecía, D. M., Ramírez, J., Pascual, L., y López, Y. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum cv. Tanzania*. Revista electrónica de Veterinaria, 9(5), 1-9.
- Zapata, C. Á., & Vargas, S. J. (2014). Botón De Oro: Manual Para Su Establecimiento Y Manejo En Sistemas Ganaderos. Universidad de Caldas. 1-26.
- Zavaleta, C. M., Sosa, R. E., Pérez, R. J., y Góngora, P. R. (2013). Establecimiento de Cultivares *Pennisetum* una alternativa para la Ganadería en Quintana Roo. Instituto Nacional de Investigadores Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto para Productores, (1), 1-32.