



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES
AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE
NICARAGÜENSE

URACCAN

Monografía

Producción de biomasa de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, Nueva Guinea, RACCS, 2019

Para optar al título de: Ingeniero Agroforestal

Autores: Br. Ramón Daniel Fernández Velásquez

Br. Wilfredo Murillo Calero

Tutor: MSc. Wilson Antonio Calero Borge

Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, mayo 2020

UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN

Monografía

Producción de biomasa de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, Nueva Guinea, RACCS, 2019

Para optar al título de: Ingeniero Agroforestal

Autores: Br. Ramón Daniel Fernández Velásquez
Br. Wilfredo Murillo Calero

Tutor: MSc. Wilson Antonio Calero Borge

Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, mayo 2020

Dedico esta Monografía a Dios sobre todas las cosas a quien le debo todos mis logros y me ha permitido llegar a esta etapa tan importante de mi vida.

A mis queridos padres quienes me han brindado todo el apoyo para poder finalizar mis estudios. A mi esposa por siempre estar a mi lado y darme palabras de ánimo.

Ramón Daniel Fernández Velásquez.

A mi madre Rosa María Calero Ortega por todos sus esfuerzos dedicado en mi formación profesional.

A mi padre José Mateo Murillo Suazo por el apoyo en todo momento y me ha enseñado que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende de sí mismo. A ellos con mucho cariño.

Wilfredo Murillo Calero

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, damos gracias a Dios Todopoderoso por brindarles su dirección y cuidar nuestro camino todo el tiempo.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta Monografía: al MSc. Wilson Antonio Calero Borge y al ing. Carlos Álvarez Amador por resolver todas nuestras inquietudes a lo largo de este trabajo, igualmente al ing. Uriel Gutiérrez Hernández por el apoyo incondicional brindado durante la realización de este trabajo.

En lo personal yo Ramón Daniel Fernández Velásquez agradezco infinitamente a mis padres Ramón Inés Fernández García y María Cristina Velásquez Juárez que siempre me apoyaron en todo momento con palabras de aliento. A mi esposa Betzi Jissell Medrano Vega por siempre estar conmigo en todo momento y alentarme a terminar mis estudios.

Y yo, Wilfredo Murillo Calero agradezco a mi madre Rosa María Calero Ortega por haberme apoyado en todo momento por sus consejos sus valores por la motivación constante que me ha permitido ser una persona del bien. A mi padre José Mateo Murillo Suazo por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y por el valor mostrado para salir adelante. Igualmente, a nuestra querida y adorada familia porque con su paciencia nos otorgó todo el apoyo moral necesario para el cumplimiento de esta noble e importante tarea. Y gracias a todos los que me brindaron su cariño, confianza y apoyo incondicional cuando lo necesite.

Resumen

En búsqueda de nuevas y mejores alternativas nutricionales para las explotaciones pecuarias del municipio resalta el potencial de *Tithonia diversifolia* como forrajera, pues sin ser leguminosa, presenta un forraje de alto valor nutritivo, con altos contenidos de proteína, minerales, alta digestibilidad de la materia seca, presencia de aceites tanto en hojas como en flores y un porcentaje de azúcares totales del 39.80%, puede alcanzar una alta concentración de carbono (C) en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año, ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno, fibra bruta del 31.6 % a los sesenta días de edad por estos motivos se evaluaron los efectos de producción de biomasa de botón de oro bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, en condiciones de campo abierto, en laboratorio Natural de la universidad URACCAN en Nueva Guinea, el experimento consistió en un D.B.C.A con 4 bloques, con un tamaño de 4.8 m de ancho por 14.4 m de largo, 24 parcelas con 21 plantas siendo 504 plantas en el ensayo, donde se evaluaron 3 plantas las del centro de cada parcela útil. Para un total de 72 plantas, las variables evaluadas fueron: altura de corta optima, área foliar, numero de tallos, diámetro de tallo, relación hoja: tallo, y producción de biomasa kg/ha. Los datos se procesaron en el programa **InfoStat**, sometiéndose al análisis de varianza para lograr la separación de medias, de acuerdo con la prueba Fisher, la combinación de diferentes alturas y frecuencias de corta sometida a estudio no influyeron en el rendimiento de producción de biomasa de la forrajera *Tithonia diversifolia*, es por ello a los productores se les recomienda realizar podas y recolección de forraje a altura entre 50 y 70 centímetros con intervalos de corta no mayor a 60 días.

Palabras Clave: *Tithonia diversifolia*, biomasa fresca, forrajera tropical, frecuencia y altura de corte.

Índice General

I. Introducción.....	1
II. Objetivos	2
2.1 General	2
2.2 Específicos	2
III. Hipótesis.....	3
IV. Marco Teórico	4
4.1 Generalidades de <i>Tithonia diversifolia</i>	4
4.1.1 Origen de la especie	4
4.1.2 Distribución	4
4.1.3 Clasificación taxonómica.....	5
4.1.4. Descripción de <i>Tithonia diversifolia</i>	5
4.1.5. Variedades de <i>Tithonia diversifolia</i>	5
4.2 Formas de reproducción de <i>Tithonia diversifolia</i>	6
4.2.1 Asexual (estaca).....	6
4.2.2 Sexual (semilla).....	6
4.3 Contenido Nutricional.....	6
4.3.1 Contenido de materia seca	6
4.3.2 Contenido de proteína y azúcares	7
4.3.3 Contenido de fibra cruda	7
4.5 Digestibilidad	8
4.5.1 Concepto.....	8
4.5.2 Medición de la digestibilidad	8
4.5.3 Digestibilidad de esta forrajera	9
4.6 Condiciones edafoclimáticas	10
4.6.1 Pasos para verificación de terreno antes de la siembra	10
4.7 Concepto de forraje	10
4.7.1 Producción de forraje.....	11
4.8 Concepto de biomasa.....	12
4.9 Usos de <i>Tithonia diversifolia</i>	12
4.9.1 Atracción de insectos	13
4.9.2 Medicina.....	14

4.9.3 Cerca viva y rompe vientos	14
4.9.4 Abono verde y mejorador de suelos.....	15
4.9.5 Alimentación bovina	16
4.9.6 Alimentación ovinos	17
4.9.7 Alimentación de conejos	18
4.9.8 Alimentación de peces	18
4.9.9 Alimentación de gallinas ponedoras.....	19
4.9.10 Alimentación de pollos de engorde	19
4.9.11 Apicultura	20
V. Metodología y materiales	21
5.1 Ubicación del estudio.....	21
5.2 Enfoque de la investigación	21
5.3 Tipo de investigación	21
5.6 Tipo de ensayo	22
5.7 Establecimiento del diseño en campo	22
5.10 Descripción de los tratamientos.....	23
5.12 Manejo de ensayo en campo.....	23
5.14 Variables medidas	24
5.15 Variables.....	26
5.16 Procesamiento de los datos.....	27
VI. Resultados y discusión	28
6.3.1 Frecuencia y altura de corte sobre el área foliar de Tithonia diversifolia.....	28
6.3.2 Frecuencia y altura de corte sobre la altura de Tithonia diversifolia.....	29
6.3.3 Frecuencia y altura de corte sobre el diámetro de tallo de botón de oro.....	30
6.3.4 Frecuencia y altura de corte sobre el número de tallo de forrajera botón de oro.....	31
6.3.5 Frecuencia y altura de corte sobre la relación hoja: tallo de botón de oro	32
6.3.4 Efecto frecuencia y altura de corte sobre la Producción de biomasa de Tithonia diversifolia (Kg/Ha).....	34
VII. Conclusiones	36
VIII. Recomendaciones	37
IX. Lista de referencias.....	38

X. Anexos	43
Anexo 1. Esquema del ensayo para establecer en campo	43
Anexo 2. Esquema para la distribución de plantas en cada parcela experimental	44
Anexo 3. Medición del número de hojas	45
Anexo 4. Medición altura de plantas	46
Anexo 5. Medición de diámetro de tallos	47
Anexo 6. Medición de la relación hoja-tallo.....	48
Anexo 7. Medición de la biomasa	49
Anexo 8. Galería de imágenes	50

I. Introducción

Los sistemas productivos, tanto de leche como de carne, se basan en la utilización de forrajes como principal fuente de alimentación, y pese a que, en comparación con el costo de los alimentos balanceados, es un recurso alimenticio más económico, los productores deben hacer un uso eficiente de los mismos y esto tiene que ver con intensificar la producción por área y mejorar la calidad nutricional de los mismos (Elizondo, 2017).

En Nicaragua de manera paulatina se han introducido nuevos sistemas agropecuarios en el ámbito de la ganadería cuyo objetivo es garantizar mayor rendimiento y mayores ganancias económicas dentro del contexto de la ganadería que frecuentemente se ve afectado por diversos problemas que van desde el cambio climático hasta la mala administración e inadecuada utilización de recursos que debiesen abastecer dentro un hato ganadero [INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO (INATEC, 2016)].

Esta investigación es de mucha importancia ya que puede ser usada para el mejoramiento de una dieta, ser implementada en un hato ganadero como una alternativa para aquellos que quieran implementar y probar diferentes métodos y alternativas de nutrición bovina o de cualquier otra índole.

Como futuros protagonistas en el ámbito de las ciencias agroforestales consideramos contribuir a un mejor futuro a través de innovaciones en el campo agroforestal en este caso nuestro pequeño aporte está basado en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* (botón de oro) bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, el cual apunta buenos índices de desarrollo para la implementación en la dieta de la nutrición animal.

II. Objetivos

2.1 General

- Determinar la producción de biomasa de la forrajera Botón de oro (***Tithonia diversifolia***) manejada bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, en Nueva Guinea, 2019.

2.2 Específicos

- Caracterizar la altura de corte óptima para la producción de biomasa de la forrajera Botón de oro (***Tithonia diversifolia***).
- Identificar la frecuencia de corte óptima para la producción de biomasa de la forrajera Botón de oro (***Tithonia diversifolia***).
- Evaluar la relación hoja-tallo y variables de crecimiento de la forrajera Botón de oro (***Tithonia diversifolia***) bajo diferentes frecuencias y alturas de corte.

III. Hipótesis

Ha: existe un efecto significativo en la producción de biomasa de la forrajera Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) cuando se asocian distintas frecuencias y alturas de corte.

Ho: No existe un efecto significativo en la producción de biomasa de la forrajera Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) cuando se asocian distintas frecuencias y alturas de corte.

IV. Marco Teórico

4.1 Generalidades de *Tithonia diversifolia*

4.1.1 Origen de la especie

Es originaria de Centroamérica, pero se encuentra ampliamente distribuido en el área tropical de diferentes continentes, lo que le confiere una gran plasticidad ecológica lo que significa que esta planta tiene la capacidad de tolerar suelos con pH bajo, suelos arcillosos con poco drenaje (Pérez, Iglesias, López, Martín, García, Milián, Hernández, 2009).

Tithonia diversifolia ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno, fibra bruta del 31.6 % a los sesenta días de edad (Medina, García, González, Cova y Morantinos, 2009).

4.1.2 Distribución

Islas del Pacífico, América, Australia, África y Asia. Se considera invasiva en algunas regiones. En Tailandia se organizan actividades turísticas y un festival alrededor de su época de floración en noviembre [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009)].

4.1.3 Clasificación taxonómica

4.1.4. Descripción de *Tithonia diversifolia*

Tithonia diversifolia es una planta herbácea de 1.5 a 4.0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo y 4 a 20 cm de ancho. Presenta 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base, decurrentes en su mayoría en la base del pecíolo, bordes aserrados, pedúnculos de 4 a 20 cm de largo, lígulas amarillas a naranja de 3 a 6 cm de longitud y corolas amarillas de 8 mm de longitud (Ríos y Salazar 1995).

4.1.5. Variedades de *Tithonia diversifolia*

La familia Asterácea posee unas 15.000 especies distribuidas por todo el mundo. El género *Tithonia* comprende diez especies originarias de Centro América. *Tithonia diversifolia* fue introducida a Filipinas, la India y Ceilán. También se registra en el Sur de México, Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Cuba, Venezuela y Colombia (Ríos et al. 1995).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

REINO	PLANTAE
Subreino	Traqueobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Tithonia
Especie	Tithonia diversifolia

Fuente: Olmedo, 2009

4.2 Formas de reproducción de *Tithonia diversifolia*

4.2.1 Asexual (estaca)

La propagación puede realizarse por estaca o por semilla. Se han utilizado estacas de 20 a 30 cm de largo, de la parte media de tallos verdes; esto permite un enraizamiento rápido (Torrico y Cardona, 2011).

En un ensayo de propagación vegetativa realizada en la granja del IMCA, Buga (Valle del Cauca), se utilizaron estacas del primer tercio o parte más leñosa del tallo, del segundo tercio o zona intermedia y último tercio, o parte más tierna del tallo vegetativo proveniente de plantas sin florecer tomando tallos aproximadamente 50 cm de longitud, 2.0 a 3.5 cm de diámetro y que poseen 4 a 5 yemas. Estos son sembrados de manera horizontal o inclinada sin cubrirlos totalmente de tierra (Navarro y Rodríguez, 1990).

4.2.2 Sexual (semilla)

La semilla puede sembrarse en semillero o directamente en el campo. Se han hecho investigaciones, sobre reproducción de *Tithonia diversifolia* por semilla y los resultados no son tan relevantes, en el sentido que las semillas de esta planta tienen una baja viabilidad, que oscila entre el 10% y el 15%, lo que significa que para su reproducción es muy lenta, y se opta la reproducción por estacas, que se han alcanzado hasta 98% de efectividad de propagación con este método (Navarro et al. 1990).

4.3 Contenido Nutricional

4.3.1 Contenido de materia seca

El porcentaje de fibra cruda de la materia seca era variable a través del tiempo, con valores entre 1.63% y 3.83%. El porcentaje de humedad del forraje verde varió de

85.9% (a los 30 días), hasta 76.8% (a los 89 días). Los contenidos de calcio y fósforo, expresados como porcentaje de la materia seca, disminuían a medida que se desarrollaba la planta, de 2.25% a 1.65% para el calcio y, de 0.39 a 0.32% para el fósforo. Los valores de magnesio variaban entre 0.046 y 0.069% de la materia seca [Universidad Nacional Abierta y a Distancia escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente agronomía y zootecnia (UNAD, 2015)].

4.3.2 Contenido de proteína y azúcares

Una de las características más sobresalientes en esta planta es el valor nutricional del follaje, puede acumular proteínas en sus hojas (hasta 33%), altos contenidos de fósforo, alta digestibilidad de materia seca y presencia de aceites en hojas y flores. Además, presenta un 39,8% de azúcares totales y puede alcanzar alta concentración de carbono en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año (López y Díaz, 2017).

4.3.3 Contenido de fibra cruda

Tithonia diversifolia ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno, fibra bruta del 31.6 % a los sesenta días de edad (Medina et al. 2009) (ver tabla en la página siguiente).

Tabla 2. Análisis proximal, nutrientes digeribles totales y minerales de la materia seca de *Tithonia diversifolia*, de acuerdo con su estado vegetativo (%).

Variables nutricionales	30 días después del corte	Prefloración 50 días	Floración media 60 días	Floración completa 74 días	Pasada la floración 89 días
Materia seca	14.1	17.22	17.25	17.75	23.25
Proteína cruda	28.51	27.48	22.0	20.2	14.84
Fibra cruda	3.83	2.5	1.63	3.3	2.7
Extracto Etéreo	1.93	2.27	2.39	2.26	2.43
Cenizas	15.66	15.05	12.72	12.7	9.42
Extracto no nitrogenado	50	52.7	61.4	61.5	65.6
NDT	48	46.8	46	46	45
Minerales					
Calcio	2.3	2.14	2.47	2.4	1.96
Fosforo	0.38	0.35	0.36	0.36	0.32
Magnesio	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06

Fuente: Olmedo, 2009

4.5 Digestibilidad

4.5.1 Concepto

La digestibilidad es la medida del aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Manríquez y Romero, 1993).

4.5.2 Medición de la digestibilidad

Para determinar la digestibilidad esta se puede medir habitualmente como digestibilidad, aparente o real según la siguiente ecuación:

$$DA = \frac{CMS - CME}{CMI} * 100$$

Tabla 3. *Detalle de las abreviaturas*

DA:	Digestibilidad Aparente
CMS:	Cantidad de Materia Seca
CME:	Cantidad de Materia Excretada
CMI:	Cantidad de Materia Ingerida

Fuente: Lascan, 1990

4.5.3 Digestibilidad de esta forrajera

Los valores para la digestibilidad ruminal oscilan entre 68,93% y 73,73%, refiriendo que no se vio afectada por el contenido de metabolitos secundarios de la planta. Basados en estos estudios se puede decir que se tendrán resultados exitosos al implementar en la dieta de los bovinos la forrajera botón de oro (Medina et al. 2009).

La ***Tithonia diversifolia*** se identificó como un material con una alta degradación de la materia seca a nivel ruminal en 24 horas, 149% con relación a un patrón de cascarilla de soya y, un contenido de proteína entre el 21 y 25%. Por estas razones se considera que puede ser una especie con potencial para alimentación de animales monogástricos. En otro trabajo se encontró una alta degradabilidad de la materia seca, especialmente a las 24 horas. La degradabilidad fue de 33, 50, 83 y 90% a las 0, 12, 24 y 48 horas respectivamente (Ríos et al. 1995).

4.6 Condiciones edafoclimáticas

Tabla 4. Aspectos agronómicos que tomar en cuenta para la siembra de *Tithonia diversifolia*.

Precipitación	800 – 5,000 MM AÑO
Rango de temperatura	23 a 27 °C
pH del suelo	4,5 a 8,0
Adaptación	Suelos ácidos a ligeramente alcalinos. Suelos pesados con mediana saturación de iones de aluminio o hierro y bajo contenido de fósforo.
Restricciones	Saturación con iones de aluminio, suelos encharcados
Fertilidad del suelo	Baja a alta

Fuente: Solarte, 2013

4.6.1 Pasos para verificación de terreno antes de la siembra

- Confirmar la textura del suelo
- Detectar zonas de compactación y zonas impermeables o láminas.
- Detectar niveles freáticos altos
- Evaluación de la penetración de la vegetación presente pastos, arvenses, arbustos o árboles.
- Evaluación presencia de actividad biológica de lombrices y escarabajos (Solarte, 2013).

4.7 Concepto de forraje

Son gramíneas o leguminosas cosechadas para ser suministradas como alimento a los animales sea verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo, sacharina, amonificación) (INATEC, 2016).

Se entiende por forrajes a todos aquellos elementos de origen vegetal, que sirven para la alimentación de los animales. Planta forrajera es la planta o parte de ella, comestible, no dañina, que tiene un valor nutritivo y que está disponible para ser consumida por los animales (Jewsbury, 2016).

4.7.1 Producción de forraje

Esta especie tiene muchas cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de un alto potencial para la producción animal, entre las que se pueden mencionar su fácil establecimiento, resistencia al corte frecuente, tolerancia a suelos pobres, una producción aproximada de 55 toneladas de materia seca por hectárea por año (Lezcano, et al. 2012).

En un estudio en Panamá, en una zona de trópico subhúmedo, los rendimientos de materia seca de botón de oro encontrados variaron entre 1628, 5082 y 8759 kg MS/ha con frecuencias de corte de 8, 12 y 16 semanas respectivamente (Chiari, 2015).

Se resaltan el potencial de *Tithonia diversifolia* como forrajera, pues sin ser leguminosa, presenta un forraje de alto valor nutritivo, con altos contenidos de proteína, minerales, alta digestibilidad de la materia seca, presencia de aceites tanto en hojas como en flores y un porcentaje de azúcares totales del 39.80%; puede alcanzar una alta concentración de carbono (C) en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año (Mahecha y Rosales 2005).

La producción de biomasa puede variar entre 30 a 70 t/ha de forraje verde, dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo (Mahecha, Molina, Rosales y Molina, 1998).

Se puede producir hasta 275 toneladas de material verde (unas 55 toneladas de materia seca) por hectárea por año (Gallego, Mahecha, & Arizala, 2015).

Es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema, con estos aportes se puede afirmar que esta forrajera será de mucha importancia que sea introducida en todos los hatos ganaderos de la zona y del país, por todas las ventajas antes mencionadas, y por los sistemas de producción que predominan en nuestra zona (Lezcano, et al. 2012).

En estudios hechos en Colombia alcanzó mayor rendimiento de *Tithonia* a distancias de 0.50 m entre surco para ambas épocas del año y la plantación debe ser cortada a alturas entre 10 y 15 cm, con frecuencia de corte de 60 y 80 días en la estación de lluvia y seca, respectivamente (Ruíz, Febles, Díaz, 2012).

4.8 Concepto de biomasa

El uso de energía procedente de fuentes renovables, se define biomasa como la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biológica degradable de los residuos industriales y municipales. Por tanto, los recursos biomásicos provendrán de fuentes muy diversas y heterogéneas (Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, 2012).

La energía que acumula la biomasa tiene su origen en el sol: a partir del proceso denominado fotosíntesis, las plantas absorben energía lumínica del sol, agua del suelo y el CO₂ de la atmósfera, almacenando en ellas sustancias orgánicas (energía) y liberando oxígeno durante el proceso. Posteriormente, los animales incorporan y transforman esta energía al alimentarse de las plantas, por lo que los productos de esta transformación, que se consideran residuos, también pueden ser utilizados como recurso energético (Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario, 2012).

4.9 Usos de *Tithonia diversifolia*

El botón de oro es una planta forrajera adecuada para la alimentación de distintos animales (bovinos, cabras, ovejas, búfalos, conejos, equinos, peces, aves de patio y corral y también como melíferas para la apicultura) con un alto nivel de proteína, alta degradabilidad en el estómago de los animales, bajo contenido de fibra y niveles aceptables de sustancias anti nutricionales como fenoles y taninos. El follaje de botón de oro es rico en nitrógeno total, buena parte del cual está presente en

aminoácidos y, en baja proporción, está ligado a la fibra dietética insoluble. El botón de oro es una de las 68 especies más utilizadas para el mejoramiento de suelos y en varios países su uso como abono verde en cultivos es muy común [Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV, 2008)].

Las hojas del botón de oro tienen más fósforo y potasio que la mayoría de leguminosas empleadas en agroforestería adicionalmente, varios trabajos llevados a cabo por investigadores de Cipav y el grupo de entomología de la Universidad del Valle muestran que el botón de oro es útil como repelente natural contra las hormigas arrieras o cortadoras de hojas (*Atta cephalotes*). En las colonias de laboratorio que se ven obligadas a utilizar el follaje de botón de oro, el hongo del cual se alimentan las hormigas (*Leucoagaricus sp.*), muere a los pocos días con lo cual rápidamente se produce un colapso de la colonia. Aunque en condiciones naturales el botón de oro no mata a las hormigas, sí ejerce un efecto disuasivo sobre ellas. En cultivos experimentales de yuca se ha observado que las arrieras llevan a cabo recorridos largos para evitar las hojas que se encuentran cerca del botón de oro. En algunas regiones de Colombia, los productores mencionan un efecto repelente del botón del oro contra las garrapatas y moscas hematófagas del ganado (CIPAV, 2008).

4.9.1 Atracción de insectos

En una parcela de alta diversidad (cultivos de 10 o más especies en asociación), en Buga (Colombia) donde se establecieron plantas alimenticias (fríjol de diferentes variedades, yuca, maíz, plátano, papaya hortalizas), forrajeras (caña, nacedero *Trichanthera gigantea*, pinocho *Malvaviscus penduliflorus*, cidra, batata), medicinales (anamú, poleo, hinojo, sávila) y aromáticas (albahacas, limoncillo, citronella). En este arreglo, *Tithonia diversifolia* cumplía funciones de atracción y fuente de alimento para insectos, entre ellos polinizadores, productores de miel y controladores biológicos. Estas funciones son vitales para la producción sin

agroquímicos, pues permite que el sistema alcance un equilibrio entre poblaciones de insectos y otros artrópodos, para producir con un mínimo impacto ambiental (Ríos, 1997).

También se establece en policultivo asociada con maíz, yuca (*Manihot sculenta*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), y crotalaria (*Crotalaria juncea*); en este caso ***Tithonia diversifolia*** se siembra alrededor de la parcela, con el propósito de atraer insectos benéficos dejando florecer algunas plantas y, producir forraje cortando las otras antes de floración (Ríos, 1997).

4.9.2 Medicina

En Cobán, Alta Verapaz (Guatemala), se registra el uso de las hojas en cocción como remedio para la malaria y en el tratamiento de eczema y lastimaduras de la piel de animales domésticos. En Cuba se utilizan las hojas en maceración con alcohol como si fuera árnica (Ríos, 1997).

En Colombia, en la zona del Pacífico (Valle del Cauca), se utilizan las hojas en cocción para el pasmo o frío y como medicina para problemas del hígado (Ríos, 1997).

En Venezuela, se utiliza en salud animal para disminuir los abortos y canibalismo en conejos. También para depurar y arrojar la placenta, se suministra a las conejas 2 o 3 días antes del parto y 5 a 8 días después del parto. Los productores dicen que además se mejora la lactancia (Ríos, 1997).

4.9.3 Cerca viva y rompe vientos

En Colombia (Rio Frío - Valle del Cauca) en el aislamiento de fragmentos de bosque que cumplen funciones de protección y conservación de fuentes de agua, se

establece *Tithonia diversifolia* como cerca viva (Ríos, 1997) en reemplazo de cercas con alambre de púas (Ríos, 1997).

En fincas campesinas en zona de ladera del Valle del Cauca, se siembra *Tithonia diversifolia*, asociada con otras especies forrajeras como *Trichanthera gigantea* sembrando franjas de cada especie, también alrededor de parcelas de policultivo o en las cercas. Se cosecha antes de floración para alimentar animales y se fertiliza con estiércol fresco de bovino o con lombricomposta. El manejo de las parcelas es orgánico. También se siembra como rompevientos alrededor de apiarios en la zona cafetera colombiana (Ríos, 1997).

4.9.4 Abono verde y mejorador de suelos

En Luzón, algunos agricultores consideran las parcelas con *Tithonia diversifolia* como bancos de fertilizante. En la provincia de Mountain, esta especie es cosechada e incorporada como abono verde en campos de cultivo de arroz con inundación. Debido a su rápido crecimiento, eficiente depuración de nutrientes del suelo, abundante producción de hojas y rápida descomposición, esta especie parece acelerar el reciclaje de nutrientes y permite la rehabilitación del suelo en un período corto de barbecho (Ríos, 1997).

En Costa Rica, al evaluar especies identificadas por agricultores como favorables para la producción de frijol bajo el sistema tapado, se encontró que éstas tenían altos contenidos foliares de fósforo, calcio y potasio (más de 2500 ppm). De las especies identificadas, se encontró que *Tithonia diversifolia* presenta los mayores contenidos de fósforo. Al comparar la producción de frijol en barbechos mejorados con diferentes especies se obtuvieron los siguientes resultados: en barbecho natural, 628 kg/ha; en barbecho con *Tithonia diversifolia*, 749 kg/ha y mayor producción de biomasa y fósforo; barbecho con mucuna, se perdió por ataque de babosas y hormigas, barbecho con canavalia, 573 kg/ha (Ríos, 1997).

La ***Tithonia diversifolia*** puede estar jugando un papel muy importante en la depuración de nutrientes lábiles del suelo que de otra forma se perderían por lixiviación. En el caso del fósforo, la asociación con micorrizas puede estar cumpliendo un rol importante en su movilización. Este hecho además de la baja o nula demanda de capital o laboreo, es interesante en especial cuando estos recursos son escasos. Es así como se puede cambiar el concepto de barbechos con malezas al de abono verde o cultivo de cobertura (Ríos, 1997).

En la provincia de Bukidnon, Filipinas, ***Tithonia diversifolia*** es utilizada para recuperar y mejorar de áreas invadidas por el pasto *Imperata cylindrica*. La sombra de *T. diversifolia* controla el pasto en un año. Al final del segundo año, se cortan las plantas de ***Tithonia Diversifolia*** y se siembra un nuevo cultivo sin necesidad de aplicar fertilizantes ni arar, porque se mejoran las propiedades físicas del suelo (Ríos, 1997).

4.9.5 Alimentación bovina

El botón de oro (***Tithonia diversifolia***) es una planta forrajera adecuada para la alimentación de rumiantes (bovinos, cabras, ovejas y búfalos), con un alto nivel de proteína, alta degradabilidad en el rumen, bajo contenido de fibra y niveles aceptables de sustancias anti nutricionales como fenoles y taninos. El follaje de botón de oro es rico en nitrógeno total, buena parte del cual está presente en aminoácidos y, en baja proporción, está ligado a la fibra dietética insoluble. Su concentración de proteína (de 18,9 a 28,8%) es comparable a la de otras especies forrajeras utilizadas para alimentación de rumiantes tales como el Matarratón *Gliricidia sepium* (25%), *Leucaena leucocephala* (22,2 %) y cámbulo o cachimbo *Eritrina poeppigiana* (21,4%) (Mahecha y Rosales, 2005).

En un estudio realizado afirman que el uso de ***Tithonia diversifolia*** en la producción de leche es relevante debido a sus nutrientes y la presencia de taninos, y derivado de esto, por la posible mejoría de la fermentación, lo que implica una mayor

eficiencia en el uso de los nutrientes de la dieta. Sin embargo, aún no se referencian estudios que evidencien realmente todos los beneficios que se podrían tener al usar esta planta en la alimentación de vacas lecheras (Gallego, Mahecha, & Arizala, 2014).

En ovejas, se han alcanzado consumos de 1.67 kg de forraje/cabra/día en base fresca, en estado de prefloración, equivalentes a 712 gramos en base seca. Es de suma importancia por la razón de que en nuestra zona también existen muchos productores que se dedican a la cría de ganado menor, y es mucha importancia la introducción de la forrajera botón de oro, por el hábito alimenticio que tiene los pelibuey, cabras y ovejas (Mahecha et al. 1998).

En algunas fincas en Panamá se utiliza Botón de Oro (***Tithonia diversifolia***) como forraje fresco sin picar. Este se ofrece colgado para el consumo de ovejas y cabras, como parte de una dieta con cogollo, tallo de caña y pasto elefante (Chiari, 2015).

4.9.6 Alimentación ovinos

En Cali, Colombia en la evaluación de la aceptación de *Tithonia diversifolia* por ovinos de pelo, a los cuales se le suministraron dos dietas con el 50% y 100% de la dieta básica a partir de ***Tithonia diversifolia*** picado durante cinco días. Las plantas se encontraban en floración cuando se cosechó. Ambas dietas recibieron bloque multinutricional (10% de urea) a voluntad y follaje de matarratón (3% peso vivo, base fresca); la dieta con 50% se completó con cogollo de caña picado. El consumo de ***Tithonia diversifolia*** en la dieta del 50% fue de 0.868 kg/d en base fresca, que correspondieron a 0.369 kg/d en base seca. En la dieta del 100% consumieron 1.668 kg/d en base fresca equivalentes a 0.712 kg/d en base seca. Estos resultados muestran la posibilidad de uso de esta especie forrajera como suplemento proteico o como único forraje en la alimentación de ovinos de pelo (Mahecha et al. 2005).

4.9.7 Alimentación de conejos

En un estudio realizado en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira en el año 2011, en el que resalta que las hojas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) pueden ser utilizadas como una fuente de proteínas para la alimentación de conejos en crecimiento. La ganancia de peso de los conejos alimentados con pellet de harina de botón de oro es muy similar a la de los conejos alimentados con concentrados comerciales, los conejos en su condición de herbívoros no rumiantes, tienen la facilidad de consumir y asimilar forrajes frescos o deshidratados, de tal manera que no se afecte la ganancia de peso cuando se decide cambiar la dieta de materias primas convencionales a no convencionales como lo es el botón de oro; es importante tener presente que los costos de producción, teniendo como referencia que tanto se puede disminuir estos mediante la utilización de forrajes, en este caso el botón de oro en la alimentación de conejos en crecimiento y así obtener buenos resultados en cuanto a la utilidad económica (Amaya, 2011).

4.9.8 Alimentación de peces

Se concluye que, la harina del parénquima de las hojas de los Materiales Vegetales evaluados: Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (Hemsl.) A. Gray, Bore (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott, Nacedero (*Trichanthera gigantea*) (Bonpl.) Nees y Matarratón (*Gliricidia sepium*) (Jacq.) Kunth ex Walp, suministradas a ejemplares machos juveniles de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), son eficientemente digeridos por estos, sugiriendo así que estas materias primas, tanto en base seca como en base fresca, son ingredientes alternativos valiosos en la alimentación de esta especie, en especial para sistemas de piscicultura de subsistencia, donde se disponga de estos recursos vegetales, permitiendo disminuir los costos de producción y el impacto ambiental en el medio acuático (Hahn-von-Hessberg, Rajales, Narváez, 2016).

4.9.9 Alimentación de gallinas ponedoras

El valor más bajo de la masa de huevo/ave/día fue para el 15% de (harina de *Tithonia diversifolia*) (53.4g); sin embargo, para Testigo 5% y 10% de HTD, se encontraron en el mismo nivel (56.7g, 56.4g y 56.1g respectivamente) ($P < 0.05$). La masa de huevo presentó un decremento conforme aumentó la inclusión de la harina de HTD. La regresión cuadrática presentó un punto óptimo biológico ideal de 2.98% de inclusión en la dieta para que no se vea afectada la masa de huevo. Este valor de inclusión de HDT resulta mayor al valor en donde se obtendría por regresión, la máxima producción (1.52%); y menor, en donde se puede maximizar el consumo de alimento (5.56%); por lo que la creación de la variable productiva (combinación de porcentaje de postura, consumo de alimento y masa de huevo) ayuda a maximizar todas las variables. A partir de las variables que presentaron una diferencia significativa (porcentaje de postura, consumo de alimento y masa de huevo), se creó una variable productiva, con el objetivo de resumir los datos para conocer la forma en la que éstas se relacionaban entre sí; por lo que se realizó una regresión cuadrática (Fuente, Martínez, Carranco, Ávila y Sanginez, 2019).

Cabe mencionar que con este valor no solo se obtiene mayor masa de huevo/ave/día; sino también una mayor producción y peso de huevo, menor consumo de alimento y conversión alimentaria; parámetros que también son importantes en la producción de huevo. Varios estudios se llevaron a cabo, incluyendo harina de *Tithonia diversifolia* en gallinas de posturas, llegando a la conclusión de que esta harina se utilice en un porcentaje no mayor al 15%, para no afectar las variables productivas, o incluirla en un 3.72%, que fue el valor óptimo registrado en este estudio (Fuente et al. 2019).

4.9.10 Alimentación de pollos de engorde

Se realizó una prueba biológica con 13 especies forrajeras, entre ellas *Tithonia diversifolia*, en pollitos de siete días de nacidos, a los cuales se les sustituyó el 20% del concentrado comercial por follaje seco y molido de cada especie, durante

siete días. La ganancia de peso y el consumo de los pollitos alimentados con *Tithonia diversifolia* estuvo en el rango del 75-99% respecto al control, considerado por el autor como muy alto respecto a las otras especies evaluadas. Hubo una tendencia a mayor ganancia de peso de los pollitos a mayor contenido de proteína, menor contenido de saponinas y fenoles y mayor digestibilidad de la dieta. La conversión alimenticia estuvo entre 125-150% comparada con el control. *Tithonia diversifolia* finalmente fue clasificado como uno de los forrajes con mayor potencial para a alimentación de monogástricos (Mahecha et al. 2005).

En un estudio con el fin de evaluar en aves de corral el efecto de la proteína foliar de *Tithonia diversifolia* obtenida de forma concentrada, aislándola de otros componentes, principalmente fibra, sobre la ganancia de peso y consumo alimenticio. Se utilizó un diseño en bloques completos al zar con 5 repeticiones, considerando 5 aves/repetición. Los tratamientos fueron: control sin proteína concentrada de *Tithonia diversifolia*, ración con 10% de proteína foliar concentrada, ración con 20% de proteína foliar concentrada. El alimento fue ofrecido en harina. La ganancia de peso en 4 semanas no presentó diferencias significativas entre tratamientos y el consumo alimenticio no fue afectado por los tratamientos. Estos resultados indican que la proteína foliar concentrada de *Tithonia diversifolia* puede ser usada en raciones de aves de corral hasta en un 20% sin efectos adversos (Mahecha et al. 2005).

4.9.11 Apicultura

Esta planta está especialmente recomendada para la apicultura, gracias a que produce néctar y polen. Además, es utilizada como barrera viva para impedir el ataque de las abejas debido a que se ven forzadas a cambiar su forma de vuelo directo, cuando se encuentran con ella. También sirve como barrera contra el viento en el apiario (UNAD, 2015).

V. Metodología y materiales

5.1 Ubicación del estudio

La presente investigación es un estudio sobre el efecto que tuvo la forrajera botón de oro (***Tithonia diversifolia***), bajo la combinación de dos alturas y tres frecuencias de cortes, la misma se realizó en el Laboratorio Natural de URACCAN ubicado en la colonia Jerusalén, a 9 km de Nueva Guinea, RACCS con una duración de 10 meses entre marzo a diciembre 2019.

5.2 Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que permitió generar datos numéricos y resultados estadísticos de cada uno de los tratamientos los cuales se aplicaron a la forrajera botón de oro (***Tithonia diversifolia***).

5.3 Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental, porque se estableció un diseño experimental en la que se estimuló las respuestas de diversas variables con la combinación de diferentes alturas y frecuencias de corte de la forrajera (***Tithonia diversifolia***).

5.4. Población

La población la constituye el total de individuos del área experimental, correspondiendo a 504 plantas de Botón de oro (***Tithonia diversifolia***), distribuidas en un área de 276.48 m² en campo abierto.

5.5. Muestra

Correspondió al número de plantas que se encontraron en la parcela útil, 72, plantas de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), las cuales estaban distribuidas en 24 parcelas siendo 3 plantas del centro de cada parcela las que se evaluaron durante el estudio.

5.6 Tipo de ensayo

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (D. B. C. A.) en un arreglo bifactorial, tuvo una duración de 10 meses y se establecieron 4 réplicas por tratamiento, es decir 4 bloques, cada bloque con un tamaño de 4.8 m de ancho por 14.4 m de largo. Cada parcela experimental con un tamaño de 4.8 m por 2.4m (11.52 m²).

5.7 Establecimiento del diseño en campo

El área del estudio fue bajo condiciones de campo, se aplicaron 6 tratamientos con cuatros réplicas, para un total de 24 parcelas experimentales, el área experimental tuvo una dimensión de 29.2 metros de largo por 18.4 metros. El tamaño del área experimental es de 537.28 m², el área de cada bloque, un área útil de 3.20 m² por parcela experimental. Existen 260.8 m² de área de defensa y 276.48 m² de área de ensayo.

5.10 Descripción de los tratamientos

Tabla 5. *Los tratamientos serían la combinación de los niveles del factor A con los del factor B.*

Factor A: Frecuencias de corte (FC)	Factor B: Altura de corte (H)
Niveles del factor A	Niveles del factor B
1. Botón de oro cortado cada 30 días (FC30)	1. Botón de oro cortado a 50 cm de altura (H50cm)
2. Botón de oro cortado cada 45 días (FC45)	2. Botón de oro cortado a 70 cm de altura (H70cm)
3. Botón de oro cortado cada 60 días (FC60)	

Ello da como resultados **6 tratamientos**:

Tratamientos:

T1: Frecuencia de corte a 30 días por altura de corte a 50 cm.

T2: Frecuencia de corte a 45 días por altura de corte a 50 cm.

T3: Frecuencia de corte a 60 días por altura de corte a 50 cm.

T4: Frecuencia de corte a 30 días por altura de corte a 70 cm.

T5: Frecuencia de corte a 45 días por altura de corte a 70 cm.

T6: Frecuencia de corte a 60 días por altura de corte a 70 cm.

5.12 Manejo de ensayo en campo

Preparación del área donde se preparó la tierra: Se limpió el área donde se estableció el ensayo, de tal forma que las plantas permanecieran en un terreno nivelado y de manera uniforme.

Sembrado de las plantas: Se sembraron las plantas a una distancia de 70 cm entre plantas y 70 cm entre surcos, para una densidad poblacional de 20,408 plantas por hectárea.

Fertilización y control de maleza: Se procedió a realizar la aplicación de fertilizantes edáficos cada 4 meses cada 3 meses aplicación de foliares y cada 30 días control de arvenses en toda el área en estudio.

Medición de las variables: Después que se estableció el ensayo, la recolección de los datos en campo se realizó con una frecuencia de 30, 45 y 60 días, durante 10 meses.

5.14 Variables medidas

Altura de la planta: este es para determinar el crecimiento durante los periodos de corte se medirá con cinta métrica desde el nivel del suelo hasta la última hoja.

Área foliar: Es el área que ocupan las hojas en periodos intermedios de crecimiento, esta se evaluó midiendo 6 hojas de la planta, distribuyendo las mismas en tres estratos (alto, intermedio y bajo), se midió el largo y ancho de cada hoja, y el número de hojas con la misma frecuencia en 30, 45 y 60 días respectivamente. El cálculo del área foliar se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$A = l * b$$

Dónde:

A: área (cm²)

L: largo promedio de las hojas (cm)

B: ancho promedio de las hojas (cm)

Diámetro de tallos: Es el grosor que tienen los tallos de un vegetal, además es la parte de la que crece en sentido contrario de la raíz, sirve de soporte a las ramas o tallos secundarios, hojas, flores y frutos, la cual se medirá haciendo uso de una forcípula en milímetros.

Biomasa de la planta: Es la cantidad de materia verde que tiene un vegetal esta se mide en onzas y se hará mediante el método de pesar las hojas y el tallo juntos la cual se pesó en balanza electrónica.

Relación hoja: tallo: Es la cantidad de forraje que producen las plantas en relación a lo que produce el tallo, esta se hizo al final del estudio, pesándose en onzas en balanza electrónica.

Su cálculo se hace mediante la siguiente ecuación:

$$R H: T = \frac{ph}{pt}$$

Donde

R H: T: Relación hoja/tallo (gr)

ph: Peso de hojas (gr masa verde)

pt: Peso de tallos (gr masa verde)

5.15 Variables

Tabla 6. Operacionalización de las variables

VARIABLE	SUB VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES	FUENTE	TÉCNICA
Altura de corte óptima	50 cm	Desde el espacio de suelo hasta los 50 cm	Medición en m	Plantas en estudio	Medición de altura
	70 cm	Desde el espacio de suelo hasta los 70 cm	Medición en m	Plantas en estudio	Medición de altura
Frecuencia de corte óptima	30 días	Intervalos de corta en 30 días	Control de actividades	Plantas en estudio	Registro de datos
	45 días	Intervalos de corta en 45 días	Control de actividades	Plantas en estudio	Registro de datos
	60 días	Intervalos de corta en 60 días	Control de actividades	Plantas en estudio	Registro de datos
Variables de crecimiento de la forrajera	Ancho y largo de hoja	Es el área que ocupan las hojas en periodos intermedios decrecimiento este se evaluó midiendo 6 hojas de la planta, distribuyendo las mismas en tres estratos (alto, intermedio y bajo)	El cálculo del área foliar se realizará mediante la siguiente fórmula: $A = l * b$	Plantas en estudio	Medición de hojas
	Altura de la planta	Es el grosor que tienen los tallos de un vegetal, además es la parte de la que crece en sentido contrario de la raíz, sirve de soporte a las ramas o tallos secundarios, hojas, flores y frutos, la cual se medirá haciendo uso de una Forcípula milimétrica	Centímetros	Plantas en estudio	Medición de plantas y tallos
	Diámetros de tallos				
	Números de tallos		unidades		
Relación Hoja :Tallo	Relación hoja: tallo	Es la cantidad de forraje que producen las plantas en relación a lo que produce el tallo, esta se realizará al final de las mediciones de las variables	Peso en onza y luego pasado a kg Su cálculo se hace mediante la siguiente ecuación:	Plantas en estudio	Peso de hojas y tallos en onzas en balanza electrónica

			$R H:T=ph/pt$ Donde R H:T: Relación hoja/tallo (gr) ph: Peso de hojas (gr masa verde) pt: Peso de tallos (gr masa verde)		
Producción de biomasa (kg/ha)	Materia fresca de hojas y tallos	Es la cantidad de materia verde que tiene un vegetal esta se mide en onzas y se hizo mediante la suma total de toda la biomasa encontrada en el DBCA	Peso en onzas y después conversión a kg y luego extrapolarlo a ha	Plantas en estudio	Peso de biomasa (hoja-tallo) en balanza electrónica

5.16 Procesamiento de los datos

La información fue procesada en el software especializado **INFOSTAT**, en este se realizó el análisis a priori de los datos, como es el análisis de varianza para las variables de interés, así como los análisis a posterior como la separación de medias y algún otro tipo de análisis que se consideró necesario utilizando la separación de medias (Ducan $\alpha=0.05$) La idea era generar tablas y gráficos con los datos condensados para su posterior análisis.

VI. Resultados y discusión

6.3.1 Frecuencia y altura de corte sobre el área foliar de *Tithonia diversifolia*

El área foliar está asociada con la mayoría de procesos agronómicos, biológicos, ambientales y fisiológicos, que incluyen el análisis de crecimiento, la fotosíntesis, la transpiración, la interceptación de luz, la asignación de biomasa y el balance de energía (Kucharik, Norman y Gower, 1998).

Por tal razón el área foliar representa una variable de mucha importancia al momento de evaluar cualquier tipo de pastura o forraje que se use para alimentación de cualquier especie de ganado en estado de domesticación, de tal manera si hay suficiente biomasa está asegurado el alimento para el consumo de los animales es por ello que sea hace necesario determinar este parámetro y así poder tener datos oportuno cuando se vaya a tomar posibles decisiones en la determinación de biomasa fresca en cualquier cultivo de pasto establecido.

Según Ríos (1997) al someter el cultivo a cortes frecuentes se encontró una mayor producción de biomasa comestible por planta en las densidades menores 1.33 y 1.77 plantas/m², debido probablemente a la menor competencia por recursos. Sin embargo, si se establece la especie en monocultivo, es posible obtener mayor rendimiento por unidad de área en la densidad de 2.66 plantas/m², aunque se podrían correr los riesgos fitosanitarios inherentes a esta forma de cultivo.

Cómo se observa en la **tabla 7** la mejor combinación donde se obtuvo mayor área foliar es la corta es a los 60 días con una altura de 50 cm donde evidencian que hubo diferencia significativa y difiere de los demás tratamientos, como consecuencia a lo anterior podemos afirmar que el tamaño de la hoja en esta etapa presenta mejores condiciones ya que la planta tiene más tiempo para estimular los tejidos meristemáticos en constante división celular lo que permite que la planta pueda

recuperarse y presentar mejores condiciones en su follaje equivalente a biomasa verde para las siguientes cosechas.

Tabla 7. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el área foliar de botón de oro.

FRECUENCIA X ALTURA DE CORTE	ÁREA FOLIAR (CM²)
Corte cada 60 días a 50 cm de altura	195.69 a
Corte cada 60 días a 70 cm de altura	175.94 ab
Corte cada 45 días a 70 cm de altura	168.75 ab
Corte cada 45 días a 50 cm de altura	155.08 bc
Corte cada 30 días a 50 cm de altura	150.76 bc
Corte cada 30 días a 70 cm de altura	136.08 c

$p > 0.05=0.21$, CV=11.83%

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Duncan alfa=0.05)

6.3.2 Frecuencia y altura de corte sobre la altura de *Tithonia diversifolia*

Según Lezcano et al. (2012) esta especie tiene muchas cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de un alto potencial para la producción animal, entre las que se pueden mencionar su fácil establecimiento, resistencia al corte frecuente, tolerancia a suelos pobres.

En una investigación realizada por Ríos (1997) encontró que la altura de corte solo afectó la variable altura de plantas a las siete semanas, obteniendo valores de 135 cm en promedio, al realizar los cortes a 10 cm sobre el nivel del suelo y, 109 cm al cortar a 50 cm sobre el suelo.

Por otra parte, Beltrán, et al. (2005) demostraron que la interacción altura y frecuencia de corte no fue diferente ($p>0.05$), en ningún periodo de muestreo. No existieron diferencias ($p>0.05$) entre frecuencias para biomasa radical durante los primeros tres muestreos destructivos; sin embargo, al final del estudio la biomasa subterránea fue mayor ($p\leq 0.05$) en los cortes más frecuentes y en el tratamiento de corte a 8 cm.

Con base a los resultados encontrado según la **tabla 8** No existe deferencia significativa pero el Corte cada 60 días a 50 cm de altura numéricamente presento mejores resultados.

Tabla 8. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre la altura del botón de oro

FRECUENCIA X ALTURA DE CORTE	ALTURA (CM)
Corte cada 60 días a 50 cm de altura	115.71 a
Corte cada 60 días a 70 cm de altura	107.09 a
Corte cada 45 días a 70 cm de altura	103.44 ab
Corte cada 45 días a 50 cm de altura	94.07 bc
Corte cada 30 días a 50 cm de altura	82.07 cd
Corte cada 30 días a 70 cm de altura	77.67 d

$p > 0.05=0.32$, CV=8.47%

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Duncan alfa=0.05)

6.3.3 Frecuencia y altura de corte sobre el diámetro de tallo de botón de oro

El diámetro de tallos es un indicador que representa mucha importancia pues del grosor que estos logren desarrollar, se ve influenciado en que la planta logre desarrollar muchas ramas, dando como resultado final un alto contenido de materia fresca disponible para la alimentación de bovinos (López et al. 2017).

Por lo anterior descrito se hace necesario conocer cual fue los efectos que se dieron en la forrajera botón de oro donde dio como resultado que las dos diferentes alturas de cortes; el diámetro no se ve influenciado por los efectos de la variable estudiada ya que la altura de corte estadísticamente es igual, como podemos observar en la **tabla 9** en la cual se obtuvo un coeficiente de variación de 9.18% lo que demuestra que esta variable fue bien controlada.

Tabla 9. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el diámetro de tallo de botón de oro

FRECUENCIA X ALTURA DE CORTE	DIÁMETRO DE TALLO (CM)
Corte cada 60 días a 50 cm de altura	0.63 a
Corte cada 60 días a 70 cm de altura	0.63 a
Corte cada 45 días a 70 cm de altura	0.57 ab
Corte cada 45 días a 50 cm de altura	0.57 ab
Corte cada 30 días a 50 cm de altura	0.55 ab
Corte cada 30 días a 70 cm de altura	0.53 b

$p > 0.05=0.53$, CV=9.18%

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Duncan alfa=0.05)

6.3.4 Frecuencia y altura de corte sobre el número de tallo de forrajera botón de oro

Los tallos también integran un porcentaje significativo en la proporción de la materia fresca por ende constituyen una variable importante a evaluar en cálculos de aforos de diferentes leguminosas y forrajes utilizado para los diferentes tipos de alimentación en diferentes especies de animales.

Una característica sobresaliente en las especies forrajeras es el número de tallos pues representa un indicador que determina la producción de biomasa fresca ya que a mayor número de tallos se obtendrán más hojas nuevas que servirán para las siguientes etapas de recolección y corta de forraje.

En este sentido, según Ríos et al. (1995) encontraron que la variable número de tallos por planta, sí tuvo diferencias significativas entre densidades ($P=0.033$), donde se obtuvieron promedios de 8.3 tallos para la densidad uno, 7.8 para la dos y 17.8 para la tres; este incremento puede ser debido a la disponibilidad de más

espacio por planta, lo que permitió el desarrollo de una mayor cantidad de yemas. Finalmente, esto no se vio reflejado en la producción de biomasa, debido a que los tallos eran más delgados; se encuentra entonces una tendencia de la planta a guardar un equilibrio entre sus diferentes componentes.

En la **tabla 10** se refleja que hay diferencia significativa entre los tratamientos donde el corte cada 60 días a 50 cm de altura difiere del corte cada 60 días a 70 cm de altura ya que la planta tuvo más tiempo para formación de nuevos rebrotes y yemas.

Tabla 10. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el número de tallo de botón de oro

FRECUENCIA X ALTURA DE CORTE	NÚMERO DE TALLO (UNIDADES)
Corte cada 60 días a 50 cm de altura	21.79 a
Corte cada 60 días a 70 cm de altura	18.25 ab
Corte cada 45 días a 70 cm de altura	17.21 abc
Corte cada 45 días a 50 cm de altura	16.88 abc
Corte cada 30 días a 50 cm de altura	14.72 bc
Corte cada 30 días a 70 cm de altura	11.75 c

$p > 0.05=0.70$, $CV=22.40\%$

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Duncan $\alpha=0.05$)

6.3.5 Frecuencia y altura de corte sobre la relación hoja: tallo de botón de oro

De acuerdo con López et al. (2017) la relación hoja: tallo se constituye en una variable importante que permite conocer la cantidad de forraje que produce la planta en relación con el tallo, de su relación depende en gran medida la palatabilidad de un alimento y con ello los niveles de consumo.

En una investigación realizada por Gómez et al. (2002) analizaron la proporción hoja: tallo en las plantas. Con base en el análisis de producción de hojas con

respecto al peso total de las plantas (hojas-tallos), se encontraron diferencias significativas entre alturas de corte ($p=0.016$) al cortar las plantas a 10 cm del suelo, se obtuvo un 45% de hojas, a los 50 cm, un 48%.

Según Beltrán et al. (2005) la frecuencia y la altura de corte afectaron la tasa de recambio de tejido e incrementaron la producción de forraje por tallo y por metro cuadrado en los cuatro periodos. En el primer periodo de evaluación, la elongación en el corte a 16 cm superó en 31, 38 y 38% a los de 4, 8 y 12 cm. En el corte a 16 cm, la elongación neta fue 49, 52 y 46% superior ($p\leq 0.01$) respecto a los de 4, 8 y 12 cm. Sin embargo, a partir de junio y hasta el final del experimento (mediados de octubre), la elongación neta de las hojas disminuyó conforme aumentó la altura de corte de 4 a 16 cm ($p\leq 0.05$).

En el análisis de varianza (ANDEVA), refleja que hubo efectos significativos en la relación hoja tallo en las plantas en estudio. Las mejores relaciones hoja: tallo se encontraron en los cortes cada 30 días a 70 cm de altura (RH: $T=1.41$, por cada kg de hoja de obtuvieron 1.41 kg de tallo), seguido de tratamiento cortado cada 30 días a 50 cm de altura. La peor relación hoja: tallo se obtiene con los cortes cada 60 días a 50 cm de altura (ver tabla 11).

Tabla 11. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre la relación hoja: tallo de botón de oro

FRECUENCIA X ALTURA DE CORTE	RELACIÓN HOJA: TALLO
Corte cada 60 días a 50 cm de altura	3.35 a
Corte cada 60 días a 70 cm de altura	3.31 a
Corte cada 45 días a 70 cm de altura	2.97 ab
Corte cada 45 días a 50 cm de altura	2.14 abc
Corte cada 30 días a 50 cm de altura	1.64 bc
Corte cada 30 días a 70 cm de altura	1.41 c

$p > 0.05=0.49$, $CV=36.81\%$

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Duncan $\alpha=0.05$)

6.3.4 Efecto frecuencia y altura de corte sobre la Producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* (Kg/Ha)

Para la planificación de los diferentes tipos de pastoreo se debe conocer la cantidad del material alimentos disponible así mismo la categoría de ganado y así poder suplir las necesidades que estos le exigen por lo que se hace necesario tener un balance de producción de biomasa expresada en kilogramos por hectáreas y cual permitirá hacer un cálculo exacto de pasto que se utilizará en la crianza de estos.

Diferentes investigaciones han estudiado es efecto de producción de biomasa expresado en kilogramos por hectáreas para poder definir como exactitud la cantidad de forraje en diferentes especies de plantas arbustiva, al respecto Lugo, et al. (2013). Al evaluar dos alturas de corte, estos autores obtuvieron mayor producción a menor altura con valores de biomasa fresca de 3,3 y 3,1 kg/planta para 20 y 50 cm, respectivamente, sin diferencias significativas entre las alturas,) quienes al evaluar dos alturas de corte (20 y 50 cm) consiguieron un incrementó de 27% para la altura de 50 cm con diferencias significativas.

En un estudio de altura (0, 15 y 30 cm) y frecuencia de corte (30 y 60 días), Hernández (2008) obtuvo 14 t/ha como promedio en la primera cosecha, lo que resultó bajo al compararlo con las 35 t/ha que se obtuvieron en el período de establecimiento. Ello se debió a la poca cantidad de precipitaciones durante ese período, a diferencia de las que ocurrieron entre agosto y octubre (2007), período que coincidió con la fase de establecimiento de la plantación.

En la **tabla 12** refleja que no hubo diferencias significativas en la producción de biomasa fresca en las alturas (50 y 70 cm) y frecuencia de corte (30 45 y 60 días), sin embargo la mayor producción se encontró a los 60 días en ambas alturas, ya que la plantas tuvieron más tiempo para recuperarse, produciendo así más biomasa por cosecha. Por otra parte, se valoró la producción obtenida durante un año, en los intervalos de 30 días (12 cosechas al año) 45 días (9 cosechas al año) 60 días (6 cosechas al año), en este sentido se obtuvo más biomasa en la corta a 30 días a

una altura de 70 cm, siendo 15,516 kg/ha/año, en comparación con los de 60 días aumentó 13,062 kg/ha/año, al respecto Olmedo, 2009 encontró que los mayores contenidos de proteína cruda se obtienen con cortes cada 30 días.

Para recomendar una u otra frecuencia de corte se debe tener en cuenta la capacidad de rebrote de las plantas después de ser cortada, y que estas hayan recuperado sus tejidos y acumulado los nutrientes suficientes para sus funciones fisiológicas, lo cual a su vez tiene que ver con factores como el clima, condiciones de suelo y manejo del cultivo, es decir, es el propio productor quien debe elegir en sus condiciones cuál es la frecuencia de corte que mejor responde a su realidad.

Tabla 12. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre la biomasa kg/ha de botón de oro

FRECUENCIA X ALTURA DE CORTE	BIOMASA (KG/HA)
Corte cada 60 días a 50 cm de altura	2,177 a
Corte cada 60 días a 70 cm de altura	2,177 a
Corte cada 45 días a 70 cm de altura	1,905 a
Corte cada 45 días a 50 cm de altura	1,565 a
Corte cada 30 días a 50 cm de altura	1,497 a
Corte cada 30 días a 70 cm de altura	1,293 a

$p > 0.05=0.48$, CV=31.98%

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Duncan alfa=0.05)

El análisis de varianza de acuerdo al modelo utilizado para determinar los efectos de frecuencia y altura de corte sobre la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* (Kg/Ha) mostró que las diferentes interacciones no influyeron en el rendimiento de forraje. Esto nos permite aceptar la hipótesis nula donde dice que no existe un efecto significativo en la producción de biomasa de la forrajera Botón de oro cuando se asocian distintas frecuencias y alturas de corte.

VII. Conclusiones

De acuerdo a los análisis estadístico e interpretación de los resultados podemos concluir lo siguiente.

- La combinación de diferentes alturas y frecuencias de corta sometidas a estudio no influyeron en la producción de biomasa de la forrajera ***Tithonia diversifolia*** sin embargo el mayor rendimiento se dio a los 50 cm con intervalo de corta a 60 días.
- Los diámetros y números de tallos de ***Tithonia diversifolia*** con mejor nivel de crecimiento es a los 60 días en ambas alturas.
- En la relación hoja: tallos en las diferentes alturas y frecuencia de corta no influyeron el rendimiento de materia verde, pero los mejores resultados se encontraron en las combinaciones de 50 y 70 cm con intervalo de corta cada 60 días con una proporción de 30% hojas y 70 % tallos.

VIII. Recomendaciones

- A los productores se les recomienda realizar podas y recolección de forraje de *Tithonia diversifolia* a una altura entre 50 y 70 centímetros con intervalos de corta no mayor a 60 días ya que después de este tiempo la planta entra en floración perdiendo su mayor concentración de nutrientes; los cuales son empleados en este proceso.
- Para su establecimiento se recomienda seleccionar el sitio de manera adecuada y que esté cerca donde los animales puedan alimentarse y así puedan ahorrar tiempo y costo para su traslado.
- A los estudiantes se les recomienda dar seguimiento a estas investigaciones lo cual permita las búsquedas de soluciones a posibles problemáticas asociado a los escasos de alimentos para las diferentes categorías de ganado en la región.

IX. Lista de referencias

Amaya, M. S. L. (2011). Utilización de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en alimentación de conejos Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Beltrán, Hernández, García, Pérez, Kohashi, Herrera, Quero y González (2005). Efecto De La Altura Y Frecuencia De Corte En El Crecimiento Y Rendimiento Del Pasto Buffel (*Cenchrus Ciliaris L.*) En Un Invernadero.

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV, 2008). El botón de oro: Arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña

Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario ITAGRA.CT. Avenida de Madrid, 44. C.U. “La Yutera” Edif. A. 34004 Palencia (2012). BIOMASA, BIOCOMBUSTIBLES Y SOSTENIBILIDAD <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>

Chiari, G. P. F. (2015). Evaluación de forrajes enriquecidos con microorganismos de montaña en la producción y calidad de leche caprina. Tesis. Turrialba, Costa Rica.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray Palocote tropical (sugerido) <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tithonia-diversifolia/fichas/ficha.htm>

Elizondo, S. J. A. (2017). Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas.

- Fuente, Martínez, Carranco, Ávila y Sanginez (2019). Efecto de la harina de ***Tithonia diversifolia*** sobre las variables productivas en gallinas ponedoras.
- Gallego, L., Mahecha, L. & Arizala, J. A. (2014). Potencial forrajero de ***Tithonia diversifolia*** Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. Grupo de investigación en Ciencias Agrarias - GRICA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Gallego, L., Mahecha, L. & Arizala, J.A (2015). Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto.
- Gómez, Rodríguez, Muergeitio, Rios, Mendez, Molina (2002). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Matarrón (*Gliricidia sepium*), Nacadero (*Trichanthera gigantea*), Pizarro (*Erythrina*) y Botón de oro (*Tithonia Diversifolia*).
- Hahn-von-Hessberg, M. C, Rajales, Q. A, y Narváez, S. W. (2016). Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Depto. Producción Agropecuaria y Depto. Salud Animal, Manizales, Caldas-Colombia. Coeficiente de Digestibilidad Aparente de Plantas Forrajeras Comunes en Zona Andina para Alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*).
- Hernández, A. (2008). Factores agronómicos que influyen en la producción de ***Tithonia diversifolia*** en la provincia de Matanzas. Trabajo de Curso. EEPF “Indio Hatuey”-Sede Universitaria de Perico. Matanzas, Cuba.
- Instituto Nacional Tecnológico INATEC (2016). Manual Del Protagonista Pastos Y Forrajes.

Jewsbury, Guillermo (2016). Plantas forrajera
<http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wpcontent/uploads/sites/14/2016/08/Forrajeras.-2016.pdf>

KUCHARIK, CH. J.; NORMAN, J.M.; GOWER, S.T. (1998). Measurements of branch area and adjusting leaf area index to indirect measurements. *Agríc. Forest Meteorol.*

Lascan, C. E. (1990) Recomendaciones sobre Metodología para la Medición de Consumo y Digestibilidad, San José, Costa Rica.

Lezcano, Y., Soca M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I.L., Santana, H., Martínez, J. & Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.

López G. A. E Y Díaz, J. L. J (2017) Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento de botón de oro en condiciones de vivero, Nueva Guinea, RACCS, 2017.

Lugo M. S., F. Molina, I. González, J. González y E. Sánchez (2013). Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray

Mahecha, L. M. Rosales, C. H. Molina y E. J. Molina (1998) Experiencias en un sistema silvopastoril de Leucaena Agroforestería para la Producción Animal en Centroamérica.

Mahecha, L. M. Rosales (2005). Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico.

- Manríquez J.A. y J.J. Romero (1993) la digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente.
- Medina, M., D. García, E. González, L. Cova L, y P. Morantinos (2009) Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento.
- Navarro F y Rodríguez E F (1990). Estudio de algunos aspectos bromatológicos del mirasol (*Tithonia diversifolia*; Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima.
- Olmedo, A. (2009). Influencia de las fases lunares, (menguante y luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la vida. Carrera de Ciencias Agropecuarias. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2600/8/T-ESPE-IASA%20I-004190.pdf>
- Pérez, A, Montejo, Iglesias, J.M, López, O, Martín, G.J, García, D.E, Milián I, & Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes.
- Ríos C.I y A. Salazar (1995). Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Livest. Res. Rural Dev.
- Ríos C. I (1997). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica."

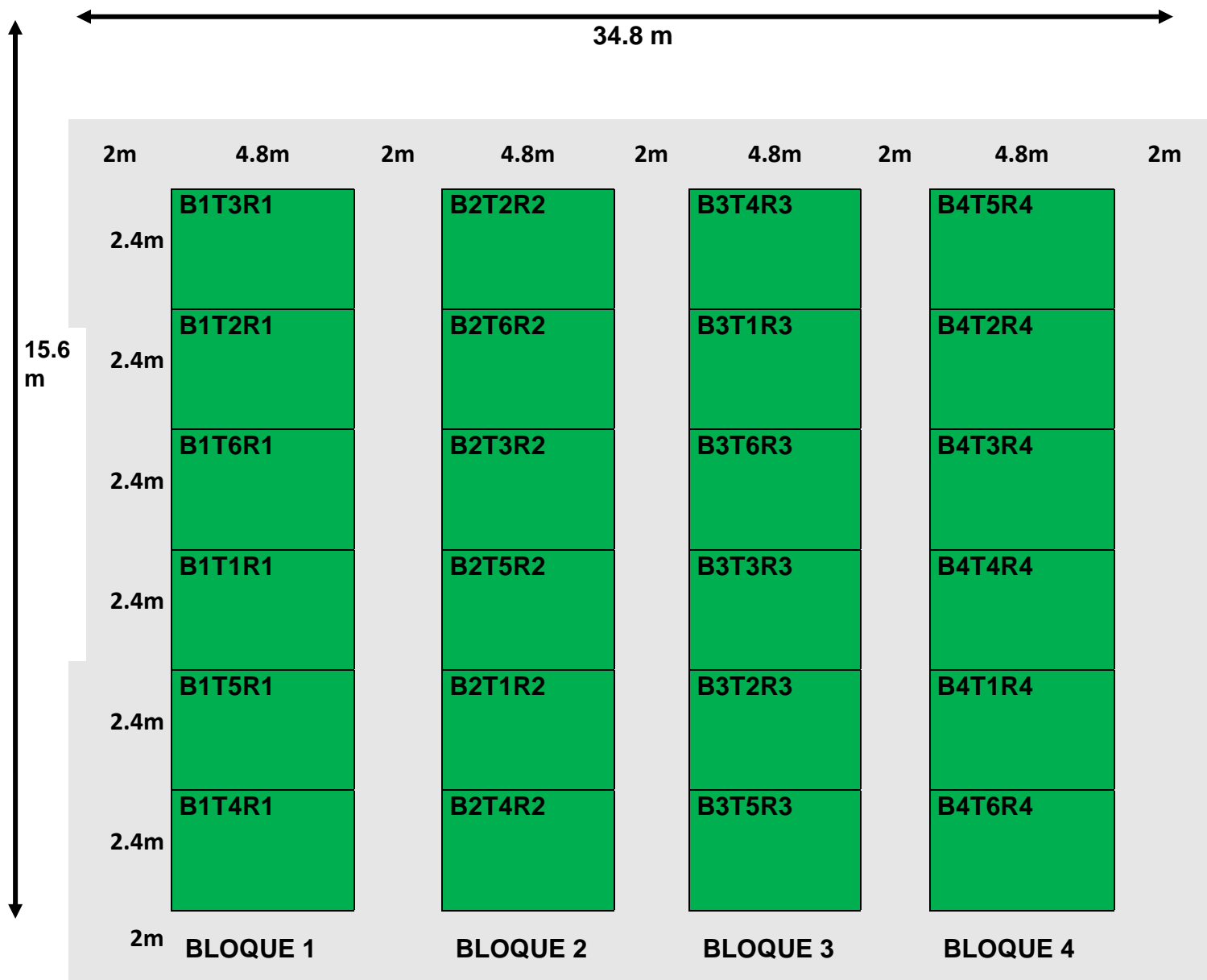
Solarte, L. H. (2013). Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos.

Torrice, A., J, C, Cardona, J., O, (2011) Ganadería ecológica, guía para las buenas prácticas ganaderas experiencias en el Sumapaz-Colombia.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente agronomía y zootecnia UNAD (2015) producción de follaje de la especie botón de oro (*Tithonia diversifolia*) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal.

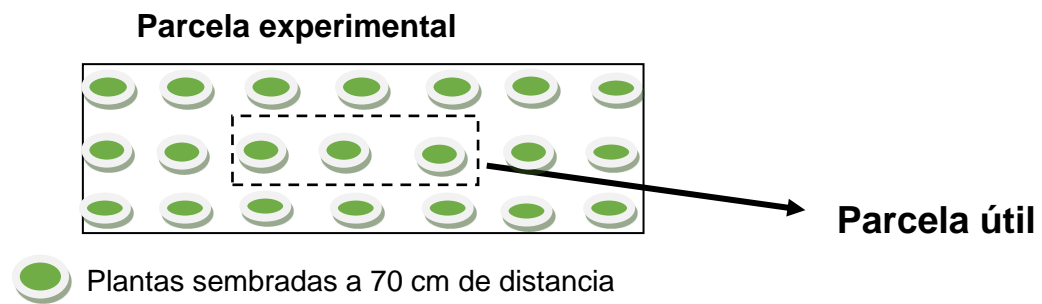
X. Anexos

Anexo 1. Esquema del ensayo para establecer en campo



Diseño: Álvarez Amador Carlos (2019)

Anexo 2. Esquema para la distribución de plantas en cada parcela experimental



Diseño: Álvarez Amador Carlos (2019)

Anexo 3. Medición del número de hojas

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

TRATAMIENTOS	PLANTAS	HOJAS	LARGO	ANCHO
T1	P1			
	P2			
	P3			
T2	P1			
	P2			
	P3			
T3	P1			
	P2			
	P3			
T4	P1			
	P2			
	P3			
T5	P1			
	P2			
	P3			
T6	P1			
	P2			
	P3			

Fuente: elaboración propia

Anexo 4. Medición altura de plantas

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

TRATAMIENTOS	PLANTAS	ALTURA	CM
T1	P1		
	P2		
	P3		
T2	P1		
	P2		
	P3		
T3	P1		
	P2		
	P3		
T4	P1		
	P2		
	P3		
T5	P1		
	P2		
	P3		
T6	P1		
	P2		
	P3		

Fuente: elaboración propia

Anexo 5. Medición de diámetro de tallos

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

TRATAMIENTOS	PLANTAS	DIÁMETRO DE TALLOS	CM
T1	P1		
	P2		
	P3		
T2	P1		
	P2		
	P3		
T3	P1		
	P2		
	P3		
T4	P1		
	P2		
	P3		
T5	P1		
	P2		
	P3		
T6	P1		
	P2		
	P3		

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Medición de la relación hoja-tallo

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

TRATAMIENTOS	PLANTAS	HOJA	TALLO
T1	P1		
	P2		
	P3		
T2	P1		
	P2		
	P3		
T3	P1		
	P2		
	P3		
T4	P1		
	P2		
	P3		
T5	P1		
	P2		
	P3		
T6	P1		
	P2		
	P3		

Fuente: elaboración propia

Anexo 7. Medición de la biomasa

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

TRATAMIENTOS	PLANTAS	BIOMASA (ONZA)
T1	P1	
	P2	
	P3	
T2	P1	
	P2	
	P3	
T3	P1	
	P2	
	P3	
T4	P1	
	P2	
	P3	
T5	P1	
	P2	
	P3	
T6	P1	
	P2	
	P3	

Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Galería de imágenes



Ilustración 2. Establecimiento del ensayo (foto: Fernández, Ramón, 2019)



Ilustración 1. Recolección de datos (foto: Murillo, Wilfredo, 2019)



Ilustración 3. Medición de biomasa por cada tratamiento (foto: Murillo Wilfredo, 2019)



Ilustración 4. Medición de área foliar (foto: Fernández, Ramón, 2019)



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTONOMAS DE LA COSTA CARIBE
NICARAGUENSE

URACCAN

AVAL DEL TUTOR

El tutor/a: MSc. Wilson Antonio Calero Borge, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Protocolo
- b. Informe Final
- c. Artículo Técnico
- d. Otra forma de culminación (especifique):

A la investigación titulada:

Producción de biomasa de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, Nueva Guinea, RACCS, 2019

Br. Ramón Daniel Fernández Velásquez.

Br. Wilfredo Murillo Calero.

De la carrera: Ingeniería agroforestal

Nombre y apellido del Tutor, Tutora: MSc. Wilson Antonio Calero Borge

Firma: MSc. Wilson Antonio Calero Borge

Recinto: Nueva Guinea

Extensión:

Fecha: 2 de marzo, de 2020