

**Potencial de producción de nutrientes de *Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees,
con base en diferentes niveles de fertilización**

Danetzy Andrea Gómez Niño, Yeminson Dario Cristancho Jaimes

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Forestal

Director

Julián Mauricio Botero Londoño

PhD. en Ciencias Agrarias

Codirectora

Erika Mayerly Celis Celis

Química

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y de Educación a Distancia-IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Málaga

2019

Dedicatoria

A Dios por no dejarme vencer nunca y por demostrarme que cuando se quiere algo con el corazón se logra.

A mi mamita Ernestina y mi papito Freddy, porque gracias a ellos soy quien soy, por estar conmigo en las adversidades y ser siempre esa mano amiga que me impulsaba a salir adelante, los amo con todo mi corazón.

A mis hermanitos Emmanuel y Isabella, quienes son mi fuerza y mi gran orgullo, saben que siempre estaré para ustedes mis niños.

A mis amigos y familiares que de una u otra manera estuvieron para mí, aconsejándome y ayudándome a ser mejor persona.

A mis profesores, sin ellos no hubiese sido posible esto.

Danetzy Andrea Gómez Niño

Dedicatoria

A Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Blanca Lucia Jaimes y Jaime Dario Cristancho Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por su trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, pero más que nada, por su cariño incondicional.

A mi hermano Jesús David Cristancho Jaimes por su motivación, cariño, apoyo y para que veas en mí un ejemplo a seguir.

A Todos mis amigos los que están y los que no se encuentran conmigo, que compartieron momento único en este trayecto de mi Carrera.

A mi tío Cesar Libardo Cárdenas que desde el cielo me guía, y por ser siempre mi ejemplo a seguir.

A todos aquellos familiares tíos, primos, abuelos que creyeron en mí y me dieron su apoyo incondicional en cada momento.

Yeminson Dario Cristancho Jaimes

Agradecimientos

Toda nuestra gratitud a los docentes Julián Botero y Erika Celis por su guía, compañía y paciencia, con su ayuda y formación culminamos este trabajo.

A los ingenieros Dora Machuca, Luis Hernando Cordero, José Mariño y Herwin Ramiro Roa quienes siempre tuvieron una mano amiga con nosotros en nuestro proceso formativo, en la universidad.

A los docentes J. Andrés Rodríguez, Diego Suescún, y Edwin Basto, quienes gracias a su formación y paciencia nos ayudaron a culminar una etapa muy importante en nuestras vidas.

A todos los compañeros y familiares que apoyaron nuestro trabajo, quienes nos aportaron conocimientos y consejos durante nuestra etapa de estudiantes

Al señor Apóstol Jiménez y a los celadores de la universidad, quienes amablemente nos ayudaron para poder culminar nuestro proyecto de grado.

Tabla de Contenido

Introducción..... 21

1. Objetivos..... 22

1.1. Objetivo General 22

1.2. Objetivos Específicos 22

2. Marco Referencial 23

2.1. Marco Histórico..... 23

2.2. Marco Teórico 23

2.2.1. Trichanthera gigantea 23

2.2.1.1. Distribución Geográfica..... 25

2.2.1.2. Origen 26

2.2.1.3. Fenología..... 26

2.2.1.4. Distribución..... 26

2.2.1.5. Adaptación y tolerancia 27

2.2.1.6. Hojas 27

2.2.2. Variables agronómicas..... 27

2.3. Marco Conceptual 34

2.3.1. Producción de Semilla 34

2.3.2 Floreas 35

2.3.3. Frutos y Semillas 36

2.3.4. Usos 37

2.3.5 Propagación..... 37

2.3.6. Fertilización en forrajes 38

2.3.7. Sembrado y espaciamiento..... 39

2.3.8. Labores culturales y cuidado del yátago 39

2.3.9. Enfermedades 40

2.3.10. Cosecha y recolección 40

2.3.11. Rendimiento 41

2.3.12. Conservación 42

2.4. Marco legal 43

3. Procesos Metodológicos 44

3.1. Ubicación 44

3.2. Análisis de suelos 45

3.2.1. Análisis químico 45

3.3. Composición inicial de nutrientes 46

3.4. Período Experimental 46

3.5. Establecimiento de forrajes 46

3.6. Diseño experimental 47

3.7. Cortes..... 47

3.8. Tratamientos..... 47

3.9. Fertilizantes 48

3.9.1. Niveles de fertilización 49

3.10. Recolección de muestras de tejido vegetal 50

3.11. Variables experimentales 51

3.11.1. Rendimiento y parámetros agronómicos 51

3.11.2. Ancho, largo y peso de hoja madura 51

3.11.3. Tallos por planta 51

3.11.4. Altura de la planta al corte 52

3.11.5. Producción de biomasa 52

3.11.6. Valor nutricional..... 52

3.11.7. Minerales..... 52

3.12. Análisis de laboratorio 52

3.12.1. Análisis bromatológico 53

3.12.2. Análisis de Proteínas..... 53

3.13. Análisis estadístico 53

4. Resultados..... 54

4.1. Análisis de Suelos 54

4.2. Variables agronómicas 55

4.3. Variables de Valor Nutricional 58

4.3.1. Materia seca (MS) 59

4.3.2. Proteínas..... 60

4.3.3. Carbohidratos..... 62

4.3.4. Rumiantes..... 64

4.3.5. Energía Bruta..... 65

4.3.6. Contenidos bromatológicos 66

4.4. Minerales 69

4.4.1. Elementos mayores..... 69

4.4.2. Elementos secundarios 71

4.4.3. Elementos menores..... 72

4.5. Resultados Tratamientos..... 74

4.5.1. Tratamientos a nivel general 74

4.5.2. Tratamientos en variables agronómicas..... 75

4.5.3. Tratamientos en valor nutricional 76

4.5.4. Tratamientos en minerales 77

5. Discusión 78

6. Conclusiones 79

7. Recomendaciones..... 80

Referencias bibliográficas 81

Apéndices 88

Lista de Tablas

Tabla 1. Marco Legal 43

Tabla 2. Diseño experimental 48

Tabla 3. Tratamientos..... 49

Tabla 4. Análisis de suelo..... 55

Tabla 5. ANDEVA variable altura..... 55

Tabla 6. ANDEVA Número de tallos 56

Tabla 7. ANDEVA Ancho hoja..... 56

Tabla 8. ANDEVA Largo hoja 56

Tabla 9. ANDEVA PHM 57

Tabla 10. ANDEVA Biomasa seca..... 57

Tabla 11. Variables agronómicas 58

Tabla 14. Materia seca a 65° C y 105 ° C 59

Tabla 16. Proteína cruda respecto a los tratamientos. 60

Tabla 21. Proteínas (Soluble, B, FDN y C) 61

Tabla 24. Carbohidratos 63

Tabla 29. Rumiantes..... 64

Tabla 31. Energía bruta respecto a los tratamientos. 65

Tabla 38. FDN, FDA, lignina, hemicelulosa, NDT, digestibilidad. 67

Tabla 47. Ceniza, extracto etéreo, fenolesT, taninosT, taninos condensados, alcaloidesT, saponinas, almidónT. 68

Tabla 50. Elementos mayores: P, K y N. 70

Tabla 55. Elementos secundarios..... 71

Tabla 58. Boro y Zinc 72

Tabla 62. Elementos menores: Cu, Fe y Mn. 73

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa ubicación parcela <i>Trichanthera gigantea</i>	44
---	----

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Variables agronómicas..... 58

Gráfica 2. Materia Seca 59

Gráfica 3. Proteína cruda..... 60

Gráfica 4. Proteínas (%Proteína cruda)..... 62

Gráfica 5. Carbohidratos (Solubles y No estructurales)..... 63

Gráfica 6. Rumiantes..... 65

Gráfica 7. Energía bruta. 66

Gráfica 8. FDN, FDA, lignina, hemicelulosa, NDT, digestibilidad. 67

Gráfica 9. Contenidos bromatológicos..... 69

Gráfica 10. Elementos mayores. 70

Gráfica 11. Elementos secundarios (Ca, Mg, S y Na). 71

Gráfica 12. Elementos menores: boro y zinc..... 73

Gráfica 13. Cu, Fe y Mn..... 74

Gráfica 14. Comportamiento en porcentaje de los 4 tratamientos..... 75

Gráfica 15. Comportamiento tratamiento en porcentaje en las variables agronómicas..... 75

Gráfica 16. Comportamiento en porcentaje de los tratamientos en las variables de valor
nutricional..... 76

Gráfica 17. Comportamiento en porcentaje de los tratamientos respecto a la variable de
minerales..... 77

Lista de Apéndices

Apéndice A. Recolección del material vegetal (estacas).	88
Apéndice B. Aplique de sábila a las estacas para acelerar el enraizamiento.	88
Apéndice C. Siembra	89
Apéndice D. Materiales de trabajo.....	89
Apéndice E. Material vegetal sembrado	90
Apéndice F. Aparición de rebrotes, 1 mes de sembrado.....	90
Apéndice G. Toma de muestra de suelo.....	91
Apéndice H. Toma de muestra foliar (Hojas) para análisis foliar inicial.....	91
Apéndice I. Laboratorio de secado en horno a 105°C por 24 horas para Materia Seca.	92
Apéndice J. Secado de muestras a temperatura ambiente (invernadero) por 48 horas para análisis foliar.....	92
Apéndice K. Envío de muestras para análisis inicial foliar y de suelo a Corpoica - Agrosavia.....	93
Apéndice L. Pesaje de los fertilizantes (DAP, KCl y Urea) y preparación de los mismos..	93
Apéndice M. Medición de variables agronómicas cada 30 días, se tomaron 3 mediciones.	94
Apéndice N. Corte de hojas cada 30 días para análisis foliar (3 cortes).....	94
Apéndice O. Segundo corte, parcela de 208 individuos.	95
Apéndice P. Riego.....	95
Apéndice Q. Evolución en crecimiento de las plantas (Por mes).	96

Apéndice R. Fertilización de las plantas. 96

Apéndice S. Mantenimiento del cultivo (Limpieza)..... 97

Apéndice T. Parcela en el último mes (tercer corte)..... 97

Apéndice U. Toma de muestras foliares y laboratorio de secado en horno a 105 °C por 24 horas para poder realizar análisis foliares finales por tratamiento..... 98

Apéndice V. Envío de muestras a Agrosavia para su respectivo análisis. 98

Apéndice W. Análisis costo de fertilizantes 99

Apéndice X. Reporte de resultados de análisis de laboratorio de suelos inicial..... 100

RESUMEN

TÍTULO: “POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE NUTRIENTES DE *Trichanthera gigantea* CON BASE EN DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN” *

AUTORES: DANETZY ANDREA GÓMEZ NIÑO, YEMINSON DARIO CRISTANCHO JAIMES **

PALABRAS CLAVES: FORRAJE, FERTILIZACIÓN, ESPECIE NATIVA, NUTRICIÓN.

DESCRIPCIÓN:

La importancia de las especies nativas en Colombia radica, entre cosas, en que cada especie ofrece un abanico de aplicaciones con base en sus características, favoreciendo así ciertos sectores de la industria. En este contexto, el *Trichanthera gigantea*, se ha constituido como una especie multiservicial y con alto potencial industrial, especialmente en el sector de producción animal, utilizándose como especie forrajera. Sin embargo, el estudio de sus características nutricionales y la correlación entre las propiedades del suelo y la absorción de nutrientes por parte de la planta ha sido escaso y por ende, hay pocos estudios sobre maximizar valores nutricionales y, a su vez, que permitan el mejoramiento de sistemas de producción animal o el aprovechamiento de la especie con otros fines. El propósito fundamental del proyecto fue la determinación del potencial de producción de nutrientes del yátago con base en diferentes niveles de fertilización. En el estudio se realizó un diseño de bloques completos al azar. La fertilización se realizó con un análisis inicial de extracción de nutrientes y el análisis del suelo del sitio donde se instaló la parcela, en un predio de la UIS, Málaga, Santander. La toma de datos se realizó antes de cortar las hojas a las plantas, se realizaron 3 repeticiones y se midieron variables agronómicas, de valor nutricional y mineral. La fertilización se hizo a base de KCl, Urea, y DAP. Teniendo la recopilación de todos los datos se realizó un test de rangos múltiples de Duncan, el cual arrojó que el Tratamiento que presentó mejor respuesta en las 45 variables medidas en los 208 individuos, fue el T4(+100%), en las variables agronómicas el T3(+50%) fue el que obtuvo valores más altos, y a nivel de las variables de Valor Nutricional y Mineral el T4(+100%), mostrando diferencias significativas que presentan los 4 tratamientos.

*Trabajo de grado

** Programa de Ingeniería Forestal. Instituto de Proyección Regional y de Educación a Distancia IPRED. Director: Julián Mauricio Botero Londoño, PhD en Ciencias Agrarias. Codirectora: Erika Mayerly Celis Celis, Química.

ABSTRACT

TÍTULO: "PRODUCTION POTENTIAL OF NUTRIENTS IN *Trichanthera gigantea* BASED ON DIFFERENT LEVELS FERTILIZATION" *

AUTHORS: DANETZY ANDREA GÓMEZ NIÑO, YEMINSON DARIO CRISTANCHO JAIMES* *

KEY WORDS: FORAGE, FERTILIZATION, NATIVE SPECIES, NUTRITION, VARIABLES.

DESCRIPTION:

Native species of plants in Colombia are vital since they offer a variety of uses in many industry sectors. One example of these plants is the *Trichanthera gigantea*, which is being considered as high value forage within the animal production industry. Despite its great significance, there has been a shortage of research on the study of nutritional features as well as soil properties and the resulting nutrient absorption in order to maximize the plant nutritional values. The aim of this research is to determine the potential production of nutrients in *Trichanthera gigantea* based on different levels of fertilization. The present study was carried out using the randomized complete block design (RCBD) with four treatments: No fertilization, initial extraction at +25%, +50% y +100%. Fertilization was carried out after conducting an initial analysis of both nutrient extraction and the soil where the culture was set up in a small lot at UIS, Málaga, Santander. The samples were collected three times before cutting the plants leaves in order to measure agronomic variables and nutritional and mineral values. Fertilization consisted of KC1, Urea, and DAP. After having collected the samples, a Duncan's new multiple range test (MRT). The results showed the T4(+100%) had the best results in 45 variables among 208 experimental units. Agronomic variables were significantly higher in T3(+50%). Whereas nutritional value and mineral treatment variables behaved better when administering T4(+100%).

*Bachelor Thesis

** Programa de Ingeniería Forestal. Instituto de Proyección Regional y de Educación a Distancia IPRED. Director: Julián Mauricio Botero Londoño, PhD en Ciencias Agrarias. Codirectora: Erika Mayerly Celis Celis, Química.

Introducción

Trichanthera gigantea (Humb. & Bonpl.) Nees, es un árbol forrajero con alto potencial en alimentación animal debido a que posee una rica concentración de nutrientes y además, es un árbol de fácil establecimiento y manejo (Gomez, M. E., & Murgueitio, 1991). *Trichanthera gigantea* se encuentra fácilmente en la provincia García Rovira. Este árbol, conocido también como “Yátago”, posee una multiplicación sencilla; asimismo, es una planta que presenta buena palatabilidad y altos rendimientos productivos, lo cual la hace una especie indicada para establecerla como forraje (Katto, 2001). Pese a su alto valor nutricional y de producción (Gomez et al., 1991), existe poca información referente a la concentración de nutrientes por parte de la planta y su correlación con las propiedades del suelo, así como estudios sobre el mejoramiento de la producción animal utilizando *Trichanthera gigantea*, por lo que el objetivo del proyecto fue determinar el potencial de nutrientes del *Trichanthera gigantea* empleando diferentes niveles de fertilización.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Determinar el potencial de producción de nutrientes de *Trichanthera gigantea* con base en diferentes niveles de fertilización.

1.2. Objetivos Específicos

Evaluar el crecimiento y desarrollo de *Trichanthera gigantea*, con base en diferentes niveles de fertilización.

Determinar las variables de nutrición animal de *Trichanthera gigantea*, con base en los diferentes niveles de fertilización.

Evaluar la concentración de minerales de *Trichanthera gigantea*, con base en los diferentes niveles de fertilización.

2. Marco Referencial

2.1.Marco Histórico

La primera descripción botánica de la especie la realizó el sacerdote botánico José Celestino Mutis en 1779. En 1809 es descrito y clasificado por Humboldt y Bonpland bajo el nombre de *Ruellia gigantea*, con base en muestras colectadas a lo largo del río Magdalena (Leonard, 1951). Al publicar Kunt las plantas del viaje de Humboldt y Bonpland (1817) le dejó el nombre y sugirió la creación del género *Trichanthera*, que quiere decir planta de anteras peludas; años después Nees de Essenbeck (1847), en el Prodomus de Augusto de Prámo De Candolle, creó el género *Trichanthera* (Pérez. Arbeláez, 1990) (Ríos C. 1994).

2.2.Marco Teórico

2.2.1. *Trichanthera gigantea*. Es un árbol multipropósito, se encuentra en unas condiciones de adaptación en muchos climas con un rango altitudinal de 100 hasta 2.150 metros sobre el nivel del mar (Katto, 2001), con un clima de temperatura media anual de 19 a 24°C, precipitación anual de 1.400 a 2.800 mm, crece en suelos de fertilidad baja, con pH mayor a 4,5 de textura franca, franco arcillosa, franco arenosa y drenaje bueno a lento. Según Trujillo (2015), es capaz de soportar suelos pobres, arcillosos y encharcados. El yátago es muy útil para la protección de nacimientos y fuentes de agua y en la actualidad es una especie importante en la

reforestación de cuencas hidrográficas en las zonas cafeteras de Colombia. Se le atribuyen propiedades medicinales para humanos y animales, y además de esto es utilizado en construcción de cercos vivos, casas y caneyes. Se asocia con otras plantas en cultivos multiestrato y se usa en el control de cárcavas y derrumbes en carreteras. Una de las bondades con mayor difusión en el momento es el gran uso que se le asume como forraje. El yátago (*Trichanthera gigantea*) es un árbol que puede llegar a medir 12 metros de altura, posee copa redondeada y produce rebrotes alrededor del tallo. Posee hojas simples opuestas aserradas y vellosas verdes muy oscuras por el haz y más claras por el envés, los sitios donde se ubican las hojas quedan marcados con cicatrices en forma redondeada cuando se caen, tiene flores de color rojo y amarillo. Sus frutos son pequeños y alargados y su producción de semilla es muy baja (Francisco, G., & Hernández, I., 1998). En Colombia se pueden observar en un mismo sitio árboles sin florecer junto a algunos florecidos y otros sin hojas, debido posiblemente a ciertas condiciones del clima (Katto, 2001). Heywood (1985) afirmó que el yátago (*Trichanthera gigantea*), pertenece a la familia ACANTHACEAE, constituida por cerca de 200 géneros con más de 2000 especies y su mayoría nativas de los trópicos.

Clasificación Botánica (Leonard, 1951)**Reino:** Vegetal**División:** Spermatophyta**Clase:** Dicotyledoneae**Orden:** Tubiflorales**Familia:** ACANTHACEAE**Subfamilia:** Acanthoideae**Serie:** Contortae

Tribu: Trichanthereae

Género: *Trichanthera*

Especie: *Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees

2.2.1.1. Distribución Geográfica. *Trichanthera gigantea* se encuentra distribuida en países como Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú, Bolivia, Panamá, Costa Rica, Cuba, Honduras y Vietnam (Katto, 2001).

En Colombia se encuentra en diversos ecosistemas agrícolas con precipitaciones que van desde menos de 600 mm/año, en el Cañón del Chicamocha, hasta más de 4500 mm/año en la Costa Pacífica (vereda Llano Bajo) (Ríos C, 1993).

Con base en la clasificación de R. Holdrige (Espinal L. S. et al., 1977) se ha encontrado en bosque pluvial tropical, en el río San Juan (Chocó), Río Calima (Valle/Chocó) y río Anchicayá (Valle); bosque húmedo tropical en los ríos Dagua Anchicayá (Valle), río Guiza (Nariño), Alto San Juan (Risaralda y Chocó) y San José del Palmar (Chocó); en el bosque húmedo tropical en el Magdalena medio, río Meta en Puerto Gaitán, Valle del Sinú y Villavicencio y también hace presencia en el Bosque seco tropical en el Valle del Cauca: Vijes, Mediacanoa y Buga, en el Bosques húmedo premontano y montano en las cordilleras Central y Occidental del Valle, Cauca, Nariño, Risaralda, Quindío, Caldas y Antioquia en zona cafetera y en el Bosque muy húmedo premontano en la cordillera Occidental vertiente occidental en Valle, Risaralda, Nariño y Chocó y matorral espinoso premontano en Chicamocha (Boyacá) (Murgueitio E. Comunicación personal, 1992)" (Ríos C, 1994).

2.2.1.2. Origen. Es una especie originaria de América. La familia ACANTHACEAE está constituida por cerca de 200 géneros, con más de 2000 especies nativas, en la gran mayoría de los trópicos (Heywood. V. H, 1985). En América, casi todas las especies son hierbas, arbustos y trepadoras, localizándose únicamente tres o cuatro especies de árboles en los géneros *Trichanthera*, *Bravaisia* y *Suessenguthia* (Gentry. A, 1993). Se han hallado registros en Venezuela, Panamá, Costa Rica (Leonard, 1951), Bolivia, Guatemala y Brasil (Pérez. Arbeláez, 1990).

2.2.1.3. Fenología. Estudios sobre el comportamiento fenológico del *Trichanthera gigantea*, registrado en la Estación Biológica del Vínculo (Buga), registra la aparición de hojas nuevas y apertura de flores durante todo el año (Parra. G, 1986). En Viotá (Cundinamarca), ubicado a 1750 msnm, donde se presentan dos picos de precipitación en abril y noviembre, temperatura promedio de 19 °C, se registra floración de noviembre a marzo y fructificación de marzo a octubre (Acero, 1985).

2.2.1.4. Distribución. En Colombia este árbol se adapta a muchos climas, prefiere las zonas húmedas pero puede crecer en lugares con lluvias que van entre 600 hasta más de 4.000 milímetros por año (Katto, 2001).

2.2.1.5. Adaptación y tolerancia. El yátago ha sido utilizado por los campesinos en la protección de los nacimientos y las corrientes de agua. Es por ello que actualmente es una de las especies más requeridas para la protección de fuentes de agua, construcciones, abono (Humboldt & Bonpland, 2001). Tiene un rango muy amplio de distribución y por lo tanto posee una gran capacidad de adaptarse a diferentes ecosistemas (Murgueitio. E, 1988).

2.2.1.6. Hojas. El *Trichanthera gigantea* posee hojas opuestas aserradas y vellosas de color verde oscuras por el haz y más claras en el envés, tienen alto contenido de proteínas, son simples van alternadas y tienen tamaños variados, pueden alcanzar hasta 30 centímetros de largo. (Kato, C, 1998). La mayoría de las veces presentan pubescencias que cubren toda la hoja y pueden ser de color claro, su floración empieza desde los meses de mayo a junio y fructificación de julio hasta agosto. (Humboldt & Bonpland, 2001).

2.2.2. Variables agronómicas. La medición de variables agronómicas tales como, altura, tallos, ancho y largo de las hojas, el peso de las hojas maduras, y la biomasa seca, son fundamentales en la implementación de cultivos de producción forrajera (Ospina, Ararat, & Rosales, 2002).

2.2.3. Variables de nutrición animal. Las variables de nutrición animal que se evalúan generalmente en estudios bromatológicos son: Materia Seca Total (MSTotal), Materia Seca a 65°C (MS65), Materia Seca a 105°C (MS105), Proteína Cruda, Cenizas, Extracto Etéreo, Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida (FDA), Lignina, Hemicelulosa, Proteína

Solubre, Proteína B, Proteína F, Proteína C, Fenoles Totales, Taninos Totales, Taninos Totales, Taninos Condensados, Alcaloides Totales, Saponinas, Almidón Total, Carbohidratos No Estructurales, Carbohidratos Solubles|53, NDT, Digestibilidad de Materia Seca, Energía Bruta, ED Rumiantes, Enm Rumiantes, Eng Rumiantes, Enl Rumiantes

2.2.4. Macro nutrientes. Los macro nutrientes como el N y P son parte estructural de hormonas y ácidos nucleicos al igual que el C, H y O. Además, al nivel del suelo, la materia orgánica es de gran importancia ya que esta contiene elevadas cantidades de N (Martínez, Sarmiento, Fischer, & Jiménez, 2009). Elementos como N, P, K, Ca y Mg se encuentran disponibles en el tejido de las plantas, cumpliendo funciones fisiológicas y estructurales, cuando hay deficiencias se disminuye el crecimiento y productividad (Martínez et al., 2009).

2.2.5. Minerales

2.2.5.1. Fósforo (P). El P está implicado en el crecimiento de las raíces y la respiración; es parte estructural de ácidos grasos y ácidos nucleídos, ayuda a las plantas a crecer de manera rápida y vigorosa, aumenta la cantidad y calidad de frutas y semillas (Pozo, 2005). Para la aplicación de abonos fosfatados se recomienda que sea diluido en agua, en suelos con bajas concentraciones de P se aplica el abono al voleo y en suelos con altas concentraciones de P se distribuye el abono al voleo y en bandas (Barros, Teixeira, & Fernandes, 1995). Cuando se presentan deficiencias de este elemento en el suelo se recomienda realizar los respectivos análisis de suelo en donde se determine adecuadamente la textura ya que la aplicación de fertilizantes conformados por este elemento varía dependiendo del tipo de suelo (Barros et al., 1995). Según

la FAO, (2002) este elemento es importante en el proceso de la fotosíntesis y en la transferencia de energía en la planta, además ayudan al desarrollo de las células, los tejidos y el crecimiento de la planta (Barros et al., 1995).

2.2.5.2. Potasio (K). La aplicación de K en dosis adecuadas genera beneficios a los suelos y las plantas. El K ayuda a favorecer la formación y transporte de hidratos de carbono, mantiene duros los tejidos de las plantas aumentando su resistencia y supervivencia a enfermedades, heladas y sequias (Pozo, 2005). Igualmente está implicado en la apertura y cierre de estomas. Estudios realizados en Uttar Praddesh, India que consistían en confrontar las condiciones del suelo en plantaciones de diferentes edades con suelos de bosques naturales, dieron como resultado el contenido de materia orgánica y de algunos elementos, dentro de los cuales se encontraba el K el cual está más concentrado en bosques naturales que en plantaciones (Carimentrand, Lugo, & Lozada, 2002). En el trabajo denominado contribución del agua de lluvia en la oferta de nutrientes minerales para *Eucalyptus grandis* se evaluó el aporte que las precipitaciones sobre los nutrientes minerales en los años de 1992 y 1993 las presentaron que para el K se presenta un descenso en la cantidad de agua lluvia que traspasa la cubierta vegetal (Carimentrand et al., 2002). Es correcto afirmar que el K trabaja como agente productor de adenosín trifosfato ATP, en el proceso de la fotosíntesis el cual da como resultado la elaboración de proteínas, almidones y carbohidratos (Martinez et al., 2009).

2.2.5.3. Nitrógeno (N). Dentro de los macronutrientes se encuentra principalmente el N ya que es un elemento de gran presencia en la atmosfera, este elemento se puede encontrar de forma orgánica o inorgánica en la cual es absorbida por las plantas. Se puede encontrar en forma

de nitrato, amonio y nitrito (Pozo, 2005). El N es el encargado del crecimiento de las plantas generando proteínas. Es además un elemento orgánico que está constituido por hormonas que estimulan el crecimiento y aceleran el metabolismo de las plantas ya que este elemento compone gran parte de las estructuras químicas de las proteínas y los ácidos, además es un componente esencial para la formación de clorofila, la elaboración de fotosíntesis y la regulación de la respiración (Martínez et al., 2009). Por este motivo se considera que el N está implicado directamente con los principales procesos metabólicos del desarrollo de las plantas (Martínez et al., 2009).

2.2.5.4. Nutrientes secundarios. Estos pertenecen a los nutrientes secundarios. En primer lugar, está el Mg que es un elemento vital para la síntesis de la clorofila y la coloración verde de las hojas de las plantas, este elemento interviene en el metabolismo del P y en la síntesis de glúcidos, prótidos y grasas ayudando a la recepción de la energía solar y a la transferencia de la misma en la planta. Seguidamente está el S que es un excelente constituyente de proteínas y sulfolípidos (Cook, et al., 2005). Por último, el Ca ayuda al crecimiento radicular y reduce la acidez en los suelos (Pozo, 2005).

2.2.5.5. Calcio (Ca). El calcio se traslada por la planta con el agua inicialmente del xilema, deduciendo, que la absorción del calcio, está relacionada con la transpiración de la planta (Monge, Val, Sanz, Blanco & Montañés, 1994). La deficiencia de calcio puede ser causada por humedad alta, frío y bajos niveles de transpiración, el incremento de la salinidad en el suelo también podría ser una causa de deficiencia de calcio, ya que reduce la absorción de agua por la planta. (Monge et al., 1994). La circulación del calcio en las plantas es limitada,

generalmente la deficiencia de calcio se manifiesta en las hojas más jóvenes y en los frutos, ya que tienen una tasa de transpiración muy baja, por lo tanto, es necesario tener un abastecimiento prolongado de calcio para poder obtener un crecimiento exitoso (Monge et al., 1994).

2.2.5.6. *Magnesio (Mg)*. Un nutriente primordial para el buen desarrollo de las plantas, es el magnesio, el cual compone el núcleo de la molécula de clorofila, pigmento de las hojas necesario para poder realizar el proceso de la fotosíntesis, por otra parte, el magnesio le transmite a las plantas la resistencia al ataque de ciertas enfermedades que atacan las plantas (Tisdale, Nelson, Balasch, & Piña, 1991).

2.2.5.7. *Sodio (Na)*. El sodio es un elemento muy valioso en las plantas, el cual se usa generalmente para nutrición animal, por ello, el sodio es una sustancia muy útil y posee un significado secundario dentro de la nutrición de la planta (Tisdale et al., 1991). Este elemento es necesitado por la mayoría de las especies que utilizan su vía metabólica C4 y con metabolismo ácido de Crasuláceas (CAM), ya que es vital para la regeneración del ácido fosfoenolpirúvico, sustrato de la primera carboxilación de estas plantas (Tisdale et al., 1991).

2.2.5.8. *Azufre (S)*. El azufre es un elemento vital para el desarrollo de las plantas, en los últimos años, las insuficiencias de este nutriente han sido muy usuales, siendo muy importantes este elemento en cuanto a producción de cultivos (Ferraris, Salvagiotti, Prystupa, & Boem, 2004). Es considerado como el “cuarto macro nutriente” más sobresaliente con el nitrógeno, fósforo y potasio (Ferraris et al., 2004). Una de sus principales funciones está presente en la

formación de la clorofila, además de esto es una parte fundamental de las enzimas que se necesitan para la formación de la molécula de clorofila, también es fundamental en el proceso de síntesis de los aceites en las plantas, generalmente en cultivos de aceite. Es esencial en la síntesis de los aceites en las plantas, especialmente en cultivos de aceite, siendo un elemento activo en el metabolismo del nitrógeno (Ferraris et al., 2004).

2.2.5.9. Cobre (Cu). Es uno de los micronutrientes indispensables para las plantas en diminutas cantidades (Finck, 1988). En las plantas, el cobre es el elemento que estimula algunas enzimas comprometidas en el proceso de síntesis de la lignina y es primordial para diferentes sistemas enzimáticos, también cabe resaltar su gran importancia en la transformación de la fotosíntesis, siendo primordial para la respiración de las plantas y auxiliar a éstas en el metabolismo de proteínas y carbohidratos, además, el cobre ayuda a incrementar el sabor y color en las flores y algunas hortalizas (Finck, 1988).

2.2.5.10. Hierro (Fe). El hierro (Fe) se denomina como un micro nutriente, lo que quiere decir que las plantas lo necesitan en bajas cantidades examinado con los macro nutrientes de órdenes primarios o secundarios, aunque cabe resaltar que el hierro es vital para buen desarrollo, crecimiento y salud de las plantas (Valencia, 1999). El hierro es necesario en grandes cantidades a nivel de micro nutriente y su reserva obedece al pH del sustrato, su valor ideal de pH para cultivos lo decide primordialmente su capacidad para obtener los micro nutrientes (Valencia, 1999).

2.2.5.11. *Manganeso (Mn)*. El manganeso (Mn) es uno de los micronutrientes más importantes para las plantas y, luego del hierro, es el que las plantas necesitan en cantidad superior. Del mismo modo que ocurre con otro elemento cualquiera, su déficit o su toxicidad pueden mostrar una gran restricción para lograr el buen desarrollo de las plantas (Pérez, Rodríguez, & Gómez, 2008). Es uno de los elementos que coopera más al funcionamiento de algunos procesos biológicos, algunos de estos son la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno. Además, interviene en la germinación del polen, el crecimiento del tubo polínico, el alargamiento celular en la raíz y la resistencia a patógenos de la misma (Pérez et al., 2008).

2.2.5.12. *Zinc (Zn)*. El Zinc es uno de los ocho micro nutrientes vitales, es usado en las plantas en bajas cantidades, siendo un elemento esencial para su desarrollo, en ocasiones las deficiencias que se presentan de este elemento es una de las más comunes a nivel mundial en cultivos, ocasionando pérdidas considerables en la rentabilidad de cultivos y graves problemas a nivel nutricional de la salud en los humanos (Melgar, Lavandera, Duggan, & Ventimiglia, 2001). Suministrar inadecuadamente este vital elemento puede dar como resultado una disminución importante en la rentabilidad de cultivos y su condición de calidad, dando probabilidades en que el rendimiento pueda inclusive disminuirse en casi más del 20 % antes de que aparezcan síntomas visuales de esta deficiencia (Melgar et al., 2001). En las plantas, el zinc es un integrante clave de varias proteínas y enzimas, obteniendo un gran papel en una extensa escala de procesos, tales como la producción de la hormona de crecimiento y el alargamiento de entrenudos (Melgar et al., 2001). Una aplicación adecuada de zinc es vital para poder obtener rendimientos rentables, y el costo para un agricultor ligado con la pérdida de producción, es mucho mayor que el costo

del análisis de suelo y análisis de tejido vegetal, así como la aplicación de fertilizantes de zinc (Melgar et al., 2001).

2.2.5.13. Boro (B). El boro es un elemento de los siete micronutrientes primordiales para el buen desarrollo de las plantas. En la naturaleza, usualmente el boro se encuentra en una concentración promedio de 10 ppm (Melgar et al., 2001). El boro es un elemento primordial para el crecimiento normal de las plantas, ya que fomenta la división adecuada de las células, su elongación, la fuerza de la pared celular, la polinización, floración, producción de las semillas y la traslación de azúcar. El boro es también vital para el sistema hormonal de las plantas (Melgar et al., 2001). Este elemento se moviliza con el agua en los tejidos de la planta y se apila en las hojas, por lo tanto, la absorción y la acumulación del boro dependen de forma directa de la tasa de transpiración, en la actualidad se sabe que la movilidad del boro en el floema por ser planta-especie independiente (Melgar et al., 2001).

2.3.Marco Conceptual

2.3.1. Producción de Semilla. En un trabajo realizado en el Parque Nacional Soberanía de Panamá, relacionando el número de granos de polen en los estigmas de las flores de nacedero, con el número de semillas maduras en cada fruto, se encontró que se necesita un mínimo de ocho granos de polen para que un fruto madure y el promedio de semillas maduras fue menos de uno (de un máximo de ocho). Estos resultados proponen que la polinización es el factor limitante en la producción de semillas para esta especie en esta zona. También se concluyó que las flores de

esta especie no se autopolinizan (McDade, 1983). Revisando muestras de herbario en la Universidad Nacional Experimental de los llanos Occidentales de Venezuela, se observó en algunos frutos, la producción de dos semillas maduras y dos a cuatro aparentemente abortadas por fruto (Ríos 1993). No se descubrió producción de semilla sexual madura en 820 frutos, tomados de 40 árboles en tres sitios del Valle del Cauca (Sevilla, Buga y El Cerrito) (Ríos C 1994) (Parra, 1987) estudió la polinización de la especie en Buga (Valle) y registró como visitantes los colibríes *Chlorostilbon cf. ginsony*, *Chlorostilbon sp.*, *Anhacothorax nigricollis*, *Aethya Uta tzacatl*. Un murciélago *Glossophaga soricina*, la abeja *Eulaema sp.* y un lepidóptero de la familia Sphingidae. Se ha observado un murciélago nectarívoro (*Glossophaga soricina*) libando en la flor, lo cual pone de manifiesto una estrecha relación evolutiva entre las plantas y sus polinizadores (Alberico citado por Gómez y Murgueitio 1991). También se han observado abejas, hormigas y colibríes visitando las flores (Pérez, 1990).

2.3.2. Flores. La floración del “yátago” depende del clima y el manejo. Los árboles que se cosechan con frecuencia no consiguen la florescencia (Katto, 2001). En Colombia se pueden encontrar árboles florecidos en distintos sitios durante todo el año mientras en Venezuela florecen de manera más uniforme entre los meses de enero y marzo. Las flores se asocian en inflorescencias, que emergen de la copa del árbol. Presentan varios colores desde el amarillo hasta el rojo oscuro o vino tinto y la mezcla de estos dos. Miden de 3 a 4 centímetros de largo (McDade, 1983). Se abren después de mediodía y caen en la mañana siguiente.

Fabrican néctar en la tarde y en la noche, son visitadas por murciélagos, aves, abejas de diferentes clases incorporando la común que produce miel y las abejas angelitas, avispas, hormigas y una mariposa nocturna (Moreno, et al., 2005). El polen se suelta en la noche y produce un olor atractivo para murciélagos, además la forma interior de la flor y de la cabeza del murciélago concuerdan perfectamente, por estas razones se piensa que pueden ser los polinizadores, aunque también los colibríes deban estar ayudando en las primeras horas de la mañana en la polinización (Heuzé, Tran, Boudon, & Bastianelli, 2016).

2.3.3. Frutos y Semillas. Los frutos son alargados y miden hasta 2 centímetros, su interior es duro como la madera. Cuando están maduros se abren en dos partes a lo largo y dejan caer las semillas (Katto, 2001). Las semillas son redondas y aplanadas de color café o verde claro, miden hasta 5 milímetros de diámetro (Heuzé, et al., 2016). Se producen alrededor de 2 semillas en promedio por fruto, en Colombia se han descubierto pocos sitios de árboles que producen semilla, esto se debe a diferentes motivos que están por investigarse (Gomez, et al., 1991). Entre ellas, es posible que para la polinización se necesite arboles diferentes, es decir, que no sean propagados por estacas tomadas de la misma planta; otra razón es que las condiciones climáticas no sean las más favorables en todos los sitios en donde se halla el árbol o el agente polinizador ausente (Gomez, et al., 1991). Finalmente se podría pensar que la planta esté perdiendo su aptitud de reproducirse por semilla ya que genera abundantes rebrotes alrededor del tallo y es muy sencillo de propagarla por estacas. En Venezuela se encuentra árboles que producen semillas entre los meses de Febrero y Marzo (Katto, 2001).

2.3.4. Usos. Los nombres "Nacedero" y "Madre de agua", significan que el árbol crece en los nacimientos de las aguas (Pérez, 1990). El uso más generalizado es como cerca viva y como planta destinada a proteger y mantener nacimientos de agua. En la actualidad esta especie se está integrando con gran énfasis en programas de reforestación y protección de cuencas que realizan entidades estatales, privadas y comunitarias (Heuzé, et al., 2016). También se usa como parte de cultivos multiestratos (café, cacao, huertos habitacionales), construcción de caneyes para secar tabaco y casas, utilizando el tronco en las partes aéreas (Ríos, 1994). Usado para la conformación de cercas vivas a partir de estacones que además aporta forraje para los animales (Devia, 1988). En un trabajo de etnobotánica realizado en Colombia se registran 74 formas de uso del nacedero. Se encontró una tendencia al manejo de mayor cantidad de conocimientos sobre usos del nacedero por los ancianos: 3.3; las generaciones más jóvenes repollaron en promedio 2.97 (se registró información de 10 ancianos y 36 no ancianos). Si estos conocimientos no son pasados por algún mecanismo a las nuevas generaciones, o simplemente éstas no los practican, la especie puede ir perdiendo "importancia" y en cualquier momento la podrían eliminar de los predios (Katto, 2001). Los usos más representativos de la *Trichanthera gigantea* son: Protección de fuentes de agua, cercos vivos, recuperación de áreas erosionadas, cuidado de la salud de personas y animales, uso medicinal, forraje y alimentación animal (Heuzé, et al., 2016).

2.3.5. Propagación. La germinación por semilla es muy baja del 0 al 2% (Parent, 1989), de allí que su multiplicación de manera natural se haya hecho vegetativamente ya sea por ramas que se doblan y en contacto con el suelo crean raíces rápidamente convirtiéndose en una nueva planta.

Las comunidades han propagado esta especie utilizando material vegetativo (esquejes o estacas) para su respectiva utilización. (Ha, N. N., & Phan, P, 1995). Su propagación por el hombre se hace por medio de estacas (Acero, 1985) utilizó estacas de 50 cm de longitud por 4 cm de diámetro y obtuvo los siguientes valores: 95% de germinación, inicio de la brotación a los 29 días de la siembra y con su máxima energía germinativa a los 34 días después de la siembra (Moreno, et al., 2005). Las estacas se deben cortar 3 o 4 días antes de la siembra dejándolas en un lugar húmedo. (Rosales, M., & Ríos, 1998). Avances En ensayos realizados enraizando estacas de 1, 2 y 3 yemas (en enraizador preparado con materia orgánica y calfos, cubierto con plástico durante todo el tiempo con el fin de controlar la maleza) se obtuvieron los mejores resultados con estacas de 3 yemas (porcentaje de germinación 84%, número de raíces 17 y peso de raíces secas 2.17 g) (Krause 1990). Según Gómez *et al* (1988), es mejor usar estacas pequeñas cuyo requisito principal sea el de tener 2 nudos; ellos hicieron un estudio de tratamiento con ácido naftalenoacético al 0.2% y 0.4% y ácido indolacético al 2%. No se observó diferencia con respecto al prendimiento comparado con el testigo, concluyendo que no es necesario el uso de estas sustancias en la propagación. El trasplante a raíz desnuda, previo enraizamiento de las estacas, es una muy buena práctica que disminuye costos y asegura sobrevivencia; como las estacas ya han formado follaje es conveniente separar parte de él para evitar deshidratación al ser trasplantadas al campo (Gómez, 2002).

2.3.6. Fertilización en forrajes. En Colombia la fertilización de los cultivos destinados a la producción de forraje se realiza con abonos orgánicos disponibles en la finca como estiércol de vacas, cerdos, gallinas o lombricompostado por árbol cada 6 meses (Kato, 1998).

La cantidad de abono para aplicar depende de la fertilidad del suelo y la frecuencia de cosecha (Moreno, et al., 2005). Si son suelos fértiles se requerirá menos cantidad de abono, si se cosecha toda la planta cada 2 meses y los suelos están agotados, será necesario abonar adecuadamente las plantas (Cook, et al., 2005).

2.3.5. Sembrado y espaciamiento. Existen diferentes formas de cultivar el nacedero. Se puede sembrar independientemente en pequeñas parcelas o asociado con otras plantas (Moreno, et al., 2005). Se prefiere la siembra en asociación porque se aprovecha mejor el terreno, hay mayor cobertura del suelo, algunas plantas pueden aportar nutrientes como nitrógeno obtenido a través de una asociación con bacterias y además la diversidad en los cultivos sirve para evitar problemas como plagas y enfermedades en las plantas (Cook, et al., 2005). La siembra en forma independiente se hace a una distancia de 50 centímetros a 1 metro entre plantas y a 1 metro entre calles (Heuzé, et al., 2016). Un aspecto muy importante en todos los casos es tener el suelo protegido con una cobertura viva o coberturas muertas, tales como pasto seco o bagazo de caña (Katto, 2001).

2.3.6. Labores culturales y cuidado del yátago

- **Desyerbas:** En los cultivos asociados esta labor es mínima. En pequeños monocultivos se realiza con herramientas como machete, (Murgueitio, 2000). Después de la cosecha en los sitios donde se requiere. Esta práctica no es necesaria cuando se utilizan coberturas sobre el suelo (Heuzé, et al., 2016).

- **Abono:** Se realiza después de las cosechas, aplicando el fertilizante alrededor del árbol y cubriéndolo con hojarasca o suelo para que haya un mejor aprovechamiento (Katto, 2001). Es mejor aplicarlo cuando hay humedad en el suelo (Gomez, et al., 1991).
- **Altura de Corte:** Los árboles se cosechan a una altura entre 60 centímetros y 1 metro sobre el nivel del suelo. La altura de corte depende de las preferencias del agricultor y de los cultivos asociados (Moreno, et al., 2005).
- **Riego:** Normalmente no se realiza esta práctica, ya que depende directamente de las lluvias de la zona donde se tenga sembrada (Kato, 1998).

2.3.7. Enfermedades. Hasta el momento no se han encontrado enfermedades que perjudiquen los cultivos de la *Trichanthera gigantea* (Katto, 2001). Es importante como medida de precaución obtener estacas de “naranjillo o yátago”, tomadas de diferentes árboles y sembrarlas en cultivos asociados con otras plantas diferentes (Heuzé, et al., 2016).

2.3.8. Cosecha y recolección. La cosecha de la *Trichanthera gigantea* se puede realizar un año aproximadamente después de la siembra de los árboles en campo (Katto, 2001). Se realiza con machete bien afilado, haciendo un corte sesgado por encima y cerca del nudo, de tal manera que se evite el abultamiento de agua en el entrenudo o se convierta en refugio para insectos no deseables (Rosales et al., 1998).

Se deben evitar al máximo los daños en la corteza para no afectar las yemas o sitios de rebrote. Se dejan máximo 3 tallos bien formados y distribuidos por sitio (Ospina, Rosales, & Ararat, 2002). La frecuencia de cosecha depende de las condiciones de fertilidad del suelo y disponibilidad de agua. Varía entre 3 y 4,5 meses. (Katto, 2001).

2.3.9. Rendimiento. Con densidades de 18.000 plantas por hectárea, bajo condiciones cálidas se han obtenido entre 8 y 17 toneladas por hectárea de forraje, realizando cortes cada 2 -3 meses (Katto, 2001). En otro cultivo también en clima cálido, sembrando a 1 x 1 metro, se realizaron 3 cosechas cada 5 meses y medio.

Se obtuvo un rendimiento de 2,5 kilos de forraje por árbol. Se cosechaban 3 surcos y se dejaba 1 para sombra, lo que equivale a un rendimiento de 18 toneladas por hectárea por corte. Bajo las mismas condiciones se fertilizo con lombricompuesto (0,5 kilogramos por sitio), y con bovinaza (Cook, et al., 2005). Se obtuvo una producción promedio de 2,8 kilogramos por árbol, equivalente a un potencial de 21 toneladas por hectárea por corte, en ambos casos (Roa Vega, Muñoz Morales, Galeano Peña, & Céspedes Sanabria, 2000).

El yátago sembrado en asociación con matarratón en clima cálido con suelos fértiles produjo 2 kilogramos de forraje por árbol y en monocultivo 1,44 kilogramos por árbol, en un corte realizado a los 19 meses después de la siembra (Katto, 2001).

En el siguiente corte 15 meses después se obtuvo una producción de 3,7 kilogramos por árbol en asociación y 2,7 kilogramos en monocultivo (Roa Vega, Muñoz Morales, Galeano Peña, & Céspedes Sanabria, 2000).

El yátago en asociación contenía mas proteína (16,8 por ciento), que en monocultivo (13.9 por ciento) (Gonzalvo, Nieves, Macías, Caron, M., & Martínez, 2001). En otro cultivo compuesto por yátago, guamo (*Inga edulis*), pringamosa (*Urera caracasana*) y confrey (*Symphytum peregrinum*) la producción del yátago fue de 6,5 kilogramos de forraje por árbol (Katto, 2001).

2.3.10. Conservación. Hay varias maneras de poder contribuir en la conservación del *Trichanthera gigantea* (Heuzé, et al., 2016). La principal es permitir que siga creciendo en los sitios donde naturalmente vive y en las fincas. Utilizar y dar a conocer las bondades y beneficios de este árbol, sus aspectos importantes que facilitan la labor de la conservación (Moreno, et al., 2005). Las prácticas de cultivo también son muy importantes porque si son adecuadas, podrán evitar problemas tales como plagas o enfermedades, que pudieran afectar los cultivos; es primordial recordar la siembra de las estacas tomadas de diferentes árboles y la asociación con otras plantas (Cook, et al., 2005).

La Fundación CIPAV de Colombia adelanta varias acciones que son útiles para la conservación del nacedero, como investigaciones, divulgaciones de todas las características del *Trichanthera gigantea* a nivel nacional e internación a través de conferencias, talleres y publicaciones (Heuzé, et al., 2016). Otras instituciones promueven la especie para la recuperación y conservación de cuencas hidrográficas en diferentes partes de Colombia (Kato, 1998). Es primordial mencionar que la conservación de la especie se realiza en su mayoría en los mismos sistemas de producción por las personas que hacen uso del árbol (Moreno, et al., 2005).

2.4. Marco legal

Tabla 1.
Marco Legal

Decreto 2811 de 1974	“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”
Ley 99 de 1993	“Ley General Ambiental de Colombia”.
Ley 45 de 1983	Por medio de la cual se aprueba la "Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural.
Ley 299 de 26 de Julio de 1996	“Por la cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones”. Artículo 1. La flora Colombiana
Decreto 1791 de 1996	“Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal”
Decreto 309 de 2000:	“Por el cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica.”
Ley 299 de 1995:	“Por la cual se protege la flora Colombiana.”
Decreto 2811 de 1974 parte VII	“Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra.”

3. Procesos Metodológicos

El presente proyecto es de carácter investigativo:

3.1.Ubicación

El proyecto se llevó a cabo en un predio ubicado en la Universidad Industrial de Santander, barrio “La Universidad”, Municipio de Málaga, Santander, Colombia. Se enmarca en las coordenadas 6° 42’ 24,83’’ N- 72° 43’ 40,80’’ W. La precipitación media anual promedio del sitio es 1.723 mm y su altitud es 2215 metros sobre el nivel del mar.

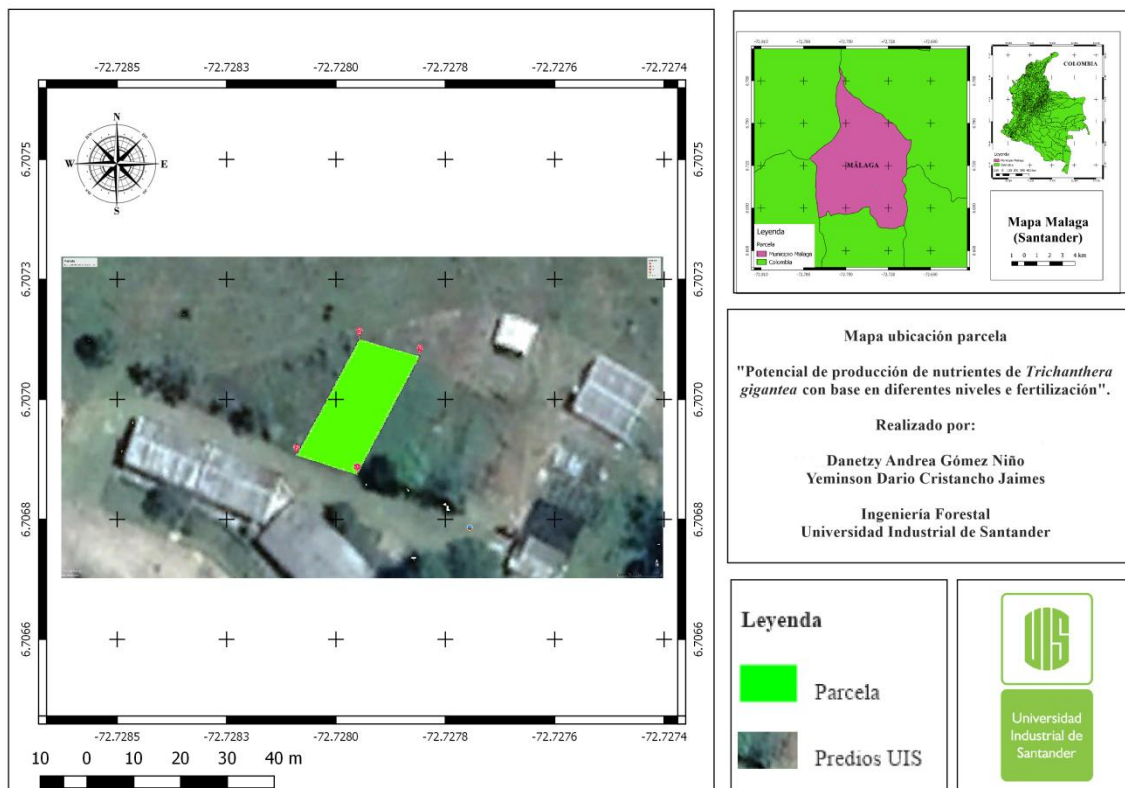


Figura 1. Mapa ubicación parcela *Trichanthera gigantea*.

3.2. Análisis de suelos

Para determinar el análisis de suelo se tomaron 10 muestras aleatorias del lote en una cantidad de 1 kilogramo, a 30 cm de profundidad. Todas las muestras se mezclaron y homogeneizaron para su posterior análisis. Se midieron las siguientes variables:

3.2.1. Análisis químico

- **pH:** método potenciométrico, peso/volumen.
- **Capacidad intercambio catiónico (CIC):** Cloruro de sodio (titulación)
- **Elementos menores (hierro, manganeso, zinc y cobre):** acetato de amonio 1N y EDTA 0.01m (absorción atómica).
- **Cuantificación boro:** Olsen modificado (espectrometría).
- **Cuantificación azufre total:** turbidimetría con BaCl_2 .
- **Nitrógeno total:** Kjeldahl y titulación potenciométrica.
- **Fósforo:** Bray II.
- **Aluminio intercambiable:** cloruro de potasio 1N (titulación).
- **Carbón orgánico:** Walkley Black (espectometría).
- **Bases:** (calcio, magnesio, potasio, sodio) acetato de amonio 1N (absorción atómica) (Protocolo Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, 2015).

3.3.Composición inicial de nutrientes

Para determinar la composición inicial de nutrientes de la *Trichanthera gigantea* se tomaron 8 plantas al azar de un cultivo sin fertilización a las cuales se les midió la producción de biomasa en base seca y el contenido de N, Ca, Mg, K, Na, P, Cu, Zn, Mn, Fe, S y B de la planta.

3.4.Período Experimental

El período experimental tuvo una duración de 11 meses, de los cuales 4 meses aproximadamente fueron para la etapa de germinación de las estacas, 3 meses para realizar la toma de muestras para el análisis de concentración inicial de nutrientes, 3 meses para toma de variables y mediciones (por mes) y 1 mes para realizar análisis de laboratorio y procesamiento de datos.

3.5. Establecimiento de forrajes

Se realizó la limpieza total del terreno con guadaña. La recolección del material vegetal se hizo eligiendo un árbol con características favorables y, a este material se le realizaron procesos pre germinativos para así garantizar el éxito en la germinación. En seguida, se sembraron directamente estacas de 60 cm de largo y de diámetro 1,5 cm, enterradas a 30 cm, con la ayuda de paladragas y barrenos. La densidad de siembra fue de 1 metro * 1 metro, para un total de 208 plantas, repartidas en 16 unidades experimentales de 13 plantas cada una.

3.6. Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de “Bloques completos al azar”, con 4 unidades experimentales por cada bloque y 4 bloques por tratamiento, para un total de 16 unidades experimentales. Los individuos fueron sembrados cada metro, para un total de 13 plantas sembradas por unidad experimental.

3.7.Cortes

Luego de establecidas las plantas se realizó un corte de uniformidad a los 120 días y posteriormente se realizaron 3 cortes experimentales, con frecuencia de corte de 30 días, a una altura de 30 centímetros del suelo.

3.8.Tratamientos

Se desarrollaron 3 tratamientos y un control, con base en la interpretación de análisis de suelos, la concentración de nutrientes y la eficiencia estimada en la fertilización. Los niveles de fertilización que se fijaron fueron los siguientes:

- Tratamiento sin fertilización o control, T1.
- Extracción inicial + 25%, T2.

- Extracción inicial + 50%, T3.
- Extracción inicial + 100%, T4.

3.9.Fertilizantes

Los tratamientos de fertilización se aplicaron el día siguiente de realizar cada corte, utilizando tres niveles de fertilización: Los fertilizantes empleados fueron:

- KCl (cloruro de potasio): 0% nitrógeno – 0% fósforo - 60% potasio
- DAP (fosfato diamónico): 10% nitrógeno - 46% fósforo – 0% potasio
- Urea (fertilizante nitrogenado): 46% nitrógeno – 0% fósforo – 0% potasio

Tabla 2.
Diseño experimental

BLOQUE 1, B1		BLOQUE 2, B2	
B1T4	B1T2	B2T3	B2T4
B1T3	B1T1	B2T2	B2T1
B3T4	B3T2	B4T1	B4T3
B3T3	B3T1	B4T4	B4T2
BLOQUE 3, B3		BLOQUE 4, B4	

Tabla 3.
Tratamientos

TRATAMIENTO	FERTILIZACIÓN
T1	Sin fertilización
T2	Fertilización + 25%
T3	Fertilización + 50%
T4	Fertilización + 100%

3.9.1. Niveles de fertilización. El fertilizante se aplicó tres veces, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el análisis de suelos y de tejido vegetal realizado en la etapa inicial del proyecto. La primera fertilización se aplicó a los tres meses de sembrado el material vegetal en campo, con diferentes concentraciones para cada tratamiento. La segunda y tercera fertilización se realizó, cada una, en un intervalo de tiempo de 30 días, empleándose las mismas dosis aplicadas en la primera fertilización.

3.9.1.1. Tratamiento 1 (Sin fertilización). No se aplicaron fertilizantes en el terreno.

3.9.1.2. Tratamiento 2 (Fertilización +25%). Se calculó la cantidad de fertilizante requerida para este tratamiento en gramos por planta y en gramos por tratamiento, así:

Urea: 33.79 g por planta, para un total de 1757,08 g.

DAP: 8.17 g por planta, para un total de 424,84 g.

KCl: 19.76 g por planta, para un total de 1027,52 g.

3.9.1.3. Tratamiento 3 (Fertilización +50%). Se calculó la cantidad de fertilizante así:

Urea: 42.24 g por planta, para un total de 2196,48 g.

DAP: 10.21 g por planta, para un total de 530,92 g.

KCl: 24.70 g por planta, para un total de 1284,4 g.

3.9.1.4. Tratamiento 4 (Fertilización +100%). Se calculó la cantidad de fertilizante:

Urea: 66 g por planta, para un total de 3432 g.

DAP: 15.95 g por planta, para un total de 829,4 g.

KCl: 38.59 g por planta, para un total de 2006,68 g.

3.10. Recolección de muestras de tejido vegetal

Se tomaron 13 plantas por unidad experimental para un total de 52 plantas por tratamiento y 208 plantas en total. La medición de variables y pesajes de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de química de la Universidad Industrial de Santander. El análisis de contenido foliar completo de las plantas se realizó para cada tratamiento en la sede central de Agrosavia

(Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) en el municipio de Mosquera, Cundinamarca.

3.11. Variables experimentales

3.11.1. Rendimiento y parámetros agronómicos. La toma de datos se realizó cada 30 días a partir del primer corte, las mediciones se realizaron durante 3 meses y, se emplearon herramientas como: regla métrica, cinta métrica, balanza, libreta de apuntes, hornos de secado, planillas de mediciones y bolsas herméticas para guardar las muestras.

3.11.2. Ancho, largo y peso de hoja madura. Se realizaron mediciones del largo y ancho de las hojas de cada planta, luego se recolectaron las hojas maduras de cada planta y se pesaron en una balanza electrónica en el laboratorio de química de la Universidad Industrial de Santander.

3.11.3. Tallos por planta. Se realizó el conteo de los tallos totales de cada planta antes de realizar cada corte respectivo (3 cortes) cada 30 días.

3.11.4. Altura de la planta al corte. La medición de la altura se realizó con una cinta métrica cada 30 días.

3.11.5. Producción de biomasa. Se cortaron todas las hojas de cada planta y se pesaron en el laboratorio de química de la Universidad Industrial de Santander. Asimismo, se secaron las hojas en horno, para hallar la MS.

3.11.6. Valor nutricional. Las variables de tipo nutricional son: MS (materia seca total, a 65° C y a 105°C), proteína bruta, ceniza, extracto etéreo, FDN (fibra detergente neutra), FDA (fibra detergente ácida), lignina, hemicelulosa, proteína (soluble, B, FDN, y C), fenoles totales, taninos totales y condensados, alcaloides totales, saponinas, almidón total, carbohidratos no estructurales y soluble, NDT (nutrientes digestibles totales), digestibilidad MS, energía bruta, EDRumiantes, EMRumiantes, ENmRumiantes, ENgRumiantes, y ENIRumiantes.

3.11.7. Minerales. Se determinó la concentración de los siguientes minerales: N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, B, y Na.

3.12. Análisis de laboratorio

3.12.1. Análisis bromatológico

- **Materia seca:** en estufa a 105°C por 24 horas.
- **Proteína bruta:** el nitrógeno se determinó mediante la metodología Kjeldahl y titulación potenciométrica, la concentración de nitrógeno se multiplica por 6.25 para estimar el contenido en proteína bruta.
- **Cenizas:** se determinó en una mufla a 550 °C.
- **Energía bruta:** se determinó por medio de un calorímetro (Parr 1341, Parr instruments, moline, ma, usa).
- **Fibra detergente neutra:** la determinación se realizó por el método de Van Soest utilizando el equipo extractor para la determinación de fibra.
- **Fibra detergente ácida:** la determinación se realizó por el método de Van Soest utilizando el equipo Ankom.
- **Lignina:** la determinación se realizó por el método de Van Soest utilizando el equipo Ankom. (Protocolo Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, 2016).

3.12.2. Análisis de Proteínas. Se determinó por la metodología de *Kjeldahl*.

3.13. Análisis estadístico

Los registros de las variables analizadas fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) de acuerdo con el diseño experimental empleado. Cuando hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) se utilizó el test de rangos múltiples de Duncan para la separación de medias (Steel, Torrie, y Martínez, 1985).

4. Resultados

4.1. Análisis de Suelos

El suelo donde se realizó el proyecto presenta un pH de 7.89, constituyéndose como un suelo que presenta reacciones de tipo alcalina asociado probablemente con la presencia de carbonatos y bicarbonatos; además, posee una disponibilidad limitada de N ya que el porcentaje de materia orgánica es bajo, por lo cual, se hace necesario aplicarle este elemento. Los elementos P y S tienen contenidos medios y bajos, en cuanto a Mg y K hay presencia de niveles edáficos bajos y medios y los micronutrientes Fe, Mn, Z y B se encuentran en concentraciones bajas. De acuerdo con el análisis de laboratorio de suelos, se observa una deficiencia en nutrientes, por lo que se debió realizar la fertilización.

Tabla 4.
Análisis de suelo

ANÁLISIS DE SUELO		
Variable	Valor	Interpretación
PH	7,89	Alcalino
Conductividad eléctrica	0,58	No salino
Materia orgánica (MO)	4,14	Bajo
Fósforo disponible (P)	24,77	Medio
Azufre intercambiable (S)	2,01	Bajo
Calcio intercambiable (Ca)	30,02	Alto
Magnesio intercambiable (Mg)	0,63	Bajo
Potasio intercambiable (K)	0,20	Medio
Sodio intercambiable (Na)	0,14	Bajo
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	30,99	Alto
Hierro disponible (Fe)	43,24	Medio
Manganeso disponible (Mn)	1,86	Bajo
Zinc disponible (Zn)	1,67	Medio
Cobre disponible (Cu)	1,19	Medio
Boro disponible (B)	0,24	Medio

4.2. Variables agronómicas

- **Altura**

Tabla 5.
ANDEVA variable altura

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Pr > F
Modelo	5	52.7228732	10.544575	0.44	0.8049
Error	6	142.6678841	23.777981		
Total	11	195.3907573			

- **Número de tallos**

Tabla 6.

ANDEVA Número de tallos

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Pr > F
Modelo	5	1.97969057	0.3959381	0.16	0.9704
Error	6	15.2832224	2.5472037		
Total	11	17.26291297			

- **Ancho hoja**

Tabla 7.

ANDEVA Ancho hoja

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Pr > F
Modelo	5	2.38614655	0.4772293	1.71	0.265
Error	6	1.67237064	0.2787284		
Total	11	4.05851719			

- **Largo hoja**

Tabla 8.

ANDEVA Largo hoja

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Pr > F
Modelo	5	2.23518127	0.4470363	1.65	0.2796
Error	6	1.62968187	0.2716137		
Total	11	3.86486314			

- **PHM (Peso de hoja madura)**

Tabla 9.
ANDEVA PHM

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Pr > F
Modelo	5	0.48335813	0.0966716	0.53	0.7464
Error	6	1.08726704	0.1812112		
Total	11	1.57062517			

- **Biomasa seca**

Tabla 10.
ANDEVA Biomasa seca

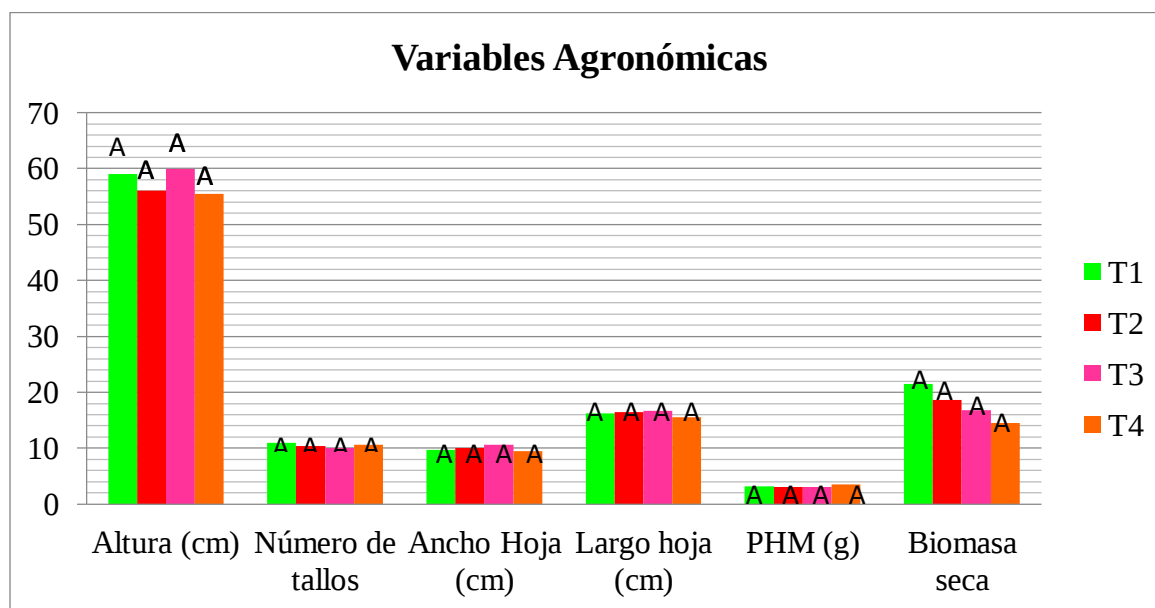
Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Pr > F
Modelo	5	87.895572	17.579114	0.73	0.6252
Error	6	144.0691154	24.011519		
Total	11	231.9646874			

Las variables agronómicas no presentaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$). La altura presentó mayor crecimiento con el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 50%) con 59,98 cm de alto; el número de tallos fue mayor en el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control), el mayor ancho y largo de las hojas se presentó en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 50%) con 10,66 cm de ancho y 16,63 cm de largo, el peso de la hoja madura que mayor se presentó fue 3,51 g, con el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%), y en el Tratamiento que se presentó mejor rendimiento en cuanto a biomasa seca fue el T1 (Sin fertilización o control).

Tabla 11.

Variables agronómicas: Altura, número de tallos, ancho y largo de las hojas, PHM (peso de hoja madura) y BS (biomasa seca).

Variables Agronómicas						
Tratamientos	Altura (cm)	Número de tallos	Ancho Hoja (cm)	Largo Hoja (cm)	Peso de hoja madura (g)	BS (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	58.99	10.93	9.71	16.27	3.17	21.48
T2	56.01	10.35	10.07	16.45	3.07	18.67
T3	59.98	10.07	10.66	16.63	3.04	16.75
T4	55.43	10.59	9.49	15.53	3.51	14.50



Gráfica 1. Variables agronómicas: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

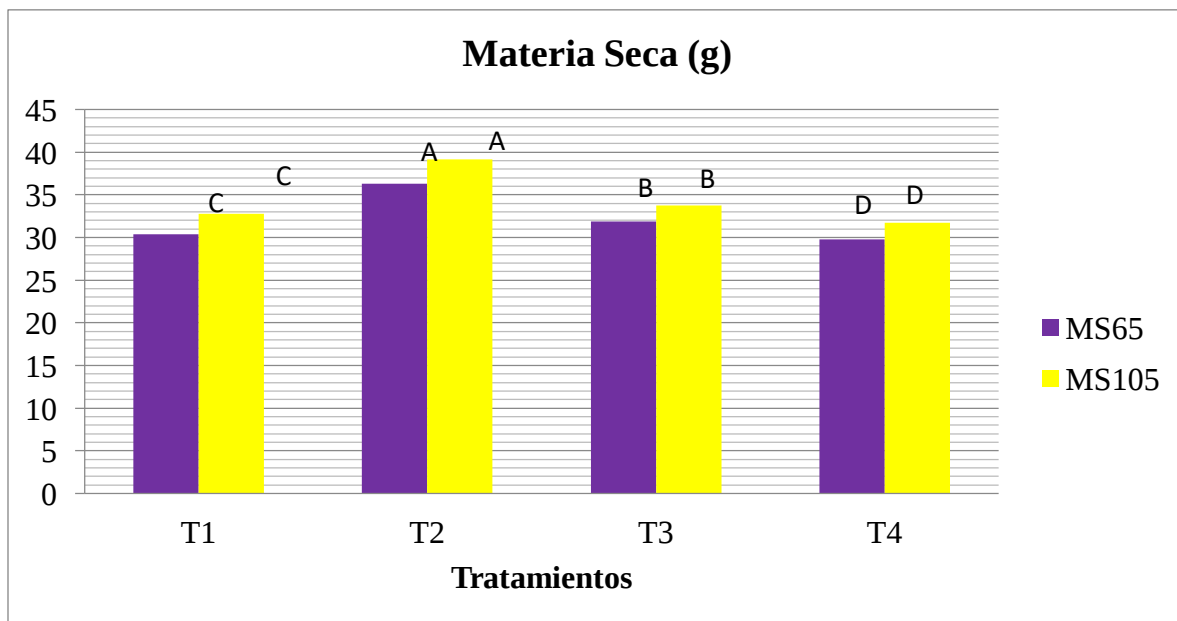
4.3. Variables de Valor Nutricional

4.3.1. Materia seca (MS). La variable de materia seca a 65°C presento mayores resultados con el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%), y la variable de materia seca a 105°C respondió favorablemente también al Tratamiento 2.

Tabla 12.

Materia seca a 65° C y 105 ° C

Materia Seca (g 100 g ⁻¹ MS)		
Tratamientos	MS65	MS105
T1	30.39	32.81
T2	36.32	39.15
T3	31.91	33.78
T4	29.78	31.76



Gráfica 2. Materia Seca: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

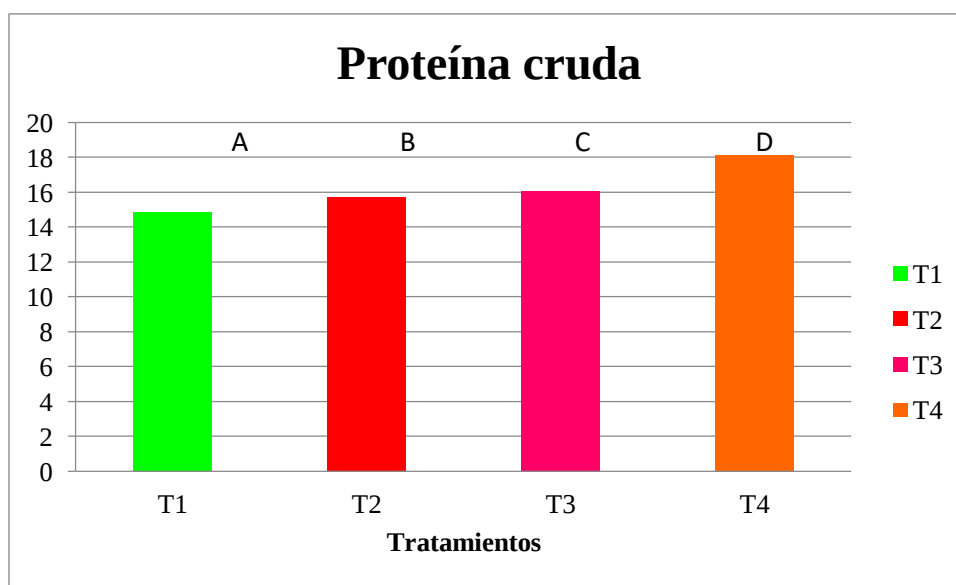
4.3.2. Proteínas

4.3.2.1. Proteína cruda. La proteína cruda presentó mejores resultados fue el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%).

Tabla 13.

Proteína cruda respecto a los tratamientos.

Tratamientos	Proteína Cruda (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	14.82
T2	15.7
T3	16.05
T4	18.12

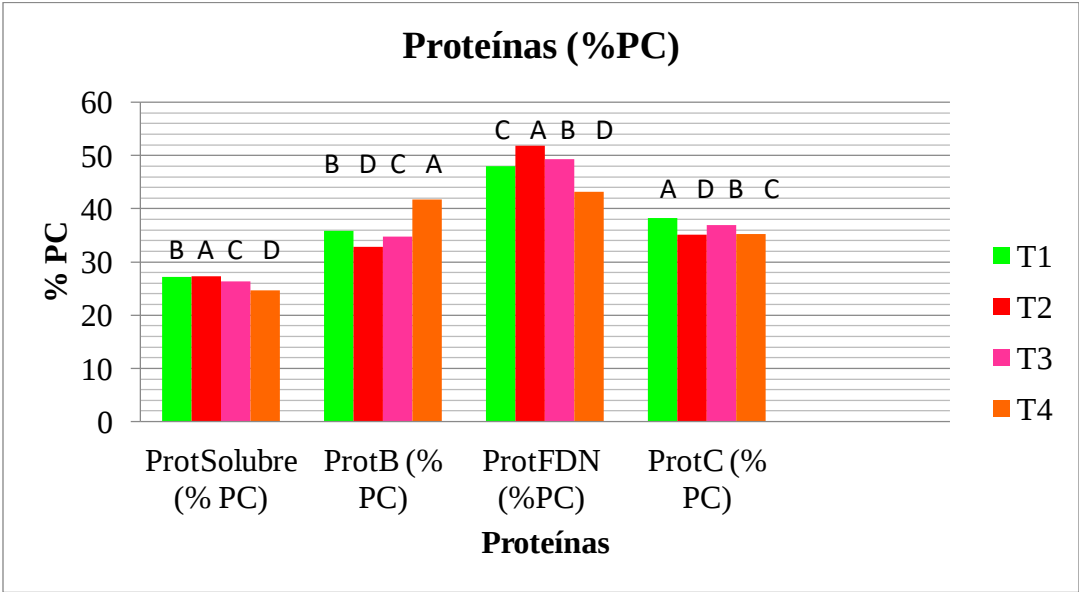


Gráfica 3. Proteína cruda: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.3.2.2. Proteínas en porcentaje % de proteína cruda (%PC). La proteína soluble presentó mejor rendimiento en el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) con 27,27 % de proteína cruda, la proteína B presentó mayores valores con el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) y menor valor para el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%), la proteína FDN (fibra detergente neutra) mostró mejor rendimiento con el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) con 51,85 % de proteína cruda, y la proteína C presentó mayor valor en el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) con 38,26% de proteína C.

Tabla 14.
Proteínas (Soluble, B, FDN y C)

Proteínas				
Tratamientos	ProtSoluble (% PC)	ProtB (% PC)	ProtFDN (%PC)	ProtC (% PC)
T1	27.13	35.81	47.95	38.26
T2	27.27	32.86	51.85	35.08
T3	26.3	34.8	49.27	36.96
T4	24.66	41.73	43.19	35.24

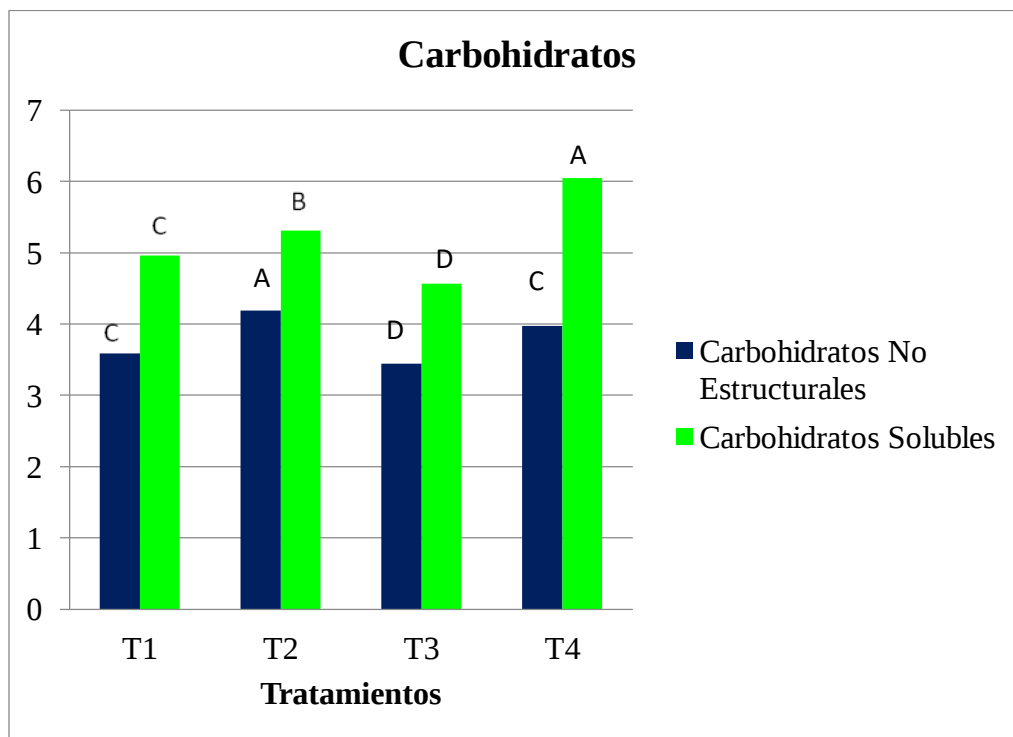


Gráfica 4. Proteínas (%Proteína cruda): Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.3.3. Carbohidratos. Los carbohidratos solubles se comportaron de una manera diferente con respecto a cada tratamiento, siendo el valor mayor en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) y el valor menor en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 75%). Los carbohidratos mostraron que el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) fue el tratamiento que mejor resultado arrojó y el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 75%) fue el que menor valor mostró.

Tabla 15.
Carbohidratos

Carbohidratos		
Tratamientos	Carbohidratos No Estructurales (g 100 g ⁻¹ MS)	Carbohidratos Solubles (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	3.59	4.96
T2	4.19	5.31
T3	3.44	4.57
T4	3.97	6.05

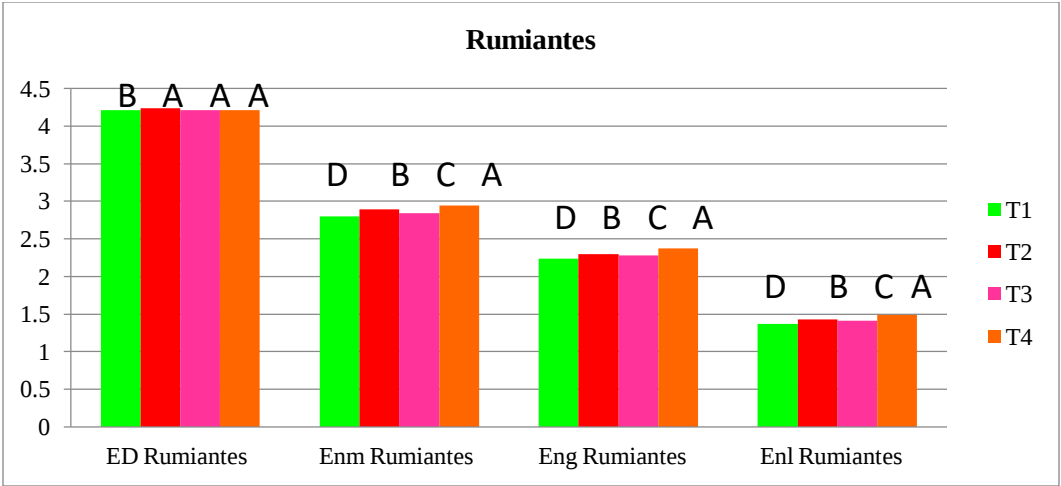


Gráfica 5. Carbohidratos (Solubles y No estructurales): Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.3.4. Rumiantes. La variable ED Rumiantes mostró en los Tratamientos 1, 3 y 4 valores similares, siendo el Tratamiento 2 el que presentó valor más alto. En Enm Rumiantes si se presentaron diferentes valores dependiendo de los 4 tratamientos, siendo el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el que presentó el valor más alto y Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el más bajo. La variable Eng Rumiantes mostró en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el valor más alto y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el valor más bajo, y en la variable Enl Rumiente también mostró que el Tratamiento 4 fue el que presentó mejores resultados y el Tratamiento 1 los valores más bajos.

Tabla 16.
Rumiantes

Rumiantes				
Tratamientos	ED Rumiantes (g 100 g ⁻¹ MS)	Enm Rumiantes (g 100 g ⁻¹ MS)	Eng Rumiantes (g 100 g ⁻¹ MS)	Enl Rumiantes (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	4.21	2.8	2.24	1.37
T2	4.24	2.89	2.3	1.43
T3	4.21	2.84	2.28	1.41
T4	4.21	2.94	2.37	1.49

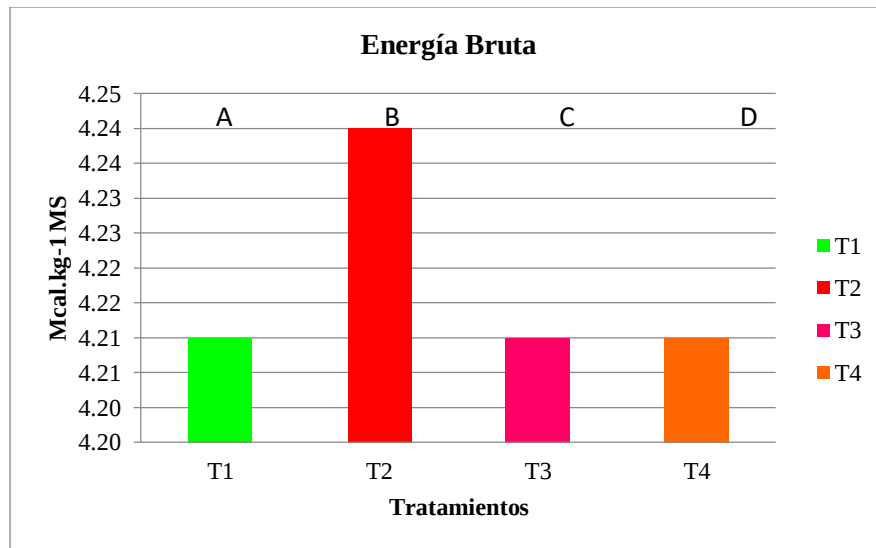


Gráfica 6. Rumiantes: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.3.5. Energía Bruta. En la energía bruta el tratamiento que presentó mejores resultados fue el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 50%), con 4,24 ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1} \text{MS}$), y en los otros 3 tratamientos se comportó de la misma forma.

Tabla 17.
Energía bruta respecto a los tratamientos.

Tratamientos	Energía Bruta (Mcal.kg-1 MS)
T1	4.21
T2	4.24
T3	4.21
T4	4.21



Gráfica 7. Energía bruta: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.4.Contenidos bromatológicos

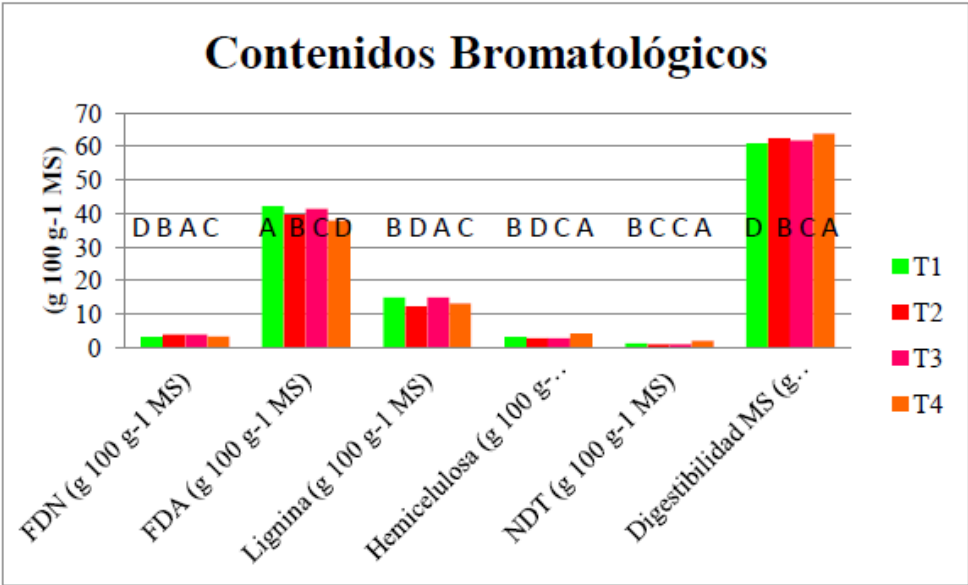
La variable de ceniza presentó en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) valores altos, en extracto etéreo se muestra que el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 75%) es el valor más alto y el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el valor más bajo. La variable FDA (fibra detergente acida) presentó valores diferentes respecto con los 4 tratamientos utilizados, siendo el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el que presenta mayores valores y el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) presenta los menores valores.

La variable de lignina mostró en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 75%) valores más eficientes y en el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) se evidencian menores valores. Los fenoles mostraron en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 75%) el valor más alto y el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el valor más bajo, la variable de digestibilidad en el

Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) mostró el valor más alto y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el valor más bajo.

Tabla 18.
FDN, FDA, lignina, hemicelulosa, NDT, digestibilidad.

Tratamientos	FDN (g 100 g ⁻¹ MS)	FDA (g 100 g ⁻¹ MS)	Lignina (g 100 g ⁻¹ MS)	Hemicelulosa (g 100 g ⁻¹ MS)	NDT (g 100 g ⁻¹ MS)	Digestibilidad MS (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	3.19	42.07	14.94	3.31	1.37	60.91
T2	3.92	39.65	12.38	2.78	1.13	62.31
T3	4	41.36	15.06	2.81	1.13	61.79
T4	3.5	37.93	13.27	4.28	2.08	63.84



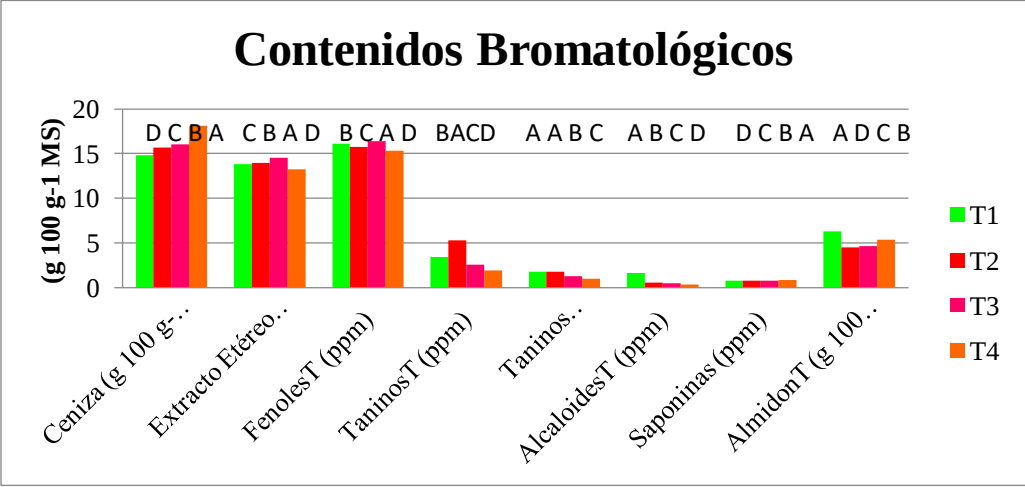
Gráfica 8. *Contenidos bromatológicos: FDN, FDA, lignina, hemicelulosa, NDT, digestibilidad: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0,05) prueba de rangos múltiples de Duncan.*

En la variable FDN (fibra detergente neutra) mostró en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 75%) el valor más alto y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el más bajo. La mostró en

el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el valor más alto y el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) el valor más bajo, los taninos también demostró que en los 4 tratamientos hubo diferente comportamiento, mostrando que el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) presentó valores más altos, a diferencia del Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) que presentó los valores más bajos. La variable de taninos condensados presentó valores semejantes en los Tratamientos 1 y 2, y en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el valor más bajo, siendo el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el que más alto obtuvo valores y el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) fue el tratamiento que presentó los valores más bajos. Las saponinas en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) presentaron valores más altos y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) los valores más bajos. Los almidones presentaron valor mayor en el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) y el menor valor en el Tratamiento 3 (Extracción inicial +75%). Los NDT (nutrientes digestibles totales) mostraron en los Tratamientos 2 y 3 valores diferentes, obteniendo valores mayores en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%).

Tabla 19.
Ceniza, extracto etéreo, fenolesT (totales), taninosT (totales), taninos condensados, alcaloidesT (totales), saponinas, almidónT (total).

Tratamientos	Ceniza (g 100 g ⁻¹ MS)	Extracto Etéreo (g 100 g ⁻¹ MS)	Fenoles T (ppm)	Taninos T (ppm)	Taninos Condensados (ppm)	Alcaloides T (ppm)	Saponina s (ppm)	AlmidonT (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	14.82	13.8	16.1	3.38	1.79	1.6	0.73	6.25
T2	15.7	13.93	15.75	5.26	1.79	0.58	0.74	4.51
T3	16.05	14.51	16.39	2.53	1.25	0.44	0.79	4.65
T4	18.12	13.2	15.34	1.93	1	0.34	0.82	5.36



Gráfica 9. Contenidos bromatológicos: *Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.*

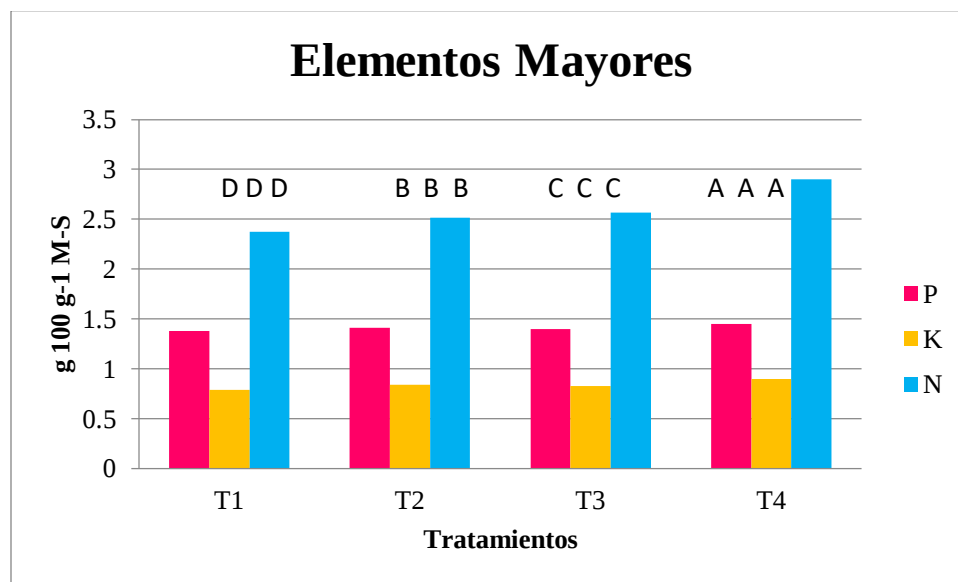
4.5.Minerales

4.5.1. Elementos mayores. En K el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) fue el que presentó mejores valores y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el que presentó menores valores, el P mostró en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el mayor y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el menor. El N mostró en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el mayor y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el menor.

Tabla 20.

Elementos mayores: P, K y N.

Elementos Mayores			
Tratamientos	P (g 100 g ⁻¹ MS)	K (g 100 g ⁻¹ MS)	Nitrógeno (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	1.38	0.79	2.37
T2	1.41	0.84	2.51
T3	1.4	0.83	2.57
T4	1.45	0.9	2.90

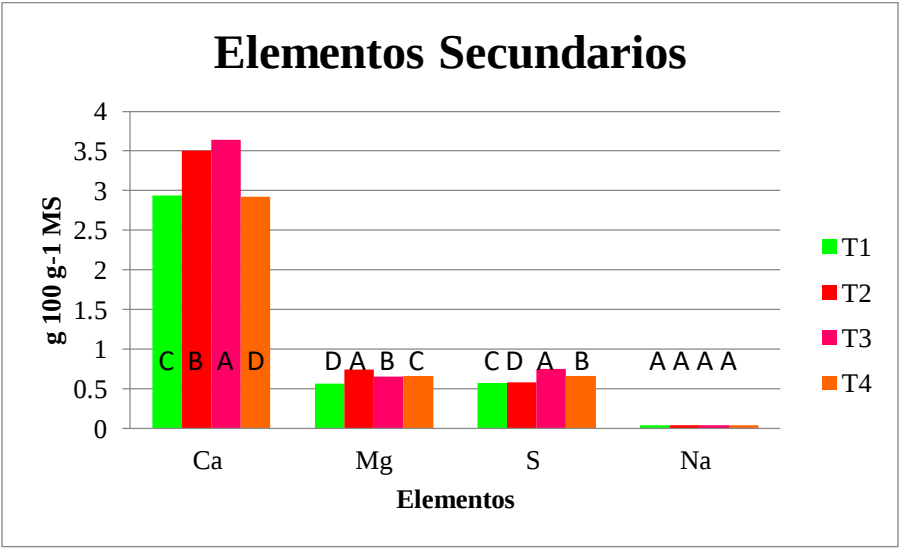


Gráfica 10. Elementos mayores: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.5.2. Elementos secundarios. El Mg mostró en el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) valores más altos, en el elemento Ca se encontraron los valores altos en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 50%) y los menores en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%). El Na presentó valores iguales en todos los tratamientos (0,4 g 100 g⁻¹ MS), el S, presentó mejores resultados en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 50%) y resultados más bajos en el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control).

Tabla 21.
Elementos secundarios

Tratamientos	Elemento Secundarios			
	Ca (g 100 g ⁻¹ MS)	Mg (g 100 g ⁻¹ MS)	S (g 100 g ⁻¹ MS)	Na (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	2.94	0.56	0.57	0.04
T2	3.5	0.74	0.58	0.04
T3	3.64	0.65	0.75	0.04
T4	2.92	0.66	0.66	0.04



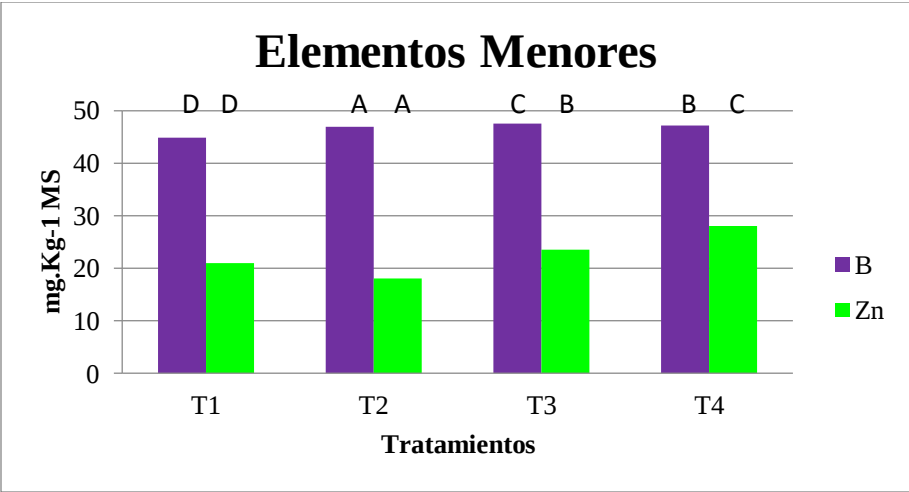
Gráfica 11. Elementos secundarios (Ca, Mg, S y Na): Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

4.5.3. Elementos menores

4.5.3.1. Boro y Zinc. El Z mostró que el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) presentó valores altos y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) presentó el valor más bajo y el B también presentó mejor rendimiento en el Tratamiento 3 (Extracción inicial + 50%), y el menor fue el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control).

Tabla 22.
Boro y Zinc

Elementos Menores		
Tratamientos	B (g 100 g ⁻¹ MS)	Zn (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	44.78	21
T2	46.89	18.09
T3	47.53	23.59
T4	47.18	27.99

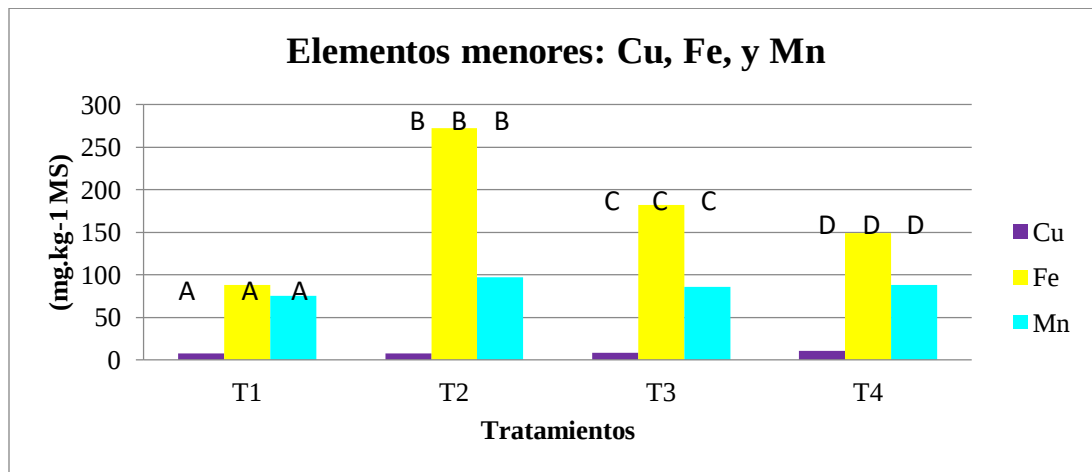


Gráfica 12. Elementos menores: boro y zinc: *Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.*

4.5.3.2. Cu, Fe y Mn. En el Cu se encontró que el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) fue el que presentó mejores resultados, y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) presentó resultados bajos. El Fe mostró en el Tratamiento 2 (Extracción inicial + 25%) valores mayores y Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) el que presentó valores bajos. El mineral Mn mostró en el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) el que presentó valores mayores, y el Tratamiento 1 (Sin fertilización o control) mostró valores inferiores.

Tabla 23.
Elementos menores: Cu, Fe y Mn.

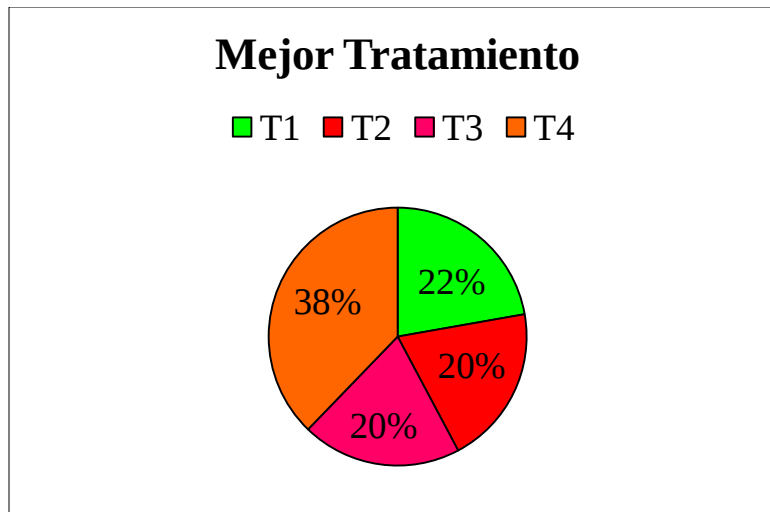
Cu, Fe y Mn			
Tratamientos	Cu (g 100 g ⁻¹ MS)	Fe (g 100 g ⁻¹ MS)	Mn (g 100 g ⁻¹ MS)
T1	7.39	88.45	75.01
T2	7.77	272.16	97.27
T3	8.57	182.44	85.51
T4	10.63	148.82	87.98



Gráfica 13. Cu, Fe y Mn: Medias en columnas seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$) prueba de rangos múltiples de Duncan.

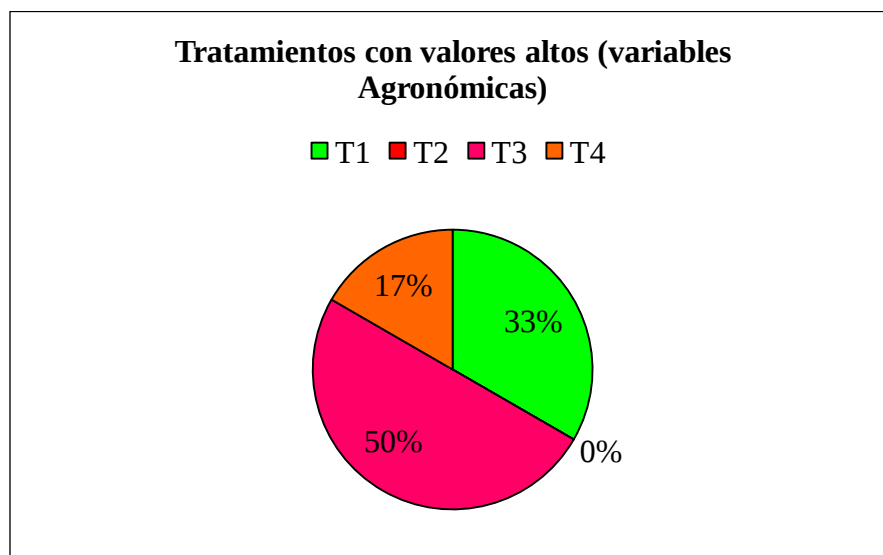
4.6.Resultados Tratamientos

4.6.1. Tratamientos a nivel general (variables agronómicas, valor nutricional, minerales). El tratamiento que se acopló mejor, presentando valores altos por encima de los otros tratamientos fue el Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%), con un porcentaje del 38%.



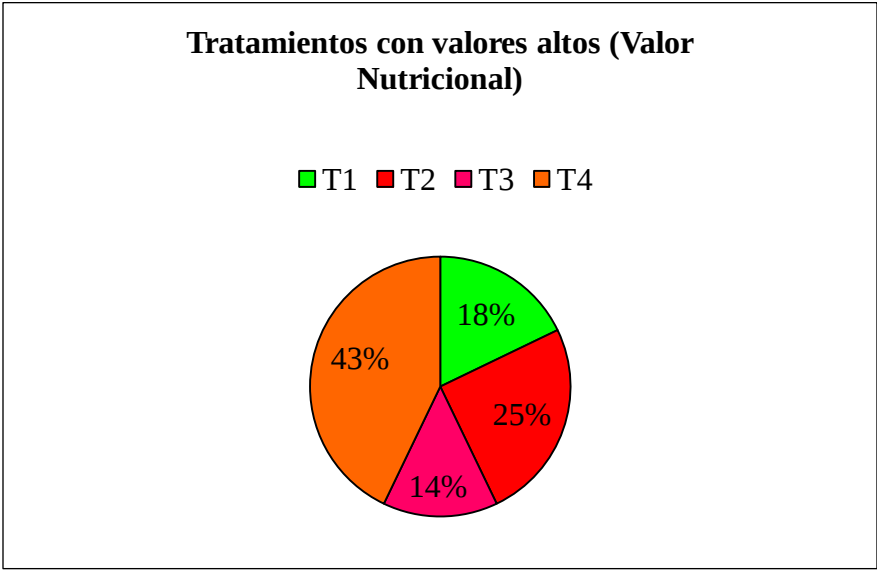
Gráfica 14. Comportamiento en porcentaje de los 4 tratamientos.

4.6.2. Tratamientos en variables agronómicas. El Tratamiento 3 (Extracción inicial + 50%) fue el que tuvo mejor respuesta a nivel de las variables agronómicas medidas, respecto de los otros tratamientos utilizados en el proyecto, con un 50%.



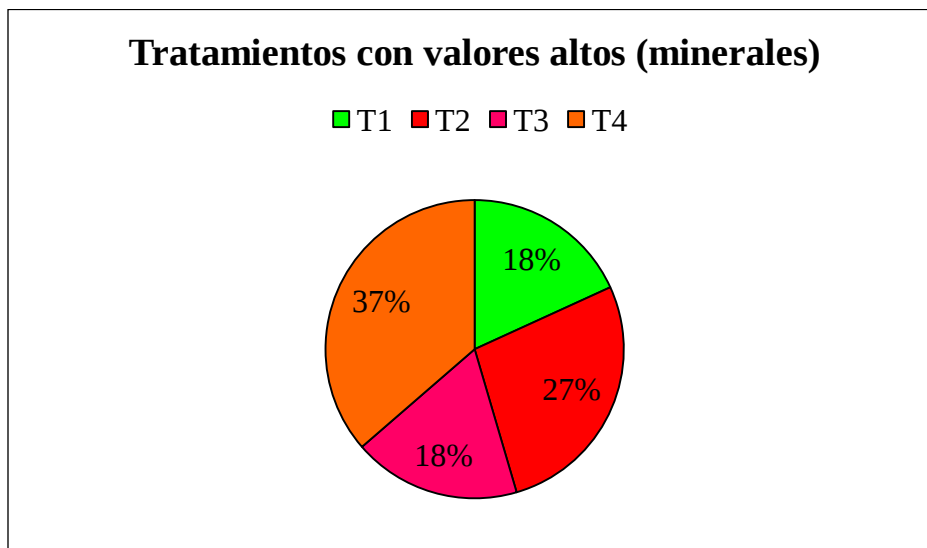
Gráfica 15. Comportamiento tratamiento en porcentaje en las variables agronómicas.

4.6.3. Tratamientos en valor nutricional. A nivel de valor nutricional el Tratamiento que mejor tuvo desempeño positivo fue el 4 (Extracción inicial + 100%), con un porcentaje del 43%, con respecto de los otros tratamientos utilizados.



Gráfica 16. Comportamiento en porcentaje de los tratamientos en las variables de valor nutricional.

4.6.4. Tratamientos en minerales. El Tratamiento 4 (Extracción inicial + 100%) fue el que tuvo mejor respuesta a nivel de las variables de tipo mineral, respecto de los otros tratamientos utilizados en el proyecto, con un 37%.



Gráfica 17. Comportamiento en porcentaje de los tratamientos respecto a la variable de minerales.

5. Discusión

Naranjo & Cuartas, (2011) en un banco mixto de forrajes con varios años de establecimiento, ubicados en el predio “Cien años de soledad” ubicada en la vereda el Tablazo, Municipio de Rionegro, realizaron laboratorios y los resultados fueron: Composición química de recursos forrajeros tales como: 20,1 de Materia Seca (MS), 21,2 de Proteína Cruda (PC), 41,66 de Fibra en Detergente Ácido (FDA), mostrando que los resultados de nuestro proyecto de investigación presenta valores positivos gracias a la fertilización, ya que siendo un cultivo relativamente joven presentó buen desarrollo, los resultados comparados con este estudio son los siguientes: 34,37 de

Materia Seca (MS), 16,17 de Proteína Cruda (PC), 40, 25 de Fibra en Detergente Ácido (FDA), demostrando la importancia de un buen plan de fertilización dependiendo de las necesidades de los cultivos, y así poder obtener plantas ricas en nutrientes.

De acuerdo con Kalra, (1997) una planta bajo condiciones normales presenta los siguientes valores: N (2,5% - 4,5%), K (1,5% - 5,5%), Ca (1% - 4%), Mn (0,25% - 1%), B (10ppm - 200ppm), Cu (5ppm - 30ppm), Mg (20ppm - 300ppm) y Zn (27ppm - 100ppm). Con base en esto las muestras foliares de *Trichanthera gigantea* presenta deficiencias en cuanto a B, Zn, Cu, N, K, Ca, Mn, y Zn, por lo tanto es necesario realizar un proceso de fertilización adecuado que supla las deficiencias que presentan las plantas. En cuanto a especies de tipo forrajero.

La composición bromatológica de los forrajes mostró niveles proteicos con valores muy semejantes para 3 tipos de forrajes, encontrando porcentajes de 20,1 para el yátago, 20,9, siguiendo la tendencia mostrada por Montoya 2003 y Leterme et al 2003.

Botero Londoño, (2004) investigó el valor nutricional de forrajes arbustivos para cerdas adultas, entre estos árboles estudió a fondo el *Trichanthera gigantea*, en el cual encontró valores minerales como: Ca (6,15), P (0,31), Mg (1,06), Na (0,06), K (0,29), S (0,04), Fe (191), Cu (15,5), Zn (47,5), y Mn (177,5). Realizó un análisis bromatológico del yátago tomado en base seca arrojando los siguientes resultados: Materia seca % /93,13), proteína % (20,09), energía Kcal/g (3389,4), FDN % (40,2), FDA % (16,31), hemicelulosa % (23,89), celulosa % (11,04), lignina % (5,27), cenizas % (16,3), resultados los cuales nos conllevan a determinar que el cultivo de *Trichanthera gigantea* de 208 individuos presenta datos bromatológicos un poco similares en cuanto cenizas, ya que el resultado que nos arrojó fue de 16,17, en las otras variables se presentan valores bajos, en cuanto a minerales Zn (22,66), Cu (8,59), Fe (172,96), Mn (86,44), Ca (3,25), Mg (0,65), Na (0,04), estuvieron por debajo de los valores estudiados por

Botero Londoño, (2004), mientras que los minerales P(1,41), S (0,64), y K (0,84) arrojaron valores superiores, demostrando que en una plantación relativamente joven es posible tener plantas ricas en nutrientes y minerales con la ayuda de una fertilización adecuada.

6. Conclusiones

Se pudo observar que en las variables agronómicas medidas no hubo presencia de diferencias estadísticas ($P < 0,05$) lo cual conlleva a ver que en cuanto a desarrollo físico en la parte foliar su respuesta de crecimiento es mucho más lenta, a diferencia de el rendimiento positivo que se presenta a nivel químico, con la ayuda de una debida fertilización, que supla las deficiencias de nutrientes que presenten las plantas de *Trichanthera gigantea*, y que gracias al implemento de la fertilización, aporta enriquecimiento a nivel nutricional y mineral, siendo una buena base de proteínas para consumo animal, y una dieta rica en nutrientes accesible para su uso en comunidades rurales.

Los elementos (Urea, DAP, KCl) que fueron adicionados en la fertilización muestran un incremento significativo en la composición de nutrientes, lo cual garantiza una mayor producción de biomasa y una mayor capacidad productiva en el desarrollo de cultivos de *Trichanthera gigantea*.

Las variables minerales presentaron mejor respuesta respecto a T4 mostrando valores mayores respecto de los otros tratamientos.

7. Recomendaciones

Se considera que por aspectos ambientales y económicos es recomendable realizar una fertilización con el Tratamiento 3 (Extracción inicial +50%).

Para investigaciones futuras se debe considerar ampliar el periodo de medición de variables en la etapa de establecimiento buscando resultados más amplios.

Se recomienda continuar con el seguimiento de esta investigación con el fin de tener datos completos del comportamiento tanto de parámetros productivos como de extracción de nutrientes de cultivos de *Trichanthera gigantea*, durante su desarrollo.

Referencias Bibliográficas

- Acero Duarte, L. E. (1985). *Árboles de la zona cafetera colombiana*. Bogotá, Colombia: ondo Cultural Cafetero. 105-204.
- Barros, N. D., Novais, R. D., Teixeira, J. L., & Fernandes Filho, E. I. (1995). *Sistema para cálculo del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto*. NUTRICALC 2.0 16(1), 129-131.
- Benavides, G. (1990). *Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras*. Panamá. América Central: un enfoque agroforestal No. 31054.
- Botero Londoño, J. M. (2004). *Valor nutricional de forrajes arbustivos para cerdas adultas*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Carimentrand, J., Lugo, L., & Lozada, J. (2002). *Efectos inducidos en los suelos, por las plantaciones de Eucalipto estado Portuguesa*. Revista Forestal Latinoamericana, 17(31), 99-117.
- Cook, B. G. ...[y otros] (2005). *Tropical Forages*. Brisbane, Australia: CIAT. www.tropicalforages.info.
- Fernández, M. T. (2007). *Fósforo: amigo o enemigo. Sobre los derivados de la Caña de Azúcar*. ICIDCA. 41(2). 14-21.
- Ferraris, G., Salvagiotti, F., Prystupa, P., & Boem, F. G. (2004). *Disponibilidad de azufre y respuesta de la soja de primera a la fertilización*. En Panigatti (Presidencia). Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo AACS. Llevado a cabo en Paraná, Argentina.

- Francisco, G., & Hernández, I. (1998). *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth y Walp., *árbol multipropósito para una ganadería sostenible*. Pastos y Forrajes, 21(3), 191-200.
- Galindo, W. F., Rosales, M., Murgueitio, E., & Larrahondo, J. (1989). *Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, Nacedero y Matarratón*. Livestock research for rural development, 1(1), 36-47.
- Gentry, A. H., & Vasquez, R. (1993). *A field guide to families and genera of woody plants of Northwest South America*. Conservation International, Washington, DC Givnish, TJ p.1999.
- Giraldo, L. A. C., Ríos, H. F. O., & Polanco, M. F. (2009). *Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos*. Revista de investigación Agraria y Ambiental, (1), 41.
- Gomez, M. E., & Murgueitio, E. (1991). *Efecto de la altura de corte sobre la produccion de biomasa de nacedero (Trichanthera gigantea)*. Livestock Research for Rural Development, 3(3), 14-23.
- Gómez, M. H., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C. I., Rosales Méndez, M., Molina, C. H., ... & Molina, J. P. (2002). *Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Matarratón (Glirícidia sepium), Nacedero (Trichantheragigantea), Pízano (Erythrinagusca) y Botón de oro (Tithonia diversifolia)*. Cali. Colombia: CIPAV. 20p.

- Gonzalvo, S., Nieves, D., Ly, J., Macías, M., Caron, M., & Martínez, V. (2001). *Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos*. Colombia. Livestock Research for Rural Development, 13(2), 1-25.
- Ha, N. N., & Phan, P. T. (1995). *Vegetative propagation capacities and effect of fertilization on biomass production of Trichanthera gigantea*. Colombia. Livestock Research for Rural Development. 7(1), 12-19.
- Heuzé, V., Tran, G., Boudon, A., & Bastianelli, D. (2016). *Nacedero (Trichanthera gigantea)*. *Revista Pastos y Forrajes*. 1(4), 4-17.
- Jiménez Campos, M. A. (2006). *Producción de biomasa de nacedero (Trichanthera gigantea) en diferentes escenarios de sombra y frecuencias de cortes, en el Rancho Ebenezer, Niquinohomo*, Tesis doctoral Universidad Nacional Agraria, UNA, Masaya.
- Kalra, Y. (1997). *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC press. 1(1). 12-56.
- Kato, C. I. R. (1998). *Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico*. Cali. Colombia. FAO. Conferencia de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". 217-229.
- Katto, C. I. R. (2001). *Guía para el cultivo y aprovechamiento del nacedaro, naranjillo o cajeto" Trichanthera gigantea"(Humboldt & Bonpland) Ness* (No. 97). Convenio Andrés Bello.
- Leonard, E. C. (1951). *The Acanthaceae of Columbia*. Colombia. US Government Printing Office. 1(2), 118-120.
- López, E. J., Duarte, Z., & Aleyxander, V. (2016). *Efectos de Fertilización Orgánica y Sintética en el Desarrollo de Forraje Nacedero (Trichanthera gigantea) en la Finca Buena Vista*,

- San Ramón Matagalpa, Primer Semestre, 2015.* Tesis doctoral Universidad Nacional Autónoma, Managua.
- Martínez, F. E., Sarmiento, J., Fischer, G., & Jiménez, F. (2009). *Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (Physalis peruviana L.* Colombia. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 169-178.
- McDade, L. A. (1983). *Pollination intensity and seed set in Trichanthera gigantea (Acanthaceae).* *Biotropica*, 1(1), 122-124.
- Melgar, R. J., Lavandera, J., Duggan, M. T., & Ventimiglia, L. (2001). *Respuesta a la fertilización con boro y zinc en sistemas intensivos de producción de maíz.* *Ciencia del Suelo*, 19(2), 109-114.
- Méndez, M. R. (1999). *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica.* Roma. Italia: FAO. p.145-157.
- Monge, E., Val, J., Sanz, M., Blanco, A., & Montañés, L. (1994). *Producción de Manzanas: Calcio vs. Calidad.* *ITEA Vegetal*. 1(1), 180-189.
- Mora, M. G., Castro, J. J., Naranjo, A. A., Alfaro, E. J., Esquivel, L. C., & Cascante, M. I. C. *Inducción De Rizogénesis y Crecimiento Foliar en Estacas de Nacedero (Trichanthera Gigantea).* *Alcances Tecnológicos*. 11(1), 33-40.
- Moreno, F., & Guerrero, A. (2005). *Evaluación de cuatro métodos de propagación en campo de Trichanthera gigantea.* *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22(1), 13-22.
- Murgueitio, E., & Calle, Z. (1998). *Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia.* FAO: *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica.* p.27-43.

- Murgueitio, R. E. (2000). *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina*. Roma. Italia: FAO. No. 143. 523p.
- Naranjo, J. F., & Cuartas, C. A. (2011). *Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia*. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 6(1), 9-19.
- Ospina, S. D., Ararat, J. E., & Rosales, M. (2002). *Variación genotípica en la calidad nutricional de veintidós procedencias de Trichanthera gigantea (H & B) Nees*. Colombia. Livestock Research for Rural Development, 14(3), 1-13.
- Ospina, S., Rosales, M., & Ararat, J. E. (2002). *Variación genotípica en la composición química y digestibilidad de Trichanthera gigantea*. SciELO. 14(2), 1-9.
- Parent, G. (1989). *Guía de reforestación*. Bucaramanga: CDMB. ACIDI. P. 8-220.
- Pérez, L. C., Rodríguez, L. E., & Gómez, M. I. (2008). *Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (Solanum phureja) variedad Criolla*. Agronomía colombiana, 26(3), 477-486.
- Pérez-Arbeláez, P. (1990). *Plantas útiles de Colombia*. SciELO. 14(1), 180-200.
- Pozo, E. (2005). *Efecto de la fertilización sobre plantaciones de Eucalyptus globulus (Labill.) y Eucalyptus nitens (Maiden) de siete años de edad en la Comuna de Máfil*. Tesis de pregrado. Universidad de Chile, Santiago-Chile.

- Ríos Katto, C. I. (1994). *Nacedero, Trichanthera gigantea (H y B) nees, un árbol multipropósito tropical*. En Ramirez (Presidencia). *Congreso Nacional sobre Biodiversidad Santiago de Cali*. CIPAV. Colombia.
- Ríos, C. I. (1994). *Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del nacedero Trichanthera gigantea (H & B) Nees*. Tesis Doctoral. Universidad Javeriana, Colombia.
- Rivera-Posada, J. H. (1998). *Control de cárcavas remontantes en zonas de ladera mediante tratamientos biológicos*. Avances Técnicos Cenicafé. 256(1), 2-8.
- Roa Vega, M. L., Muñoz Morales, H. R., Galeano Peña, J. R., & Céspedes Sanabria, D. A. (2000). *Suplementación alimenticia de vacas de doble propósito con morera (Morus alba), Nacedero (Trichanthera gigantea) y pasto king grass (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides) en el pie de monte llanero, Colombia*. Agroforestería en las Américas. 7 (28). 8-11.
- Sadeghian, S. (2004). *Efecto de la fertilización con nitrógeno fósforo potasio y magnesio sobre las propiedades químicas de suelos cultivados en café*. Revista: CENICAFÉ. 54(3). 2-16.
- Sarria, P. (1994). *Efecto del nacedero (Trichanthera gigantea) como reemplazo parcial de la soya en cerdas en gestación y lactancia recibiendo una dieta básica de jugo de cana*. Livestock Research for Rural Development, 6(1), 62-73.
- Sarria, P., Villavicencio, E., & Orejuela, L. E. (1991). *Utilización de follaje de Nacedero (Trichanthera gigantea) en la alimentación de cerdos de engorde*. Livestock Research for Rural Development, 3(2), 51-58.

Tisdale, S. L., Nelson, W. L., Balasch, J., & Piña, C. (1991). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. Tibaitatá, Colombia: Monomeros Colombo Venezolanos. p. 352.

Valencia, G. (1999). *Fisiología nutrición y fertilización del cafeto*. Colombia. Chinchiná (Colombia). Agroinsumos del Café S.A.-CENICAFÉ. 94p.

Apéndices

Apéndice A. Recolección del material vegetal (estacas).



Apéndice B. Aplique de sábila a las estacas para acelerar el enraizamiento.



Apéndice C. Siembra



Apéndice D. Materiales de trabajo



Apéndice E. Material vegetal sembrado



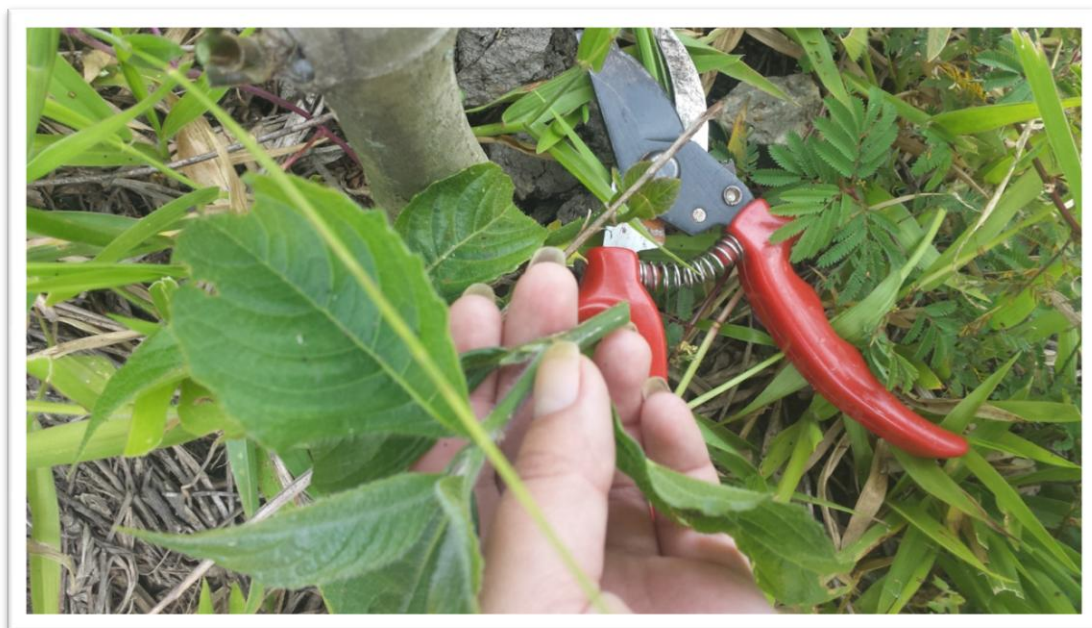
Apéndice F. Aparición de rebrotes, 1 mes de sembrado.



Apéndice G. Toma de muestra de suelo.



Apéndice H. Toma de muestra foliar (Hojas) para análisis foliar inicial.



Apéndice I. Laboratorio de secado en horno a 105°C por 24 horas para Materia Seca.



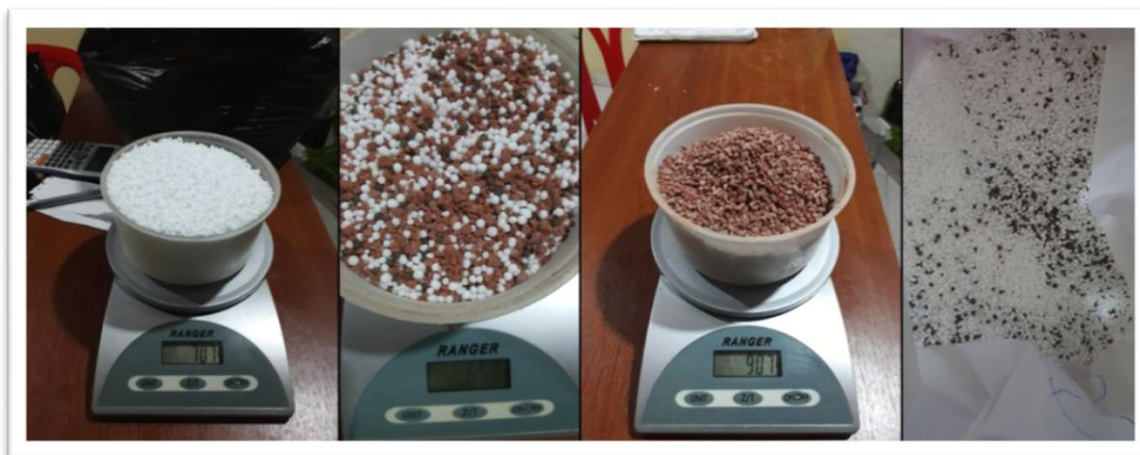
Apéndice J. Secado de muestras a temperatura ambiente (invernadero) por 48 horas para análisis foliar.



Apéndice K. Envío de muestras para análisis inicial foliar y de suelo a Corpoica -Agrosavia.



Apéndice L. Pesaje de los fertilizantes (DAP, KCl y Urea) y preparación de los mismos.



Apéndice M. Medición de variables agronómicas cada 30 días, se tomaron 3 mediciones.



Apéndice N. Corte de hojas cada 30 días para análisis foliar (3 cortes).



Apéndice O. Segundo corte, parcela de 208 individuos.



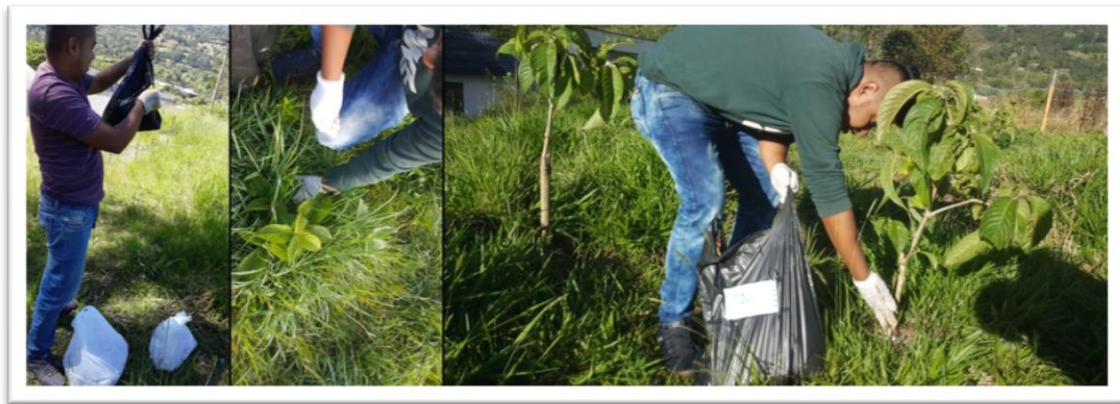
Apéndice P. Riego



Apéndice Q. Evolución en crecimiento de las plantas (Por mes).



Apéndice R. Fertilización de las plantas.



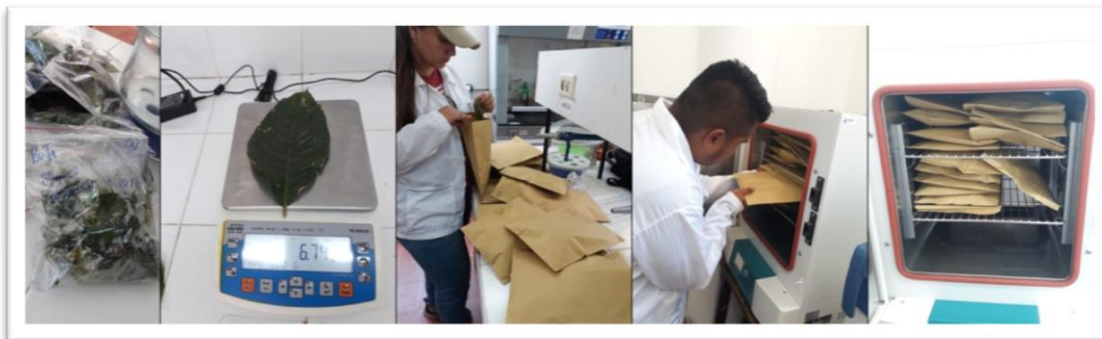
Apéndice S. Mantenimiento del cultivo (Limpieza).



Apéndice T. Parcela en el último mes (tercer corte).



Apéndice U. Toma de muestras foliares y laboratorio de secado en horno a 105 °C por 24 horas para poder realizar análisis foliares finales por tratamiento.



Apéndice V. Envío de muestras a Agrosavia para su respectivo análisis.



Apéndice W. Análisis costo de fertilizantes

Fertilizante	Precio (Kg en \$)	Precio (g en \$)
Urea	3000	3
DAP	2500	2.5
KCl	2500	2.5

Valor de fertilizante por planta				Total precio	Total precio plantas por tratamiento	3 Aplicaciones
Tratamiento	Urea	DAP	KCl			
T1	0	0	0	0	0	0
T2	101.37	20.425	49.4	171.195	8902.14	26706.42
T3	126.72	25.525	61.75	213.995	11127.74	33383.22
T4	198	39.875	96.475	334.35	17386.2	52158.6

TOTAL PROYECTO	112248.24
PRECIO POR PLANTA	539.655

Apéndice X. Reporte de resultados de análisis de laboratorio de suelos inicial.

INFORME N° 3239 - S18 (24174) Danetzy A. Gómez 2018-09-04



ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE
ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2005
13-LAB-031
LABORATORIO DE QUÍMICA DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO DE
SERVICIOS UNA MUESTRA
VINCULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y
TECNOLOGÍA

1. Información del cliente

Nombre y Apellido: DANETZY A. GÓMEZ
Cédula o NIT: 1098151284
Dirección: CLL 18B #11-40
Dpto: SANTANDER
Municipio: MÁLAGA
Tel. fijo/Celular: 3156205015
Tipo de análisis: Fertilidad Completo,

2. Información de la muestra

Identificación: 006311
Matriz: SUELO
Barrio: LA UNIVERSIDAD
Finca: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Altura: 2212
Cultivo: MADERABLE TRICHANTHERA GIGANTEA
Estado: ESTABLECIDO
Topografía del terreno: PLANA

DE SOLICITUD
3239

CODIGO DE LABORATORIO
S18-24174

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 13-LAB-031, bajo la norma ISO/IEC 17025:2005. El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH (VC_R_004 versión 2 de 18-09-2015), fósforo disponible Bray II (NTC 5350:2005), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008), cationes intercambiables en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (NTC 5349:2008), micronutrientes en suelo por Olsen modificado (NTC 5526:2007)*

Fecha de recepción: 2018-08-21
Fecha(s) de análisis: De: 2018-08-27 A: 2018-09-03
Fecha de reporte: 2018-09-04

Jamer Ricardo Jiménez. (7882)
Lider Unidad de Laboratorio de Suelos

DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH	Unidades de pH	VC_R_004 versión 2	7,89	ALCALINO
Conductividad eléctrica	dS/m	NTC 5596:2008	0,58	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	g /100g	Walkley & Black	4,14	BAJO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	NTC 5350:2005	24,77	MEDIO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfatomonobásico de calcio	2,01	BAJO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol _c /kg	KCl	ND	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol _c /kg	KCl	ND	
Calcio intercambiable (Ca)	cmol _c /kg	NTC 5349:2008	30,02	ALTO
Magnesio intercambiable (Mg)	cmol _c /kg	NTC 5349:2008	0,63	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol _c /kg	NTC 5349:2008	0,20	MEDIO
Sodio intercambiable (Na)	cmol _c /kg	NTC 5349:2008	<0,14	BAJO
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	cmol _c /kg	Suma de cationes	30,99	ALTO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	43,24	MEDIO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	1,86	BAJO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	1,67	MEDIO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	1,19	MEDIO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0,24	MEDIO

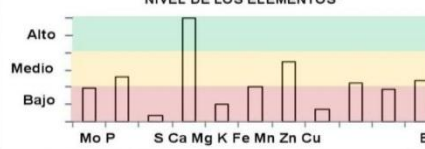
SATURACION DE BASES

Saturación de Calcio	97%	Alto
Saturación de Magnesio	2%	Bajo
Saturación de Potasio	1%	Bajo
Saturación de Sodio	0%	Normal
Saturación de Aluminio	ND	ND

RELACIONES IONICAS

Relación Ca/Mg	47,7
Relación (Ca+Mg)/K	152,4
Relación Mg/K	3,1
Relación Ca/B	24802

NIVEL DE LOS ELEMENTOS*



OBSERVACIONES: * Interpretación basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N° 25; ND: No Determinado; Se hace corrección por pH (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe) Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia.
Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.
Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de CORPOICA.
Para peticiones, quejas, solicitudes de información comuníquese al correo electrónico atencionalcliente@corpoica.org.co o a la línea telefónica 018000121515

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300, extensión 1414
E-MAIL: ypaezc@corpoica.org.co

VC-F-227
Version: 2
Fecha de aprobación: 04-09-2017