



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de grado de carácter complejo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Estudio de los macroelementos secundarios (Calcio, Magnesio y
Azufre) en la calidad nutricional del pasto Saboya (*Megathyrsus
maximus*)”

AUTORA:

Kimberly Yuleen Lúa Goyes

TUTOR:

Ing. Agr, Gustavo Adolfo Vásconez Galarza. Msc

Babahoyo- Los Ríos- Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



Componente práctico de carácter Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Estudio de los macroelementos secundarios (Calcio, Magnesio y
Azufre) en la calidad nutricional del pasto Saboya (*Megathyrsus
maximus*)”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agro. Marlon López Izurieta, MSc
PRESIDENTE

Ing. Darío Dueñas Alvarado, MBA
VOCAL

Ing. Emma Lombeida García, MBA
VOCAL

La responsabilidad por la Investigación análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen Complexivo son de exclusividad del autor.

KIMBERLY YULEEN LÚA GOYES

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye mi hermano. Me formaron con reglas y con ejemplos de vida, pero al final de cuentas, las mismas que me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios porque nos dio el don de la perseverancia para mi meta.

A mis padres Msc. Ángel Lúa Enderica y Lcda. Gleris Goyes Castillo, por sus orientaciones y apoyo constante

A la universidad que nos abrió sus puertas para ser mejores personas y buenos profesionales.

A los catedráticos que con el pasar de los años se convirtieron en mi ejemplo a seguir, en especial a mi tutor Ing. Agr, Gustavo Adolfo Vásconez Galarza. Msc

RESUMEN

Los pastos son considerados como plantas gramíneas o leguminosas que se cultivan con la finalidad de alimentar al ganado. Muchos de estos presentan un alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales, los cuales les permiten ganar peso, carne y en muchos de los casos obtener derivados de calidad como leche, queso, etc. Los pastos resisten al pisoteo constante y buena capacidad de rebrote. En el Ecuador la superficie de labor agropecuaria en el 2016 fue de 5,39 millones de hectáreas, la mayor superficie de este suelo está destinada al cultivo de pastos con un 42,6%. Es considerada como una gramínea tropical perenne, siendo de gran importancia en el sector agropecuario debido a que presenta tolerancia a sequías, mantiene una alta cantidad nutricional, excelente palatabilidad y digestibilidad. El pasto Saboya puede ser cultivado en América del Sur, debido a que tiene la capacidad de adaptarse a tipos de suelos con niveles de fertilidad alta y media. Por lo tanto, podemos decir que la abundante producción forrajera es una de las particularidades del pasto Saboya, siempre que presente las condiciones óptimas y propicias. Durante el proceso de conservación el pasto mantiene su valor nutritivo permitiendo que el animal lo aproveche muy bien. Para obtener un pasto de buena calidad es fundamental desarrollar las diferentes labores culturales, siendo unos de los principales la fertilización que favorecerá el desarrollo, crecimiento, contenido nutricional y la adaptabilidad. La fertilización en el pasto Saboya se basa en un programa nutricional fundamentada en sus ciclos vegetativos. De esta manera los nutrientes que de disponen en el suelo cumple una función específica en el pasto. Entre los macronutrientes esenciales aprovechados por el pasto saboya durante sus, primeras etapas vegetativa tenemos el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio. Por lo tanto, estos pueden estar en exceso y deficiente en el suelo, en el caso de los macronutrientes secundarios juegan un papel fundamental en la fertilización del pasto saboya, participando en el desarrollo, rendimiento y contenido proteico.

Palabras claves: Pasto, Saboya, macronutrientes, rendimiento, nutrición.

SUMMARY

Pastures are considered as grass or legume plants that are cultivated for the purpose of feeding livestock. Many of these have a high content of proteins, carbohydrates and minerals, which allow them to gain weight, meat and in many cases obtain quality derivatives such as milk, cheese, etc. The grasses have resistance to constant trampling and good regrowth capacity

In Ecuador, the agricultural work area in 2016 was 5.39 million hectares, the largest area of this soil is used for the cultivation of pastures with 42.6%. correspond to cultivated and natural pastures. It is considered a perennial tropical grass, being of great importance in the agricultural sector due to its tolerance to droughts, it maintains a high nutritional quantity, excellent palatability and digestibility. Savoy grass can be cultivated in South America, because it has the ability to adapt to types of soils with high and medium fertility levels. Therefore, we can say that the abundant forage production is one of the peculiarities of Savoy grass, provided that it presents the optimal and favorable conditions. During the conservation process the grass maintains its nutritional value allowing the animal to take advantage of it very well. To obtain a good quality grass, it is essential to develop the different cultural tasks, one of the main ones being fertilization that will favor development, growth, nutritional content and adaptability. Fertilization in Savoy grass is based on a nutritional program based on its vegetative cycles. In this way, the nutrients that are available in the soil fulfill a specific function in the pasture.

Among the essential macronutrients used by savoy grass during its first vegetative stages we have nitrogen, phosphorus, potassium, sulfur, calcium and magnesium. Therefore, these can be in excess and deficient in the soil, in the case of secondary macronutrients they play a fundamental role in the fertilization of savoy grass, participating in the development, yield and protein content.

Keywords: Pasture, Savoy, macronutrients, yield, nutrition.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN.....	VI

SUMMARY	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Descripción del problema.....	4
2.2. Preguntas de investigación.....	4
2.3. Origen y descripción del Pasto Saboya (<i>Megathyrus maximus</i>).....	5
2.4. Taxonomía del pasto Saboya.....	5
2.5. Descripción morfológica del Pasto Saboya.....	6
2.6. Condiciones climáticas	7
2.7. Calidad nutricional del Pasto Saboya.....	7
2.8. Fertilización de las pasturas	8
2.9. Macroelementos secundarios	9
2.9.1. Magnesio Mg.....	9
2.9.1.1. Función del Magnesio en la Planta.....	10
2.9.1.2. Deficiencia de Magnesio.....	11
2.9.2. Calcio.....	11
2.9.2.1. Movimiento del Calcio en la planta	11
2.9.3. Deficiencia de Calcio.....	12
2.9.4. Azufre	12
2.9.5. Deficiencia de Azufre.....	12
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Evaluación de la información	13
3.2. Desarrollo del caso.	14
3.3. Situaciones detectadas.....	15
3.4. Soluciones planteadas.	16
IV. CONCLUSIONES	16
V. RECOMENDACIONES.....	17
VI. BIBLIOGRAFÍA	18

I. INTRODUCCIÓN

Los pastos son considerados como plantas gramíneas o leguminosas que se cultivan con la finalidad de alimentar al ganado. Muchos de estos presentan un alto contenido de proteínas, carbohidratos y minerales, los cuales les permiten ganar peso, carne y en muchos de los casos obtener derivados de calidad como leche, queso, etc. Los pastos presentan resisten al pisoteo constante y buena capacidad de rebrote.

En el Ecuador La superficie de labor agropecuaria (cultivos permanentes, transitorios y barbecho, pastos naturales y cultivados) en el 2016 fue de 5,39 millones de hectáreas, la mayor superficie de suelo cultivable está destinada a pastos cultivados con un 42,6%. Entre las provincias Manabí es quien lidera las provincias con mayor superficie de labor agropecuaria; de las cuales 765.625 has. corresponden a pastos cultivados y naturales.¹

El pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) es una planta nativa del África tropical, la cual por muchos años ha sido cultivada en América del Sur. Es considerada como una gramínea tropical perenne, siendo de gran importancia en el sector agropecuario debido a que presenta tolerancia a sequías, mantiene una alta cantidad nutricional, excelente palatabilidad y digestibilidad. En épocas de producción y debido a su crecimiento, puede utilizarse para corte o ensilaje (González 2017).

En la actualidad los principales factores que afectan al pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) es el uso de variedades no mejoradas, incidencia de plagas y enfermedades, rendimiento y principalmente las labores culturales como la fertilización; generando una baja producción, reducción del contenido proteico, poco apetecible, susceptibilidad y finalmente crisis alimentaria en el sector pecuario. Por lo tanto, es fundamental realizar un análisis de suelo que

¹ ESPAC: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. (2016)
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf

determinar el porcentaje de nutrientes para establecer un programa de fertilización y requerimiento nutricional del pasto Saboya.

Con respecto a la influencia que general los macroelementos, se puede indicar que al momento de realizar un análisis foliar los macroelementos secundarios son los que se encuentran en elevadas concentraciones en las plantas, como en el caso del calcio, magnesio y azufre. El Ca es de muy poca movilidad en la planta y es responsable del movimiento de otros elementos dentro en el sistema. A su vez la clorofila es una de las tareas más importantes del magnesio en el metabolismo vegetal. Mientras que el azufre colabora, como el nitrógeno en la construcción de aminoácidos y en el plasma celular (Del Rey 2019).

La calidad o valor nutricionales se refiere a una serie de conceptos, entre los cuales se pueden mencionar: digestibilidad, proteína cruda, eficiencia energética entre otros. La calidad de los forrajes y alimentos fibrosos varía de acuerdo con diversos factores. La planta conforme crece y madura declina su valor nutritivo, estas alteraciones son causadas por cambios en su composición química incrementándose su lignificación y reduciendo el número de hojas (Rodríguez 2009).

Los argumentos mencionados despiertan el interés de recopilar información fundamentada Influencia de los macroelementos secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre) en la calidad nutricional del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*). Con la finalidad de brindar información necesaria que determine la importancia de los macroelementos en el pasto Saboya.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Analizar cómo influyen los macroelementos secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre) en la calidad nutricional del pasto saboya (*Megathyrus maximus*).

1.1.2. Objetivos específicos

Describir el manejo adecuado de los macroelementos secundarios en el pasto saboya (*Megathyrus maximus*).

Determinar los efectos de nutrición obtenidos en pasto saboya con deficiencias de macroelementos secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción del problema

El desconocimiento de los programas de fertilización y la importancia de los macroelementos secundarios es el principal problema durante los ciclos vegetativos de los pastizales, ya que interfieren en la producción y contenido nutricional que requiere el ganado, por lo cual es importante compensar los nutrientes del suelo. Es fundamental desarrollar un análisis de suelo y a través de su estudio, generar un programa de fertilización con las dosis correctas y determinando la fisiología del pasto Saboya. A su vez debe presentar una positiva relación costo beneficio. De esa manera permitiremos la estabilidad y productividad del pastizal.

Existen factores ambientales que suelen interferir en el crecimiento de la planta como es la humedad, temperatura, composición química del suelo. Es necesario recalcar que las problemáticas de la fertilización se generan por el uso incorrecto del fertilizante, ocasionando deficiencia nutricional, salinidad, toxicidad. Por lo tanto, es fundamental conocer cómo influyen los macroelementos para obtener un cultivo fisiológicamente apto y eficiente.

2.2. Preguntas de investigación

Realizando un análisis nutricional edáfico ¿Se podría ejecutar un programa de fertilización que beneficiaría al desarrollo del cultivo y producción?

¿Qué porcentaje de deficiencia de los macroelementos secundarios ocasiona el bajo rendimiento y calidad nutricional del pasto Saboya?

¿Cuándo se realiza la fertilización de macroelementos secundarios de forma adecuada, el pasto saboya es menos susceptible al ataque de plagas y enfermedades?

¿Qué problemas generan la composición física y química del suelo en la

fertilidad?

2.3. Origen y descripción del Pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*).

El pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*, Jacq.) es “nativo de África, y actualmente se encuentra distribuido y naturalizado en los trópicos” El pasto Guinea se cultiva ampliamente en América del Sur, se adapta a suelos de mediana a alta fertilidad. A su vez el pasto Guinea se puede utilizar para pastoreo directo, corte manual o mecanizado, se puede usar para henificación y ensilaje, y que se puede asociar con leguminosas, obteniendo con esas asociaciones un banco de proteína necesario para la alimentación animal (Tovar 2016).

El aprovechamiento eficiente del pasto podría satisfacer gran parte de las necesidades nutritivas del ganado. Entre los recursos forrajeros de elevada productividad y amplia difusión se encuentra el (*Megathyrsus maximus*), que es una gramínea que se adapta a diferentes tipos de suelos, aunque con alto potencial de producción, no siempre ha dado los beneficios esperados (Álvarez et al. 2016).

2.4. Taxonomía del pasto Saboya.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Género: *Megathyrsus*

Especie: *M. maximus* (Herrera 2015).

2.5. Descripción morfológica del Pasto Saboya.

Bonilla (2016) expresa que el pasto saboya son plantas perennes que forma macollas, pueden alcanzar hasta 3 m de altura y de 1 a 1.5 m de diámetro de la macolla. Los tallos son erectos y ascendentes con una vena central pronunciada. La inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas y ocasionalmente tienen rizomas, esto confiere cierta tolerancia a la sequía.

Cunalata (2019) indico que el pasto saboya tiene un crecimiento recto al inicio de su desarrollo, posteriormente crece lateralmente al desplegar nuevos macollos. Los tallos son fibrosos y se engrosan con el desarrollo. Presentan hojas divididas en lámina y vaina que envuelve al tallo, unidas por un apéndice membranoso llamado lígula. Están dispuestas en dos hileras sobre el tallo, ascendentes y planas, tienen venación paralela, alcanzan de 0,30 a 0,90 m de longitud y de 10 a 30 mm de ancho y están cubiertas por vellosidades.

Pérez (2019) manifiesta que el pasto saboya es una planta de unos 2.50 m de altura, de crecimiento erecto y matoso sus hojas son lanceoladas de 25 a 80 cm de largo y de 8 milímetro de ancho, las cuales se vuelven ásperas con la edad. La panícula o parte floral tiene 30 a 60 cm de largo con varias ramificaciones, donde se encuentran las semillas de 3 a 4 mm de largo. El sistema radicular es fino y bien ramificado. La mayoría de las raíces están concentradas en la capa superior del suelo, lo que ayuda para un rápido desarrollo con ligeras lluvias o riegos. Es el más abundante en la costa del Ecuador con una representación de más del 80%.

Cerdas y Vallejos (2012) citado por Cunalata (2019) indica que la inflorescencia es una panícula en forma de racimo de entre 0,20 a 0,60 m de largo, compuesta por muchas espiguillas pediceladas y flores pequeñas recubiertas por una bráctea. El fruto es una carióspside o grano generalmente de baja germinación y calidad debido a la presencia de dormancia por lo que la germinación promedio es de un 10%. Esta dormancia es el resultado de la presencia de embriones inmaduros, impermeabilidad de la cubierta, presencia

de inhibidores y restricciones mecánicas que impiden el desarrollo del embrión y de la raíz. Las semillas surgen luego de 28 a 36 días después de la aparición de las inflorescencias y fácilmente se desprenden de la panícula, disminuyendo la producción de semillas por pérdida de material.

2.6. Condiciones climáticas

Poveda (2015) manifiesta que esta especie no tolera periodos prolongados de sequía o encharcamiento, crece desde el nivel del mar hasta los 1.100 metros de altura, prefiriendo los suelos de mediana a alta fertilidad. Presenta buena recuperación después de la quema y es tolerante a la sombra. Es un pasto que se cultiva fácilmente en suelos de textura liviana y media. Se describe la especie como resistente a plagas y enfermedades; a pesar, pero los rebrotes tiernos presentar eventualmente ataques de falsa langosta (*Spodoptera frugiperda*).

Astudillo (2014) menciona que el pasto saboya prefiere los suelos de textura media o suelta. No se adapta a terrenos anegadizos o mal drenados; soporta suelos de reacción ácida. Para su buen desarrollo requiere de suelos fértiles. Se adapta particularmente a los terrenos quebrados (montañas de Chone y Esmeralda) y de los bosques húmedos.

2.7. Calidad nutricional del Pasto Saboya

Gaibor (2011) detalla que el pasto saboya como en la mayoría de las gramíneas, la calidad disminuye con la edad. La proteína cruda varía de 11% a las doce semanas de edad hasta 5.5% con cortes a los tres meses. La disminución en la calidad nutritiva de este pasto es más acentuada en época seca. La digestibilidad in vivo de pasto saboya es alta, en comparación con la de otras gramíneas tropicales. En promedio es de 70% con pequeñas fluctuaciones entre épocas lluviosa y seca.

González (2017) indica la capacidad de aportar proteínas por parte de los forrajes es también un parámetro de calidad. Las proteínas están constituidas,

en promedio, por un 16 % de Nitrógeno. De tal forma que si se conoce la cantidad de éste que posee un alimento se puede inferir su contenido proteico. Los análisis se basan en este criterio para realizar las determinaciones. Una vez evaluado el contenido nitrogenado se multiplica el valor obtenido por 6.25, para transformar ese 16 % de nitrógeno en cantidad de proteína.

Moran (2019) detalla que existen tres factores sustanciales que influyen en el valor nutritivo de las especies forrajeras, tales como: fertilidad del suelo, condiciones climáticas, edad fisiológica de la planta y al manejo que está sometida. De tal modo que a medida que madura la planta, pierde valor nutritivo y su digestibilidad especialmente con lo que tiene que ver con su contenido proteico y de fósforo.

2.8. Fertilización de las pasturas

Malave (2019) menciona que las plantas son el reflejo del suelo donde crecen y los bovinos son el producto del pasto que consumen. Si el suelo no cuenta con todos los elementos nutritivos que las plantas necesitan para elaborar y formar su materia orgánica, estas padecerán de carencias que repercutirán en su propio desarrollo produciendo enfermedades carenciales o metabólicas en el animal que las consume. La fertilización consiste en cubrir la diferencia entre los nutrientes requeridos por los pastos y los nutrientes disponibles en el suelo.

Cerdas (2011) indica que entre los beneficios de fertilizar forrajes se pueden observar un incremento en el contenido de nitrógeno (proteína), digestibilidad, altura de la planta, densidad, relación hoja-tallo y mayor producción de biomasa. Además, se obtiene un ligero incremento en el consumo (Guerrero, 1993) y en la producción de carne y leche, si se fertiliza y no se aumenta la carga animal para aprovechar la biomasa producida, los beneficios económicos de esta práctica son pocos en la producción de carne y leche. Los fertilizantes solo se deben suplir cuando el suelo tenga suficiente humedad en la época lluviosa y la planta se encuentre en crecimiento activo y los pastos se diferencian de otras plantas, porque casi siempre se encuentran en crecimiento debido a su adaptación al continuo consumo por el animal.

López et al. (2019) indica que, si la demanda de un nutrimento es mayor que el suministro, se produce un déficit lo que es necesario suplir con la fertilización y cuando la demanda es menor que el suministro, se aplicará una dosis mínima para mantener la fertilidad del suelo y el rendimiento del pasto (basado en criterios agronómicos y experiencia regional). Se entiende por demanda de un cultivo a la cantidad de un nutrimento que debe estar presente en los tejidos de la planta en cada etapa fenológica para que no sea un factor restrictivo y afecte negativamente el crecimiento y rendimiento de la misma depende de la biomasa aérea que puede producir un cultivo en su agroecosistema y de la concentración óptima del nutrimento contenido en ella medida al momento de la cosecha.

2.9. Macroelementos secundarios

Álvaro (2019) expresa que los macronutrientes se pueden definir como los elementos necesarios en grandes cantidades para asegurar el crecimiento y la supervivencia de las plantas. Es importante afirmar que la presencia de una cantidad suficiente de elementos nutritivos en el suelo no asegura por sí misma la correcta nutrición de las plantas, ya que estos elementos se tienen que encontrar en una forma asimilable los cultivos y haya un correcto desarrollo de esta. Dentro de ellos, existen dos grupos: elementos primarios (N, P, y K) y secundarios (Ca, Mg y S).

Rodríguez y Flores (2004) manifiestan que los elementos esenciales para las plantas son 17 incluyendo O, H y C provenientes de H₂O, CO₂ y aire, los demás corresponden a los nutrientes minerales, los cuales, según la cantidad absorbida por la planta, se clasifican en macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes son nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, los cuales se encuentran en el tejido de las plantas en concentraciones superiores a 0,1%, con base en la masa seca.

2.9.1. Magnesio Mg

Zambrano (2012) menciona que este nutriente ha recibido mucha atención en los últimos años desde que se consideró su utilización en los programas de fertilización para forrajes. La razón principal de esto es el marcado incremento en las dosis de fertilizantes con K en los forrajes más productivos. Al aumentar la fertilización potásica se reduce la absorción de magnesio por las plantas, a menudo induciendo una deficiencia de este elemento. Es cierto que la deficiencia de Mg puede reducir el rendimiento; tal vez lo más importante es que un bajo contenido de Mg en el forraje puede ocasionar problemas de salud a los animales que se alimentan de ello. La enfermedad “tétano de la grama” es relacionada con la deficiencia de magnesio en la dieta de los rumiantes.

Summers (s.f.) detalla que el Magnesio (Mg) ocupa la posición central de la molécula de la clorofila. La clorofila es un pigmento verde de la planta que interviene en la producción de materia orgánica utilizando la energía solar. De hecho, un adecuado suministro de Mg a las plantas intensifica claramente la actividad fotosintética de las hojas. Uno de los papeles más importantes del Magnesio es el que desarrolla en la formación de proteínas. Con frecuencia suele encontrarse Magnesio (Mg) en algunos suelos salinos y alcalinos, así como en los que presentan un alto contenido en carbonato magnésico.

2.9.1.1. Función del Magnesio en la Planta

Álvaro (2020) manifiesta que el magnesio es un elemento fundamental para las plantas ya que ejerce varias funciones sobre ellas. La planta sólo absorbe el ion Mg^{2+} y esta asimilación se puede hacer tanto aportada en riego (fertiirrigación) y posterior absorción radicular como en aporte foliar, a través de la penetración vía epidermis por las hojas.

Las principales funciones del magnesio son:

- Es un elemento básico en la molécula de clorofila por lo que interviene en el verdor de la planta.
- Interviene en la síntesis y formación de proteínas ya que, por ejemplo, los carotenos y xantofilas de las plantas necesitan magnesio para cumplir determinados metabolismos básicos de la planta.

- Reduce la transferencia de carbohidratos de las hojas y tallos de la raíz. Este aspecto hay que tenerlo muy en cuenta en determinados cultivos como por ejemplo la patata o remolacha entre otros.

2.9.1.2. Deficiencia de Magnesio

Rizo (2010) indica que un nivel elevado de potasio en el suelo puede causar la deficiencia de magnesio, ya que éstos son elementos antagonistas. Es decir, si hay mucho potasio en el suelo, la cantidad de magnesio que la planta puede absorber es limitada, aún si hay cantidades suficientes de magnesio en el suelo. Los síntomas son reflejados en las hojas viejas. En hojas viejas con un amarillamiento entre los nervios y los bordes, lesiones cloróticas fuertes entre las nervaduras, a veces color violeta, también se forma un triángulo verde se forma en la base y las hojas de abajo son las más afectadas.

2.9.2. Calcio

Álvaro G. J (2020) manifiesta que el calcio es un macronutriente secundario (como el magnesio y el azufre) que juega un papel muy importante en nuestros cultivos ya que es esencial para las plantas y además es el principal responsable de crear y mantener la estructura de los suelos agrícolas. Tiene gran influencia en el aprovechamiento de otros nutrientes, afecta a la calidad, no sólo de la planta sino también de los frutos. Interviene en cierta medida en la salud de la planta ya que contribuye al desarrollo y crecimiento del sistema radicular, así como de la parte aérea. Está relacionado con la formación de la rizosfera y con los microorganismos que habitan en el suelo. Juega un rol muy importante en la estructura del suelo. Es un factor determinante en la calidad y cantidad de las cosechas.

2.9.2.1. Movimiento del Calcio en la planta

El Ca del suelo proviene principalmente de los minerales del suelo y sus formas estables forman parte del complejo-arcillo-húmico. Parte del Ca del suelo, se pierde por erosión y lixiviación; otra parte puede estar bloqueado por otros elementos o por causa del pH o en formas de baja solubilidad. Las plantas aprovechan aproximadamente un 3% del ion Ca^{2+} del suelo. El Ca se transporta

solamente desde la zona más joven de la raíz: su transferencia al tejido vascular cesa donde se deposita suberina en la endodermis, es decir, el Ca se mueve predominantemente por vía apoplástica (Arvensis Agro 2017).

2.9.3. Deficiencia de Calcio

Miguel (2016) indica que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes y en la fruta, porque tienen una tasa de transpiración muy baja. Por lo tanto, es necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo. La deficiencia del calcio es generalmente causada debido a una baja disponibilidad del calcio o debido a un estrés hídrico que tiene como resultado bajas tasas de transpiración. Los síntomas de deficiencia del calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes e incluyen hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta.

2.9.4. Azufre

Una de sus principales funciones, es la síntesis de aminoácidos (cisteína, cistina y metionina). También participa en la formación de clorofila y síntesis de vitaminas. Otras funciones tienen que ver con la formación de glucósidos, ferredoxinas y la participación en la actividad de la ATP sulfurilasa. Se habla de una relación nitrógeno: azufre de 10:1 en tejido vegetal para que los cultivos logren un desarrollo normal. Para mantener estos niveles en rangos normales el productor debe asegurarse mediante un análisis de suelo del nivel de suficiencia del azufre en el suelo (Fertilab s.f.).

2.9.5. Deficiencia de Azufre

El azufre interviene en la formación de proteínas y clorofila, por lo que, una deficiencia de azufre va a presentar síntomas muy similares a los producidos por el nitrógeno. Debido a que este nutriente tiene una movilidad intermedia dentro del sistema de la planta, los síntomas van a empezar a notarse principalmente en las hojas jóvenes y van a progresar con el paso del tiempo

hacia las hojas más viejas, lo que hace que las plantas presenten clorosis generalizada de las hojas afectadas adquiriendo un color verde pálido o amarillento. Se diferencian de los síntomas del nitrógeno en que estos últimos comienzan en las hojas más bajas o viejas y no en las nuevas (Álvaro G. J 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Evaluación de la información

Para realización de este documento fue fundamental investigar tesis experimental, artículos de revista y documentales referentes al tema desarrollado. De la misma manera se establecieron interrogantes y objetivos los mismos que fueron respondidos en base a metodologías críticas y analíticas lo que favoreció la elaboración del documento.

3.2. Desarrollo del caso.

El pasto Saboya puede ser cultivado en América del Sur, debido a que tiene la capacidad de adaptarse a tipos de suelos con niveles de fertilidad alta y media. Es utilizado para pastoreo directo es decir como alimento para el sector ganadero, el corte puede ser de manera manual o mecanizado, puede asociar con leguminosas con la finalidad de poder brindar un contenido de proteína necesario para la alimentación animal.

El consumo eficiente del pasto saboya puede satisfacer las insuficiencias nutritivas que presente el ganado. Por lo tanto, podemos decir que la abundante producción forrajera es una de las particularidades del pasto Saboya, siempre que presente las condiciones óptimas y propicias. Mientras que en la temporada lluviosa, cuando existe la mayor producción una de las alternativa es la conservación del forraje por el método del ensilaje. Es necesario cosechar el pasto saboya con el mayor contenido de proteína, rendimiento y digestibilidad. Durante el proceso de conservación el pasto mantiene su valor nutritivo permitiendo que el animal lo aproveche muy bien.

Para obtener un pasto de buena calidad es fundamental desarrollar las diferentes labores culturales, siendo unos de los principales la fertilización que favorecerá el desarrollo, crecimiento, contenido nutricional y la adaptabilidad. Entre ellos se encuentran los macroelementos secundarios como el (Calcio, Magnesio y Azufre) que participan en la calidad nutricional del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*). Los cuales deben ser incorporados para favorecer el contenido proteico y rendimiento del pasto saboya.

3.3. Situaciones detectadas

La fertilización en el pasto Saboya se basa en un programa nutricional fundamentada en sus ciclos vegetativos. De esta manera los nutrientes que de disponen en el suelo cumple una función específica en el pasto. Los suelos dedicados al pastoreo pueden presentar un déficit de nutrientes o poca fertilidad por la extracción de los nutrientes a largo de los años. Por lo tanto, cuando se utilizan pastos y forrajes de altos rendimientos también se genera desgaste de los nutrientes.

Los nutrientes esenciales aprovechados por el pasto saboya durante sus primeras etapas vegetativa son denominados macronutrientes entre ellos se encuentra el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio. Por lo tanto, estos pueden estar en exceso y deficiente en el suelo, en el caso de los macronutrientes secundarios juegan un papel fundamental en la fertilización del pasto saboya, participando en el desarrollo, rendimiento y contenido proteico.

Cuando existe un mal manejo adecuado de los macroelementos secundarios en el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) las raíces no se desarrollan y presentan un desarrollo a menudo deforme. Cada macroelemento secundario juega un papel fundamental, siendo así el caso del magnesio (Mg) que al presentar el pasto una deficiencia de este nutriente llega a reducir el rendimiento; y más importante es que cuando existe un bajo contenido de Mg en el pasto puede ocasionar problemas de salud, aparición de enfermedades al ganado que se alimentan.

De la misma manera el calcio en los pastos tiene gran influencia en el aprovechamiento de otros nutrientes, su deficiencia puede afectar a la calidad, no sólo de la planta, también la calidad nutricional del ganado. En mucho de los casos contribuye al desarrollo y crecimiento del sistema radicular, así como de la parte aérea. Por lo tanto, determinar los efectos de nutrición obtenidos en pasto saboya con deficiencias de macroelementos secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre) es imprescindible durante el desarrollo del cultivo.

3.4. Soluciones planteadas.

Es necesario aplicar los nutrientes en el pasto saboya en la época adecuada, de forma correcta y en el momento programado con la finalidad de que los macroelementos secundarios como el Magnesio, Calcio y Azufre puedan ser aprovechables. De la misma manera es necesario realizar análisis de suelo, para desarrollar los programas de fertilización y conocer que macroelemento se encuentra deficiente en el suelo.

La incorporación de macroelementos mejorar el déficit nutricional existente en los suelos mejorando la producción y rendimiento del pasto Saboya. Mientras los suelos pastoriles mejorarían el déficit de carencia del macroelemento y el cultivo de pasto saboya se desarrollará fisiológicamente de forma correcta.

En el pasto puede presentarse un desbalance nutricional, ocasionado por aquellos elementos que se aprovechan en mayor porcentaje, pero poco se reponen, lo cual podemos llamar como un balance negativo en los pasto y forrajes. La fertilización va de la mano con las demás actividades desarrolladas en los pastizales, la cual dependerá de tipo de suelo, población del ganado, ciclo vegetativo del pasto y condiciones climáticas que se presenten en determinadas zonas. Por lo tanto, realizar las fertilizaciones en el momento preciso es lo primordial cuando se quiere satisfacer la carga animal y contar con pasto de nutritivos y de buena calidad.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación desarrollada y analizada se concluye lo siguiente.

1. Cada nutriente cumple una función esencial en el pasto Saboya desde el crecimiento y desarrollo hasta la elaboración de proteína y fundamental para la alimentación del ganado. Por Lo cual es necesario aplicar los macronutrientes en condiciones óptimas, adecuadas para su correcto aprovechamiento.

2. La influencia de los macroelementos secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre) se presentan en la calidad nutricional del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*). Siendo fundamental el Calcio para el desarrollo y crecimiento del sistema radicular, así como de la parte aérea.

3. Para establecer programas de fertilización es fundamental conocer la deficiencia de los macronutrientes en pastos y forrajes. De esta manera se puede compensar el desbalance nutricional aplicando las dosis requeridas por el cultivo.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda.

1. Determinar alternativas que beneficien al aprovechamiento de los nutrientes, durante las diferentes etapas vegetativas del cultivo de pasto saboya, entre ella se puede mencionar el policultivo, asociando pastos con leguminosas favoreciendo de la misma manera al ganado.

2. Analizar el requerimiento nutricional de pasto Saboya en función a la carga animal establecida. Al tener una elevada población del ganado, el pasto demandara de mayores nutrientes para recuperarse y desarrollarse.

3. Evaluar el comportamiento agronómico del pasto saboya con diferentes niveles de Magnesio, Calcio y Azufre bajo variaciones de estrés hídrico y carga animal.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez; Vivas; Suarez. 2016. Componentes del rendimiento y composición química de *Megathyrsus maximus* en asociación con leguminosas -. 17:1-12.
- Alvaro. 2019. Macronutrientes del suelo. Publica (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://www.fertibox.net/single-post/macronutrientes-del-suelo>.
- _____. 2020. El magnesio y su importancia en el crecimiento vegetal. Publica (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://www.fertibox.net/single-post/magnesio-agricultura>.
- Alvaro G. J. 2020. El azufre y su importancia en el crecimiento vegetal. Publica (en línea, sitio web). Consultado 1 sep. 2020. Disponible en <https://www.fertibox.net/single-post/azufre-agricultura>.
- _____. 2020. El calcio y su importancia en el crecimiento vegetal. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 1 sep. 2020. Disponible en <https://www.fertibox.net/single-post/calcio-agricultura>.
- Arvensis Agro. 2017. Importancia del Calcio en las plantas - Arvensis Agro. Publica (en línea, sitio web). Consultado 1 sep. 2020. Disponible en <https://www.arvensis.com/blog/424-2/>.
- Astudillo, H. 2014. Determinación de la edad y la hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el *Panicum maximum* (pasto guinea) (en línea). Investigativo. Riobamba, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 118 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3769/1/17T1237.pdf>.
- Bonilla, C. 2016. Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de pastos en la zona del cantón Pueblo Viejo (en línea). Investigativo. Pueblo Viejo, Universidad Técnica de Babahoyo. 34 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3208/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cerdas, R. 2011. Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. 12:23.
- Cunalata, Y. 2019. Caracterización morfológica de pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.), en el cantón Babahoyo (en línea). Investigativo. Babahoyo, Universidad Técnica de Babahoyo. 50 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6138/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000191.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Del Rey, I. 2019. Análisis foliares | Macro elementos secundarios (en línea, sitio web). Consultado 6 ago. 2020. Disponible en <https://www.tiloom.com/analisis-foliares-macro-elementos-secundarios/>.
- Fertilab. s.f. Importancia del Azufre (S) en las Plantas (en línea). s.l., s.e. Consultado 1 sep. 2020. Disponible en <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Importancia%20del%20azufre%20en%20las%20plantas.pdf>.
- Gaibor, S. 2011. Comportamiento agronómico y valoración nutricional de la asociación de kudzu tropical (*Pueraria phaseloides*) con pasto saboya (*Panicum maximum*), y pasto *Brachiaria decumbens* (*Brachiaria decumbens*). (en línea). Investigativo. Quevedo, Universidad Estatal de Quevedo. 65 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2205/1/T-UTEQ-0245.pdf>.
- Gonzalez, K. 2017. Pasto Guinea Mombasa (*Panicum maximum*, Jacq) (en línea, sitio web). Consultado 6 ago. 2020. Disponible en <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/tipos-de-pastos/pasto-guinea-mombasa-panicum-maximum-jacq/>.
- _____. 2017. Valor nutricional de los pastos (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/valor-nutricional-los-pastos/>.
- Herrera, A. 2015. Pasto Saboya (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://prezi.com/vnlygxwf6nrz/pasto-saboya/>.
- Lopez; Guerrero; Ortega. 2019. Importancia de la fertilización en el manejo sustentable de pastos tropicales. :130-133.
- Malave, W. 2019. Valoración del contenido nutricional del pasto Saboya (*Panicum maximum jacq*) con diferentes niveles de fertilización y época de corte en la zona de Babahoyo - Provincia de Los Ríos (en línea). Investigativo. Babahoyo, Universidad Tecnica de Babahoyo. 58 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6744/TE-UTB-FACIAGING%20AGROP-000082.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Miguel. 2016. La importancia del calcio en los cultivos. | Cropbioscience. Publica (en línea, sitio web). Consultado 1 sep. 2020. Disponible en <http://cropbioscience.net/la-importancia-del-calcio-en-los-cultivos/>.
- Moran, C. 2019. Comparación de dos intervalos de Cortes del pasto Saboya (*Panicum maximum Jacq.*), en su rendimiento de biomasa y valor nutritivo (en línea). Investigativo. Babahoyo, Universidad Tecnica de Babahoyo. 45 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6157/TE-UTB-FACIAG-MVZ-000012.pdf?sequence=1>.
- Perez, E. 2019. Pasto Saboya (*Panicum Maximun*) - Fisiología Animal 2311 (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2020. Disponible en

<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-estatal-de-bolivar/fisiologia-animal/informe/pasto-saboya-panicum-maximun/4334120/view>.

- Poveda, J. 2015. Implantación de cuatro sistemas agrosilvopastoriles, en la comunidad San Cristóbal, parroquia Balsapamba, cantón San miguel, provincia Bolívar. (en línea). Investigativo. Guaranda, Universidad Estatal de Bolívar. 160 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1267/1/004.pdf>.
- Rizo, E. 2010. Síntomas visuales de deficiencia de nutrientes: magnesio y nitrógeno (en línea, sitio web). Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/sintomas-visuales-de-deficiencia-de-nutrientes-magnesio-y-nitrogeno/>.
- Rodriguez, M. 2009. Rendimiento y valor nutricional del pasto Panicum maximun cv. Mombaza a diferentes edades y alturas de corte. (en línea). Investigativo. Costa Rica, Instituto Tecnológico De Costa Rica. 41 p. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3946/Rendimiento%20y%20valor%20nutricional%20del%20pasto%20Panicum%20maximu%20n%20CV%20mombaza%20a%20diferentes%20edades%20y%20alturas%20de%20corte.pdf?sequence=1>.
- Rodríguez, M; Flores, V. 2004. Elementos esenciales y beneficiosos (en línea). s.l., s.e. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/143458034.pdf>.
- Summers, P. s.f. Importancia del Magnesio y el Azufre en una fertilización equilibrada (en línea). s.l., s.e. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <http://www.traderargentina.com.ar/Papa.pdf>.
- Tovar, C. 2016. Variables morfológicas y de composición nutricional en dos cultivares del pasto Megathyrsus maximus, jacq sometido a una altura y diferentes frecuencias de corte e intensidad lumínica en condiciones de sabanas de sucre, Colombia (en línea). Investigativo. Colombia, Universidad de Sucre. . Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/565/1/T633.202%20T736.pdf>.
- Zambrano, O. 2012. Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto saboya (Panicum maximun) con abonos orgánicos sólidos en época lluviosa (en línea). Investigativo. Quevedo, Universidad Estatal de Quevedo. 64 p. Consultado 31 ago. 2020. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2515/1/T-UTEQ-0095.pdf>.