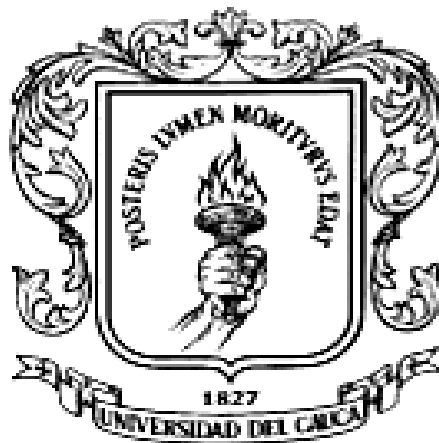


RESPUESTA A DIFERENTES EDADES DE REBROTE DE BOTÓN DE ORO
Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray



EDWIN ANTONIO BURBANO MUÑOZ
LÓRIMER TRÓCHEZ GIRÓN

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2010

RESPUESTA A DIFERENTES EDADES DE REBROTE DE BOTÓN DE ORO
Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray

EDWIN ANTONIO BURBANO MUÑOZ
LÓRIMER TRÓCHEZ GIRÓN

Trabajo de grado en la modalidad investigación para optar por el título de
Ingeniero Agropecuario

Director.
M.Sc. NELSON JOSE VIVAS Q.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2010

NOTA DE ACEPTACIÓN

ROMÁN OSPINA
Presidente del jurado

ELKIN RENDÓN
Jurado

NELSON JOSÉ VIVAS Q.
Director

POPAYÁN, ABRIL DE 2010

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten. Le agradezco a mi mamá Luz Dary Girón Solarte y mi papá Francisco Saúl Tróchez Villani ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación alimentación entre otros, son a ellos a quien les debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso. Le agradezco a mis hermanos los cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar. Hilber Sigifredo Girón y Edwards Francisco Tróchez Girón. También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí. También agradezco a Fernanda por estar a mi lado y contar incondicionalmente con ella. También agradezco a todos los profesores que me han apoyado una y otra vez.

Lórimer Tróchez Girón

A Dios por tener en su voluntad el propósito de permitirme culminar la carrera y formar parte de mi carácter en el ejercicio, concediendo la fuerza, persistencia y determinación suficientes para estar levantando un triunfo tan importante.

A mi padre Emiro Burbano por su fuerza a mis hermanos Fernando Burbano y John Jairo Burbano por su respeto y apoyo, a mi madre Stella María Muñoz por las oraciones, sabiduría y palabras de aliento en los momentos más difíciles, esos en los que nada sale bien y creemos que es otro el camino consintiendo la posibilidad de abandonar nuestros sueños, dejando de pelear gracias madre por ser el instrumento de Dios para recibir demasiadas bendiciones.

A mi esposa Derly e hija María Ángela Burbano García por su amor y comprensión fueron mi mayor razón.

A mis amigos que a lo largo del camino llegaron con voces de aliento y manos colmadas de favores compartiendo el mismo sueño llegar al final.

Edwin Antonio Burbano Sánchez

AGRADECIMENTOS

Al director del trabajo de grado M.Sc. NELSON JOSE VIVAS Q., por su valiosa orientación, ayuda y constante apoyo en este trabajo.

A la Universidad del Cauca y docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Programa de Ingeniería Agropecuaria, por los conocimientos, experiencia y ayuda brindada durante el transcurso de la carrera.

Al profesor Román Ospina y al Ing. Elkin Rendón, Jurados evaluadores por la revisión y las sugerencias hechas a esta investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1. ORIGEN DEL BOTÓN DE ORO	16
1.2. DISTRIBUCIÓN	16
1.3. GENERALIDADES	16
1.4. BOTÁNICA	17
1.5. TAXONOMÍA	17
1.6. ASPECTOS AGRONÓMICOS TITHONIA DIVERSIFOLIA	18
1.6.1. Requerimientos ambientales	18
1.6.2. Establecimiento	18
1.6.3. Rendimiento y composición	18
1.6.4. Usos	18
1.6.5. Condiciones del suelo del peniplano Popayán	19
1.6.6. Plagas y enfermedades de incidencia económica en botón de oro	19
1.7. ANÁLISIS DE ALIMENTOS	19
1.7.1. Análisis	21
1.7.2. Ventajas y desventajas de los métodos químicos	23
1.7.3. Métodos in vitro	24
1.8. ANTECEDENTES	26
2. MATERIALES Y MÉTODOS	28
2.1. LOCALIZACIÓN	28
2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	28
2.3. METODOLOGÍA	29
2.3.1. Diseño experimental	29
2.3.2. Tamaño de la parcela experimental	30

2.4.	MANEJO	31
2.4.1.	Corte de uniformidad	31
2.4.2.	Labores culturales	31
2.4.3.	Cosecha	32
2.5.	VARIABLES A EVALUAR.	33
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1.	VIGOR	36
3.2.	ALTURA	37
3.3.	DIÁMETRO	39
3.4.	NÚMERO DE REBROTOS	40
3.5.	PRESENCIA DE PLAGAS	42
3.6.	INCIDENCIA DE ENFERMEDADES	44
3.7.	CONTENIDO DE MATERIA SECA (MS) (%)	45
3.8.	PRODUCCIÓN EN MATERIA SECA (PN MS)	47
3.9.	PRESENCIA DE BOTONES FLORALES	49
3.10.	CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL POR EDAD DE REBROTE	50
3.10.1.	Proteína cruda (%PC)	50
3.10.2.	Fibra en detergente neutro (FDN)	53
3.10.3.	Fibra en detergente ácido (FDA)	55
3.10.4.	Contenido de hemicelulosa (%)	57
3.10.5.	Digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS)	57
4.	CONCLUSIONES	62
5.	RECOMENDACIONES	63
	BIBLIOGRAFÍA	64
	ANEXOS	68

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variable vigor a diferentes edades de corte de <i>T. diversifolia</i>	36
Tabla 3. Variable altura de las plantas en <i>T. diversifolia</i>	38
Tabla 4. Variable diámetro de las plantas en <i>T. diversifolia</i> .	39
Tabla 5. Variable número de rebrotes de plantas en <i>T. diversifolia</i>	41
Tabla 6. Variable presencia de plagas en plantas de <i>T. diversifolia</i> .	43
Tabla 7. Variable incidencia de enfermedades en plantas de botón de oro.	44
Tabla 8. Variable contenido de materia seca en <i>T. diversifolia</i>	46
Tabla 9. Variable producción en materia seca (PnMS) de las plantas en <i>T. diversifolia</i>	48
Tabla 10. Producción de forraje verde de <i>T. diversifolia</i> a diferentes edades de corte.	49
Tabla 11. Resultado análisis bromatológico a diferentes edades de <i>T. diversifolia</i> .	50

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cultivo experimental de botón de oro	28
Figura 2. Distribución del diseño en campo	29
Figura 3. Parcelas de campo de botón de oro	30
Figura 4. Corte de uniformidad	31
Figura 5. Limpieza del lote	31
Figura 6. Fertilización	32
Figura 7. Corte de botón de oro	32

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Comportamiento ambiental durante el ensayo (Temperatura y Precipitación)	35
Gráfica 2. Comportamiento de la variable vigor a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>Tithonia diversifolia</i>	37
Gráfica 3. Comportamiento de la variable altura a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>T. diversifolia</i>	38
Gráfica 4. Comportamiento de la variable diámetro a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>T. diversifolia</i>	40
Gráfica 5. . Comportamiento de la variable número de rebrotes a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>T. diversifolia</i>	42
Gráfica 6. Presencia de plagas a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>T. diversifolia</i>	42
Gráfica 7. Comportamiento de la variable incidencia de enfermedades a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>T. diversifolia</i>	45
Gráfica 8. Comportamiento de la variable contenido de materia seca (MS) a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>T. diversifolia</i>	46
Gráfica 9. Comportamiento de la variable producción de materia seca a diferentes edades de corte durante la evaluación de <i>T. diversifolia</i>	48
Gráfica 10. Contenido de proteína cruda (PC) a diferentes edades de rebrote en <i>Tithonia diversifolia</i> .	50
Gráfica 11. Contenido de fibra en detergente neutro (FDN) a diferentes edades de rebrote en <i>Tithonia diversifolia</i> .	53
Gráfica 12. Contenido de fibra en detergente ácido (FDA) a diferentes edades de rebrote en <i>Tithonia diversifolia</i> .	56
Gráfica 13. Contenido de Hemicelulosa (%) a diferentes edades de rebrote en <i>Tithonia diversifolia</i> .	57
Gráfica 14. Digestibilidad invitro de la materia seca DIVMS (%) a diferentes edades de rebrote en <i>Tithonia diversifolia</i> .	58

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo a. Análisis de suelos Finca Villa Alina	69
Anexo b. Formato evaluación de producción botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>)	73
Anexo c. Análisis de varianza ANOVA para las diferentes variables evaluadas	74
Anexo d (Continuación)	75
Anexo e. Tabla de correlaciones de las variables evaluadas	76
Anexo f. Análisis bromatológico de <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes edades de rebrote	77

RESUMEN

En la Vereda el Descanso Municipio de Timbío se llevó a cabo una investigación con el propósito de evaluar la respuesta a diferentes edades de rebrote *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray para determinar el momento óptimo de corte en términos de producción y calidad del forraje en las condiciones agroecológicas del Peniplano de Popayán.

Para la realización del trabajo se dispuso de un lote ya establecido de aproximadamente un año, sembrado y aprovechado con fines forrajeros con una densidad de 10000 plantas/Ha (1m X 1m).

Para la evaluación, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con 4 bloques y 4 repeticiones, donde la determinante a bloquear fue la pendiente del terreno; los tratamientos corresponden a las diferentes edades de rebrote identificándose así: T1: 40 días, T2: 50 días, T3: 60 días, T4: 70 días. Para el análisis estadístico se efectuó un análisis de varianza ($p < 0.05$) por medio del programa SAS V9 y se realizaron pruebas de promedios de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Como labores de manejo se hicieron: corte de uniformidad, limpieza del lote, fertilización. Las variables a evaluar fueron vigor, altura de plantas, diámetro, número de rebrotes, presencia de plagas, incidencia de enfermedades, producción de forraje en materia seca y presencia de botones florales; además la caracterización nutricional de una muestra por edad de rebrote: contenido de proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) y días hasta la floración como variable fenológica.

En términos de rendimiento de acuerdo a las variables evaluadas no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de estas, en los diferentes tratamientos. Los resultados obtenidos para el contenido de proteína cruda (PC) en las edades de 40, 50 y 60 días de corte fueron : 18.45 %, 19.46 % y 18.31 % respectivamente, para el contenido de fibra en detergente neutro (FDN) la que presentó el menor valor fue la de 60 días de corte con 42.47 %, para el contenido de fibra en detergente ácido (FDA) las que presentaron menor valor fueron 50 y 60 días de corte con 36.8 % y 37.14 % respectivamente, para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) las que presentaron una mejor digestibilidad son 40 y 60 días de corte con 62.72 % y 61.57 % respectivamente.

En el Peniplano de Popayán la edad óptima para realizar el corte y poder así aprovechar todos los nutrientes es la de 50 días ya que es quien presentó buen comportamiento en las variables evaluadas y dentro de los análisis bromatológicos se encuentra con buena relación de contenidos nutricionales y digestibilidad invitro de la materia seca.

Palabras claves: *Tithonia diversifolia*, calidad del forraje, edad de rebrote, Botón de oro.

ABSTRACT

In the small town "El descanso" Timbío municipality a research was carried out with the purpose of evaluating the answer of different cuts of *Tithonia diversifolia* in terms of production and quality of forage, in the agro ecological conditions of the surroundings of Popayan.

The undertaking of this project counted with an established sown field and industrious with forage purposes with a density of 10.000 plants / Ha (1m x 1m), during a year approximately.

For the evaluation, a design of blocks at random was used, with 4 blocks and 4 repetitions, where the obstacle to overcome was the slope of the terrain; the treatments correspond to different ages of the cuts identified as: T1 = 40 days, T2 = 50 days, T3 = 60 days and T4 = 70 days. For the statistical analysis a variant analysis was made. ($p < 0.05$) by means of the program SAS V9 and Duncan average test were made to determine the best treatment.

Some management works such as: uniformity cut, lot cleaning, and fertilization. The variables to evaluate were vigor, height of the plants, diameter, number of cuts, presence of plague, incidence of diseases, production of forage in dried matter and presence of floral cut; besides, the nutritional characterization of a sample by age of the cut: contents of raw protein (RP), fiber in neutral detergent (FND), fiber in acid detergent (FDA), digestibility in vitro of raw matter (DIVMS) and days until the flowering phenological variable.

In terms of output according to the evaluated variables significant statistical differences were not found in the different treatments. The obtained results for the content of raw protein (RP) in the ages of 40, 50 and 60 days of cut were: 18.45 % and 18.31 % respectively, for the content of fiber of neutral detergent (FND) the one that presented the lowest was the one of 60 days of cut with 42.47 %, for the content of fiber in acid detergent (FDA) the ones that presented the lowest value were 50 and 60 days of cut with 36.8 % and 37.14 % respectively, for the digestibility in vitro of raw matter (DIVMS) the ones that presented a better digestibility are 40 and 60 days of cut with 62.72 % and 61.57 % respectively.

In the surroundings of Popayan the optimal age to do a cut and to be able to take advantage of the all nutrients is the one of the 50 days since this presented a good behavior in the evaluated variables and within the bromatological analysis, a good relationship between nutritional contents and the digestibility in vitro of the raw matter.

Key words: *Tithonia diversifolia*, quality of forage, age of cut, button of gold.

INTRODUCCIÓN

Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray (Botón de oro) es un arbusto perteneciente a la familia de las compuestas, se caracteriza por presentar un gran volumen radicular y una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación y de distribución en la zona tropical, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy ruda y puede soportar la poda y la quema a nivel del suelo, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. (Mahecha y Rosales, 2009)

En Colombia se ha observado su uso como cerca viva, flora para apicultura, ornamental, en silvopastoreo de ganado bovino, forraje de corte en la alimentación de cerdos, ovejos, conejos, bovinos y búfalos. Sin embargo, existen reportes sobre la utilización que se le da a este arbusto en otros países como atracción de insectos benéficos en cultivos, como antiparasitario para animales, paja para cama en ganadería y abono verde en cultivos, siendo este último el uso más difundido. A pesar de las observaciones del uso de *T. diversifolia* en la alimentación animal, especialmente por campesinos, se han realizado muy pocos trabajos investigativos a nivel mundial en este campo, entre ellos se cuenta con el reporte de una evaluación del consumo de forraje en ovejos y cerdos y evaluaciones productivas en cabras, búfalos y gallinas ponedoras. Siendo una especie tan valiosa agrónomicamente, sería muy conveniente su integración en sistemas de producción animal (Ojeda, 2003).

Aunque en el peniplano de Popayán, *T. diversifolia* está presente con una frecuencia de 13.3% siendo la segunda en comparación con las especies arbóreas y arbustiva con aptitud forrajera presentes, no se tienen reportes científicos oficiales o alguna información que sea útil como referencia para estimar, labores de manejo, producción o contenido nutricional de esta planta, realizados en esta región, siendo utilizada de manera tradicional (Polanía y Rendón, 2009).

Con el fin de aprovechar las aptitudes del botón de oro en la nutrición animal y de esta manera contribuir al mejoramiento del sector ganadero del Departamento del Cauca, se desarrolló una investigación en el Municipio de Timbío, con el objetivo de determinar el momento óptimo en términos de producción y calidad forrajera de *T. diversifolia* para las condiciones agroecológicas del peniplano de Popayán. Para lograr dicha meta se planteó evaluar la producción de forraje verde a los 40, 50, 60 y 70 días después del corte, valorar el contenido de proteína cruda, fibra en detergente neutro y fibra en detergente ácido, Digestibilidad “*in vitro*” de la materia seca (DIVMS), para finalmente definir el momento óptimo de corte.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ORIGEN DEL BOTÓN DE ORO

Sur de México hasta Centroamérica y el norte de Sudamérica (Colombia, Ecuador y Venezuela), incluyendo las Antillas (Trópicos). (Hanan y Mondragon, 2006).

1.2. DISTRIBUCIÓN

Se encuentra también en E.U.A., Islas del Pacífico, Australia, África y Asia. En México se ha registrado en Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998). Actualmente está ampliamente distribuida en la zona tropical; se tienen reportes de Sur de México, Honduras al Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceylán (Nash 1976), Cuba (Roig y Mesa, 1974) y Colombia. En Tailandia se organizan actividades turísticas y un festival alrededor de su época de floración en noviembre. En algunas regiones este arbusto se considera invasivo.

1.3. GENERALIDADES

Tithonia diversifolia es un arbusto de la familia Asterácea. Tiene un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo. Es además una especie con buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. Presenta características nutricionales importantes para considerarse como una especie con gran potencial en la alimentación animal (Gómez, 1997).

En Colombia se utiliza como planta apícola y en la alimentación de vacas, conejos (Gómez, 1997, 1993), curies (Gálvez, 1995), ovejas (Vargas, 1992), y cerdos (Solarte, 1994). También se siembra como cerca viva para rodear sitios donde se ubican colmenas y áreas de bosque para protección de fuentes de agua (Gómez, 1997, 1997). Se utiliza también como especie ornamental y en parcelas de producción agrícola con alta diversidad para atraer insectos benéficos.

El poco conocimiento que las comunidades y personas del sector agropecuario tienen en el Departamento del Cauca, con relación a las especies promisorias como el botón de oro *Tithonia diversifolia* para la alimentación animal, se debe en parte al poco desarrollo de procesos investigativos en torno a los mismos y a la falta de interés de las diferentes organizaciones tanto estatales como privadas por implementarlos. Por tal razón, esperamos que el estudio de este material, que cuenta con fuentes confiables de información con respecto al manejo agronómico de esta especie promisorio, pueda ser de gran utilidad en el sector agropecuario teniendo en cuenta las condiciones de clima y suelo de la meseta de Popayán. Por otro lado, esperamos que se reconozca el potencial productivo y nutricional de este arbusto, de tal manera que muchos agricultores y personas dedicadas a la labor del campo puedan incorporarla en los sistemas productivos, de acuerdo a las necesidades de cada uno.

1.4. BOTÁNICA

Planta de hasta 4 metros de altura, con ramas fuertemente subtomentosas a menudo glabras. Hojas alternas, pecioladas, de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho, generalmente 3 a 5 lobadas, usualmente muy pilosas en el envés, ápice acuminado, cuneadas hasta subtruncadas en la base, en su mayoría decurrentes en la base del peciolo, bordes aserrados y envés generalmente glauco. Pedúnculos de 4-20 cm de largo. Inflorescencia una cabezuela o capítulo, rodeado de un involucre de brácteas de color verde. Flores de la periferia unisexuales pistiladas, corola ligulada de color amarillo a naranja, de 3 a 6 cm de largo; flores del disco bisexuales, corolas tubulares, amarillas de 8 mm de largo, cáliz modificado en una estructura bracteoides que persiste en la semilla. Androceo de 4 estambres unidos y gineceo compuesto por un ovario ínfero de un carpelo y un lóculo y un estigma bifido. El fruto es un aquenio de 4 a 6 mm de largo. (Sánchez y Bueno, 2002).

1.5. TAXONOMÍA

Clasificación taxonómica:

Nombre científico: *Tithonia diversifolia*

División: Spermatophyta

Clase: Dicotiledoneae

Subclase: Metaclamídeas

Orden: Campanuladas

Familia: Compositae

Género: *Tithonia*

Especie: *diversifolia* (Hemsl.) Gray (Ríos, 1993 y Salazar, 1995)

1.6. ASPECTOS AGRONÓMICOS *Tithonia diversifolia*

1.6.1. Requerimientos ambientales. En Guatemala se registra entre los 200 y los 2300 msnm, en matorrales húmedos o secos (Nash, 1976), En Venezuela se encuentra en los estados de Carabobo, Aragua, Portuguesa y Trujillo entre los 300 y 1700 msnm. En Colombia esta planta crece en diferentes condiciones agroecológicas, desde el nivel del mar hasta 2700 m en La Cocha (Nariño), con precipitaciones que fluctúan entre 800 a 5000 mm y en diferentes tipos de suelo, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad. Se encuentra creciendo espontánea a orillas de caminos (Gómez, 1997).

1.6.2. Establecimiento. Su establecimiento se hace con semilla o por estaca, tomando tallos de 50 cm. de largo y 2 a 3.5 cm. de diámetro y que posean 3 a 4 yemas; se siembra en forma horizontal o inclinados sin tapar totalmente (Polanía y Rendón, 2009).

1.6.3. Rendimiento y composición. *Tithonia diversifolia* presentó la mayor producción de forraje en los suelos de vega con 18.374 kg MS/ha, reportando mayor producción en verano que en invierno, seguido por los rendimientos reportados en tierra firme con una producción de 10092 kg/ha de materia seca (MS) y en tercer lugar en sabana, con una producción de 7098 kg/ha de MS. En estas dos últimas localidades el rendimiento de forraje fue menor en verano. Estos resultados se obtuvieron de cuatro cosechas durante el invierno y dos en el verano efectuadas cada 60 días. (Sánchez y Bueno, 2002)

T. diversifolia reportó buenos contenidos de proteína entre 12 al 15.3% y bajos contenidos de Fibra en Detergente Neutro (FDN) 34.8% y de Fibra en Detergente Ácido (FDA) 30.4%, que se traduce en una buena degradabilidad a las 48 horas del material que estuvo entre 73-87%. Teniendo en cuenta la alta producción, calidad y aceptación por el ganado, esta especie se constituye una excelente alternativa como fuente de alimentación para los animales a través del año, con lo cual se esperaría mejorar los parámetros productivos en los sistemas de producción bovino. (Sánchez y Bueno, 2002).

1.6.4. Usos. Según afirman Nash y Williams, 1976, el Botón de Oro se cultiva ampliamente como planta ornamental en los trópicos y se ofrece en muchos sitios de jardinería. La decocción de sus hojas, que contienen un aceite amargo, se usa algunas veces como remedio para la malaria y como tratamiento para el eczema de la piel de animales domésticos. Además, contiene una sustancia con efectos

antiinflamatorios. De igual manera, estos autores reportan que debido a su rápida producción de biomasa, este cultivo se promueve como:

- Melífera (para abejas)
- abono verde
- Cortinas rompe vientos y cercas vivas
- Para forraje (alimentación animal)
- El mejoramiento de suelos degradados, sobre todo para mejorar la adsorción de fósforo (P)
- El combate a la erosión.
- Además es una fuente posible de carotenoides para alimentos de gallinas, para pigmentar las yemas y para controlar hormigas arrieras; también se extraen de ella sustancias insecticidas.

1.6.5. Condiciones del suelo del peniplano Popayán. Los suelos de la meseta de Popayán presentan terrazas de clima medio húmedo con piso bioclimático sub andino y zona de vida de bosque muy húmedo Pre Montano (bmh-PM); Son suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, mezclados con depósitos aluviales; la profundidad efectiva es variable, de superficial a moderadamente profunda, limitada en la mayoría de los casos por la presencia de capas de gravilla, cascajo y piedra. El drenaje natural de la unidad es bueno y sus suelos no están afectados por la erosión (Holdridge, L. 1979, Gobernación del Cauca, 2005), (Gómez y Pabón, 2008).

1.6.6. Plagas y enfermedades de incidencia económica en botón de oro. Hasta el momento no se han presentado ni registrado problemas fitosanitarios limitantes en el desarrollo de las plantas (Ríos, 1993).

1.7. ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Los sistemas de producción ganadera están basados en el pastoreo directo de los recursos forrajeros, con ocasional uso de suplementos tales como granos, subproductos de cosecha, forrajes conservados como heno o silaje, etc. La suplementación es una práctica muy difundida donde se busca optimizar la calidad del alimento ofrecido a las vacas para que produzcan la mayor cantidad de leche posible a lo largo de la lactancia. Sin embargo, el forraje base y los suplementos, especialmente los subproductos de cosecha y los forrajes conservados, varían en su calidad a lo largo del año. En el caso de las pasturas y los forrajes conservados, esta variación en la calidad se debe a la especie, la época del año, estado fisiológico, el tipo y cantidad de fertilizante aplicado, el momento de corte o de pastoreo y otros factores. Analizar los alimentos base es entonces importante

para caracterizar nutricionalmente los mismos y para seleccionar mejor los suplementos a utilizar, de tal manera que se optimice la producción.

El análisis de alimentos es también importante para garantizar la calidad de productos formulados comercialmente (tal el caso de concentrados energéticos o proteicos). De esta forma el cliente final puede estar seguro de lo que compra. Otra función muy importante del análisis de alimentos es la de detectar la posible presencia de sustancias indeseables que se encuentren presente en los alimentos, las cuales pueden ser dañinas para la salud animal o humana. Un claro ejemplo de esto lo constituyen las aflatoxinas (toxinas producidas por hongos), los residuos de herbicidas o sus coadyuvantes, etc.

Si bien el mejor indicador de la calidad de un alimento dado es la constitución animal, su implementación como rutina tiene problemas considerados insalvables. los experimentos utilizando animales son muy costosos y llevan mucho tiempo. Además, el público general se encuentra generalmente en contra de la utilización de animales para experimentación, lo que si bien esta tendencia es más importante en los países desarrollados, no tardará en trasladarse a nuestra región. Como resultado de esto, el análisis de alimentos se lleva a cabo usando técnicas menos invasivas, que intentan predecir alguno de los tres parámetros que constituyen la constitución animal. el consumo, la digestibilidad y la eficiencia de utilización (Cherney, 2000 citado por Colombatto 2009). Siendo que las variaciones en el consumo explican entre un 60 y un 90% de la variación en la energía digestible (Mertens, 1994 citado por Colombatto 2009), sería conveniente entonces determinar aquellas características de los forrajes más asociadas al consumo y a la digestibilidad (Cherney, 2000 citado por Colombatto 2009). Entre ellas, se pueden citar la fibra, la lignina y la proteína cruda, junto con una precisa determinación del contenido de materia seca (Cherney y Mertens, 1998 citado por Colombatto 2009).

Los análisis químicos pueden darnos información sobre los componentes químicos del forraje que influyen la digestión del mismo. Esto nos permitirá entender mejor los procesos bioquímicos que impactan sobre la constitución animal. Los análisis químicos no proveen un estimador directo de valor nutritivo, pero mediante asociaciones estadísticas se pueden obtener estimadores de consumo y digestibilidad. Idealmente, estos análisis químicos debieran ser complementados con análisis dinámicos de fermentación ruminal (análisis *in vitro*) para obtener una caracterización más acabada de su valor nutritivo.

1.7.1. Análisis químicos

Materia seca (MS). Si bien no es considerado un análisis químico per se, una correcta determinación del contenido de materia seca de un alimento dado es fundamental, ya que un error en este paso se transfiere al resto de los componentes químicos, los cuales debieran ser expresados sobre base materia seca para permitir comparaciones con otros alimentos. En el caso de forrajes frescos o heno, las opciones para una correcta determinación del contenido de materia seca son variadas, e incluyen el secado en horno a 65° C por 48 h, a 100° C por 24 h, o a 135° C por 3 h (Cherney, 2000 citado por Colombatto 2009). En el caso de los forrajes ensilados, se debería efectuar una corrección por los componentes volátiles producidos durante el ensilaje. En estos casos, se utiliza la destilación con tolueno, método que sin embargo no es muy recomendable debido a su peligrosidad. Una alternativa la constituyen los métodos para corregir la materia seca obtenida en horno a partir de analizar la muestra para productos de fermentación (ácidos grasos volátiles, especialmente).

Fibra. Los sistemas tradicionales para determinar el contenido de fibra en alimentos animales han sido el análisis proximal (método Weende) y el método de los detergentes de Van Soest (Van Soest et al., 1991 citado por Colombatto 2009).

Éste último tiene ventajas sobre el primero porque separa a los carbohidratos de acuerdo a su disponibilidad nutricional y hasta puede servir como un predictor de digestibilidad (Van Soest, 1994 citado por Colombatto 2009).

- **La fibra en detergente neutro (FDN).** es el residuo remanente después de una solubilización del alimento en detergente neutro. Está compuesta por hemicelulosa, celulosa, lignina, cenizas y proteína ligada, y por esto ha sido comparada con el término “pared celular”. Sin embargo, esta relación no es tal, ya que la pared celular es una estructura biológica muy compleja, mientras que la FDN es un producto analítico con características nutricionales (Jung y Allen, 1995 citado por Colombatto 2009). En algunos casos, las concentraciones de FDN y de pared celular son similares, pero en el caso de las leguminosas la concentración de FDN es mucho menor, debido a que las pectinas (componentes de la pared celular) son solubilizadas por el detergente neutro, no apareciendo en el residuo. De todas las fracciones fibrosas, la FDN es la que mejor se correlaciona con el consumo voluntario, siendo por esto la fracción más importante dentro de la fibra a considerar.

- **La fibra en detergente ácido (FDA).** es el residuo remanente de la solubilización del alimento en detergente ácido. Este detergente provoca la solubilización de los mismos componentes que el detergente neutro más la hemicelulosa. A pesar de las asociaciones estadísticas positivas encontradas entre concentración de FDA y digestibilidad (Weiss, 1994 citado por Colombatto 2009), no existe una base científica sólida que conecte estos dos parámetros (Van Soest et al., 1991 citado por Colombatto 2009).

Concepto de Fibra Efectiva. La fibra efectiva es la fracción del alimento que estimula la actividad de masticación (Allen, 1997 citado por Colombatto 2009). Esta masticación estimula la producción de saliva, la cual contiene bicarbonatos y fosfatos, encargados de neutralizar los ácidos producidos por la fermentación de la materia orgánica. El balance entre la producción de ácidos y la cantidad de saliva secretada es importante para mantener un rumen saludable, con un valor de pH adecuado que prevenga la aparición de enfermedades metabólicas tales como acidosis. La fracción de la materia orgánica total que es fermentada en rumen hará variar los requerimientos de fibra efectiva (Allen, 1997 citado por Colombatto 2009). Sin embargo, el dato del análisis químico de FDN únicamente no es adecuado para balancear dietas de vacas lecheras de alta producción, debido a que distintos tipos de fibra varían en su capacidad estimuladora de la producción de saliva, lo cual estaría relacionada con el tamaño de partícula del forraje. El concepto de fibra físicamente efectiva fue acuñado para relacionar las características físicas del alimento con el pH del rumen a través de la medición del tamaño de partícula del forraje o la actividad de masticación (Mertens, 1997 citado por Colombatto 2009).

Lignina. La lignina es un polímero sin una estructura definida, que contiene alcoholes (hydroxycinnamyl) y puede contener además ácidos fenólicos y compuestos no fenólicos (Jung y Allen, 1995 citado por Colombatto 2009). La lignina es frecuentemente mencionada como limitando la digestión de la fibra, y a veces de la proteína. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que el contenido de lignina per se no sería responsable de la disminución de la digestión de la fibra, sino que la acción de la lignina consistiría en reducir el acceso de las enzimas hidrolíticas a la fibra digestible (Jung y Allen, 1995 citado por Colombatto 2009). Existen diversos métodos para estimar los contenidos de lignina de los alimentos, siendo el más conocido el de la digestión en ácido sulfúrico concentrado (72%). Este método ha sido criticado por considerarse que sobreestima la concentración de lignina de los forrajes, debido a que la proteína co-precipita con la lignina (Norman and Jenkins, 1934, Cherney, 2000 citado por Colombatto 2009). El valor de conocer la concentración de lignina de un alimento dado reside en su relación aparente con la digestibilidad o la indigestibilidad de

ese alimento (Cherney, 2000 citado por Colombatto 2009). En este contexto, el efecto de la lignina sobre la digestibilidad de la fibra parece ser mayor en gramíneas que en leguminosas (Jung y Allen, 1995 citado por Colombatto 2009), si bien esto puede ser un reflejo del uso del método lignina en detergente ácido (LDA), que subestima la concentración de lignina en gramíneas. En general, a medida que avanza el estado fenológico de un forraje dado, aumenta la concentración de lignina.

Proteína (PC). Los contenidos de nitrógeno totales de una muestra de alimento son generalmente determinados usando alguna variante del método Kjeldhal (Cherney, 2000) citado por Colombatto 2009.

Alternativamente, se puede realizar una combustión total en un autoanalizador (AOAC, 1990 citado por Colombatto 2009). El principio básico para estimar el contenido de proteína de una muestra a partir del contenido de N total es que la proteína total contiene un 16% de N. Sin embargo, esto no es siempre así, por lo que Cherney (2000) citado por Colombatto 2009 sugirió la inclusión de un factor de corrección para el contenido de N en la determinación de proteína cruda.

Así planteado, el análisis de proteína cruda es inadecuado para describir la calidad de la proteína (Van Soest, 1994; Cherney, 2000 citado por Colombatto 2009). De acuerdo con Broderick (1994) y Beever y Mould (2000) citado por Colombatto 2009, el análisis de la fracción proteica de un alimento debería describir el grado de contribución de esa proteína a la formación de proteína microbiana y a la cantidad de proteína dietaria que escapa a la degradación ruminal. Existen diversos métodos de fraccionamiento de la proteína dietaria, tales como los descritos por Sniffen et al. (1992) y Licitra et al. (1996), los cuales han sido discutidos por Cherney (2000) citado por Colombatto 2009, a donde se refiere al lector para su más detallada explicación.

1.7.2. Ventajas y desventajas de los métodos químicos. El análisis químico de los alimentos tiene como un objetivo el de proveer información sobre los componentes químicos de los forrajes que influyen la digestión de los alimentos por parte de los rumiantes. Estos análisis tienen como objetivo adicional estimar la digestibilidad del alimento. En términos generales son rápidos, precisos y baratos. Además, no requieren de animales fistulados como donantes de fluido ruminal, lo que los hace deseables a los ojos del público en general.

Sin embargo, los análisis químicos no siempre cumplen con el objetivo de estimar la digestibilidad del alimento, estando en general menos correlacionados con la digestibilidad que otros métodos enzimáticos o microbianos (Cherney, 2000 citado por Colombatto 2009). Posibles razones para esta menor correlación incluyen la ineficacia de los análisis químicos para representar la complejidad de un sistema biológico, y la falta de representación de la cinética de los procesos de digestión. Es posible entonces que ambos tipos de análisis, los químicos y los microbianos o enzimáticos, continúen siendo usados en combinación en el futuro.

1.7.3. Métodos in vitro

Digestibilidad in vitro (DIVMS). El método de fluido ruminal y pepsina de Tilley y Terry (1963) citado por Colombatto 2009 sigue siendo muy popular en nuestros días, debido principalmente a su precisión para predecir la digestibilidad in vivo de algunos forrajes (De Boever et al., 1988; Beever y Mould, 2000 citado por Colombatto 2009).

La técnica de Tilley y Terry (1963) es un buen ejemplo de un enfoque sistemático a la predicción de la digestibilidad de los alimentos para rumiantes (Beever y Mould, 2000 citado por Colombatto 2009).

Sin embargo, esta técnica tiene algunas desventajas. Requiere de la disponibilidad de animales fistulados en rumen como donantes de fluido ruminal, lo cual se ha vuelto cada vez más difícil en países desarrollados. Opciones para sobrellevar este problema son el uso de heces como proveedores de enzimas microbianas (Omed et al., 2000 citado por Colombatto 2009), y preparados de enzimas puras (Jones y Theodorou, 2000 citado por Colombatto 2009). Sin embargo estas técnicas alternativas no están exentas de problemas, ya sea por variabilidad en la composición de las heces o en el tipo y actividad de las enzimas, como en las dificultades de su implementación y aceptación por parte de los nutricionistas y laboratoristas.

Otro de los problemas de esta técnica es la variabilidad en la calidad del fluido ruminal, lo que está relacionado con el tipo de procesado al que se lo somete, tipo y dieta del animal donante, momento de recolección, condiciones de anaerobiosis, pH y temperatura, etc. Sin embargo, estos problemas serían comunes a todas las técnicas que utilizan fluido ruminal. Una opción para compensar por esto sería la inclusión de alimentos “standards” en cada corrida (Tilley y Terry, 1963 citado por Colombatto 2009). Un punto quizás más importante es que el método Tilley y

Terry (1963) es un método de “punto final”, esto es, no provee información sobre la cinética del proceso de degradación en el rumen. Este último punto es importante porque dos alimentos pueden tener la misma degradabilidad ruminal después de 48 o 96 horas de incubación, pero la velocidad de degradación de las muestras puede haber sido completamente diferente. El hecho de que un alimento sea fermentado y degradado en rumen más rápido debería conducir a un aumento en la tasa de pasaje de ese alimento, lo que redundaría en un aumento en el consumo voluntario del mismo.

Método de la bolsita de nylon. El método de la bolsita de nylon (Orskov et al., 1980 citado por Colombatto 2009), también llamado *in situ* o *in sacco*, ha recibido mucha atención por parte de los nutricionistas debido en parte a su simplicidad de uso, pero principalmente porque representa un adelanto con respecto al método de Tilley y Terry (1963) ya que describe la cinética de degradación de los alimentos en el rumen. Esta técnica puede también predecir relativamente bien el consumo voluntario y la digestibilidad de un alimento (Orskov, 2000 citado por Colombatto 2009), y ha contribuido extensivamente a mejorar el entendimiento del aporte de N al rumiante y sus microbios.

Sin embargo, esta técnica tiene severos problemas de reproducibilidad y repetibilidad, existiendo resistencia por parte de distintos laboratorios para estandarizarla. Revisiones bibliográficas recientes (Huntington y Givens, 1995; Noziere y Michalet-Doreau, 2000 citado por Colombatto 2009) han indicado que los resultados obtenidos con esta técnica varían con el tipo de procesamiento de la muestra, el procedimiento usado para lavar y secar los residuos, cantidad de pérdida de partícula, sitio de incubación y secuencia, tipo y dieta de animal huésped, tipo de bolsa y tamaño de poro, extensión de la contaminación microbiana, etc.

Estos factores previenen la comparación directa de resultados de diferentes experimentos (Huntington y Givens, 1995).

Noziere and Michalet - Doreau (2000) citado por Colombatto (2009) indicaron que sería conveniente reportar la distribución del tamaño de partícula en lugar del tamaño de la malla de molido, debido a que las partículas molidas contienen diferentes tamaños, los cuales difieren en composición química y características de degradación. Adicionalmente, la técnica no parece adecuada para determinar algunos efectos de la suplementación o la presencia de factores antinutricionales (por ejemplo, taninos), y no es apropiada para caracterizar alimentos solubles o de tamaño de partícula muy pequeño (Orskov, 2000 citado por Colombatto 2009). Los

modelos usados frecuentemente para describir la cinética de degradación de los alimentos o de fracciones de los mismos (Orskov y McDonald, 1979 citado por Colombatto 2009) describen muy pobremente los perfiles de degradación de N de alimentos altos en N soluble (Givens, 1994 citado por Colombatto 2009). Al contrario del enfoque sistemático de Tilley y Terry (1963), ha habido menos validación de las mediciones obtenidas *in situ* con datos *in vivo*, lo que impide refutar o aceptar los datos sobre fracciones proteicas derivadas de esta técnica (Beever y Mould, 2000 citado por Colombatto 2009).

Adicionalmente, intentos de caracterizar la degradabilidad de la FDN y el almidón usando esta técnica han dado resultados variables y muchas veces conflictivos (Beever y Mould, 2000 citado por Colombatto 2009).

Si bien esta técnica cuenta con desventajas como las descritas, ha permitido avanzar en el conocimiento del metabolismo proteico en rumiantes, y continuará siendo una herramienta interesante en ausencia de una alternativa válida.

1.8. ANTECEDENTES

En Buga (Valle), Salazar y Ríos, (1993) evaluaron la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* en tres distancias de siembra (0.5 m x 0.75 m, 0.75 m x 0.75 m y 1.0 x 0.75 m; 2600, 1800 y 760 plantas/ha) y dos alturas de corte sobre el nivel del suelo (10 cm y 50 cm). Se evaluó también altura de la planta a los 21, 35, 49 y 110 días después de la siembra, número de flores, número de tallos, peso de la planta y relación hoja.tallo.flor. El cultivo se había propagado por estaca y tenía 110 días de sembrado, encontrándose en época de floración en el momento del corte. El peso promedio por planta fue de 3.08 kg para la población de 2600 plantas/ha (8008 Kg/ha), 3.22 kg para la de 1800 (5796 Kg/ha) y 3.41kg para la de 760 (2591.6 Kg/ha), sin presentar diferencias significativas (P=0.875) entre ellas. Estos valores equivaldrían a producciones de biomasa de 82, 57 y 46 toneladas/ha para las tres distancias de siembra respectivamente. Tampoco se obtuvieron diferencias significativas para las dos alturas de corte (P=0.628), altura de las plantas (P=0.425), ni número de flores (P=0.224). Para el número de tallos por planta se obtuvieron diferencias significativas (P=0.033) en las tres densidades. La proporción tallo.hoja.flor fue de 5.3.2 en las tres distancias de siembra.

Ramírez y Escobedo (2005) evaluaron el efecto de la altura de corte, densidad de siembra y tipo de suelo en la producción de *Tithonia diversifolia*; el objetivo fue determinar el rendimiento (k MS/Ha) de *Tithonia diversifolia* en la región Centro-

Norte de Yucatán, México. Se utilizó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3 x 2 x 2 con seis repeticiones. Los factores evaluados fueron tres distancias de siembra. a) 0.5 x 1.0 m (20 000 pl./Ha), b) 0.75 x 1.0 m (13 333 pl./ha) y c) 1.0 x 1.0 m (10000 pl./Ha); dos alturas de corte. 25 y 50 cm, sembrada en dos tipos de suelo. luvisol y litosol. La mayor producción se encontró con la densidad alta con 5,450 k MS/Ha, se incrementó 27% cuando se corta a 50 cm, y en suelo luvisol se obtuvo 32% más que en suelo pedregoso. *T. diversifolia* produce adecuados niveles de forraje bajo las condiciones climáticas y edáficas de Yucatán.

La mayor producción de biomasa forrajera se obtuvo en la densidad alta (20,000 pl. /Ha) con 5,449.9 k MS/ha, seguida de la intermedia (13,333) con 5,104.2 k MS/ha y la menor en la densidad baja (10000 pl. /ha) con 3,618.7 k MS/ha. Los valores encontrados son mayores a lo que reporta Tun (2004) con semejantes densidades de siembra (4,414.7, 4,950.5 y 3,795.2 k MS/ha respectivamente). Ríos (1993) y Salazar (1995) con tres distancias de siembra semejantes (0.5 x 0.75, 0.75 x 0.75 y 1.0 x 0.75 m) reportan rendimientos de. 62, 57 y 46 ton MS/ Ha año.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN

La evaluación de las edades de corte en *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A Gray se realizó en el Municipio de Timbío en la finca Villa Alina, de propiedad del Ingeniero Carlos Alberto Prieto, ubicada en la Vereda el Descanso. Ésta se encuentra a una altura de 1830 msnm en las coordenadas 18° N 313642.42 m, E 261513.26 m N.

2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la realización del trabajo se dispuso de un lote ya establecido con botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray de aproximadamente un año de edad del cultivo, sembrado y aprovechado con fines forrajeros con una densidad de 10000 plantas/Ha (1m X 1m) (Figura 1).

Figura 1. Cultivo experimental de botón de oro



Para el análisis estadístico se efectuó un análisis de varianza ($p < 0.05$) por medio del programa SAS V9 y se realizaron pruebas de promedios de Duncan para determinar el mejor tratamiento. El modelo estadístico se representa en la siguiente ecuación.

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}: Variable respuesta de tratamientos con j repeticiones.

U: Efecto de la media general.

T_i: Efecto de los tratamientos.

B_j: Efecto del bloque.

E_{ij}: Efecto del error experimental.

2.3.2. Tamaño de la parcela experimental. Las dimensiones de la parcela fueron de 16 m de largo, contemplando 16 plantas establecidas a 1 m de distancia para un área de 16 m². La evaluación se realizó sobre 12 plantas centrales, descartándose dos plantas a cada extremo de la parcela para minimizar el efecto de bordes. (Figura 3).

Figura 3. Parcelas de campo de botón de oro



2.4. MANEJO

Actividades que se realizaron para adecuar el terreno permitiendo así que las plantas tengan condiciones homogéneas para poder desarrollar la investigación sin dificultades.

2.4.1. Corte de uniformidad. Éste se realizó de acuerdo con el tamaño o porte de las plantas. En este caso se hizo con plantas semiarbusivas y arbustivas que son de 30 a 60 cm desde el suelo al corte (Toledo, 1982) (Figura 4). En particular, el lote experimental tuvo una uniformización a 30 cm, en correspondencia con el manejo tradicional del cultivo en la finca Villa Alina y en el Peniplano de Popayán.

Figura 4. Corte de uniformidad



2.4.2. Labores culturales

- **Limpieza del lote.** se realizó una limpieza manual del lote al día siguiente al corte de uniformidad. Durante el desarrollo del trabajo no se realizaron más limpiezas del lote. (Figura 5.)

Figura 5. Limpieza del lote



- **Fertilización.** Al lote experimental se le efectuó un análisis de suelo (Anexo a) y conforme a ello se realizó la fertilización del lote, para lo cual se utilizó un fertilizante granulado edáfico Vicor 2, suministrando 20 gramos por planta o 200 kg por Ha, que dentro de su composición cuenta con Nitrógeno (3 %), P_2O_5 (10 %), K_2O (3 %) y elementos menores (Figura 6).

Figura 6. Fertilización



2.4.3. Cosecha. Se realizaron cortes de acuerdo con las edades de rebrote correspondiente a cada tratamiento a los 40, 50, 60 y 70 días. (Figura 7)

Figura 7. Corte de botón de oro



2.5. VARIABLES A EVALUAR.

De acuerdo con Vivas, (2005). Los datos recolectados en la fase de campo correspondientes a cada una de las variables fueron registrados en un formato de tal manera que nos permitiera realizar un análisis claro y conciso, logrando así obtener resultados acordes. (Anexo b).

- **Vigor.** expresado por el estado de la planta, color, crecimiento y sanidad en una escala de 1 a 5, siendo 1 el peor y 5 el mejor. El parámetro de comparación es con todo el ensayo.
- **Altura de plantas.** medida como la distancia en cm desde el piso hasta la última hoja formada de cada planta en estado natural.
- **Diámetro.** diámetro en cm tomado desde los extremos opuestos (de lado a lado) de las ramas laterales de la planta.
- **Número de rebrotes.** se contaron el número de rebrotes viables por planta antes del corte.
- **Presencia de plagas.** puesto que en la literatura no se reportan plagas (Tobar 1982), por medio de observaciones se evaluó esta variable. La escala de evaluación para la presencia de plagas fue de 1 a 4 así.
 - 1= Presencia del insecto. Daño inferior al 5% de plantas afectadas.
 - 2= Daño leve. 5-20% de plantas afectadas.
 - 3= Daño moderado. 20-40% de plantas afectadas.
 - 4= Daño grave. Más de 40% de plantas afectadas.
- **Incidencia de enfermedades.** se utilizó una escala para evaluar la presencia de enfermedades calificada de 1 a 4 así.
 - 1= Presencia de la enfermedad. Daño inferior al 5% de plantas afectadas.
 - 2= Daño leve. 5-20% de plantas afectadas.
 - 3= Daño moderado. 20-40% de plantas afectadas.
 - 4= Daño severo o grave. Más de 40% de plantas afectadas.
- **Producción de forraje MS.** se pesó la producción total de biomasa de la planta en el corte de evaluación y su rendimiento en materia seca.
- **Presencia de botones.** se contaron uno por uno las flores de la planta.

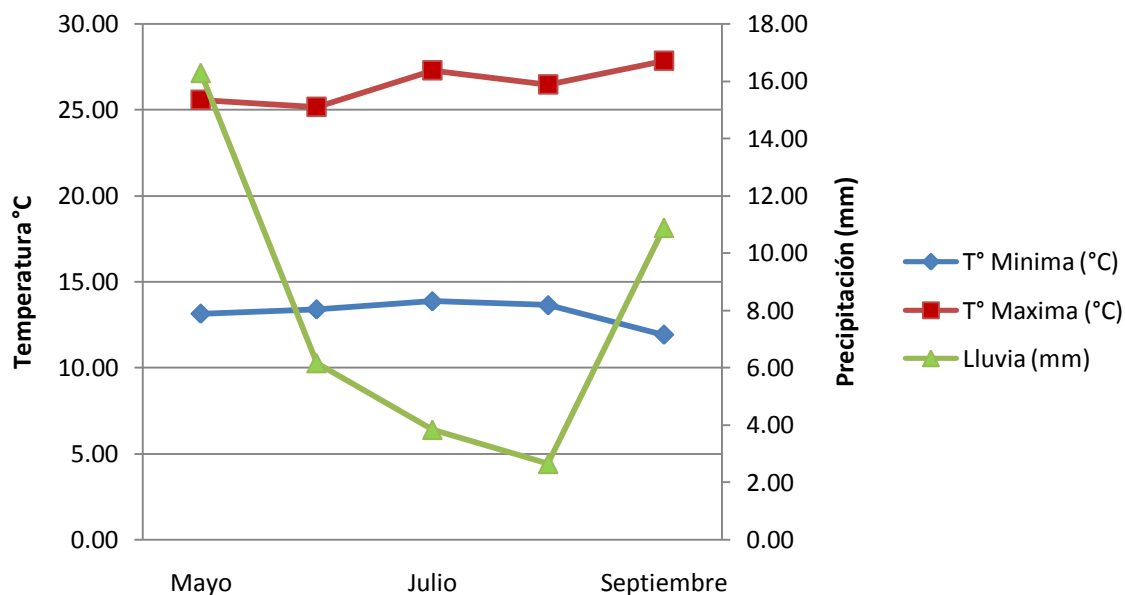
- **Días hasta la floración.** Tiene que ver con los días transcurridos desde el momento de la homogenización del lote, hasta cuando por lo menos el 50 % de las plantas hayan dado flor.
- **Caracterización nutricional de una muestra por edad de rebrote.** Los análisis de calidad se realizaron en el laboratorio de nutrición animal del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, para el envío de las muestras se procedió al corte de las plantas de acuerdo a cada tratamiento, sacando una muestra significativa (1000 g Aprox.) de cada planta; a las muestras recolectadas se les realizó un picado para así formar una muestra homogénea y de esta se tomó 500 g, empacándolas en bolsas de papel para realizar un secado a 48°C por 72 horas, para así ser enviadas. Posteriormente los análisis químicos se realizaron mediante los siguientes protocolos.
 - Contenido de proteína cruda (PC), Método de Kjendall
 - Fibra en detergente neutro (FDN) y Fibra en detergente ácido (FDA)
 - Van Soest , P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. Ed. Cornell University press, 476.
 - Van Soest, P. J. And R.H. Wine. 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous Feed. . IV the determination of plant cell-wall constituents. Journal of the Association Oficial of Analytical Chemistry. 50.50.
 - Van soest, P.J. Roberson, J.B. and Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition . Journal of Dairy Science. 74.3583-3597.
 - Digestibilidad in vitro de materia seca (%DIVMS) Tilley, J.M.A. and Terry, R. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18.104-111.
 - Moore, J.E. 1970. procedure of the two-stage in vitro digestion of forage. University of the Florida, Department of Animal science.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza no arrojaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para ninguna de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos; sin embargo se presentaron diferencias significativas entre los bloques representados por la pendiente del terreno, lo que quiere decir que la decisión de tomar el diseño de bloques completos al azar fue acertada, la pendiente del terreno influyó en el desarrollo de las diferentes variables. Los resultados del análisis de varianza se pueden observar en el anexo c.

Para el periodo de evaluación se tuvieron en cuenta los registros de las condiciones meteorológicas de la zona de estudio. Para ello se tomaron los datos de la estación meteorológica del IDEAM ubicada en el Aeropuerto Guillermo León Valencia de Popayán; éstas se describen en la grafica 1, donde se muestran las Temperaturas máximas y mínimas presentadas en el transcurso del ensayo (mayo a septiembre de 2009), presentándose un marcada sequía en el transcurso de éste, dándose temperaturas en promedio de entre 25° y 30°C.

Gráfica 1. Comportamiento ambiental durante el ensayo (Temperatura y Precipitación)



Fuente. IDEAM, 2009 (Aeropuerto Guillermo León Valencia – Popayán)

De acuerdo con los registros obtenidos de la estación meteorología del Aeropuerto Guillermo León Valencia de la ciudad de Popayán, en el mes de mayo presentó una precipitación de 16.28 mm, tiempo que corresponde a la temporada de finalización de lluvias. Seguidamente, estas precipitaciones disminuyeron progresivamente hasta agosto donde se presentó un promedio de 2.65 mm, que corresponde a la temporada seca. En el mes de septiembre se presenta un aumento en las precipitaciones llegándose a obtener un promedio de 10.88 mm.

3.1. VIGOR

Para la variable vigor según el análisis de varianza ($p < 0.05$) no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (días de corte); estos oscilaron en un rango de calificación entre 3 y 4 (Tabla 1). Las condiciones ambientales y agronómicas fueron similares para todos los tratamientos y por lo tanto los factores evaluados no tuvieron mayor incidencia en el vigor de la *T. diversifolia*.

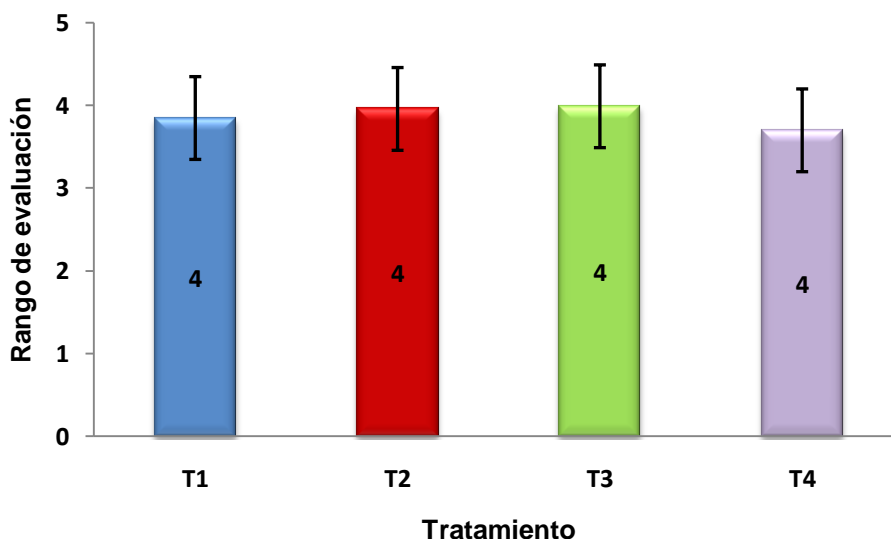
Tabla 1. Variable vigor a diferentes edades de corte de *T. diversifolia*

Tratamiento	Bloque	Vigor	Promedio
40	1	4	4
	2	4	
	3	3	
	4	4	
50	1	4	4
	2	4	
	3	4	
	4	4	
60	1	4	4
	2	4	
	3	4	
	4	4	
70	1	4	4
	2	3	
	3	4	
	4	4	

En la grafica 2 se puede observar el comportamiento de la variable vigor presentado por las plantas de *T. diversifolia* en el transcurso de la evaluación.

Durante los tratamientos evaluados (edades de corte), no se presentaron diferencias estadísticamente significativas donde los tratamientos T1 (40 días) y T4 (70 días) mostraron una calificación levemente más baja en comparación con los tratamientos T2 (50 días) y T3 (60 días).

Gráfica 2. Comportamiento de la variable vigor a diferentes edades de corte durante la evaluación de *Tithonia diversifolia*



En general, se puede observar un comportamiento homogéneo en cada uno de los tratamientos durante la evaluación, lo que quiere decir que los periodos de corte no influyeron de manera significativa en el vigor de las plantas de *T. diversifolia*, siendo muy similares a lo reportado por Sánchez (2002), quien no encontró diferencias estadísticas significativas para altura y vigor en tres localidades con diferentes características de relieve.

3.2. ALTURA

Según el análisis de varianza ($p < 0.05$) no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Tabla 2).

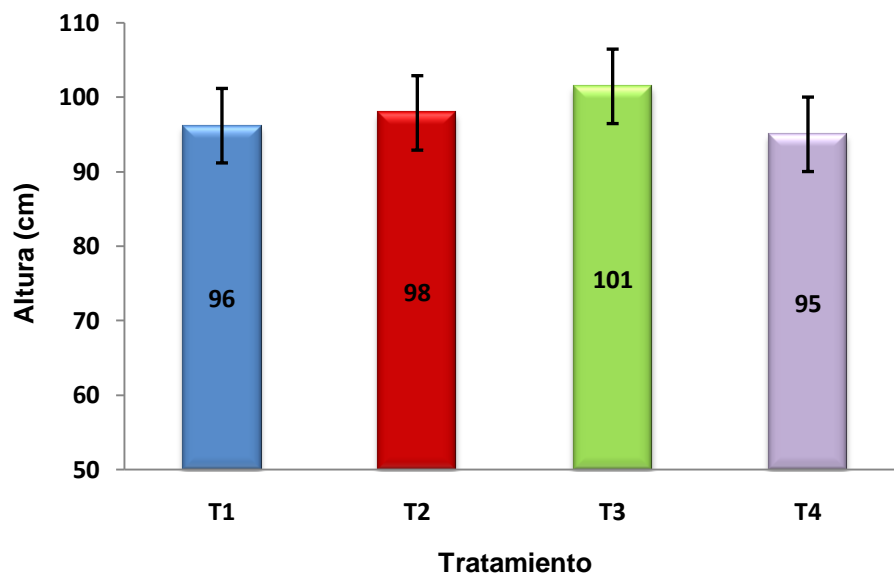
En el crecimiento de las plantas se incluye el tallo y todas las estructuras que se desarrollen a partir de él. Típicamente incluye todas las partes aéreas de la planta; teniendo una división celular, luego el alargamiento de las células y finalmente la diferenciación, por lo que las plantas a mayor edad lograrán obtener mayor altura.

T. diversifolia tiene un máximo crecimiento promedio de 4 mt, por lo que desde el momento en que se corta empieza su desarrollo hasta alcanzar su altura máxima.

Tabla 2. Variable altura de las plantas en *T. diversifolia*

Tratamiento	Bloque	Altura	Promedio
40	1	77	96
	2	95	
	3	97	
	4	116	
50	1	77	98
	2	98	
	3	100	
	4	116	
60	1	77	101
	2	101	
	3	102	
	4	125	
70	1	79	95
	2	79	
	3	103	
	4	119	

Gráfica 3. Comportamiento de la variable altura a diferentes edades de corte durante la evaluación de *T. diversifolia*



No se obtuvieron diferencias entre los tratamientos debidas a las edades de corte (40, 50, 60, 70 días), el contraste en edad (diez días), no generó mayores diferencias en la altura de las plantas (Gráfica 3).

En estudios realizados por Ríos (1993) y Salazar (1995), donde se evaluó la producción de biomasa con respecto a las densidades de siembra, se obtuvo diferencias en las alturas a edades diferentes así. 21, 35, 49, 110 días y 5.9, 21, 45, 176 cm de altura con una densidad de siembra de 1.33 plantas/m². Estas alturas se tomaron al momento del primer corte, en un cultivo establecido a partir de la siembra de estacas.

3.3. DIÁMETRO

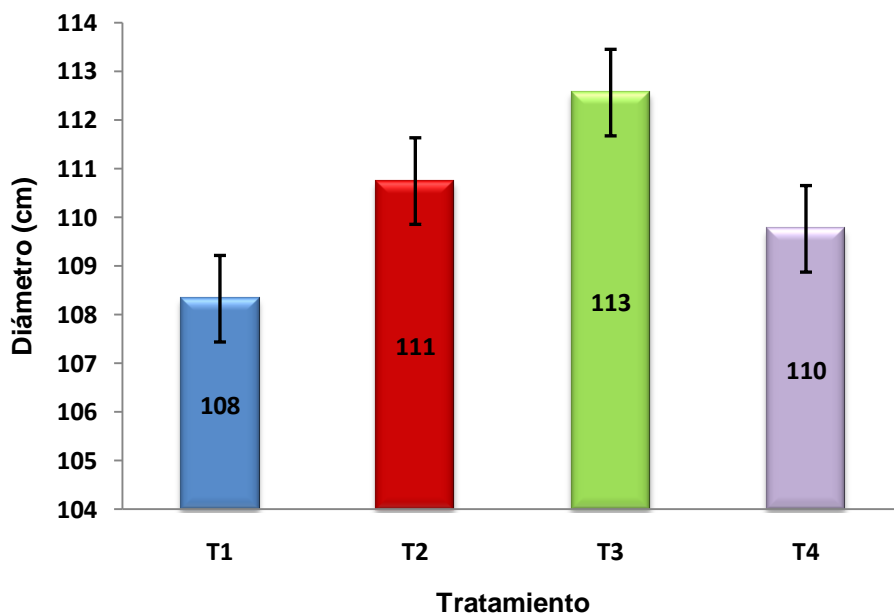
El análisis de varianza señala que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 3). Es decir, el diámetro de las plantas entre los 40 y 70 días no varía de manera significativa.

Tabla 3. Variable diámetro de las plantas en *T. diversifolia*.

Tratamiento	Bloque	Diámetro	Promedio
40	1	97	108
	2	106	
	3	106	
	4	124	
50	1	91	111
	2	118	
	3	116	
	4	118	
60	1	99	113
	2	118	
	3	115	
	4	118	
70	1	101	110
	2	103	
	3	108	
	4	127	

La gráfica 4 señala el orden en que se presentaron los diferentes diámetros en las plantas evaluadas. Se puede observar un leve incremento en el diámetro de las plantas a medida que avanza su desarrollo, como producto de la elongación de las ramas. Sin embargo esta variable está relacionada directamente con la altura ($r = .970^*$); $p = 0.01$), a mayor altura mayor diámetro.

Gráfica 4. Comportamiento de la variable diámetro a diferentes edades de corte durante la evaluación de *T. diversifolia*



Trabajos realizados en *T. diversifolia* en diferentes formas de relieve por Sánchez (2002) reportan que en el análisis de datos se presentaron diferencias estadísticamente significativas, encontrándose mayor cobertura (diámetro) en suelos de vega y tierra firme.

3.4. NÚMERO DE REBROTOS

Según los resultados del análisis de varianza, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los datos oscilaron entre 15 y 16 rebrotos. (Tabla 4)

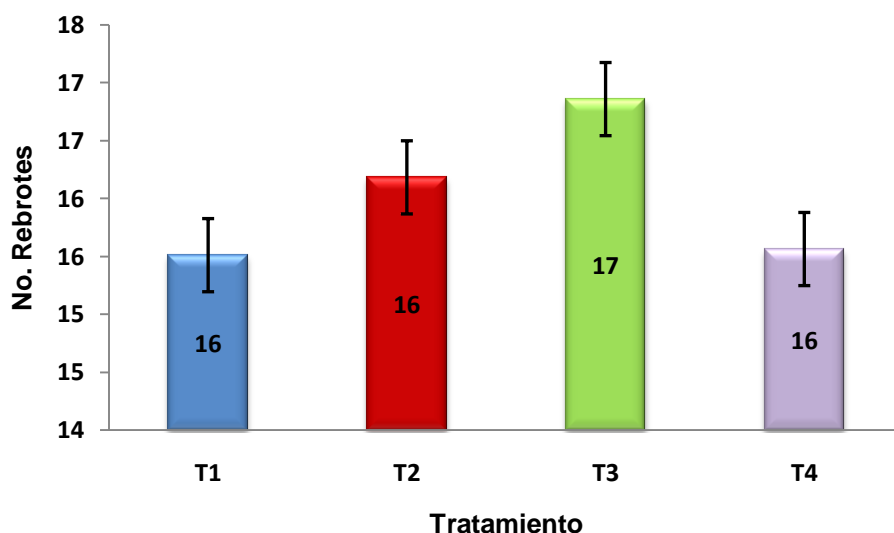
Tabla 4. Variable número de rebrotes de plantas en *T. diversifolia*

Tratamiento	Bloque	Rebotes	Promedio
40	1	18	15.51
	2	16	
	3	13	
	4	14	
50	1	15	16.18
	2	21	
	3	15	
	4	14	
60	1	18	16.86
	2	20	
	3	16	
	4	13	
70	1	20	15.56
	2	15	
	3	12	
	4	15	

En la gráfica 5 se puede observar que la variable número de rebrotes presentó al inicio un promedio de 15.51 rebrotes para el T1 (40 días), en el transcurso de su desarrollo a los 50 días (T2) aumenta hasta un promedio de 16.18 rebrotes, sin embargo el T3 (60 días) presentó un promedio de 16.86, para el T4 (70 días) el valor promedio disminuye a 15.56 rebrotes. Esto es debido a que algunos de los rebrotes entran en un estado de senescencia (envejecimiento de la planta), la cual se puede determinar por observación, permitiéndonos comparaciones entre especímenes jóvenes y mayores como pueden ser el grosor de la corteza, el aspecto opaco de hojas y tallos o la ausencia de éstos.

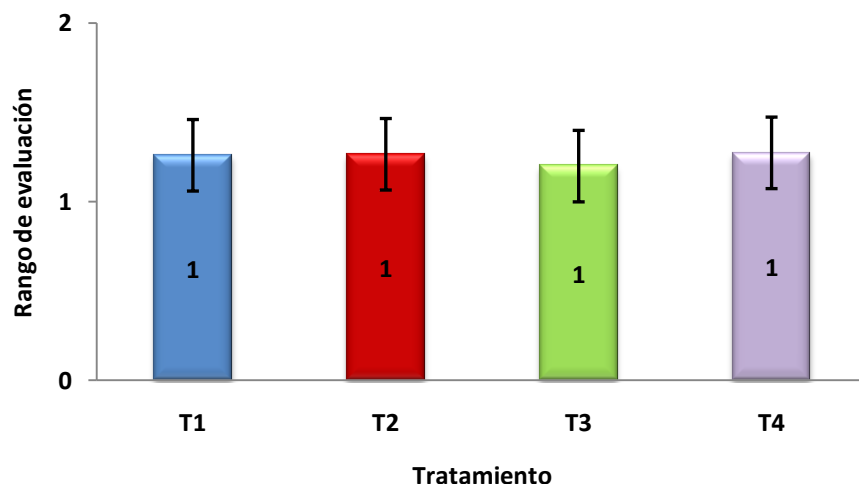
Trabajos realizados para evaluar el comportamiento en vivero de *Tithonia diversifolia* de dos localidades del estado de Jalisco por Gonzales *et al* (2006), reportan que las estacas presentan buena respuesta al rebrote, sin considerar la longitud de las estacas.

Gráfica 5. . Comportamiento de la variable número de rebrotes a diferentes edades de corte durante la evaluación de *T. diversifolia*



3.5. PRESENCIA DE PLAGAS

Gráfica 6. Presencia de plagas a diferentes edades de corte durante la evaluación de *T. diversifolia*



En la tabla 5 se muestra la presencia de plagas durante el periodo de evaluación del ensayo. Aunque se presentó el ataque de algunos patógenos, éste no fue estadísticamente significativo. Se clasificaron en incidencia baja, no determinadas como un factor de influencia en la toma de datos para el desarrollo de ésta investigación. Entre de las plagas más comunes pudimos observar a los comedores de hoja, ocasionando algunos daños que no llegaron a afectar el desarrollo del cultivo. (Gráfica 6). Por otro lado se observar una correlación

altamente negativa entre el vigor y la presencia de plagas ($r = -.999^{**}$, $p = 0.0003$), es decir las plantas vigorosas son menos susceptibles al ataque de plagas (Anexo d).

Tabla 5. Variable presencia de plagas en plantas de *T. diversifolia*.

Tratamiento	Bloque	Plagas	Promedio
40	1	1	1.26
	2	1	
	3	2	
	4	1	
50	1	1	1.26
	2	1	
	3	2	
	4	1	
60	1	1	1.20
	2	1	
	3	2	
	4	1	
60	1	1	1.27
	2	1	
	3	2	
	4	1	

Ríos (1993), reporta que en el momento no se han presentado ni reportado problemas fitosanitarios limitantes para el desarrollo de las plantas, lo que se confirma con lo encontrado en esta investigación que fue una incidencia baja.

Estudios realizados de *T. diversifolia* por Gómez (1997, 1994) reporta que esta planta presenta buenas condiciones de resistencia a plagas y no se presentan problemas fitosanitarios limitantes en su desarrollo, lo que coincide ampliamente con lo encontrado en esta investigación.

3.6. INCIDENCIA DE ENFERMEDADES

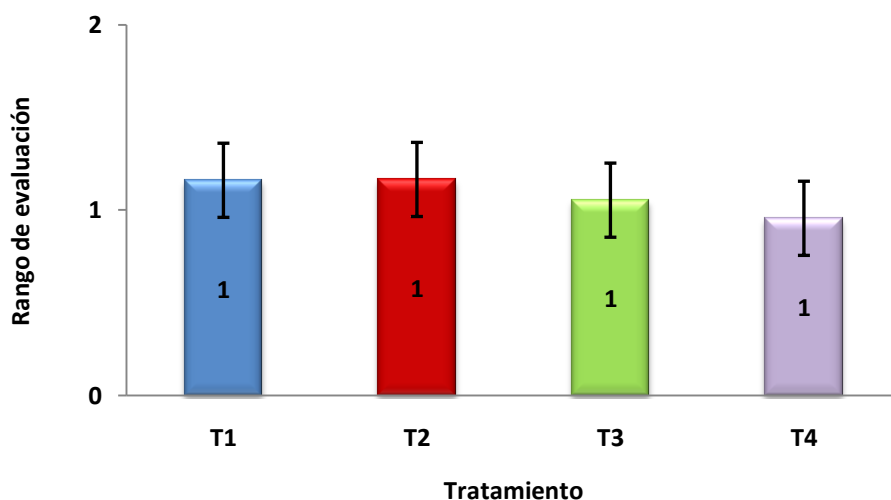
Según los resultados del análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 6).

Tabla 6. Variable incidencia de enfermedades en plantas de botón de oro.

Tratamiento	Bloque	Enfermedades	Promedio
40	1	1	1.16
	2	1	
	3	1	
	4	2	
50	1	1	1.17
	2	1	
	3	1	
	4	2	
60	1	1	1.05
	2	1	
	3	1	
	4	1	
70	1	1	0.96
	2	1	
	3	1	
	4	1	

Aunque se presentaron síntomas de algunas patologías y se observó la presencia de afecciones, no se encontraron daños causados por patógenos que afectaran el desarrollo y productividad del cultivo; en concordancia con el trabajo realizado por Gómez, (1997) quien reporta que en el cultivo establecido no se presentaron problemas fitosanitarios limitantes en el desarrollo de las plantas. La gráfica 7 muestra la calificación dada a los diferentes tratamientos los cuales no superan la calificación de 2. Es decir, el daño de las partes afectadas fue inferior al 20%.

Gráfica 7. Comportamiento de la variable incidencia de enfermedades a diferentes edades de corte durante la evaluación de *T. diversifolia*



La *T. diversifolia* presenta excelentes características de resistencia tanto a plagas como a enfermedades; de la misma manera los factores estudiados tuvieron poca influencia en estas variables. (Gráfica 7). En ese sentido, Medina *et al* (2009) afirma que el bajo valor de aparición de plagas y enfermedades denota la excelente resistencia de esta planta en condiciones de vivero. Estos resultados quizás se encuentren relacionados con la presencia en el follaje de algunos metabolitos secundarios tales como terpenoides lactónicos y cumarinas con acción repelente reportados por Gómez, (1997) citado por Medina *et al* (2009). Al respecto, las propiedades disuasivas del extracto y el follaje de este arbusto ha sido informado por Adoyo *et al* y Giraldo *et al* citados por Medina *et al* (2009) en el estudio de las propiedades de *T. diversifolia* contra termitas (*Nasutitermes* sp.), hormigas (*Acromyrmex* sp.) y bachacos (*Atta* sp.), plagas importantes de los cultivos agrícolas y forestales durante su primera etapa de crecimiento.

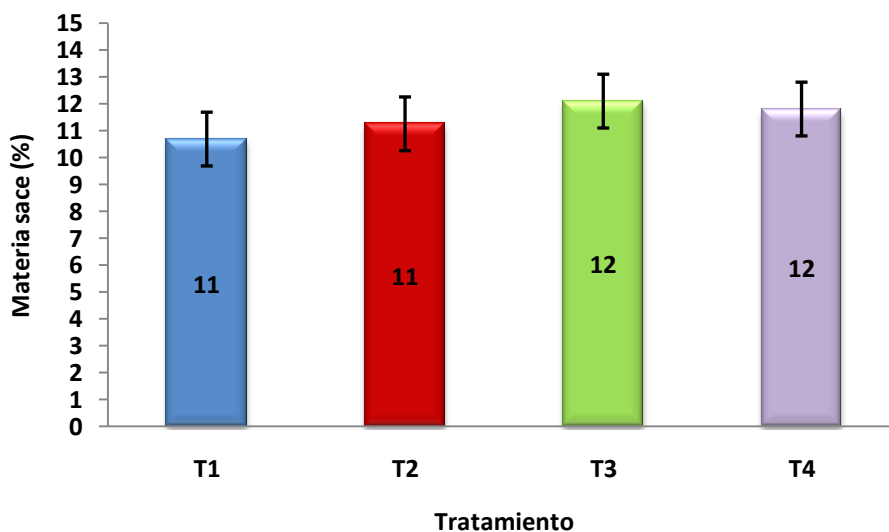
3.7. CONTENIDO DE MATERIA SECA (MS) (%)

Según los resultados del análisis de varianza, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 7), lo cual indica que el rango de 10 días, entre corte y corte de este ensayo, no incide de manera notoria en la producción de materia seca. Existe una correlación negativa entre el número de rebrotes y la el contenido de MS ($r = -0.923^*$; $p = 0.04$) debido a la competencia por espacio físico en la planta, cuando hay menor número de rebrotes estos desarrollan más follaje.

Tabla 7. Variable contenido de materia seca en *T. diversifolia*

Tratamiento	Bloque	MS %	Promedio
40	1	9	10.69
	2	9	
	3	14	
	4	11	
50	1	9	11.26
	2	10	
	3	11	
	4	14	
60	1	8	12.10
	2	11	
	3	12	
	4	18	
70	1	11	11.81
	2	10	
	3	13	
	4	13	

Gráfica 8. Comportamiento de la variable contenido de materia seca (MS) a diferentes edades de corte durante la evaluación de *T. diversifolia*



En la grafica 8 se puede observar el comportamiento de las plantas de *T. diversifolia* durante la evaluación. Los tratamientos T1 (40 días), T2 (50 días) y T4

(70 días) mostraron un menor valor en el contenido de materia seca (10.69, 11.26, 11.81 %) respectivamente, en comparación con T3 (60 días) el cual presentó un valor de (12.10 %).

El contenido de MS de *T. diversifolia* no presentó diferencias significativas para ninguna de las cuatro etapas estudiadas. Sin embargo, se encontró una tendencia creciente para este parámetro conforme avanza la edad hasta los 60 días, disminuyendo hacia los 70.

Los valores encontrados, entre 10.69 y 12.10 % para este ensayo, son inferiores a los encontrados por Navarro y Rodríguez (1990), en los que el porcentaje de materia seca en diferentes edades de corte fue el siguiente. A los 30, 50, 60, 74 y 89 días fue de 14.1, 17.22, 17.25, 17.75 y 23.25 % respectivamente, encontrándose los valores máximos a los 89 días, marcando una tendencia inversa.

La materia seca del alimento contiene todos los nutrientes requeridos por el animal (excepto agua). La cantidad de agua en los alimentos es típicamente de poca importancia. La composición nutricional de los alimentos es comúnmente expresada como porcentaje de materia seca (MS %), en lugar de porcentaje del alimento fresco porque la cantidad de agua en los alimentos es muy variable y el valor nutritivo es más fácilmente comparado cuando se expresa con base en materia seca.

3.8. PRODUCCIÓN EN MATERIA SECA (Pn MS)

Con relación a los resultados del análisis de varianza, los contrastes muestran que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 8), estos resultados son similares a los reportados por De Sousa, (2007), quien no encontró diferencias significativas en la producción de MS en las etapas de post-floración y la floración en densidades de siembra similares. Según la correlación de Pearson, la variable PnMS está directamente relacionada con la altura ($r = .996^{**}$; $p = 0.002$) y con el diámetro ($r = .946^{*}$; $p = 0.027$), la mayor altura y diámetro proporcionan más follaje por lo tanto la producción de materia seca aumentará.

En la gráfica 9 se puede observar que la variable producción en materia seca, presentó un comportamiento con tendencia al incremento en el transcurso de su desarrollo hasta los 60 días (T3). No obstante, el T4 (70 días) presenta un

promedio menor a T3, T2 y T1 ya que la planta se encuentra en una etapa de senescencia entre las hojas basales, debido a que éstas llegan al fin de su etapa productiva. Por otro lado, la planta se está preparando fisiológicamente para la producción de flores, conllevándola a un ahorro de nutrientes que serán destinados para la producción de semilla.

Tabla 8. Variable producción en materia seca (Pn MS) de las plantas en *T. diversifolia*

Tratamiento	Bloque	Pn en MS	Promedio
40	1	37	67
	2	59	
	3	72	
	4	99	
50	1	38	74
	2	71	
	3	89	
	4	98	
60	1	30	85
	2	67	
	3	92	
	4	152	
70	1	45	65
	2	48	
	3	72	
	4	96	

Gráfica 9. Comportamiento de la variable producción de materia seca a diferentes edades de corte durante la evaluación de *T. diversifolia*

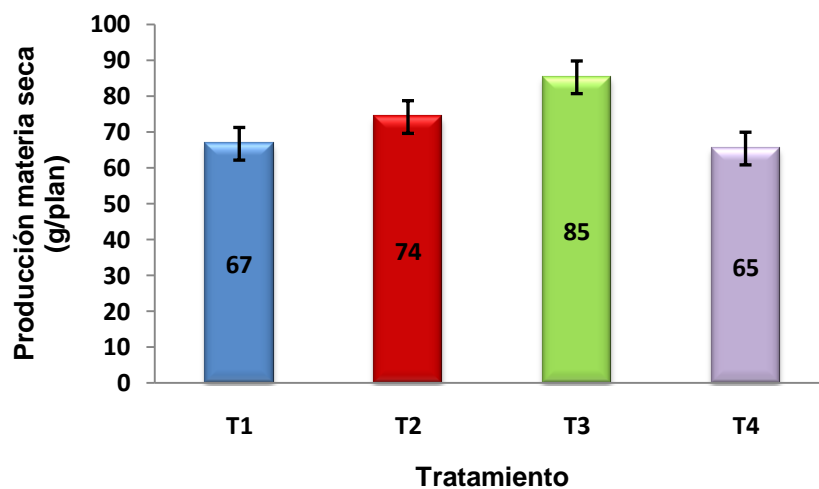


Tabla 9. Producción de forraje verde de *T. diversifolia* a diferentes edades de corte.

Tratamiento	Peso por planta	Producción potencial *
	g/Planta	Kg/Ha/Año
T1 (40 días)	418.4	38174.4375
T2 (50 días)	649.5	47411.31
T3 (60 días)	727.5	44256.25
T4 (70 días)	798.3	41623.0357

*A una densidad de 10.000 plantas/Ha

La tabla 9 presenta la producción por planta en gramos y su producción potencial en kilogramos hectárea; en ella se puede apreciar como a los 50 días se alcanza la mejor producción de forraje verde con 649.5 gr/planta para una producción de 47411.31kg/Ha/Año.

En trabajos realizados por Ríos (1993) se encontró que la producción promedio de MS fue de 5,450 (kg/ha) para una densidad similar a la propuesta para este ensayo. Por su parte, Ríos (1993) y Salazar citado por Medina *et al.* (2009), al evaluar la producción de la especie bajo diferentes densidades de siembra y alturas de corte obtuvieron un rendimiento de biomasa fresca considerable (46 - 82 t/ha). Ya Wanjau *et al.* Citado por De Sousa (2007), reportaron que la producción de biomasa fresca de *Tithonia* puede llegar a 275 toneladas (alrededor de 55 toneladas de MS) por hectárea y por año.

3.9. PRESENCIA DE BOTONES FLORALES

Para esta investigación la presencia de botones florales se presentó en el tratamiento T4 (70 días), con una presencia mínima (8 botones florales en las 4 repeticiones), los cuales se encontraron dispersos; por tal motivo no se tuvieron en cuenta en el análisis estadístico. La etapa de floración se completó hacia los 80 días en los cuales no se realizó evaluación.

3.10. CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL POR EDAD DE REBROTE

Para la caracterización nutricional de la *T. diversifolia* por edad de rebrote, se realizó un análisis bromatológico de las muestras de los diferentes tratamientos en el Laboratorio de Calidad de Forrajes del CIAT de la Ciudad de Palmira Departamento del Valle del Cauca (Anexo e). Los resultados de dicho análisis se relacionan en la tabla 10.

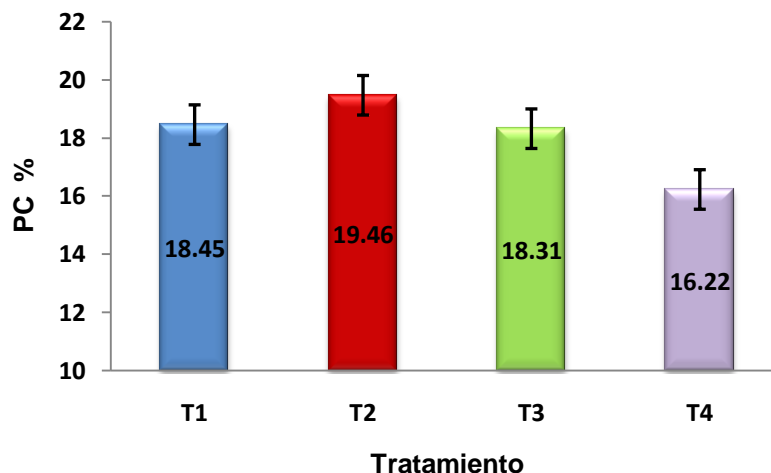
Tabla 10. Resultado análisis bromatológico a diferentes edades de *T. diversifolia*.

Edad/ Días	PC%	FDN%	FDA%	Hemicelulosa %	DIVMS%	MS/ Planta (g)	MS Kg/Ha/año	PC Kg/Ha/año	FDN Kg/Ha/año	FDA Kg/Ha/año
40	18.45	46.4	37.28	9.12	62.72	66.75	609.09375	168.35625	423.4	340.18
50	19.46	43.96	36.8	7.16	61.36	74	540.2	142.058	320.908	268.64
60	18.31	42.47	37.14	5.33	61.57	85.25	518.604167	111.385833	258.359167	225.935
70	16.22	47.11	41.43	5.68	53.58	65.25	340.232143	84.5757143	245.645	216.027857

PC: Proteína cruda; FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: Fibra en detergente ácido; DIVMS: Digestibilidad in vitro de materia seca; MS: Materia seca;

3.10.1. Proteína cruda (%PC). Los valores de PC (Tabla 10) están influenciados por la edad de corte de la planta; sin embargo, están ubicados en el rango entre 14 y 28 % reportados por Gómez 1997, citado por Medina et al (2009).

Gráfica 10. Contenido de proteína cruda (PC) a diferentes edades de rebrote en *Tithonia diversifolia*.



De acuerdo con los análisis realizados al botón de oro en el Peniplano de Popayán a diferentes edades de rebrote, los tratamiento se ubican en su orden, T2 (50

días), seguido por T1 (40 días) y T3 (60 días) y el tratamiento con menor contenido de PC es el T4 (70 días) (Grafica 10). Según la correlación de Pearson ($P > 0.01$), existen una alta influencia negativa entre la presencia de enfermedades y la PC ($r = -0.993^{**}$; $p = 0.003$).

El porcentaje de PC, aun cuando disminuyó a los 70 días de edad al corte, mostró una relativa estabilidad en los otros tres períodos evaluados, lo que produjo como resultado final de estos cambios una pérdida de 2.23 puntos porcentuales con respecto al primer corte. Los valores máximos (19.46 %) y los mínimos (16.2 %) en el contenido de proteína cruda, fueron observados a los 50 y 70 días respectivamente. Pese a esta caída de los valores de PC, el nivel más bajo registrado por la *T. diversifolia* no llega a ser menor del 16.22%. La edad de la planta ocasionó una leve disminución de los contenidos de PC. No obstante, el detrimento en la calidad nutricional no fue significativa, ubicándose dentro de los valores encontrados por Navarro y Rodríguez citado por Mahecha y Rosales, (2009), hallados en una evaluación realizada del contenido de nutrientes de *T. diversifolia* (hojas, pecíolos, flores y tallos hasta 1.5 cm de diámetro), en cinco estados de desarrollo), en los que la MS varió desde 13.5 a 23.23% y la PC osciló entre 14.84-28.75%, los valores más bajos de proteína fueron encontrados en estados avanzados de la floración (89 días), mientras que en estado de crecimiento avanzado (30 días) y prefloración (50 días) se encontraron los más altos.

La proteína cruda de esta investigación para las diferentes edades de corte fue inferior a la encontrada por Navarro y Rodríguez (1990). Sin embargo, es importante señalar que los datos aportados por estos autores fueron para cinco estados de desarrollo, después de un corte de uniformización a nivel del suelo. Así. 38.3, 25, 16.3, 33 y 27 % de PC, los resultados corresponden a 30, 40, 60, 74, y 89 días después del corte respectivamente. En ellos la PC disminuye a medida que se aproxima a la floración.

Los contenidos de proteína obtenidos se encuentran dentro del rango reportado por Devendra citado por Mahecha y Rosales (2009), para hojas de 12 especies de árboles (14-36.6%) y por Benavides citado por Mahecha y Rosales, (2009) en un set de datos compilados de 24 especies arbóreas y 22 arbustivas (10.9 a 42.4%). Si comparamos el alto valor promedio de PC encontrado por Navarro y Rodríguez citado por Mahecha y Rosales (2009) en *Tithonia diversifolia*, con los encontrados por Rosales citado por Mahecha y Rosales (2009), en tres de las especies arbóreas más utilizadas para la alimentación de rumiantes en Colombia, *Gliricidia sepium* (14.7%), *Leucaena leucocephala* (22.2 %) y *Erythrina poeppigiana* (21.4%), y con los encontrados por Nozella citado por De Sousa (2009) en varias especies

con potencial forrajero en el Brasil, la alfalfa (20,4%), gandul (13,8%), heno de leucaena (17,6%), Sesbania (18,7%) y mata ratón (21,3%), podría considerarse que su contenido de proteína se encuentra en un rango alto dentro de las especies forrajeras utilizadas para alimentación de monogástricos y poligástricos.

Mahecha y Rosales (2009), cita varios autores que encontraron altos contenido de PC de *T. diversifolia* y los compara con Navarro y Rodríguez (1990), Wanjau et al. (1998), 28.75%; Solarte (1994), 18.9%; Vargas (1994), 21-25% y Rosales (1996), 24.2%. Este último autor encontró además que un 16.6% de la PC del follaje es soluble en agua, siendo superior al valor obtenido en *Leucaena leucocephala* (14.8%) pero inferior al de *Gliricidia sepium* (42.7%) y *Erytrinas* (20.8-21.9).

El contenido de PC se afecta por la edad de corte de *T. diversifolia*. Según Garmendia citado por Sánchez y Mármol (2008), la edad del forraje tiene una inmensa influencia sobre su contenido de proteína y minerales. Generalmente, hay un alto contenido de minerales en la planta durante las etapas iniciales de crecimiento y una dilución gradual a medida que la planta madura. Recordemos que la planta en su etapa reproductiva (una vez aparece la inflorescencia) envía todos sus nutrientes a la inflorescencia, entonces, a pesar de que aparentemente hay mayor cantidad de forraje, su valor nutritivo disminuye Somex (2009). Conforme las plantas se aproximan a su madurez los nutrientes son redistribuidos de las hojas a las raíces reduciendo el contenido celular dentro de cada célula presentes en las hojas. Lyons y Machen (2009) afirman que el contenido celular es más alto en el tejido de forrajes en crecimiento activo y declina conforme las plantas crecen y entran en el periodo de madurez, debido a que conforme las células de las plantas maduran, aumenta la pared celular y el contenido de fibra. Este incremento en fibra disminuye la digestibilidad de la pared celular.

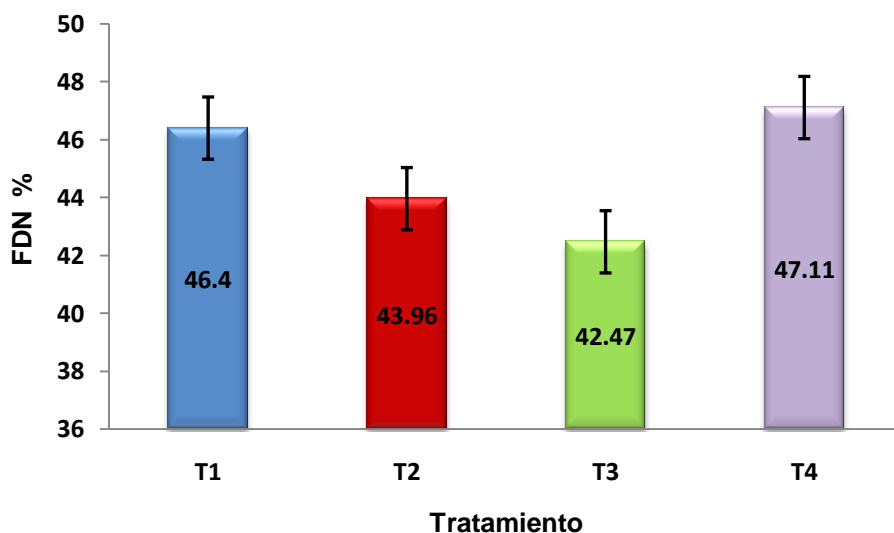
Somex (2009) afirma que la calidad nutricional y la cantidad de forraje cambia marcadamente dependiendo de la época del año, siendo, generalmente, de mayor valor nutritivo el pasto que crece en la temporada de lluvias, siempre y cuando no se alcance a encharcar el suelo que en la época seca. En la temporada seca disminuye no solo la cantidad de materia seca, sino también parámetros como digestibilidad invitro de la materia seca (DIVMS) y proteína cruda (PC); mientras que la lignina y la fibra tienden a aumentar disminuyendo la calidad del forraje. Los resultados de este ensayo, bajos comparados con otros autores, pudieron deberse a que durante el periodo de experimentación se presentaron precipitaciones promedio de 2.65 mm como mínimo y 10.88 como máximo, es decir el predominio del clima seco fue evidente.

La proteína cruda es esencial para el mantenimiento, reproducción, crecimiento y lactancia, por lo que deficiencias de la misma son contraproducentes para la producción rentable. Este nutrimento se requiere en cantidades grandes en la producción animal y es uno de los nutrimentos más costosos, por lo que la subalimentación o sobrealimentación con proteína debe evitarse. El follaje de *T. diversifolia*, considerando el perfil proteico, podría ser utilizado con éxito como fuente proteica de elevado valor biológico en la alimentación de los animales monogástricos y poligástricos.

En resumen, la producción estimada por Ha/Año de proteína cruda para las diferentes edades de corte evaluadas fue de 1168.35 a los 40 días, 142.058 a los 50 días, 111.385 a los 60 días y 84.575 Kg/Ha/Año a los 70 días.

3.10.2. Fibra en detergente neutro (FDN). En la tabla 10 se puede observar la cantidad de fibra en detergente neutro (FDN) contenida por *Tithonia diversifolia* a diferentes edades de corte.

Gráfica 11. Contenido de fibra en detergente neutro (FDN) a diferentes edades de rebrote en *Tithonia diversifolia*.



De acuerdo con los análisis realizados al botón de oro a diferentes edades de rebrote, los resultados se ubican en su orden así. T4 (70 días), seguido por T1 (40 días) y T2 (50 días) y el tratamiento con menor contenido de fibra en detergente neutro es el T3 (60 días) (Gráfica 11).

La FDN para esta investigación fue superior a la encontrada por Rosales citado por Mahecha y Rosales (2009). Sin embargo, es importante resaltar que los datos se obtienen de una recopilación de informes sobre el botón de oro de diferentes autores donde la FDN para botón de oro de 35.3 % el cual se encuentra dentro del rango bajo para 11 especies arbustivas y 9 arbóreas (28.2 – 72.5 % y 21.8 – 62.8 %, respectivamente). Especies como *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* también fueron identificadas dentro del rango bajo respecto al contenido de carbohidratos estructurales. Valores de 39.1% FDN, para *Gliricidia sepium* de 34.1% FDN, para *Leucaena leucocephala* han sido reportados por Vadivelo y Fadel citado por Mahecha y Rosales, (2009).

Ya que no se presentaron diferencias estadísticas en las variables evaluadas y que al aumentar los valores de FDN el consumo total de alimento disminuye, para esta investigación el tratamiento que presentó una menor cantidad de FDN es el T3 (60 días), ver gráfica 11; razón por la cual se puede aseverar que este tratamiento presenta buenas características para ser utilizado como fuente forrajera. Teniendo en cuenta este parámetro, se obtuvo una PC 18.41% la cual no es baja para los forrajes alternativos establecidos en el peniplano de Popayán, la misma que se encuentra alrededor de 18 – 25 % PC (Polanía y Rendón, 2008).

Los valores obtenidos para este ensayo (entre 42.7 y 47.11%) están por encima de los encontrados por Vargas citado por De Sousa (2007) 35,3%; por Pérez, citado por Mahecha y Rosales (2009), 24,05%, por Premarante *et al* citado por De Sousa (2007), 26,63%; por Vadivelo y Fadel citado por De Sousa (2007), 39,1% en *Gliricidia sepium* y 34,1% en *Leucaena leucocephala*. Rosales citado por Mahecha y Rosales (2009); encontró valores de 35.3% estando dentro del rango bajo obtenido por este autor para 11 especies arbustivas y 9 arbóreas (28.2-72.5%).

Una de las formas más aceptadas para analizar esta fracción nutricional es la fibra detergente neutro o pared celular, la cual está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina. La concentración relativa de estos compuestos varía entre especies forrajeras y dentro de las mismas, lo cual afecta la digestibilidad de la fibra y sus propiedades nutricionales. El contenido de fibra detergente neutro se asocia con el consumo voluntario (Van Soest, 1994; Ishler, 1996).

Martin, (1999) afirma que a medida que el forraje madura aumenta su contenido de FDN, lo que determina una más lenta tasa de digestión de esta con mayor tiempo de pasaje por el tracto digestivo. En términos prácticos, la FDN es

inversamente proporcional a la capacidad de consumo que los animales tendrán sobre ese alimento (a más FDN menos consumo voluntario).

Ball *et al* (1991) estableció que los valores de FDN se correlacionan negativamente con el consumo voluntario de forraje por el animal, mientras que la FDA con la digestibilidad. Somex (2009), considera que la FDN está directamente relacionada con la capacidad de llenado del animal. A mayor concentración de FDN más rápido llegará el animal a la sensación de llenado y por lo tanto menor será su consumo.

Por otro lado, la digestibilidad de un forraje estará dada en función de la cantidad y calidad de fibra que posea. Así es como, a mayor contenido de fibra y a menor calidad de la misma, menor será la digestibilidad del forraje. Por lo general, cuanto mayor sea el contenido de FDN (pared celular) de un forraje, menor será su digestibilidad. Pero esto no siempre es así, ya que la digestibilidad de la pared celular dependerá del grado de lignificación de la misma (de la edad de la planta), de tal forma que su digestibilidad estará determinada por la cantidad de FDA y de lignina en detergente ácido LDA que posea. A mayor fibra en detergente ácido y a mayor lignina, menor será la digestibilidad del material (Somex, 2009),

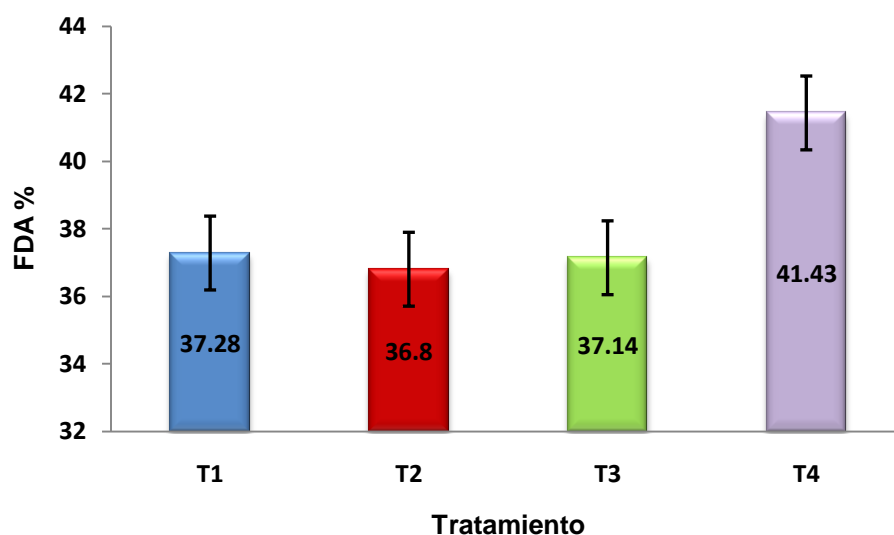
El contenido de fibra de los forrajes es un buen indicador de la calidad de los mismos. Los forrajes con cantidades menores de fibra, por lo general son más digeribles y se consumen en cantidades mayores que los forrajes con cantidades mayores de esta fracción nutricional. De todas formas, es bueno recordar que para que se cumplan correctamente las funciones en el rumen, será indispensable que la dieta posea por lo menos un mínimo de fibra; en caso contrario el animal sufrirá trastornos digestivos que se reflejarán en diarreas, mal aprovechamiento del forraje ingerido, decaimiento y merma en la producción; pero dicha fibra, si es de buena calidad con bajos porcentaje de FDA y LDA, será más aprovechable por parte del animal y más beneficioso para la producción.

3.10.3. Fibra en detergente ácido (FDA). La tabla 10 nos muestra la cantidad de fibra en detergente acida (FDA) contenida por *Tithonia diversifolia* a la edad de 50 días (T2), siendo esta la más baja dentro de los tratamientos, seguidamente por 60 días (T3), T1 (40 días) , por último el más alto esta dado por T4 (70 días), (Grafica 12).

El incremento de aproximadamente 4.63 unidades de fibra, tanto ácida como neutra entre los tratamientos de 50 y 70 días, se puede deber al incremento en la

elongación de los entrenudos con la edad, lo cual incrementa la relación tallo-hoja en la estructura de la planta, de la misma forma muchos tallos entran en una etapa cercana a la fase reproductiva. Todos estos factores combinados conducen a una mayor proporción de tejido estructural, el cual es alto en fibra. Según la correlación de Pearson ($P > 0.01$), existen una influencia entre la presencia de enfermedades y la FDA ($r = .945^*$; $p = 0.03$), por otro lado esta última se relaciona indirectamente con el contenido de proteína cruda PC ($r = -.954^*$; $p = 0.02$).

Gráfica 12. Contenido de fibra en detergente ácido (FDA) a diferentes edades de rebrote en *Tithonia diversifolia*.



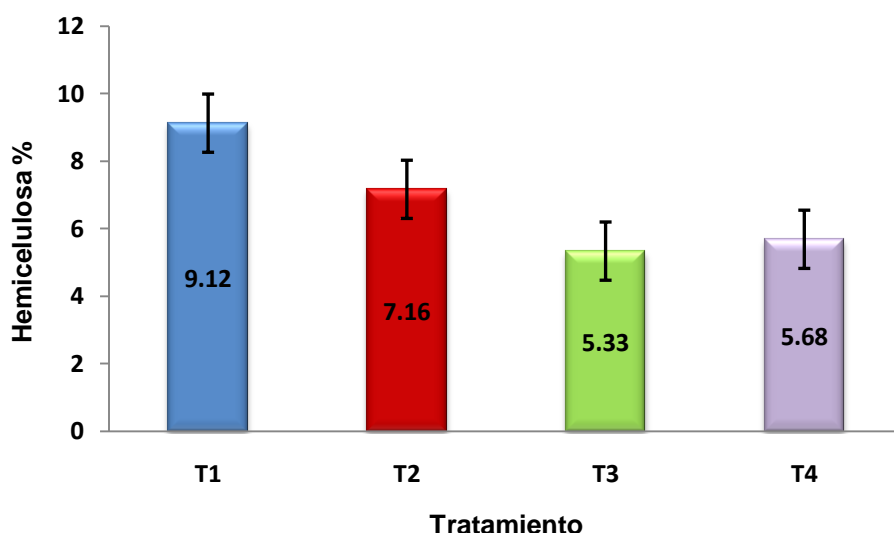
Los contenidos de FDA, entre 36.8 y 41.43 %, se ubican dentro del rango de valores reportados tradicionalmente en el follaje de la especie y en otros árboles y arbustos de amplia distribución en el trópico (21.8 - 62.8 % FDA) Rosales citado por Mahecha y Rosales, (2009). Sin embargo, estos valores superan a los encontrados por Vargas citado por De Sousa (2007), 30,4 %; por Pérez, citado por Mahecha y Rosales (2009), 19,43 %; por Premarante *et al* citado por De Sousa (2007), 23,97 %; por Vadiveloo y Fadel citado por De Sousa (2007), 24,2 % en *Gliricidia sepium* y 15,2 % en *Leucaena leucocephala*. Especies como *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* se identificaron dentro del rango bajo respecto al contenido de FDA de este ensayo. Valores de 24.2 %, para *Gliricidia sepium* y de 15.2 %, para *Leucaena leucocephala*, han sido reportados por Vadiveloo y Fadel citados por Mahecha y Rosales (2009). No obstante, los resultados de este ensayo quizás se encuentren relacionados con las características del material, ya que el follaje de todos los tratamientos presentaba un año de edad desde la siembra y poca edad hasta el corte (entre 40 y 70 días). Además, es conocida la influencia determinante que tiene la edad de la biomasa, la fenología y la época,

fundamentalmente, en los niveles de los componentes fibrosos de los forrajes (García citado por Medina *et al* 2009).

El contenido de fibra, tanto (FDA) como (FND) fueron afectadas levemente por la frecuencia de corte. El contenido de las mismas fue mayor mientras se incrementaba el intervalo de corte, observándose diferencias entre las frecuencias de corte. Sin embargo, estos tenores resultaron ser superiores a los encontrados en otras especies de amplia utilización en la alimentación animal.

3.10.4. Contenido de hemicelulosa (%). Los valores de hemicelulosa (Tabla 10) tienden a decrecer de acuerdo con la edad, en la gráfica 13 se observa el contenido de hemicelulosa presente en *T. diversifolia* a diferentes edades de corte.

Gráfica 13. Contenido de Hemicelulosa (%) a diferentes edades de rebrote en *Tithonia diversifolia*.



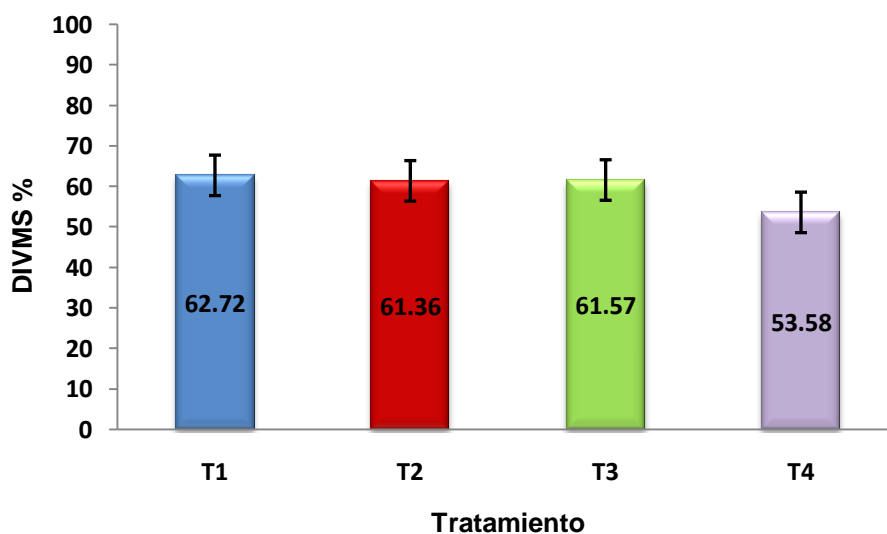
Teniendo en cuenta los análisis realizados a la *T. diversifolia* en diferentes edades de rebrote, los tratamientos se ubican en su orden. T1 (40 días), seguido por T2 (50 días) y T4 (60 días) y finalmente T3 (60 días) (Gráfica 13).

3.10.5. Digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS). Los valores de la DIVMS (Tabla 10) están influenciados por las edades de rebrote. En la gráfica 14 se observa el comportamiento de la digestibilidad in vitro de la materia seca en *T. diversifolia*.

De acuerdo con los análisis realizados a *T. diversifolia* en diferentes periodos de rebrote, los tratamientos se ubican así. T1 (40 días), seguido por T3 (60 días) y T2 (50 días) y el tratamiento con digestibilidad in vitro de la materia seca es T4 (70 días) (Grafica 14).

La degradabilidad ruminal esperada oscila entre 50 y 90% (Gómez, 1997 citado por Medina *et al.* 2009, 35.3 y 41% Mahecha y Rosales, 2009), lo que ubica los valores obtenidos dentro de un rango adecuado. El forraje de 70 días tuvo una dinámica de degradación diferente a la que se observó para rebrotes de 40, 50 y 60 días. A los 40 días la degradabilidad potencial de la MS fue del 62.7%, lo que superó levemente a los rebrotes de 50 y 60 días y cerca al 9.17% a los rebrotes de 70 días. Esta digestibilidad está influenciada negativamente por la presencia de FDA ($r = -.975^*$; $p = 0.01$) ya que esta última consiste principalmente de celulosa, lignina y proteína cruda, está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje, lo que quiere decir que a mayor FDA menor digestibilidad y energía contenida.

Gráfica 14. Digestibilidad invitro de la materia seca DIVMS (%) a diferentes edades de rebrote en *Tithonia diversifolia*.



Este comportamiento de los valores de digestibilidad se debe principalmente, al estrés ambiental por efecto de las altas temperaturas (entre 25 y 30°C) y a las bajas precipitaciones, las cuales pueden acelerar el proceso de maduración del tejido verde e incrementar la lignificación de las paredes celulares.

Los resultados coinciden con los obtenidos en la mayoría de las evaluaciones de valor nutritivo utilizando rumiantes; lo cual demuestra que en la fase inicial de crecimiento, aun cuando no se encuentra en su máximo desarrollo vegetativo, esta especie también mantienen un elevado valor nutritivo de sus fracciones. Teniendo en cuenta la elevada degradación ruminal de la MS y la PC, los resultados son consistentes con los obtenidos en la fracción comestible de otras plantas forrajeras no leguminosas, que contienen bajos o nulos contenidos de taninos en la biomasa tales como *M. alba*, *Hibiscus rosa-sinensis* y *Moringa oleifera* y que constituyen excelentes fuentes suplementarias de proteínas para rumiantes y monogástricos en condiciones tropicales (García *et al.* citado por Medina *et al* 2009).

Vargas citado por Mahecha y Rosales (2009), encontró una degradabilidad de la materia seca del 72% a las 24 horas y una degradabilidad de la proteína del 79%, en una prueba realizada de degradabilidad en saco del follaje de *Tithonia diversifolia*. Estos resultados indican que más del 50% de la materia seca del follaje se degrada a las 24 horas. Los resultados anteriores indican que las hojas de *T. diversifolia* presentan una buena degradabilidad tanto de la materia seca como de la proteína, ya que en un corto período de tiempo de permanencia en el rumen logran ser degradadas en un alto porcentaje. Esta situación debería ser aprovechada en nutrición animal. Rosales citado por Mahecha y Rosales (2009), evaluó la degradabilidad *in sacco* de 9 arbóreas y 11 arbustivas, entre ellas *Tithonia diversifolia*, encontrando que el 33% de la materia seca del follaje de esta especie fue completamente soluble en agua, la mitad se degradó a las 24 horas y el 90% estuvo degradada a las 48 horas. *Tithonia diversifolia* fue una de las tres especies que presentó mayor degradabilidad en la evaluación. Los valores encontrados de la degradabilidad del follaje de *Tithonia diversifolia* a las 48 horas son superiores a los reportados por FAO citado por Mahecha y Rosales (2009) en *Leucaena leucocephala* (79%), *Gliricidia sepium* (82.1%) y *Enterolobium cyclocarpum* (87.6%). Es importante aclarar que los resultados del presente ensayo para %DIVMS corresponden a toda la planta, mientras que los valores citados se obtuvieron únicamente del follaje.

Aunque las diferencias de DIVMS entre los tratamientos fueron mínimas (Grafica 14), es evidente que la edad de la planta incide directamente en sus resultados. Al respecto Soto, S; Rodríguez, J.C. y Russo, R. (2009) afirma que la edad de rebrote influyó en la DIVMS para *E. poeppigiana*, *T. diversifolia* y *M. alba* observándose un decremento de la variable con respecto a la edad de poda. Los mismos autores encontraron en un grupo de no leguminosas que *T. diversifolia* presentó un descenso en la digestibilidad a medida que maduraba el forraje hasta las 22 semanas de rebrote, observándose un repunte de la digestibilidad a las 26 semanas que podría atribuirse a brotes nuevos en ramas viejas; lo mismo sucedió

en *M. alba* desde las 22 semanas. Los valores más altos de digestibilidad se encontraron en *M. alba* obteniéndose un promedio de 64,4 % de DIVMS.

Un aspecto que debe tenerse en cuenta son los factores antinutricionales que pueden alterar la digestibilidad del forraje; los isoprenoides presentes en el follaje de algunas Asteráceas incluyendo a *T. diversifolia* no reportan datos cuantitativos, sino determinaciones estructurales de compuestos biológicamente activos presentes en la biomasa de la especie (Lamaty *et al.* y Manut *et al.* citados por Medina *et al* (2009)). Así mismo, se ha determinado que los miembros de esta familia presentan una fracción polifenólica insignificante, lo cual es muy positivo desde el punto de vista nutricional (García *et al.* citados por Medina *et al* (2009)). Sin embargo, la presencia cuantiosa de terpenoides, lactonas y piranos en la parte comestible de *Tithonia* constituye un tema que debe ser investigado con mayor profundidad, aun cuando solamente se ha informado efecto citotóxico de un grupo pequeño de metabolitos en la especie (Mungarulire *et al.* citados por Medina *et al* (2009)) y además empíricamente no se han observado problemas relacionados con toxicidad aguda y efectos fisiológicos adversos en animales alimentados con dietas experimentales a base de esta arbustiva (Gómez, 1997 y Lauser *et al.* citados por Medina *et al* (2009)). Al respecto, estudios integrales han determinado que en las plantas compuestas las sesquiterpenlactonas constituyen una de las estructuras de mayor interés fitoquímico, debido a sus potencialidades farmacológicas, por su influencia marcada en la aceptabilidad de algunos tipos de animales y que éstos compuestos le confieren a los forrajes un acentuado sabor amargo (Personious *et al.*; Villalba y Provenza y García *et al.* citados por Medina *et al* (2009)).

La digestibilidad fue afectada por la edad de la *T. diversifolia*. Este efecto fue muy consistente durante todo el ensayo, observándose que sus valores estaban inversamente relacionados con la edad. Una posible explicación para la declinación de la digestibilidad con la edad puede estar relacionada con el incremento en el contenido de las paredes celulares FDN.

Los resultados obtenidos permiten sugerir, por los estudios *in vitro*, que edades entre 40 y 60 días son las que permiten un mayor aprovechamiento de los nutrientes por el animal; contrario a lo expuesto por Orestes *et al* (2008), donde indica que edades entre 70 y 90 días son las que permiten un mayor aprovechamiento de los nutrientes por el animal.

Ojeda *et al* 2003, afirman que si se analiza los valores de producción por cada aprovechamiento, botón de oro se convierte en la mejor alternativa forrajera por su

alto nivel productivo, buena palatabilidad y además porque es un arbusto de rápida recuperación de forraje, debido a que la cantidad de forraje, habitualmente está disponible cada 60 - 90 días, mientras los otros arbustos como. matarraton *Gliricidia sepium*, Matarratón *Trichanthera gigantea* requieren más de 90 días de descanso para recuperar el follaje perdido.

Según Savón et al. (2008) *Tithonia diversifolia* se presenta como una planta muy promisoría, ya que cuenta con gran facilidad de adaptarse y su distribución en la zona tropical va desde el nivel del mar hasta 2.400 m de altitud, con precipitaciones que van desde 800 y 5.000 mm/ año, tolera suelos ácidos, extrae nutrientes de suelos pobres y produce entre 30 a 70 t/ha de forraje verde. A todo esto se agrega, según Mahecha y Rosales (2009), un adecuado valor nutricional (17,9 a 24% de materia seca, 19 a 28,7% de proteína bruta, 35,3% de fibra detergente neutro, 30,4% de fibra detergente ácido y 16,50 MJ/kg de MS).

4. CONCLUSIONES

Al cortar *Tithonia diversifolia* a 4 edades de rebrote (40, 50, 60 y 70 días) no se encontraron diferencias estadísticas para ninguna de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos.

El contenido de materia seca a los 40 y 50 días fue de 11 % y a los 60 y 70 días fue de 12 %, no obstante la producción de materia seca fue mayor entre 50 y 60 días de corte, lo que redundó en una mayor producción de forraje verde en MS/ha/año. A los 50 días de corte corresponde la mejor calidad nutricional por lo que se asevera que esta es la edad óptima de corte para el peniplano de Popayán.

En un cultivo de *T. diversifolia*, establecido a una distancia de siembra de 1 X 1 (1m X 1m) y realizando cosechas cada 50 días podemos obtener 142.058 Kg/Ha/año de proteína cruda para la alimentación animal.

La PC y la DIVMS en los rebrotes de 40 días fueron mayores que en los rebrotes más viejos. La concentración de FDN, la fibra detergente ácido (FDA) y la lignina aumentaron con la edad del rebrote.

La digestibilidad fue afectada por la edad de la *T. diversifolia*. Este efecto fue muy consistente durante todo el ensayo, observándose que sus valores fueron inversamente relacionados a la edad. Los resultados obtenidos permiten sugerir, por los estudios in vitro, que edades entre 40 y 60 días son las que permiten un mayor aprovechamiento de los nutrientes por el animal.

Para el Peniplano de Popayán, el momento óptimo de corte de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray se presentó a los 50 días, cuando se dieron los mejores tenores en las variables evaluadas.

Tithonia diversifolia es una planta muy promisoriosa para la alimentación animal. Se recomienda una edad de rebrote de 50 días para las condiciones ambientales del Peniplano de Popayán, en donde se alcanza una producción de 540.2 kg de MS/Ha/Año, conteniendo 142.058 kg de PC/Ha/Año, 320.9 Kg de FDN/Ha/Año y 268.64 kg de FDA/Ha/Año.

5. RECOMENDACIONES

Sugerimos realizar ensayos sobre las formas de manejo de la especie en cultivos asociados para usos múltiples como forraje, abono verde, atracción y alimento de insectos y otros.

Fomentar ensayos de alimentación animal con mezclas de forrajes que incluyan *T. diversifolia*, para lograr mayores avances en el conocimiento del valor nutricional donde se evalúe la palatabilidad de la planta.

Evaluar el comportamiento de la especie en ramoneo por bovinos (persistencia, rebrote, cantidad de forraje).

Realizar ensayos para los valores máximos y mínimos de corte (50 y 60 días), donde encontramos las más altas fluctuaciones en las diferentes variables evaluadas.

Efectuar ensayos donde se involucren grados y tipos de fertilización en *T. diversifolia* teniendo en cuenta las distancias de siembra o realizar la asociación de la especie con micorrizas, para conocer si éste es el mecanismo de acceso a nutrientes como fósforo.

Con el fin de determinar con más profundidad el valor nutricional de *T. diversifolia* en diferentes edades de corte, se recomienda hacer una evaluación bromatológica más completa de la especie, donde se incluyan el contenido mineral, energía, aminoácidos extracto etéreo, entre otros.

El follaje de *T. diversifolia*, considerando el perfil proteico, podría ser utilizado con éxito como fuente proteica de elevado valor biológico en la alimentación de los animales monogástricos y poligástricos.

Se sugiere realizar evaluaciones de *Tithonia diversifolia* en diferentes alturas de corte.

BIBLIOGRAFÍA

DE SOUZA, Oscar Francisco. Influência do espaçamento e da época de corte na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Sao Pablo, Brasil, 2007. 56 p. Tesis de posgrado (Pós-graduação em agronomia). Universidade de Marília. Faculdade de Ciências Agrárias.

GARCÍA *et al.* Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. Trujillo, Venezuela, 2009. Avance tesis de pregrado. (Zootecnia). Universidad de los Andes.

GÓMEZ, D., PABÓN, R. Evaluación Agronómica de Seis Accesiones de Guandul (*Cajanus cajan*) en la Meseta de Popayán, Cauca, 2008. Trabajo de grado (Ingeniería Agropecuaria). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

GÓMEZ, M. *et al* Árboles y Arbustos Forrajeros utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica. [en línea]. Cali. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Pág. 115 – 126 [citado en 23 de marzo de 2009]. Disponible en internet. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024152517_Arboles%20y%20arbo%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf

Gonzales, L., *et al* Evaluación del Crecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Colectadas en dos localidades del estado de Jalisco. [en línea]. Avances en la investigación Científica en el CUCBA. Pag. 80 – 84 [citado el 16 diciembre de 2009]. Disponible en internet. http://www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/avances/avances_2006/Agronomia/Gonz%C3%A1lez%20Morales%20Laura%20Guadalupe/Gonzalez_Morales_Laura_Guadalupe.pdf

HANAN, A, MONDRAGÓN, A., Malezas de México. (Asteraceae = Compositae). [en línea]. 1 versión; Vibrans Heike editó y la amplió. Las fotografías son de Tenorio Lezama Pedro, Mexico. Primera versión de la ficha. 12 de diciembre de 2006. Última modificación. 2006. Malezas de México. Disponible en Internet. URL.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tithonia-diversifolia/fichas/pagina1.htm>

LA O, Orestes *et al.* Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa *in vitro* y la dinámica de degradación ruminal *in situ* de *Tithonia diversifolia*. [en línea]. Chihuahua, México, 2008. 247 p. Tesis de pregrado (Zootecnia). Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. [citado en 16 de diciembre de 2009]. Disponible en internet. http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2603/pdf/la_o.pdf

MAHECHA, Liliana y ROSALES, Mauricio. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la Producción Animal en el Trópico. [en línea]. Bogotá. Cipav, 2009. [Citado en 18 de diciembre de 2009]. Disponible en internet. <http://www.utafoundation.org/botondeoro.htm>

MEDINA *et al.* Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. [en línea]. Trujillo, Venezuela, 133 p. Tesis de pregrado. Universidad de los Andes. Departamento de Biología y Química. [citado en 18 de diciembre de 2009]. Disponible en internet. http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2702/pdf/medina_m.pdf.

NAVARRO F y RODRÍGUEZ E F. Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Ibagué, Tolima, 1990. Tesis de grado. Universidad del Tolima.

OJEDA *et al* 2003. Sistemas Silvopastoriles. una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Manual de capacitación. [en línea]. Cali. Pronata, 2003. 54 p. [citado en 16 de diciembre de 2009]. Disponible en internet. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006102417332_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf

POLANIA, L., RENDON, E., Línea base de Especies Arbóreas y Arbustivas con Aptitud Forrajera en Sistemas de Producción Ganadera en el Peniplano de Popayán, Popayán, Cauca, 2009. Trabajo de grado (Ingeniería Agropecuaria). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

RAMÍREZ, R., Efecto de la altura de corte, densidad de siembra y tipo de suelo en la producción de *Tithonia diversifolia*. [en línea]. Mérida (Yucatán, México). SIGA – ITA. [citado en 18 de marzo de 2009]. Disponible en internet. URL . www.agronomiayciencias.uat.edu.mx/eventos/anteriores/Agronomia/congreso_doble_proposito/TOMO%20II/.../RF-38.doc

RIOS, C. Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro (*Tithonia diversifolia*; Hemsl y Gray). Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - CIPAV - IMCA. Informe de avance Enero de 1992 - Junio de 1993. Cali 1993.

----- SALAZAR, A. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. [en línea]. Primera parte. Buga (Valle del Cauca, Colombia). Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA). 1 Octubre 1994. [citado en 18 de marzo de 2009]. Disponible en Internet. URL . <http://www.fao.org/Ag/aga/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios14.htm>

SÁNCHEZ, Alexander y FARIA, Jesús. Efecto de la edad de la planta en el contenido de nutrientes y digestibilidad de *Leucaena leucocephala*. [en línea]. Maracaibo, Venezuela, 2008. 139 p. Tesis de postgrado (Postgrado en producción animal). Universidad del Zulia. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. [citado en 16 de diciembre de 2009]. Disponible en internet. http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2602/pdf/sanchez_a2.pdf

SÁNCHEZ, V; BUENO, G y PÉREZ, Raúl. Evaluación agronómica de especies nativas con potencial forrajero en el Departamento del Guaviare. [En línea]. Villavicencio, Meta. Corpoica C.I. La Libertad. 2002. 32 p. [citado en 16 de diciembre de 2009]. Disponible en internet. <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/EvaluacionagronomicadeespeciesnativasconpotencialforrajeroeneldepartamentodelGuaviare.pdf>

SAVÓN *et al.* Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. [en línea]. La Habana Cuba, 2008. 390 p. En. V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible, 2008. [Citado en 16 de diciembre de

2009]. Disponible en internet.
http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2603/pdf/savon_l.pdf

SOMEX EFICIENCIA en nutrición. Alimentación. Nutrientes del Pasto. [en línea]. Bogotá, 2009. 5 p. [citado en 16 de diciembre de 2009]. Disponible en internet.
http://www.somexnutricion.com/index.php?option=com_content&view=article&id=214&Itemid=174&limitstart=1

SOTO, S; Rodríguez, J.C. y RUSSO, R. Digestibilidad *in vitro* en forrajes tropicales a diferentes edades de rebrote [en línea]. Las Mercedes de Guácimo, Costa Rica, 2009. 89 p. Tesis de pregrado. Universidad EARTH. Costa Rica. [Citado en 16 de diciembre de 2009]. Disponible en internet.
http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/78_v5.1-08_SotoRodriguezRusso.pdf

TOLEDO, J. Manual para la evaluación Agronómica. CIAT. Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali. 1982

VIVAS, N., Evaluación Agronómica de 137 Accesiones de *Desmodium velutinum* en Suelos Ácidos. Palmira. Valle del Cauca. 2005. Trabajo de grado (Maestría en Ciencias Agrarias – Producción Anima Tropical). Universidad Nacional de Colombia. Escuela de Posgrados.

ANEXOS

Anexo a. Análisis de suelos Finca Villa Alina



RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio **8892**

F-LAB-138/V1
G.S.G.2005-11-18

Fecha de Recepcion 2008 01 17

Fecha de Resultado 2008 01 24

TEXTURA

Arena
Limo
Arcilla

ARENOLIMOSA

78,00 %
18,00 %
4,00 %

Cód. interno de Lab.: 24992

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	RANGO ADECUADO		INTERPRETACION		
			DEFICIENTE	NORMAL	ALTO		
pH	5,08	-	-	-	-	-	-
MATERIA ORGA.	12,68	%	-	-	-	-	-
NITROGENO (N)	0,63	%	0,14	0,50	-	-	-
FOSFORO(P)	8,14	ppm	5,00	15,00	-	-	-
POTASIO (K)	0,56	meq/100g	0,15	0,35	-	-	-
MAGNESIO (Mg)	0,98	meq/100g	1,50	3,40	-	-	-
CALCIO (Ca)	3,08	meq/100g	3,00	6,00	-	-	-
ALUMINIO (Al)	1,87	meq/100g	0,00	1,00	-	-	-
SODIO (Na)	0,21	meq/100g	0,10	1,00	-	-	-
AZUFRE (S)	8,23	ppm	5,00	15,00	-	-	-
HIERRO (Fe)	32,13	ppm	50,00	70,00	-	-	-
BORO (B)	0,92	ppm	0,20	0,50	-	-	-
COBRE (Cu)	0,64	ppm	1,00	3,00	-	-	-
MANGANESO (Mn)	2,97	ppm	10,00	20,00	-	-	-
ZINC (Zn)	1,00	ppm	3,00	4,00	-	-	-

CATIONES SOLUBLES

POTASIO (K)	-	ppm	-	-	-	-	-
MAGNESIO (Mg)	-	ppm	-	-	-	-	-
CALCIO (Ca)	-	ppm	-	-	-	-	-
SODIO (Na)	-	ppm	-	-	-	-	-
CONDUCTIVIDA ELECTRICA	-	dS/m	-	-	-	-	-
DENSIDAD APARENTE	-	g/cm ³	-	-	-	-	-
CAP. INTERCAM. CATIONICO EFECTIVA	6,71	meq/100g	-	-	-	-	-

RELACIONES CATIONICAS

Ca/Mg	3,14	3,00	6,00	-	-	-
Ca/K	5,49	15,00	30,00	-	-	-
Mg/K	1,75	10,00	15,00	-	-	-
(Ca+Mg)/K	7,24	20,00	40,00	-	-	-
% Sat. De Na	3,18	5,00	15,00	-	-	-
% Sat. De K	8,36	2,00	3,00	-	-	-
% Sat. De Ca	45,92	50,00	70,00	-	-	-
% Sat. De Mg	14,61	10,00	20,00	-	-	-
% Sat. De Bases	72,07	35,00	50,00	-	-	-

MÉTODOS ANALÍTICOS

Aluminio Intercambiable	Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)
Azufre	Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Boro	Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M
Bases de cambio	Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio
Capacidad de Intercambio catiónico	Valoración ácido base, Extracción con acetato de amonio
Conductividad Eléctrica	Electrométrico, extracto de saturación
Fósforo disponible	Colorimétrico, Bray II
Micronutrientes	Absorción Atómica, Extracción con DTPA
Materia Orgánica	Walkley Black
pH	Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1
Textura	Bouyoucos

Apreciado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; **AGROSOIL LAB** asume la conformidad con los resultados del análisis

AURA MARCELA NIÑO R. - JENNY MARCELA GOMEZ S.
QUIMICO - PROFESIONAL EN ANALISIS EN QUIMICO

GLORIA STELLA GUZMAN G.
QUIMICA PG 1498 - GERENTE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD



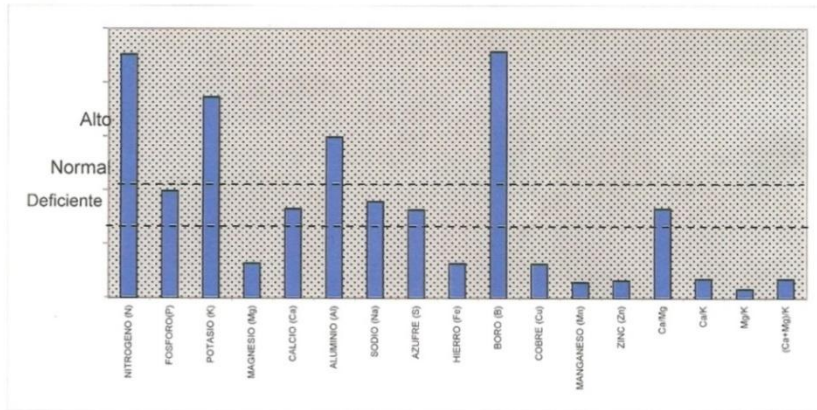
Conm. 623 4333 - 533 1791 • E-mail: laboratorio@agrosoil.com.co
Carrera 49A No. 94Bis - 11 (Nva. Nomenclatura) • Bogotá D. C., Colombia.

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

F-LAB-138/V1
G.S.G.2005-11-18

No. de Laboratorio **8892**
Fecha de Recepción 2008 01 17
Fecha de Envío 2008 01 24

Parámetros



Conm. 623 4333 - 533 1791 • E-mail: laboratorio@agrosoil.com.co
 Carrera 49A No. 94Bis - 11 (Nva. Nomenclatura) • Bogotá D. C., Colombia.



RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio **8892**

 F-LAB-138/V1
 G.S.G.2005-11-18

 Fecha de Recepcion 2008 01 17
 Fecha de Resultado 2008 01 24

OBSERVACIONES GENERALES

Fec Recep.	Fec. Result.	Observaciones
2008 01 17	2008 01 24	<p>Suelo fuertemente acido, con contenido alto de materia orgánica, textura franca con predominio de la fraccion Arena.</p> <p>Predomina la textura gruesa (Arena), lo cual indica tendencia fuerte del suelo al lavado, capacidad de retención y suministro de nutrientes alta, retención de humedad alta y aireación y drenaje bueno, por lo cual la fertilización debe ser fraccionada y complementada vía foliar.</p> <p>ELEMENTOS MAYORES: Presenta niveles de Nitrogeno y Potasio son altos, el Fosforo es normal.</p> <p>ELEMENTOS SECUNDARIOS: Los niveles de Magnesio son bajos, el Calcio, el Sodio y el Azufre son normales, el Aluminio es alto.</p> <p>ELEMENTOS MENORES: Los contenidos de Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc son bajos, el Boro es alto.</p> <p>Es un suelo de fertilidad media, que requiere fertilización mineral y un complemento en forma foliar, las saturaciones de bases y la CIC indican que se trata de un suelo con un potencial de suministro de cationes para la planta media.</p>

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION PARA EL CULTIVO

Consecutivo	EL SIGUIENTE PLAN DE FERTILIZACION HA SIDO DISEÑADO, CON BASE EN LOS RESULTADOS ANALITICOS REPORTADOS POR EL ANALISIS DE SUELOS. PUEDE SER MODIFICADO EN CONSIDERACION A VARIACIONES PUNTUALES DE LA ZONA.	PRODUCTO	CANTIDAD/Ha
8892	Al momento de renovar la pradera como enmienda	CAL DOLOMITA	800 kg
	Como fertilizacion de arranque, repetir cada 6 meses	DAP SULFATO DE POTASIO ELEMENTOS MENORES (8-5-0)	(100 kg) 2 Bultos (25 kg) 1/2 Bulto (46 kg) 1 Bulto
	Aplicar despues de cada pastoreo	NITROMAG	(50 kg) 1 Bulto
	Rotar con la recomendación anterior	UREA	(50 kg) 1 Bulto
	FERTILIZACION FOLIAR		
	Como complemento a la fertilizacion al suelo, una vez por pastoreo	FERTILIZANTE FOLIAR COMPLETO (20-10-5)	1 lt/ha
	Repetir el analisis de suelos 2 años despues para monitorear los niveles de los nutrientes en los suelos		

 Conm. 623 4333 - 533 1791 • E-mail: laboratorio@agrosoil.com.co
 Carrera 49A No. 94Bis - 11 (Nva. Nomenclatura) • Bogotá D. C., Colombia.

 COLOMBIA INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS DE CALIDAD DE PRODUCTOS PARA LA INDUSTRIA
 Certificado No. 1306-1
 Por el cual se certifica al laboratorio de analisis agropecuario de suelos, plantas y alimentos de origen animal de la empresa AGROSOIL S.A.S. en cumplimiento de lo establecido en el Decreto 1074 de 2008.
 Vigencia: 01/01/2009 hasta 31/12/2011

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

 F-LAB-138/V1
 G.S.G.2005-11-18

No. de Laboratorio 8892

 Fecha de recepción: 2008 01 17
 Fecha de Resultado: 2008 01 24

PRODUCTO	CANTIDAD/Ha
Al momento de renovar la pradera como enmienda	
CAL DOLOMITA	800 kg
Como fertilizacion de arranque, repetir cada 6 meses	
DAP SULFATO DE POTASIO ELEMENTOS MENORES (8-5-0)	(100 kg) 2 Bultos (25 kg) 1/2 Bulto (46 kg) 1 Bulto
Aplicar despues de cada pastoreo	
NITROMAG	(50 kg) 1 Bulto
Rotar con la recomendación anterior	
UREA	(50 kg) 1 Bulto
FERTILIZACION FOLIAR	
Como complemento a la fertilizacion al suelo, una vez por pastoreo	
FERTILIZANTE FOLIAR COMPLETO (20-10-5)	1 lt/ha
Repetir el analisis de suelos 2 años despues para monitorear los niveles de los nutrientes en los suelos	

JUAN MANUEL RAMÍREZ M.

INGENIERO AGRÓNOMO Matricula Profesional No. 22222

 Conm. 623 4333 - 533 1791 • E-mail: laboratorio@agrosoil.com.co
 Carrera 49A No. 94Bis - 11 (Nva. Nomenclatura) • Bogotá D. C., Colombia.

 Código No. 1000-1
 PRESENCIA DE ASESORIA
 DE MANEJO EFICAZ DEL SISTEMA
 DE CALIDAD. CONFORME
 COMITÉ DE CALIDAD DE
 MANEJO PARA EL SECTOR
 AGROPECUARIO
 NTC - 9500 1999 2000

Anexo b. Formato evaluación de producción botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Área de muestreo.

Fecha evaluación.

Tto.	Bloq.	Rept	planta	Vi	Alt.	Díam.	Reb.	Plag.	Enf.	Pfv	Pfvsub	Pssub	MS %	Observaciones	
				1 a 5	cm	#	1 a 5	g.							
Edad de corte días	I														
	II														

Vi. Vigor. Alt. altura Díam. diámetro. Reb. rebrotes. Plag. plagas. Enf. enfermedades.
 Pfv. peso forraje verde Pfvsub. peso forraje verde submuestra. Pssub. peso seco de submuestra. MS. materia seca.

Anexo c. Análisis de varianza ANOVA para las diferentes variables evaluadas

ALTURA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	155,939.94	7	22,277.13	718.46	0.00
TTO	87.69	3	29.23	0.94	0.46
BLOQUE	3,557.19	3	1,185.73	38.24	0.00
Error	279.06	9	31.01		
Total	156219	16			

a R cuadrado = .998 (R cuadrado corregida = .997)

MATERIA SECA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	2,156.94	7	308.13	86.49	0.00
TTO	5.69	3	1.90	0.53	0.67
BLOQUE	58.19	3	19.40	5.44	0.02
Error	32.06	9	3.56		
Total	2189	16			

a R cuadrado = .985 (R cuadrado corregida = .974)

ENFERMEDADES

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	21.25	7	3.04	36.43	0.00
TTO	0.25	3	0.08	1.00	0.44
BLOQUE	0.75	3	0.25	3.00	0.09
Error	0.75	9	0.08		
Total	22	16			

a R cuadrado = .966 (R cuadrado corregida = .939)

PRODUCCIÓN DE MS

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	97,543.94	7	13,934.85	63.12	0.00
TTO	1,000.19	3	333.40	1.51	0.28
BLOQUE	11,717.19	3	3,905.73	17.69	0.00
Error	1,987.06	9	220.78		
Total	99531	16			

a R cuadrado = .980 (R cuadrado corregida = .965)

Anexo d (Continuación)

REBROTOS

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	4,129.94	7	589.99	117.83	0.00
TTO	5.69	3	1.90	0.38	0.77
BLOQUE	60.19	3	20.06	4.01	0.05
Error	45.06	9	5.01		
Total	4175	16			

a R cuadrado = .989 (R cuadrado corregida = .981)

DIÁMETRO

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo	195,978.94	7	27,996.99	740.96	0.00
TTO	38.19	3	12.73	0.34	0.80
BLOQUE	1,239.19	3	413.06	10.93	0.00
Error	340.06	9	37.78		
Total	196319	16			

a R cuadrado = .998 (R cuadrado corregida = .997)

Anexo e. Tabla de correlaciones de las variables evaluadas

Correlaciones		VIGOR	ALTURA	DIAMETRO	REBROTOS	ENFERMEDADES	DIVMS	PC
DIAMETRO	Correlación de Pearson	n.s	.970(*)					
	Sig. (unilateral)		0.01					
PLAGAS	Correlación de Pearson	-.999(**)	n.s	n.s	n.s			
	Sig. (unilateral)	0.00						
PnMS	Correlación de Pearson	n.s	.996(**)	.946(*)	n.s	n.s		
	Sig. (unilateral)		0.002	0.027				
MS	Correlación de Pearson	n.s	n.s	n.s	-.923(*)	n.s	n.s	
	Sig. (unilateral)				0.04			
PC	Correlación de Pearson	n.s	n.s	n.s	n.s	-.993(**)	n.s	
	Sig. (unilateral)					0.00		
FDA	Correlación de Pearson	n.s	n.s	n.s	n.s	.945(*)	-.975(*)	-.954(*)
	Sig. (unilateral)					0.03	0.01	0.02

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (unilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (unilateral).

Anexo f. Análisis bromatológico de *Titonia divesifolia* en diferentes edades de rebrote



Edad rebrote	PC%	FDN%	FDA%	Hemicelulosa%	DIVMS%
Días.					
40	18.45	46.40	37.28	9.12	62.72
50	19.46	43.96	36.80	7.16	61.36
60	18.31	42.47	37.14	5.33	61.57
70	16.22	47.11	41.43	5.68	53.58

DIVMS. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca %

Tilley, J.M.A. and Terry, R. 1963. Atwo-stage technique for in vitro digestión of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18.104-111.

Moore, J.E. 1970. procedure of the two-stage in vitro digestión of forage. University of the Florida, Department of Animal science.

FDN y FAD. Fibras detergente neutro y fibra detergente ácido.

Van Soest , P.J. 1994. Nutricional Ecology of the Rumiand. 2nd. Ed. Cornell University press, 476.

Van Soest, P. J. And R.H. Wine. 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous Feed. . IV the determination of plan cell-wall constituents. Journal of the Association Oficial of Analitical Chemistry. 50.50.

Van soest, P.J. Roberson, J.B. and Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition . Journal of Dairy Science. 74.3583-3597.

Las muestras fueron procesadas en cada protocolo por duplicado.

Cordialmente

PATRICIA AVILA VARGAS

Jefe Lab. Calidad de Forrajes-CIAT

p.avila@cgiar.org